Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт табака,
махорки и табачных изделий» (ФГБНУ ВНИИТТИ)

# ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ И АКТУАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ ТАБАЧНОЙ ОТРАСЛИ: 2019–2023 гг.

Коллективная монография

Краснодар
2024

УДК 001: 633.71
И 57

И 57 Инновационные решения приоритетных и актуальных проблем табачной отрасли: 2019–2023 гг. Коллективная монография / ФГБНУ ВНИИТТИ. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2024. – Вып. 184. – 324 с.
ISBN 978-5-93491-989-5

Редакционная коллегия: В.А. Саломатин, Е.В. Гнучих,
Г.П. Шураева, Т.В. Филимонова

В коллективной монографии представлены инновационные решения приоритетных и актуальных проблем табачной отрасли за 2019–2023 годы, результаты исследований по табаку и его первичной обработке в области селекционно-генетических ресурсов, агротехнологии и защиты растений от болезней, вредителей и сорной растительности, машинных агропромышленных технологий, экономике табачной отрасли, а также табачной и никотинсодержащей продукции в направлениях химии, производства, контроля качества и стандартизации табачной и никотинсодержащей продукции в рамках выполнения приоритетных направлений Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации.

Сборник предназначен для научных сотрудников, специалистов, работников сельскохозяйственных предприятий АПК, преподавателей, аспирантов с целью использования в научной и производственной работе.

Материалы, представленные в сборнике, даны в редакции авторов.

ISBN 978-5-93491-989-5

© ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий» (ФГБНУ ВНИИТТИ), 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

### НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ДОСТИЖЕНИЯ ФГБНУ ВНИИТТИ

*Саломатин В.А., Гнучих Е.В., Шураева Г.П.*
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ФГБНУ ВНИИТТИ: РЕЗУЛЬТАТЫ ЗА ПЕРИОД 2019–2023 ГОДОВ ... 7

*Шураева Г.П., Гнучих Е.В.*
НАУЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ, СОЗДАННАЯ ФГБНУ ВНИИТТИ ЗА ПЕРИОД 2019–2023 ГОДОВ ... 25

*Шураева Г.П., Филимонова Т.В., Гнучих Е.В.*
ПРОПАГАНДА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАЗРАБОТОК И ДОСТИЖЕНИЙ ФГБНУ ВНИИТТИ В 2019–2023 ГОДАХ ... 35

*Гнучих Е.В., Шураева Г.П.*
МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО ВСЕРОССИЙСКОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА ТАБАКА, МАХОРКИ И ТАБАЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ... 47

*Филимонова Т.В.*
ЛИСТАЯ СТАРЫЕ СТРАНИЦЫ… (ДОРЕВОЛЮЦИОННЫЕ ПЕЧАТНЫЕ ГАЗЕТЫ) ... 54

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ТАБАЧНОЙ И НИКОТИНСОДЕРЖАЩЕЙ ПРОДУКЦИИ

*Шкидюк М.В., Бубнова Н.Н., Жабенцова О.А., Гвоздецкая С.В.*
КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ТАБАКА ДЛЯ КАЛЬЯНА ... 59

*Дон Т.А., Шкидюк М.В., Калашников С.В., Бедрицкая О.К.*
ИДЕНТИФИКАЦИЯ НЕКУРИТЕЛЬНЫХ ТАБАЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ОРАЛЬНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ... 71

*Калустова И.Г., Смирнова Е.Ю.*
РАЗРАБОТКА НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ И МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ НИКОТИНСОДЕРЖАЩЕЙ ПРОДУКЦИИ ... 84

*Смирнова Е.Ю., Калустова И.Г., Самойленко Н.П.*
АКТУАЛИЗАЦИЯ СТАНДАРТОВ ТАБАЧНОЙ ОТРАСЛИ С УЧЕТОМ МЕЖДУНАРОДНЫХ ТРЕБОВАНИЙ ... 88

*Калустова И.Г., Смирнова Е.Ю., Самойленко Н.П., Белинская Н.Г.*
СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТАБАКА КУРИТЕЛЬНОГО ТОНКОРЕЗАНОГО ... 98

*Медведева С.Н., Зайцева Т.А., Пережогина Т.А., Дурунча Н.А., Галич И.И., Покровская Т.И., Ерёмина И.М., Кокорина Л.В., Медведев А.В., Анушян С.Г., Лушникова А.Ю., Панков Н.А.*
АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ НАГРЕВАЕМОГО ТАБАКА .....108

*Пережогина Т.А., Медведева С.Н., Зайцева Т.А., Панков Н.А., Лушникова А.Ю., Кокорина Л.В., Медведев А.В., Резниченко И.А.*
ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ ДОСТАВКИ НИКОТИНА .....122

*Остапченко И.М., Ерёмина И.М., Галич И.И., Резниченко И.А.*
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СИГАРЕТ .....135

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ТАБАКУ И ЕГО ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКЕ**

*Иваницкий К.И.*
ТЕОРЕТИКО-ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ СЕЛЕКЦИОННЫХ РАБОТ ПО ТАБАКУ .....149

*Иваницкий К.И.*
ИММУННОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕЛЕКЦИИ ТАБАКА НА УСТОЙЧИВОСТЬ К БОЛЕЗНЯМ .....166

*Ларькина Н.И., Костюкова С.В.*
РОЛЬ БЕККРОСС-СЕЛЕКЦИИ В МЕЖВИДОВОЙ ГИБРИДИЗАЦИИ ТАБАКА.....179

*Хомутова С.А., Иваницкий К.И.*
РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ СЕЛЕКЦИИ СОРТОВ ТАБАКА СОРТОТИПОВ ВОСТОЧНОГО ПОДВИДА.....193

*Иваницкий К.И., Хомутова С.А., Баранова Е.Г., Жигалкина Г.Н., Павлюк И.В., Саввин А.А.*
СОРТОВОЙ ПОТЕНЦИАЛ НОВЫХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ ТАБАКА.....202

*Павлюк И.В., Жигалкина Г.Н.*
РЕЗУЛЬТАТЫ СОРТОИСПЫТАНИЙ ПЕРСПЕКТИВНОГО СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА *NICOTIANA TABACUM* LIN. (за 2014–2023 гг.) .....207

*Баранова Е.Г., Иваницкий К.И.*
ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ НОВОГО ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ МУЖСКОЙ СТЕРИЛЬНОСТИ.....219

*Плотникова Т.В., Соболева Л.М.,*
*Сидорова Н.В., Тютюнникова Е.М.*
НАПРАВЛЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ
ЛАБОРАТОРИИ АГРОТЕХНОЛОГИИ
ЗА ПЕРИОД 2014–2023 гг. ..... 226

*Сидорова Н.В., Плотникова Т.В.*
РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СПОСОБА ВОССТАНОВЛЕНИЯ
ПЛОДОРОДИЯ И ОЗДОРОВЛЕНИЯ ДЕГРАДИРОВАННОГО
ПИТАТЕЛЬНОГО СУБСТРАТА В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ
ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РАССАДЫ ТАБАКА ..... 238

*Тютюнникова Е.М., Плотникова Т.В.*
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРА РОСТА
РАСТЕНИЙ ЗЕРЕБРА АГРО ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ТАБАКА ..... 246

*Соболева Л.М., Плотникова Т.В.*
СНИЖЕНИЕ ФИТОТОКСИЧНОГО ДЕЙСТВИЯ
ПОЧВЕННОГО ГЕРБИЦИДА КОММАНД С ПОМОЩЬЮ
УДОБРЕНИЯ ЦИТОГУМАТ «PROFESSIONAL»
ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РАССАДЫ ТАБАКА ..... 257

*Плотникова Т.В., Санин М.Ю.*
КОНТРОЛЬ ЧИСЛЕННОСТИ ХЛОПКОВОЙ СОВКИ
*HELICOVERPA ARMIGERA* HBN. В ТАБАЧНОМ АГРОЦЕНОЗЕ
С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА АВТОСТЕРИЛИЗАЦИИ ..... 263

*Плотникова Т.В., Санин М.Ю.*
ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОВМЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ
ТАБАЧНОЙ ПЫЛИ И ПТИЧЬЕГО ПОМЁТА В КАЧЕСТВЕ
ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ..... 271

*Пестова Л.П., Соболева Л.М., Плотникова Т.В.*
ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРИЁМОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО
МАХОРОЧНОГО СЫРЬЯ, ПОЛУЧЕННОГО В УСЛОВИЯХ
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ ..... 277

*Виневская Н.Н., Огняник А.В., Ульянченко Е.Е.,*
*Бубнов Е.А., Чернов А.В., Лопатин В.С.*
СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА
И ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ
ТАБАЧНОГО СЫРЬЯ..... 287

*Виневская Н.Н., Ульянченко Е.Е., Огняник А.В.*
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ
ИНТЕНСИФИКАЦИИ СУШКИ ЛИСТЬЕВ ТАБАКА ..... 295

*Саломатин В.А., Романова Н.К.*
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ
РОССИЙСКОГО РЫНКА ТАБАКА.....303

*Саввин А.А., Саломатин В.А.*
ФОРМИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННОГО ТАБАЧНОГО
ПРОИЗВОДСТВА РОССИИ .....317

УДК 061.66: 663.97

# НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ФГБНУ ВНИИТТИ: РЕЗУЛЬТАТЫ ЗА ПЕРИОД 2019–2023 ГОДОВ

**Саломатин В.А.,** *д-р экон. наук,* **Гнучих Е.В.,** *д-р техн. наук,*
**Шураева Г.П.,** *канд. с.-х. наук*

В 2024 г. исполняется 110 лет со дня образования Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий» (ФГБНУ ВНИИТТИ) – единственного в Российской Федерации и на всем постсоветском пространстве научно-исследовательского учреждения, выполняющего фундаментальные и приоритетные прикладные исследования по решению всех проблем развития табачной отрасли и обеспечивающее эффективное и конкурентоспособное аграрное и промышленное производство высококачественного табака, табачного сырья, готовой табачной и никотинсодержащей продукции повышенной безопасности.

Основными направления научных исследований ВНИТТТИ являются:

– селекция и семеноводство растений вида Nicotiana tabacum (табак) и Nicotiana rustica (махорка), других видов рода Nicotiana;

– создание, проведение испытаний сортов табака и махорки;

– воспроизводство и сохранение генофонда мировой коллекции рода Nicotiana;

– разработка технологий возделывания и защиты табака от вредных организмов;

– механизация технологических процессов производства табака и табачной продукции;

– создание табачной и никотинсодержащей продукции и разработка технологий ее производства;

– изучение химии табака, табачной и никотинсодержащей продукции;

– разработка стандартизованных методов контроля качества и безопасности табачной и никотинсодержащей продукции;

– экономика табачной отрасли.

Основополагающей целью выполняемых исследований является снижение токсичности табачной и никотинсодержащей продукции, повышение ее качества и безопасности.

Развитие табачной отрасли в России на современном этапе происходит при ужесточении давления внешних экономических санкций стран «коллективного Запада» и США и в тоже время осуществляется в условиях переработки импортного табачного сырья транснациональными табачными компаниями, работающими на территории РФ. В связи с этим функционирование табачной отрасли требует всестороннего выявления главных проблем её развития и их научного решения в рамках реализации общей программы импортозамещения в РФ.

В 2019–2023 годах Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий» выполнял научно-исследовательские работы по двум направлениям, охватывающим все сферы деятельности табачной отрасли в соответствии с приоритетным направлением Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, пункт «г» «переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству, разработку и внедрение систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений и животных, хранение и эффективную переработку сельскохозяйственной продукции, создание безопасных и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания».

По направлению «Разработать научные основы создания экологичных, энергоресурсосберегающих и экономически обоснованных технологий производства табака и табачного сырья с высокими функционально-технологическими свойствами с использованием инновационных процессов и методов получения сельскохозяйственной продукции» фундаментальные научные исследования выполняли по селекционно-генетическим ресурсам табака, махорки и диких видов рода Никоциана, технологиям возделывания и защиты культур рода Никоциана от болезней и вредителей, машинным агропромышленным технологиям послеуборочной обработки, экономике производства табачной отрасли, которые направлены на создание нового высокопродуктивного селекционного материала табака и махорки, разработку энерго- и ресурсосберегающих технологий производства табака и табачного сырья, технических средств механизации табачного производства, обеспечивающих получение конкурентоспособной табачной продукции высокого качества и повышенной безопасности.

В области селекционно-генетических ресурсов табака и махорки цель фундаментальных исследовании заключалась в создании нового высокоэффективного селекционного материала на основе мобилизации генетического разнообразия мировых ресурсов табака, отвечающего требованиям современного наукоемкого сельскохозяйственного производства для конкурентоспособного импортозамещения в табачной отрасли; оценке и поддержании зародышевой плазмы генофонда коллекции табака, махорки и диких видов рода Никоциана; поддержании кон-

стантности перспективных новых и районированных сортов; получении элиты и оригинальных семян табака и махорки.

Научно-исследовательские работы проводили на базе лаборатории селекционно-генетических ресурсов.

По результатам многолетних исследовательских селекционно-генетических работ получены экспериментальные данные по оценке комплекса хозяйственно-ценных признаков и отбору генотипов перспективного конкурентоспособного инновационного селекционного исходного материала табака сортотипов Трапезонд, Остролист, Вирджиния с высокой продуктивностью, качеством сырья, оптимальным вегетационным периодом, устойчивостью к основным болезням, толерантного к биотическим и абиотическим факторам среды и коллекционного генофонда рода Никотиана для создания высококачественных сортов табака, пригодных для энергоресурсосберегающих, экологичных и экономически обоснованных технологий производства табака и табачного сырья; выделены 30 гибридов старших поколений и десять перспективных сортов сортотипов Остролист и Трапезонд с высоким уровнем устойчивости к основным болезням (табачной мозаике, мучнистой росе, бактериальной рябухе); созданы новые константные линии старших поколений сортотипов Трапезонд, Остролист с устойчивостью к 3–5 основным болезням, среднеспелым типом развития, интенсивным созреванием листьев; получены семена 11 перспективных комплексноустойчивых к болезням сортов на основе амфидиплоидов Синта 1 и Синта 2 и трёх линий гибридов старших поколений с высокими показателями основных селекционно-ценных признаков; получены экспериментальные данные по оценке коллекции ЦМС на основе семи цитоплазм сортотипов Крупнолистный, Вирджиния, Берлей, Трапезонд с участием комплексно-устойчивых к 4–5 болезням сортов табака; выделены перспективные генотипы из конкурсного и Государственного сортоиспытаний сортотипа Остролист с высокой продуктивностью и качеством сырья, устойчивостью к табачной мозаике, мучнистой росе, бактериальной рябухе; созданы новые перспективные сорта табака крупнолистного типа сортотипа Остролист, характеризующиеся многолистностью, крупнолистностью, оптимальным вегетационным периодом, высокой продуктивностью и качеством получаемого сырья; получены оригинальные семена и элита сортов, включенных в Госреестр селекционных достижений, а также новых и перспективных сортов табака; в питомнике суперэлиты и размножения собраны оригинальные семена районированных и перспективных сортов табака сортотипов Остролист, Трапезонд, Самсун, Вирджиния, Берлей.

В рамках скрининга коллекционного генофонда рода Никотиана поддержаны в жизнедеятельном состоянии и получены семена 2251 сортообразца табака Восточного, Американского, Южного, Азиатского, Островного подвидов, 21 дикого вида рода Никотиана и 445 сортообразцов махорки.

По результатам научно-исследовательских работ в области селекционно-генетических ресурсов табака и махорки за пятилетний период опубликованы 46 статей, из них 25 – в журналах, рекомендованных перечнем ВАК РФ и индексируемых в РИНЦ. Получено одно свидетельство о государственной регистрации базы данных. В научно-исследовательскую работу института внедрены 10 результатов интеллектуальной деятельности.

В направлении агротехнологии табака цель фундаментальных исследований заключалась в проведении исследования по выявлению особенностей влияния и изучению действия современных комплексных удобрений, росторегулирующих веществ и других природоохранных агротехнических приёмов на показатели развития рассады, продуктивность и качество урожая культуры для разработки экологичной ресурсосберегающей технологии возделывания новых перспективных и продуктивных сортов табака на выщелоченном черноземе центральной зоны Кубани.

Научно-исследовательские работы выполняли на базе лаборатории агротехнологии.

По результатам научных исследований, выполненных в 2019–2023 годах получены экспериментальные данные по влиянию 34 новых комплексных удобрений (Комплемент сад и огород, Комплемент железо, Оракул мультикомплекс, Стимакс рост, Амицид микро, Вуксал БИО, Витанол NP, Вуксал Аминоплант, Фитоферт Энерджи Старт, S Progen growth, Фолирус Актив, Садовод универсальное, Гелиос трио, Гелиос трио + Гелиос Азот, Мультифлор, Нертус Старт, Нертус ПлантаПег, Изагри, Энергошанс, Новалон 20-20-20, Металлоцен Универсал, Космическая пыль, НаноКремний, Изагри Бор, Садовод для завязи, Фоликар (Folicare) 18-18-18, Реликт Р, Бомбардир, Волски Моно бор, Bart, Бороплюс, Гумифит и GSN-2004 (Гумилайф), Культифорт Раиз) и 9 регуляторов роста растений (Зеребра агро, Grow-B (обработка семян и рассады), Stimax (для семян), Stimax Универсал (для внекорневой подкормки), Атлет, Cultimar, Фульвигрейн Классик, Рибав-Экстра, Разер) на рост и развитие рассады, формирование структурных элементов растения, урожайность и химический состав сырья 13 районированных и перспективных сортов табака: Крупнолистный 9М, Крупнолистный 11, Крупнолистный Ильский, Остролист 219, Остролист 316, Юбилейный новый 142, Трапезонд 15, Трапезонд 25, Трапезонд 92, Шептальский 63, Вирджиния 202, Самсун 85, Берлей Краснодарский.

Разработаны: рекомендации по применению современного комплексного удобрения Хакафос и стимуляторов роста Мелафен и Зеребра агро при выращивании табака; рекомендации по применению смеси комплексных удобрений Комплемент (сад и огород) и Комплемент (железо) и стимуляторов роста Амицид и Райкат старт при выращивании табака; рекомендации по применению комплексного удобрения Витанолл NP и удобрения гуминовой природы AgroVerm при выращивании

рассады пасленовых культур (на примере табака); рекомендации по применению комплексного удобрения Вуксал Амино и удобрения гуминовой природы Гумилайф (GSN-2004) при выращивании рассады пасленовых культур (на примере табака); рекомендации по применению регулятора роста растений Cultimar при возделывании табака и по применению органо-минерального удобрения Энергошанс при выращивании рассады пасленовых культур (на примере табака).

По проблемам агротехнологии табака опубликованы 39 научных работ, из них 12 статей в рецензируемых журналах, рекомендованных перечнем ВАК РФ и индексируемых в РИНЦ, депонированы 10 рукописей. В научно-исследовательскую работу института внедрены 10 результатов интеллектуальной деятельности, две разработки внедрены в производстве. Получено два патента.

В области защиты табака от болезней и вредителей цель исследований заключалась в проведении мониторинга структуры современного комплекса вредных организмов табачного агроценоза и подборе эффективных, биорациональных и экологически безопасных средств и методов сдерживания вредных агентов в рассадный и полевой периоды выращивания табака для разработки приёмов управления фитосанитарным состоянием табачного агроценоза, основанных на комплексном применении органо-минеральных удобрений, средств защиты растений и химической коммуникации вредителей, обеспечивающих фитосанитарное благополучие табачного агроценоза.

Научно-исследовательские работы осуществляли на базе лаборатории агротехнологии.

По результатам многолетних исследований уточнена структура современного комплекса вредных организмов табачного агроценоза, в частности, видовой состав микромицетов в ризосферно-прикорневой зоне пораженных рассадной гнилью табачных растений, представленный несовершенными грибами различной трофической специализации: *Stachybotrys* spp., *Cephalosporium* spp., *Penicillium* spp., *Alternaria* spp., *Pythium* spp. и низшими грибами: *Mucor* spp. и *Rhizopus* spp.; получены экспериментальные данные и установлена эффективность применения в питательной смеси для выращивания рассады табака 22 новых органических и органо-минеральных удобрений Гумат органик, Фульвитал плюс, Чудозем универсальное, Нитрофит, Marvel organic, Цитогумат, Агроверм, Agrees рассада, AgroVerm, Фитоферт Энерджи Ризофлекс, Гидрогумин, Нертус ПлантаПег, Гумилайф, Нутримир, Биогумат эковест, Текамин Раис, Биогумус (конский навоз), Полидон био профи, ПСВ-74, Агропик, Белый жемчуг, Экстрасол на повышение нитрифицирующей способности, целлюлозоразрушающей активности, интенсивности дыхания, содержания основных питательных элементов, снижение численности патогенных микромицетов; выявлено снижение фитотоксичного действия гербицида Комманд, вносимого перед посевом семян в парники на рост и развитие рассады табака, с помощью приме-

нения удобрений ОМУ, Исполин, Росток и Стимулайф, Чудозём универсальное, Цитогумат, Marvel organic и регуляторов роста Мелафен, Эмистим С, Амицид и Зеребра Агро; доказана высокая эффективность применения препаратов Вирон, Brentax RV-15 и Фармайод для профилактики и лечения вирусных инфекций и препарата Фитоплазмин для снижения поражения растений табака микоплазменными инфекциями; установлена высокая эффективность биоинсектицидов Рапсол и Фитоверм для снижения численности сосущих вредителей и нового инсектицида Асфицид био против персиковой тли; определено влияние предпосевной обработки с помощью прогревания и замачивания семян в различных растворах (борной кислоты, соляной кислоты, перекиси водорода, перманганата калия) на обеззараживание семян табака от поражения вирусной и микоплазменной инфекцией; экспериментально подтверждена эффективность ежегодного применения разработанных биологизированных систем контроля численности хлопковой совки, озимой совки, жуков щелкунов, коричнево-мраморного клопа и западного цветочного трипса, основанных на методе «самцового вакуума» совместно с применением биоинсектицидов, позволяющих поддерживать численность фитофагов на уровне не превышающем ЭПВ; определена эффективность метода «псевдостерилизации» в снижении поврежденности растений табака хлопковой совкой в результате применения инсектицида Адмирал, размещенного на основах феромонных ловушек; предложены приёмы управления фитосанитарным состоянием табачного агроценоза, основанные на комплексном применении органоминеральных удобрений, средств защиты растений и химической коммуникации вредителей.

Разработаны рекомендации по защите сельскохозяйственных культур от сосущих вредителей в органическом земледелии (на примере табачного агроценоза); рекомендации по применению удобрения гуминовой природы Росток на деградированной питательной смеси рассадника при выращивании пасленовых культур (на примере табака); рекомендации по применению удобрения гуминовой природы Чудозём универсальное, совместному применению почвенного гербицида Комманд с органоминеральными удобрениями ОМУ и Исполин, гуминовыми удобрениями Росток и Стимулайф, стимуляторами роста растений Мелафен и Эмистим С при выращивании рассады пасленовых культур (на примере табака); рекомендации по применению почвенного гербицида Комманд совместно с удобрением Цитогумат и регулятором роста Амицид в качестве антидота при выращивании рассады табака; рекомендации по применению удобрения гуминовой природы Гидрогумин на деградированной питательной смеси рассадника при выращивании пасленовых культур (на примере табака); рекомендации по применению удобрения гуминовой природы Текамин Раис на деградированной питательной смеси рассадника при выращивании пасленовых культур (на примере табака).

По проблемам защиты табака от вредных организмов опубликованы 55 научных работ, из них 13 статей в рецензируемых журналах, включенных в перечень ВАК РФ и индексируемых в РИНЦ, восемь депонированных рукописей, одна брошюра. В научно-исследовательскую работу института внедрены восемь результатов интеллектуальной деятельности. Получен один патент РФ на изобретение.

По использованию отходов табачного производства в практических целях как органического удобрения и биокомпоста исследования были направлены на изучение способов снижения токсичности отходов табачного производства, используемых в качестве органического удобрения с деструкторами, микробными смесями, разработке технологии их совместного применения, исследовании процесса компостирования отходов табачного производства для производства гумифицированного компоста с использованием бактериальных добавок.

Научно-исследовательские работы проводили на базе лаборатории агротехнологии.

По результатам выполненных научных исследований получены экспериментальные данные по снижению токсичности табачной пыли, используемой в качестве органического удобрения совместно с отходами птицеводства – птичьим помётом, отходами свеклосахарного производства – сахарным дефекатом и деструктором УНИКАЛ®С, Стимикс Компост, Пробиокс и Геостим на основе комплекса микроорганизмов и ферментов, проявляемой в увеличении содержания основных питательных элементов, улучшении микологического состава ризосферной зоны, повышении биологической активности почвы и увеличении урожайности кукурузы, перца горького и огурца посевного; исследован процесс компостирования аэробным и анаэробным способом отходов табачного производства с использованием бактериальных добавок (Стимикс® НиваА + Стимикс® Нива Активатор); получены экспериментальные данные по содержанию основных питательных элементов, биологической активности, гумуса, влажности и кислотности компоста, полученного в результате поверхностного (аэробного) компостирования отходов табачного производства совместно с листовым опадом акации белой и деструктором с целью восстановления плодородия несменяемого парникового субстрата, полученного аэробным компостированием табачного сырья в бурте и его анаэробным (без кислорода) компостированием в чистом виде и в сочетании с листовым опадом акации белой и деструктором органических отходов в полиэтиленовых пакетах.

По проблеме безопасной утилизации табачной пыли опубликовано 15 научных работ, из них шесть статей в рецензируемых журналах, включенных в перечень ВАК РФ и индексируемых в РИНЦ. Получено два патента РФ на изобретение. В научно-исследовательскую работу института внедрен один результат интеллектуальной деятельности.

В направлении машинных агропромышленных технологий послеуборочной обработки табака и табачного сырья цель фундаментальных

исследований заключалась в изучении влияния инновационных процессов и методов обработки листовой массы растительного сырья (на примере табака) и научном обосновании параметров технологических приемов её обработки, влияющих на изменение функционально-технологических и токсичных свойств получаемого табачного сырья и способствующих повышению эффективности производства.

Научно-исследовательские работы выполняли на базе лаборатории машинных агропромышленных технологий.

Результаты научных исследований, выполненных в 2019–2023 годах следующие: систематизированы впервые результаты ранее проведенных исследований по изучению влияния традиционных и альтернативных методов, способов и технологических приемов обработки табака на снижение токсичных и улучшение технологических свойств табачных изделий и разработана база экспериментальных данных по влиянию физических методов воздействия (прорезание средней жилки листьев) на табак сортотипов Трапезонд, Остролист и Берлей на изменения функционально-технологических свойств табачного сырья; получены экспериментальные данные и установлена оптимальная продолжительность процесса естественной сушки листьев с прорезанной жилкой табака сортов Самсун 85, Дюбек 33, Американ 287, Вирджиния 202 и Юбилейный новый 142; получены экспериментальные данные по технологическим (выход товарного сорта; выход волокна, пыли, мелочи; объемно-упругие свойства) и химическим (никотин, углеводы, белки, число Шмука) свойствам табачного сырья и установлен оптимальный технологический режим (комбинированный) сушки табака сорта Юбилейный Новый 142 с приемом прорезания средней жилки; получены экспериментальные данные по технологическим (выход товарного сорта; выход волокна, пыли, мелочи; объемно-упругие свойства) и химическим (никотин, углеводы, белки, число Шмука) свойствам табачного сырья, полученного при естественном способе сушки из листьев табака с прорезанной жилкой сортов Самсун 85, Дюбек 33, Американ 287, Вирджиния 202, Юбилейный новый 142, Трапезонд 92; получены экспериментальные данные по влиянию градиентного воздействия постоянного магнитного поля на рост, развитие и урожайность табака; получены экспериментальные данные по влиянию градиентного воздействия постоянного магнитного поля ГВПМП в диапазоне режимов обработки листьев частотой 3,3 Гц, 16,0 Гц, 19,2 Гц на установке «Линии подготовки табака к сушке» на убыль влаги из листьев табака на стадии томления в процессе сушки, товарное качество, технологические показатели (выход волокна, условный расход сырья на 1000 шт. изделий и др.) и курительные свойства (содержание никотина, белков, углеводов, число Шмука) полученного табачного сырья; научно обоснованы эффективные параметры технологического приема градиентного воздействия постоянного магнитного поля на свежеубранные табачные листья, позволяющие интенсифицировать скорость испарения влаги из

них; разработаны: технологические схемы подготовки свежеубранных листьев табака к сушке с использованием инновационных технологических приемов, обеспечивающих снижение трудовых затрат и интенсификацию процессов естественной, комбинированной и искусственной сушки.

Разработаны рекомендации по использованию инновационных технологических приемов обработки листовой массы табака в процессе производства табачного сырья; рекомендации по использованию СВЧ-излучения для ускорения процесса удаления влаги из листьев табака в процессе их послеуборочной обработки; усовершенствована схема технологической линии для подготовки листьев табака к сушке с использованием узла обработки листьев магнитным полем и разработано методическое руководство по использованию технологической линии для закрепления листьев табака на шнур или укладки в контейнер (технологическая инструкция); научно-практические руководство (технологическая инструкция) по сортовым технологиям уборки и послеуборочной обработки зеленолистных сортотипов табака; научно-практические руководство (технологическая инструкция) по сортовым технологиям уборки и послеуборочной обработки желтолистных сортотипов табака; рекомендации по ферментации табачного сырья путем совмещения с процессом сушки жилки листа; рекомендации по технологии послеуборочной обработке табака с использованием СВЧ-излучения для улучшения технологических свойств табачного сырья; научно-практические рекомендации по сушке табака сортотипа Берлей.

По итогам проведенных исследований опубликованы 34 статьи, из них 11 в журналах, включенных в перечень ВАК РФ и индексируемых в РИНЦ, получены четыре патента РФ на изобретение и два свидетельства о государственной регистрации базы данных. В научно-исследовательскую работу института внедрено 14 результатов интеллектуальной деятельности, промышленную апробацию прошли две научные разработки.

В области механизации технологических процессов производства табака и табачной продукции цель исследований заключалась в обосновании основных принципов и направлений создания перспективных и экономически эффективных мало- и безотходных технологий по традиционному и альтернативному применению табака в производстве; осуществлении научного обоснования параметров технологических процессов глубокой переработки табака, позволяющих создать малоотходные технологии производства в табачной отрасли и разработке рекомендаций по их использованию; разработке базы данных выпускаемого машиностроительными предприятиями оборудования для производства курительных и других видов табачных изделий различной производительности.

Научно-исследовательские работы проводили на базе лаборатории машинных агропромышленных технологий.

По результатам выполненных научных исследований рассчитан коэффициент безотходности табачного производства в аграрном секторе; сформулирована гипотеза о целесообразности применения технологий мало- и безотходного производства табака, табачного сырья и табачных изделий; разработан прогноз создания технологий мало- и безотходного производства продукции табачной отрасли; разработана функциональная схема и усовершенствована технологическая схема сеялки для рядкового посева семян табака гидравлическим способом, позволяющие упростить конструкцию, повысить равномерность заделки семян в почву по глубине, уменьшить повреждение семян; теоретически обоснованы параметры процесса пневматического перемешивающего устройства сеялки для рядкового посева семян гидравлическим способом; экспериментально получено уравнение расчета скорости перемешивания жидкости; экспериментально обоснованы основные параметры и проведено испытание технологии рядкового посева семян табака гидравлическим способом в парниках, позволяющей снизить затраты ручного труда при посеве семян и прополки рассады; теоретически обоснованы и экспериментально оптимизированы параметры и режимы работы установки для очистки семян табака и рабочего органа для дифференцированного многократного обмолота соцветий табака на корню растений по мере их созревания с целью повышения производительности и снижения затрат труда; разработана функциональная схема, конструкторская документация, изготовлен и проведены испытания экспериментального образца фрезерного культиватора для реверсивной обработки почвы в парниках; усовершенствована функциональная схема устройства для сбора семян табака и махорки, позволяющего повысить полноту сбора и снизить трудозатраты на их послеуборочную обработку; экспериментально доказано целесообразность использования технологии двукратной очистки семян табака; разработан эскизный проект, изготовлен и проведены испытания макетного образца установки для предварительной очистки семян табака в вертикальном воздушном потоке; разработана схема машинной технологии глубокой переработки семян табака с целью получения масла из них; разработана функциональная схема приспособления к машинам для посадки рассады табака с цепным посадочным аппаратом, выращенной в кассетах, в виде автомата для подачи рассады к посадочному аппарату; оптимизированы параметры работы установки (диаметр выталкивателя, оптимальная скорость перемещения) для наибольшей эффективности извлечения рассады из ячейки кассеты; модернизировано энергетическое мостовое шасси со сменными рабочими органами для посева семян в парниках, полива, культивации и разработана конструкторская документация на отдельные узлы и детали для повышения мобильности устройства; разработана база данных выпускаемого оборудования различной производительности для производства сигарет ведущими машиностроительными предприятиями, включающая в себя все операции изготовления сигарет и их упаковки.

По результатам исследований издана монография «Теоретико-экспериментальные основы создания технологических процессов подготовки листьев табака к сушке», опубликованы 28 статей, из них 10 в журналах, включенных в перечень ВАК РФ и индексируемых в РИНЦ, получены два патента РФ на изобретение и два патента РФ на полезную модель, депонированы две рукописи. В научно-исследовательскую работу института внедрены шесть результатов интеллектуальной деятельности.

Цель исследований в области экономики табачной производства заключалась в проведении мониторинга состояния и экономического развития табачной отрасли АПК России в условиях давления внешних санкций, разработке организационно-экономической модели устойчивого сырьевого обеспечения, развития и сохранения эффективной экономики табачной отрасли России в условиях новой аграрной политики, оптимизации табачного бизнеса и содружестве с табачным производством стран ЕАЭС.

Научно-исследовательские работы осуществляли на базе лаборатории экономических исследований.

В настоящее время в стране сформировался табачный бизнес, развитие которого происходит преимущественно на основе крупнокорпоративного табачного производства транснациональных табачных компаний, в которых, по итогам 2021 г., сосредоточено 94,9 % производства, пришедших со своими рынками сырьевых ресурсов и в условиях снижения спроса и предложения товарных изделий за счет усиления антитабачной компании и повышения требований к качеству курительных изделий.

Табачная промышленность работает эффективно и приносит весомые доходы в федеральный бюджет, при этом выпуск сигарет постоянно сокращается. При постоянном снижении выпуска сигарет начиная с 2010 г., – с 405 млрд шт. до 220,0 млрд шт. в 2022 г., её доходы от розничной продажи возросли с уровня 700,1 млрд руб. в 2016 г. до 1050,0 млрд руб. в 2022 г. при снижении численности «условных» курильщиков в стране до 30 млн чел. по сравнению с 42,3 млн чел. в 2016 г. Однако, это не сказалось на объёмах доходов от розничной торговли благодаря применению реальной ценовой и акцизной политики.

В ходе анализа результатов мониторинга развития экономики табачного производства в Российской Федерации выявлено, что уменьшению производства курительных табачных изделий способствовал рост объёмов инновационной нетабачной никотинсодержащей продукции в связи изменением предпочтений со стороны потребителей, их переходом на употребление нетабачной никотинсодержащей продукции как более доступной и менее вредной.

В результате проведенных исследований разработаны методические подходы к экономической оценке состояния табачного производства и рынка в РФ и её регионах; проведен анализ уровня экономики: состояние и тенденции развития; осуществлен мониторинг формирования

импортного рынка сырьевых ресурсов для предприятий табачной промышленности; обоснована структура табачного рынка (спрос и предложение, экспортно-импортные возможности); выполнена оценка формирования экономических связей конъюнктуры мирового табачного рынка, включая приграничное сотрудничество со странами постсоветского пространства; исследована финансовая безопасность табачных предприятий, детерминирование основных инструментов устойчивости экономики; разработан концептуальный подход к направлениям формирования механизма прибыли на предприятиях табачной отрасли в условиях оптимизации табачного бизнеса; выявлены глобальные и региональные тенденции развития табачного производства и рынка в Российской Федерации; проведена производственно-экономическая оценка агропромышленного табачного подкомплекса в системе АПК; определены экономические результаты деятельности предприятий табачной промышленности, их устойчивости и эффективности; разработана методическая модель альтернативного организационно-экономического проекта создания сырьевого ресурсного потенциала табачной промышленности России и разработана организационно-экономическая модель развития табачной отрасли России в сотрудничестве со странами ЕАЭС.

В ходе проведенных экономических исследований состояния табачной отрасли в целях оценки современного состояния и развития табачного бизнеса в Российской Федерации разработана база данных «Статистические и аналитические показатели табачного бизнеса Российской Федерации», представляющая собой сведения о регулировании табачного рынка в РФ, производстве табачной продукции и может быть использована при подготовке аналитических материалов по тенденциям развития на рынке табака и разработке стратегии развития табачной отрасли РФ в условиях внешних санкций.

Результаты экономических исследований опубликованы в 40 научных работах, из них в девяти статьях в рецензируемых журналах, включенных в перечень ВАК РФ и индексируемых в РИНЦ, получено одно свидетельство о государственной регистрации базы данных. В научно-исследовательскую работу института внедрен один результат интеллектуальной деятельности.

По направлению «Разработать технологии табачной и инновационной никотинсодержащей продукции с регулируемыми качественными показателями пониженной токсичности и методы контроля её качества и безопасности для комплексной оценки» фундаментальные научные исследования выполняли по технологиям производства, химии, контролю качества и стандартизации табачных и никотинсодержащих изделий, обеспечивающие получение качественной продукции пониженной токсичности на основе их комплексной оценки.

В области технологии производства табачной и никотинсодержащей продукции повышенных качества и безопасности цель исследований заключалась в разработке методик определения табачных специ-

фичных нитрозаминов и карбонильных соединений в никотиносодержащей продукции и дыме табака для кальяна; метода определения фракционного состава некурительного табачного изделия (жевательный табак) для контроля качества и исследования качественных характеристик для установления технических требований к данному виду продукции; инновационной методики определения карбонильных соединений в аэрозоле различных видов никотинсодержащей продукции (НСП) для оценки токсикологического риска продукта; проведении мониторинга некурительной нетабачной никотинсодержащей продукции орального потребления для установления ее качественных показателей и определения токсичных свойств; методик комплексной оценки табачных, нетабачных никотинсодержащих продуктов, табака для кальяна и бестабачной смеси для нагревания на основе современных методов контроля безопасности и качества продукции; методики определения содержания никотина в табаке для кальяна и бестабачной смеси для нагревания спектрофотометрическим методом; методики определения табачных специфичных нитрозаминов в некурительных табачных изделиях орального потребления с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии/масс-спектрометрии; в сравнительном анализе некурительных табачных изделий и нетабачной никотиносодержащей продукции орального потребления по содержанию токсичных веществ.

Научно-исследовательские работы выполняли на базе лаборатории технологии производства табачных изделий.

По результатам исследований, выполненных в 2019–2023 годах, впервые получены экспериментальные данные по количественному содержанию табачных специфичных нитрозаминов и карбонильных соединений и разработана методика определения содержания этих токсических компонентов в аэрозоле никотиносодержащей продукции и дыме табака для кальяна; установлены основные качественные характеристики жевательного табака, получены экспериментальные данные по определению влажности, содержанию никотина, фракционному составу и разработана методика определения фракционного состава табака жевательного, предназначенная для проведения идентификации данного вида продукции от других видов некурительных табачных изделий и технические требования к сырью и ингредиентам для изготовления табака жевательного, которые легли в основу национального стандарта ГОСТ Р 58553-2019 «Табак жевательный. Общие технические условия».

Разработаны методика сбора газовой фазы аэрозоля никотиносодержащей продукции для определения содержания карбонильных соединений и методика сбора твердожидкой фазы главной струи аэрозоля никотиносодержащей продукции для определения содержания нитрозаминов, устанавливающие процедуру сбора аэрозоля всех видов НСП, вне зависимости от конструкции систем доставки никотина (СДН), для определения приоритетных токсичных компонентов списка ВОЗ; методика измерений массовой доли нерастворимой части в

табаке для кальяна (МИ № 016-01.00281-2013-2019); рекомендации по тестированию никотиносодержащей продукции на курительной машине Cerulean SM 405.

Разработаны методика сбора газовой фазы аэрозоля табачной и нетабачной никотиносодержащей смеси для кальяна для определения содержания карбонильных соединений; методика определения содержания карбонильных соединений в аэрозоле изделий с нагреваемым табаком (табака нагреваемого); методика определения содержания карбонильных соединений в жидкости для систем доставки никотина и в аэрозоле никотинсодержащей продукции для объективной оценки содержания карбонильных соединений в аэрозоле НСП и контроля качества и безопасности данных видов продуктов; получены экспериментальные данные по содержанию карбонильных соединений в аэрозоле НСП (табак нагреваемый, жидкость для СДН, табак для кальяна и нетабачная никотинсодержащая смесь для кальяна) необходимые для оценки токсикологического риска потребления исследуемых продуктов.

Проведен мониторинг некурительной нетабачной никотинсодержащей продукции орального потреблении и установлены основные качественные характеристики некурительной нетабачной никотинсодержащей продукции: влажность, содержание никотина, вкус, аромат для установления технических требований и идентификации продукта; получены экспериментальные данные по определению качественных характеристик некурительной нетабачной никотинсодержащей продукции; разработан проект дегустационной оценки нетабачной никотинсодержащей продукции орального потребления.

Для комплексной оценки некурительной табачной продукции орального потребления разработана методология, включающая органолептический анализ, инструментальный анализ определения влажности, метод фракционирования с целью количественного определения фракций различного размера, спектрофотометрический метод определения никотина, метод оптической микроскопии для определения структуры и метод жидкостной хромато/масс-спектрометрии определения табачных специфических нитрозаминов; методика определения содержания карбонильных соединений в аэрозоле табака для кальяна; получены экспериментальные данные для оценки потребительских свойств табака для кальяна и нетабачной никотинсодержащей смеси для кальяна и токсикологических характеристик продуцируемого аэрозоля (содержание никотина и карбонильных соединений).

Разработана методика определения содержания никотина в табаке для кальяна/бестабачной смеси для нагревания спектрофотометрическим методом и получены экспериментальные данные для оценки токсических свойств исследуемой продукции (получено свидетельство об аттестации методики (метода) измерений № 010-01.00281-2013-2022 от 28.04.2022 г).

Для оценки токсических показателей некурительных табачных изделий орального потребления впервые разработаны методики определения количественного содержания табачных специфических нитрозаминов (TSNA): N-нитрозонорникотин (NNN) и 4-(нитрилнитрозамино)-1-(3-пиридил)-1-бутанон (NNK) методом жидкостной хроматографии с тандемной масс-спектрометрией (UHPLC – MS/MS); методика пробоподготовки образца некурительных изделий в порционной упаковке для определения TSNA методом жидкостной хроматографии; методика определения фракционного состава некурительных табачных изделий орального потребления методом ситового анализа (получено свидетельство об аттестации методики (метода) измерений № 022-01.00281-2013-2022).

Впервые разработана методика комплексной оценки качественных показателей (потребительские свойства и содержание токсических компонентов) табака для кальяна и бестабачной смеси для нагревания, включающая органолептический анализ и дегустационную оценку; определение показателя pH; определение глицерина и пропиленгликоля в продукте; измерение массовой доли никотина в кальянных продуктах спектрофотометрическим методом; определение структуры основы (носителя) методом оптической микроскопии; измерение массовой доли нерастворимой части в табаке для кальяна; параметры режима машинной генерации аэрозоля с использованием стандартизированной конструкции кальянной системы; регламент сбора компонентов жидкой фазы аэрозоля на Cambridge-фильтр для количественного определения никотина и табачных специфичных нитрозаминов; процесс сбора компонентов газовой фазы аэрозоля в импинжеры для определения карбонильных соединений (SC); определение никотина в аэрозоле спектрометрическим методом; определение TSNA и SC методом жидкостной хромато/масс-спектрометрии, определение монооксида углерода с помощью недисперсного инфракрасного (NDIR) анализатора. Методика позволяет, с использованием разработанного комплекса аналитических инструментов, суммарно оценить потребительские свойства и показатели безопасности, а также идентифицировать и дифференцировать табак для кальяна и бестабачные смеси для нагревания.

По итогам исследований в области технологии производства табачной и никотинсодержащей продукции опубликовано 55 научных работ из них 20 статей в рецензируемых журналах, рекомендованных перечнем ВАК РФ и индексируемых в РИНЦ. Получено три патента на изобретение РФ. В научно-исследовательскую работу института внедрены девять результатов интеллектуальной деятельности.

В области химии и контроля качества табачных и никотинсодержащих изделий цель исследований состояла в разработке инновационных методик определения токсичных веществ для оценки качества и безопасности различной никотинсодержащей продукции.

Научно-исследовательские работы осуществляли на базе лаборатории химии и контроля качества.

В соответствии с поставленной целью впервые проведен анализа возможности практического применения мер, изложенных в документах Всемирной организации здравоохранения и впервые разработаны: методика определения сбора общей массы аэрозоля электронных систем доставки никотина (ЭСДН) и электрической системы нагревания табака (ЭСНТ) с помощью линейной курительной машины для объективной оценки их качества и безопасности; методика определения содержания летучих органических веществ (1,3-бутадиена и бензола) в аэрозоле изделий с нагреваемым табаком; методика определения содержания летучих органических веществ (1,3-бутадиена и бензола) в жидкостях для электронных систем доставки никотина; методика определения содержания 3,4-бензпирена в жидкостях для электронных систем доставки никотина; методика определения содержания 3,4-бензпирена в аэрозоле изделий с нагреваемым табаком, которые позволят объективно оценить качество и безопасность различных видов никотинсодержащей продукции; методика определения никотина, глицерина и пропиленгликоля в жидкостях для электронных систем доставки никотина; методика определения содержания никотина в табаке нагреваемом; методика определения содержания глицерина и пропиленгликоля в табаке нагреваемом; методика определения содержания никотина в никотинсодержащей продукции орального потребления; установлены метрологические характеристики разработанной методики определения содержания никотина в нетабачной никотинсодержащей продукции орального потребления для контроля внутрилабораторной и межлабораторной сходимости результатов анализа этого вида продукции; установлены метрологические характеристики методик определения содержания никотина, глицерина и пропиленгликоля в жидкостях для ЭСДН и в изделиях из табака нагреваемого для контроля внутрилабораторной и межлабораторной воспроизводимости результатов анализа этих видов продукции.

Получены свидетельства об аттестации: «Методики измерений массовой доли никотина в нетабачной никотинсодержащей продукции орального потребления методом газовой хроматографии» № 025-01.00281-2013-2020 от 03.08.2020 г.; «Методики измерений массовой доли никотина, глицерина и пропиленгликоля в жидкостях для электронных систем доставки никотина методом газовой хроматографии» № 018-01.00281-2013-2021 от 26.07.2021 г.; «Методики измерений массовой доли никотина в табаке нагреваемом методом газовой хроматографии» № 016-01.00281-2013-2021 от 05.07.2021 г.; «Методики измерений массовой доли глицерина и пропиленгликоля в табаке нагреваемом методом газовой хроматографии» № 017-01.00281-2013-2021 от 12.07.2021 г.

Исследовано влияние оксидов азота на токсичные свойства табачного дыма и аэрозоля никотинсодержащей продукции и впервые получены экспериментальные данные по содержанию оксида азота и суммы

оксидов азота, влиянию температуры и относительной влажности при кондиционировании образцов на содержание изучаемых компонентов в аэрозоле никотинсодержащей продукции, которые послужат основой для разработки методики по определению оксида азота и оксидов азота в газовой фазе аэрозоля табака нагреваемого, в частности электрической системы нагревания табака (эСНТ).

Впервые в отечественной практике установлены основные факторы (содержание никотина, микробиологическое загрязнение), влияющие на безопасность никотинсодержащей продукции орального потребления и получены экспериментальные данные по содержанию никотина, микробиологическому загрязнению и влиянию различных условий хранения данных видов продукции орального потребления (никпэков) на показатель активности воды, содержание никотина и микробиологические показатели для дальнейшей разработки методики определения активности воды в инновационной никотинсодержащей продукции орального потребления и изделиях из табака нагреваемого.

Результаты научно-исследовательских работ в области химии и контроля качества табачной и никотинсодержащей продукции опубликованы в 27 научных материалах, из них 16 статей в рецензируемых журналах, рекомендованных перечнем ВАК РФ и индексируемых в РИНЦ, изданы два учебно-методических пособия, получен один патент РФ на полезную модель. В научно-исследовательскую работу института внедрены 15 результатов интеллектуальной деятельности.

В направлении изучения условий и сроков хранения табачных и никотинсодержащих изделий цель исследований заключалась в изучении влияния сроков и разных климатических условий хранения сигарет на содержание токсичных компонентов табачного дыма для разработки рекомендаций по оптимальным срокам и условиям хранения сигарет различных типов; исследовании влияния сроков и условий хранения различных видов жидкостей для электронных систем доставки никотина (ЭСДН) для разработки научно обоснованных рекомендации по оптимальным срокам и условиям их хранения.

Научно-исследовательские работы осуществляли на базе лаборатории химии и контроля качества.

Впервые изучено влияние и получены экспериментальные данные по изменению 30 контролируемых показателей химического состава, потребительских свойств и показателей безопасности (смола, никотин, монооксид углерода) сигарет, изготовленных с применением вкусоароматических добавок и новых технологий их производства. На основании анализа полученных за четыре года экспериментальных данных по изменению содержания токсичных компонентов в табачном дыме (смола, никотин, монооксид углерода), качественных показателей сигарет и статистической обработки результатов разработаны научно обоснованные рекомендации по оптимальным срокам и условиям хранения различных видов сигарет.

По результатам анализа полученных экспериментальных данных по динамике изменения содержания никотина, глицерина, пропиленгликоля, потребительских свойств и направленности процессов, происходящих в различных видах жидкостей для электронных систем доставки никотина в зависимости от сроков и условий их хранения впервые разработаны рекомендаций по оптимальным срокам и условиям хранения различных видов жидкостей для ЭСДН, обеспечивающие контроль безопасности и качества данной продукции при хранении.

Результаты научно-исследовательской работы по хранению сигарет и никотинсодержащей продукции опубликованы в трех статьях, из них две – в журналах, рекомендованных ВАК РФ и индексируемых в РИНЦ.

Исследования по стандартизации и качеству продукции были направлены на разработку методов и нормативной документации для контроля качества и безопасности табачной и никотинсодержащей продукции с учетом международных требований; изучение содержания токсичных веществ в дыме изделий из табака курительного тонкорезаного различной конструкции и исследование влияния условий хранения на качество табака курительного тонкорезаного с учетом материала потребительской упаковки.

Научные исследования проводили на базе лаборатории стандартизации и качества.

По результатам выполненных исследований для контроля качества и безопасности сигарет с учетом международных требований уточнена методика определения воды в конденсате дыма на основании использования альтернативных газохроматографических колонок для установления содержания воды в общем количестве конденсата дыма, обновлена оценка для пределов повторяемости (r) и воспроизводимости (R); разработаны межгосударственный стандарт ГОСТ 30622.1-2022 «Сигареты. Определение содержания воды в конденсате дыма. Метод газовой хроматографии» по определению воды в конденсате дыма на основе новой версии международного стандарта ISO 10362-1:2019 и межгосударственный стандарт ГОСТ 30571-2022 (ISO 4387:2019) «Сигареты. Определение содержания влажного и не содержащего никотин сухого конденсата (смолы) в дыме сигарет с помощью лабораторной курительной машины».

Впервые в отечественной практике получены экспериментальные данные по содержанию никотина и смолы в дыме изделий из табака курительного тонкорезаного в зависимости от химического состава табака и конструкции изделий; разработаны методика прогнозирования содержания химических веществ (никотин, смола) в дыме изделий из табака курительного тонкорезаного путем оценки параметров табачного сырья (масса), бумаги для самокруток (воздухопроницаемость бумаги) и рекомендации по изготовлению изделий из табака курительного тонкорезаного с наилучшими потребительскими свойствами.

Определено влияние условий и сроков хранения на качество табака курительного тонкорезаного с учетом материала потребительской упаковки для дальнейшей разработки рекомендаций по хранению данного вида курительной продукции.

Результаты научно-исследовательских работ опубликованы в 30 научных работах, из них девять – в рецензируемых журналах, рекомендованных перечнем ВАК РФ и индексируемых в РИНЦ. В научно-исследовательскую работу института внедрены семь результатов интеллектуальной деятельности.

На основании вышеизложенного следует, что ФГБНУ ВНИИТТИ, являясь флагманом российской табачной науки, на основе многообразных и широких направленностей научных исследований с учетом быстро развивающегося и расширяющего рынка табачной и нетабачной никотинсодержащей продукции на высоком научно-методическом уровне решает приоритетные и актуальные проблемы развития аграрного и промышленного производства табака, табачного сырья, готовых табачных и нетабачных никотинсодержащих изделий, улучшения качества, снижения токсичности и повышения их конкурентоспособности.

УДК 633.01.891

## НАУЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ, СОЗДАННАЯ ФГБНУ ВНИИТТИ ЗА ПЕРИОД 2019–2023 ГОДОВ

**Шураева Г.П.,** *канд. с.-х. наук,* **Гнучих Е.В.,** *д-р техн. наук*

Целью и предметом деятельности Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий» (ФГБНУ ВНИИТТИ) является проведение фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований табака, махорки, их сырья и продукции из них, ингредиентов и материалов для ее производства, отходов табачного производства, никотинсодержащей продукции; опытно-конструкторских работ, внедрение достижений науки, направленных на получение новых знаний в сфере табачной промышленности и агропромышленного комплекса, способствующие технологическому, экономическому и социальному развитию.

Итогом научных исследований и разработок является различная научная продукция, представленная результатами интеллектуальной деятельности. За 2019–2023 годы созданы и разработаны методики, технологии и технологические приемы, рекомендации, технологические инструкции, технические устройства и конструкторская документация к ним, стандарты, базы данных, научные основы по всем направлениям исследований института. Вся полученная в ходе выполнения НИР на-

учная продукция имеет важное значение для решения актуальных проблем и перспективных задач табачной отрасли.

В процессе научной деятельности в направлении селекционно-генетических ресурсов создано девять новых перспективных сортов табака сортотипов Трапезонд и Остролист и одна база данных:

– Новый перспективный сорт табака Остролист 9. Преимуществом сорта является многолистность, высокая урожайность, оптимальный вегетационный период.

– Новый перспективный сорт табака Остролист 365. Характеризуется комплексной устойчивостью к основным болезням табака, крупнолистностью, высокой продуктивностью.

– Новые перспективные сорта табака Остролист 360 и Трапезонд 159. Отличаются крупнолистностью, высокой урожайностью, оптимальным вегетационным периодом.

– Новые перспективные сорта табака Октябрьский улучшенный и Остроист 46. Достоинством сортов является многолистность, крупнолистность, высокая продуктивность, высокое содержание углеводов.

– Новые перспективные сорта табака Трапезонд 94 и Трапезонд желтолистный. Ценность сортов определяется коротким вегетационным периодом.

– Новый перспективный сорт табака Остролист 149. Преимуществом нового сорта является крупнолистность, многолистность, высокая урожайность.

Рекомендуемая зона применения всех перечисленных новых сортов табака – это табакопроизводящие, фермерские, крестьянские, личные подсобные хозяйства, расположение в различных регионах РФ.

– База данных «Характеристики районированных и новых перспективных сортов табака по хозяйственно-ценным признакам». Позволяет проводить подбор генетического материала для создания новых форм и выведения перспективных сортов табака. Рекомендуемая зона применения – Научно-исследовательские институты, высшие учебные заведения, научные центры, центры коллективного пользования, уникальные научные установки, расположенные на территории РФ и СНГ.

В области агротехнологии, защиты табака от вредных организмов завершенные научные разработки включают 22 рекомендации, предназначенные для табакопроизводящих, фермерских, крестьянских, личных подсобных хозяйств, расположенных в различных регионах РФ.

– Рекомендации по применению комплексного удобрения Хакафос при выращивании рассады пасленовых культур (на примере табака).

– Рекомендации по применению смеси комплексных удобрений Комплемент (сад и огород) и Комплемент (железо) при выращивании рассады пасленовых культур (на примере табака).

– Рекомендации по применению комплексного удобрения Витанол NP при выращивании рассады пасленовых культур (на примере табака).

– Рекомендации по применению комплексного удобрения Вуксал Амино при выращивании рассады пасленовых культур (на примере табака).

– Рекомендации по применению удобрения гуминовой природы Гумилайф (GSN-2004) при выращивании рассады пасленовых культур (на примере табака).

– Рекомендации по применению органо-минерального удобрения Энергошанс при выращивании рассады пасленовых культур (на примере табака).

Вышеперечисленные шесть рекомендаций способствуют усилению роста и развития рассады, повышению урожайности табака и улучшению качества сырья.

– Рекомендации по защите сельскохозяйственных культур от сосущих вредителей в органическом земледелии (на примере табачного агроценоза). Обеспечивают сохранение запланированной урожайности табачного сырья и семенной продукции.

– Рекомендации по применению регулятора роста растений Мелафен при выращивании табака.

– Рекомендации по применению регулятора роста растений Зеребра агро при выращивании табака.

Представленные выше три рекомендации обеспечивают повышение посевных свойств семян, роста и развития рассады, снижение поражения растений рассадными гнилями, увеличение урожайности табака.

– Рекомендации по применению удобрения гуминовой природы Росток на деградированной питательной смеси рассадника при выращивании пасленовых культур (на примере табака).

– Рекомендации по применению удобрения гуминовой природы Чудозём универсальное на деградированной питательной смеси рассадника при выращивании пасленовых культур (на примере табака).

– Рекомендации по применению удобрений гуминовой природы AgroVerm на деградированной питательной смеси рассадника при выращивании пасленовых культур (на примере табака).

– Рекомендации по применению удобрения гуминовой природы Гидрогумин на деградированной питательной смеси рассадника при выращивании пасленовых культур (на примере табака).

– Рекомендации по применению удобрения гуминовой природы Текамин Раис на деградированной питательной смеси рассадника при выращивании пасленовых культур (на примере табака).

Выше рассмотренные пять рекомендаций способствуют агробиологическому оздоровлению питательной смеси парника, снижению поражение гнилями, повышению качества рассады, урожайности табака и качества сырья.

– Рекомендации по совместному применению почвенного гербицида Комманд и органоминеральных удобрений ОМУ и Исполин при выращивании рассады пасленовых культур.

– Рекомендации по совместному применению почвенного гербицида Комманд и гуминовых удобрений Росток и Стимулайф при выращивании рассады пасленовых культур.

– Рекомендации по совместному применению почвенного гербицида Комманд и стимуляторов роста растений Мелафен и Эмистим С при выращивании рассады пасленовых культур.

– Рекомендации по совместному применению почвенного гербицида Комманд и гуминового удобрения Цитогумат при выращивании рассады пасленовых культур.

– Рекомендации по совместному применению почвенного гербицида Комманд и стимулятора роста растений Амицид при выращивании рассады пасленовых культур.

Представленные выше пять рекомендаций позволяют снизить трудовые затраты на борьбу с сорной растительностью, повысить качество рассады и урожайность табака.

– Рекомендации по применению регулятора роста растений Амицид при обработке семян и выращивании рассады табака.

– Рекомендации по применению регулятора роста растений Райкат старт при обработке семян и выращивании рассады табака.

Выше указанные две рекомендации повышают посевные свойства семян, рост и развитие рассады, снижают поражение растений рассадными гнилями, увеличивают урожайность табака.

– Рекомендации по применению регулятора роста растений Cultimar при возделывании табака. Обеспечивают усиление роста и развития рассады, повышение урожайности табака и улучшение качества сырья на фоне повышения иммунитета растений к болезням.

В сфере машинных агропромышленных технологий для табакопроизводящих, фермерских, крестьянских, личных подсобных хозяйств, расположенных на территории РФ предложены семь конструкторских документаций, четыре рекомендации, две базы данных, два научно-практических руководства, одно методическое руководство, одна технология, одни теоретико-экспериментальные основы, одно устройство:

– Конструкторская документация на энергетическое мостовое шасси для механизации процессов выращивания рассады в парниках. Повышает производительность труда при выращивании рассады в сравнении с ручным трудом в 8–9 раз.

– Конструкторская документация на автомат для подачи рассады к посадочному аппарату. Способствует повышению производительности труда при посадке рассады в поле на 30–40%.

– Конструкторская документация на линию загрузки листьев табака из рулонных накопителей в контейнер. Улучшает производительность труда при подготовке листьев табака к сушке в 1,5–1,8 раза.

– Конструкторская документация на сеялку для рядкового посева семян табака в парниках гидравлическим способом. Увеличивает про-

изводительность труда при выращивании рассады в сравнении с ручным трудом в 8–9 раз.

– Конструкторская документация на установку для сушки листьев табака и увлажнения табачного сырья малых партий – объемом до 6 кг. Способствует повышению производительности труда при сушке листьев табака в 3–4 раза.

– Конструкторская документация на технологическую линию подготовки листьев табака к сушке. Обеспечивает ускорение процесса сушки листьев табак на 30–35% в сравнении с необработанными листьями за счет градиентного воздействия постоянного магнитного поля и последующего прорезания их средних жилок.

– Конструкторская документация на энергетическое мостовое шасси обеспечивает изготовление узлов и деталей на рычажный механизм управления опорными колесами. Позволяет увеличивать мобильность шасси при перемещении по технологическим дорожкам парника.

– База данных «Эффективность применения физического метода прорезания средней жилки табачных листьев на различных сортах табака для интенсификации процесса сушки». Способствует снижению затрат труда при уборке и подготовке листьев к сушке в сравнении с существующей технологией ручной уборки и подготовки листьев табака к сушке в 1,3–1,4 раза.

– База данных «Адаптивная технология уборки и послеуборочной обработки табака для хозяйств с различными объемами производства». Обеспечивает снижение затрат труда при уборке и подготовке листьев к сушке в сравнении с существующей технологией ручной уборки и подготовки листьев табака к сушке в 1,3–1,4 раза.

– Рекомендации «Технология подготовки свежеубранных листьев табака к сушке с использованием инновационных технологических приемов». Обеспечивают снижение прямых эксплуатационных затрат на 400 руб./тонну сырья, рост производительности труда в 1,2 раза.

– Рекомендации по ферментации табачного сырья путем совмещения с процессом сушки жилки листа. Позволяют снизить затраты труда, расход условного топлива, удельные капитальные затраты, сократить сезонность работы и срок окупаемости сушильного оборудования.

– Научно-практическое руководство по сортовым технологиям уборки и послеуборочной обработки зеленолистных сортотипов табака и Научно-практическое руководство по сортовым технологиям уборки и послеуборочной обработки желтолистных сортотипов табака. Обеспечивают снижение прямых эксплуатационных затрат на 400–420 руб./т сырья, рост производительности труда в 1,2–1,4 раза.

– Методическое руководство по использованию технологической линии для закрепления листьев табака на шнур или укладки в контейнер (технологическая инструкция). Способствует ускорению процесса сушки листьев табак на 30–35% за счет градиентного воздей-

ствия постоянного магнитного поля и последующего прорезания их средних жилок.

– Технология рядкового посева семян табака в сооружениях защищенного грунта гидравлическим способом. Снижает затраты труда в сравнении с ручным разбросным посевом и прополкой рассады вручную в 12,1 раз.

– Теоретико-экспериментальные основы создания технологических процессов подготовки листьев табака к сушке: монография. Обеспечивают повышение производительности процесса подготовки листьев табака к сушке.

– Автомат для подачи рассады к посадочному аппарату, новизна которого подтверждена патентом на изобретение РФ. Автоматизирует процесс выталкивания целого ряда рассады из кассеты с одновременной подачей на два посадочных аппарата рассадопосадочной машины, увеличивает скорость ее движения и повышает производительность.

– Рекомендации по использованию СВЧ-излучения для ускорения процесса удаления влаги из листьев табака в процессе их послеуборочной обработки. Способствует сокращению продолжительности процесса сушки табака (при фиксации цвета), получению табачного сырья по характеристикам схожего с расширенным табаком, из-за увеличения объёмно-упругих свойств, снижению расхода табачного сырья при изготовлении курительных изделий и улучшению показателей фракционного состава резаного табака, полученного из сырья, прошедшего СВЧ-обработку.

По результатам экономических исследований и анализа состояния табачной отрасли Российской Федерации разработана:

– База данных «Статистические и аналитические показатели табачного бизнеса Российской Федерации». Позволяет проводить подготовку аналитических материалов по тенденциям развития на рынке табака и разработку стратегии развития табачной отрасли РФ в условиях внешних санкций. Рекомендуемая зона применения – предприятия табачной отрасли, высшие учебные заведения, научные и аналитические центры.

В направлении технологии производства табачных изделий разработаны 14 методик определения компонентов аэрозоля никотинсодержащей продукции для контроля ее качества и безопасности:

– Методика измерений массовой доли нерастворимой части в табаке для кальяна. Позволяет измерить массовую долю нерастворимой части в табаке для кальяна и способствует повышению качества и снижению токсичности табака для кальяна.

– Методика сбора газовой фазы аэрозоля никотинсодержащей продукции (НСП) для определения содержания карбонильных соединений.

– Методика сбора твердожидкой фазы главной струи аэрозоля никотинсодержащей продукции (НСП) для определения содержания нитрозаминов.

Выше указанные две методики регламентируют процедуру сбора аэрозоля никотиносодержащей продукции для определения содержания токсичных компонентов из списка ВОЗ и контроля токсичности данного вида продукции.

– Методика определения содержания карбонильных соединений в аэрозоле изделий с нагреваемым табаком (табака нагреваемого).

– Методика определения содержания карбонильных соединений в жидкости для систем доставки никотина (СДН) и в аэрозоле никотинсодержащей продукции (НСП).

Представленные выше две методики обеспечивают количественное определение карбонильных соединений (формальдегид, ацетальдегид, акролеин) в аэрозоле табака нагреваемого, жидкости для систем доставки никотина и в аэрозоле никотинсодержащей продукции методом ВЭЖХ МС/ МС для объективной оценки их качества и безопасности.

– Методика сбора газовой фазы аэрозоля табачной и нетабачной никотинсодержащей смеси для кальяна для определения содержания карбонильных соединений. Регламентирует процедуру сбора газовой фазы аэрозоля табака для кальяна и нетабачной никотинсодержащей смеси для кальяна для объективной оценки их качества и безопасности.

– Методика комплексной оценка некурительной продукции орального потребления. Обеспечивает проведения комплексной оценки качества табака жевательного.

– Методика определения фракционного состава табака жевательного. Регламентирует метод определения фракционного состава табака жевательного.

– Методика измерений массовой доли никотина в табаке для кальяна и в бестабачных смесях для нагревания спектрофотометрическим методом. Регламентирует метод определения содержания никотина в табаке для кальяна и в бестабачных смесях для нагревания и обеспечивает контроль безопасности данных видов продукции.

– Методика определения фракционного состава некурительных табачных изделий орального потребления методом ситового анализа. Обеспечивает идентификацию табака жевательного от других видов некурительных табачных изделий орального потребления.

– Методика сбора компонентов жидкой фазы аэрозоля табака нагреваемого на линейной курительной машине CERULEAN SM405. Регламентирует процедуру сбора компонентов жидкой фазы главной струи аэрозоля на фильтр из стекловолокна для последующего количественного определения содержания табачных специфичных нитрозаминов, как приоритетных токсичных компонентов списка ВОЗ.

– Методика комплексной оценка табака для кальяна и бестабачной смеси для нагревания. Регламентирует процедуру проведения комплексной оценки табака для кальяна/бестабачной смеси для нагревания для оценки потребительских характеристик и показателей безопасности, идентификации и дифференциации данных видов продукции.

Рекомендуемая зона применения вышеперечисленных методик – предприятия табачной промышленности различных форм собственности, научно-исследовательские лаборатории.

– Методика пробоподготовки образца некурительного табачного изделия орального потребления при анализе TSNA. Обеспечивает корректное проведение анализа некурительных табачных изделий орального потребления на содержание TSNA.

– Методика определения табачных специфичных нитрозаминов в некурительной табачной продукции методом жидкостной хроматографии с тандемной масс-спектрометрией. Обеспечивает количественное определение табачных специфичных нитрозаминов в некурительных табачных изделиях орального потребления и контроль содержания токсических компонентов в данной продукции.

Вышеуказанные две методики предназначены для использования научно-исследовательскими лабораториями, имеющими специальное лабораторное оборудование.

В области химии и контроля качества для объективной оценки качества и безопасности табачных и никотинсодержащих изделий разработаны 12 методик, две рекомендации, одна база данных:

– Методика определения общей массы аэрозоля электронных систем доставки никотина (ЭСДН), электрических систем нагревания табака (ЭСНТ), с помощью линейной курительной машины.

– Методика определения никотина, глицерина и пропиленгликоля в жидкостях для электронных систем доставки никотина.

– Методика определения никотина в табаке нагреваемом.

– Методика определения глицерина и пропиленгликоля в табаке нагреваемом.

– Методика определения содержания летучих органических веществ (1,3-бутадиена и бензола) в аэрозоле изделий с нагреваемым табаком.

– Методика определения содержания летучих органических веществ (1,3-бутадиена и бензола) в жидкостях для электронных систем доставки никотина.

– Методика определения содержания 3,4-бензпирена в жидкостях для электронных систем доставки никотина.

– Методика определения содержания 3,4-бензпирена в аэрозоле изделий с нагреваемым табаком.

Перечисленные выше восемь методик позволяют проводит исследования аэрозоля ЭСДН и ЭСНТ, жидкостей для ЭСДН и табака нагреваемого для объективной оценки их качества и безопасности.

– Методика измерений массовой доли никотина в нетабачной никотинсодержащей продукции орального потребления методом газовой хроматографии.

– Методика измерений массовой доли никотина в табаке нагреваемом методом газовой хроматографии.

– Методика измерений массовой доли глицерина и пропиленгликоля в табаке нагреваемом методом газовой хроматографии.

– Методика измерений массовых долей никотина, глицерина и пропиленгликоля в жидкостях для электронных систем доставки никотина методом газовой хроматографии.

Рассмотренные выше четыре методики позволяет проводить испытания по определению содержания никотина в нетабачной никотинсодержащей продукции орального потребления и в изделиях из табака нагреваемого, массовой доли глицерина и пропиленгликоля в табаке нагреваемом, массовых долей никотина, глицерина и пропиленгликоля в жидкостях для электронных систем доставки никотина методом газовой хроматографии для контроля безопасности и качества продукции и предназначены для использования при проведении лабораторных исследований, на предприятиях табачной промышленности и санитарно-гигиенической оценке продукции лабораториями Минздрава России.

– Рекомендации по оптимальным срокам и условиям хранения различных видов сигарет. Обеспечивают контроль качества и безопасности сигарет, изготовленных с применением вкусоароматических добавок и новых технологий их производства. Предназначены для использования предприятиями табачной промышленности различных форм собственности, расположенными на территории РФ.

– Рекомендации по установлению оптимальных сроков и условий хранения жидкостей для ЭСДН. Обеспечивают контроль безопасности и качества при хранении жидкостей для ЭСДН. Предназначены для использования предприятиями табачной промышленности различных форм собственности, расположенными на территории РФ.

– База данных «Значения содержания никотина в жидкости для электронных систем доставки никотина». Позволяет проводить анализ и оценку соответствия никотинсодержащей продукции требованиям ГОСТ Р 58109-2018 «Жидкости для электронных систем доставки никотина. Общие технические условия». Предназначена для предприятий табачной промышленности различных форм собственности, научно-исследовательских лабораторий.

В результате исследований по стандартизации и качеству табачной и никотинсодержащей продукции разработаны три межгосударственных и три национальных стандарта, два изменения № 1 к национальным стандартам, одна методика и одни рекомендации:

– Межгосударственный стандарт ГОСТ 34527-2019 (ISO 6565:2019) «Табак и табачные изделия. Сопротивление затяжке и перепад давления фильтрпалочек. Стандартные условия и измерение». Гармонизирует методы контроля качества и безопасности табачных изделий при проведении испытаний с международными методами с целью признания результатов испытаний для оценки соответствия.

– Межгосударственный стандарт ГОСТ 30571-2022 (ISO 4387:2019) «Сигареты. Определение содержания влажного и не содержащего никотин сухого конденсата (смолы) в дыме сигарет с помощью лабораторной курительной машины».

– Межгосударственный стандарт ГОСТ 30622.1-2022 (ИСО 10362-1:2019) «Сигареты. Определение содержания воды в конденсате дыма. Метод газовой хроматографии».

Вышеуказанные два межгосударственных стандарта обеспечивают контроль качества и безопасности сигарет, в том числе в рамках подтверждения соответствия продукции требованиям Технического регламента ТР ТС 035/2014 «Технический регламент на табачную продукцию».

Рекомендуемая зона применения вышеуказанных разработок – предприятия табачной отрасли РФ и ЕАЭС.

– Национальный стандарт ГОСТ Р 58553-2019 «Табак жевательный. Общие технические условия». Позволяет идентифицировать табак жевательный и повысить уровень качества и безопасности данной табачной продукции.

– Национальный стандарт ГОСТ Р 70654-2023 «Бестабачная смесь для нагревания. Общие технические условия». Устанавливает требования к бестабачной смеси для нагревания, используемой совместно с кальяном, необходим для выполнения требований по использованию сырья и материалов, маркировке, отбору проб и методам контроля.

– Изменение № 1 ГОСТ 31632-2016 (ISO 8243:2013) «Сигареты. Отбор проб». Позволяет проводить отбор проб для испытания табачных изделий по показателям качества и безопасности с учетом международных требований.

– Изменение № 1 ГОСТ Р 58109-2018 «Жидкости для электронных систем доставки никотина. Общие технические условия». Устанавливает ограничения массовой концентрации никотина в жидкости до 20 мг/см$^3$ (приведено в соответствие с 15-ФЗ), вводит требования на запрет применения в качестве сырья и ингредиентов растений, содержащие наркотические вещества или психотропные вещества, либо их прекурсоры, содержит перечень веществ и растений, которые не допускается использовать при производстве жидкостей для ЭСДН.

Рекомендуемая зона применения стандартов – предприятия табачной промышленности различных форм собственности, органы госконтроля.

– Методика прогнозирования содержания никотина и смолы в дыме изделий из табака курительного тонкорезаного. Обеспечивает прогнозирование выхода никотина и смолы в дыме изделий из табака курительного тонкорезаного с учетом марки табака курительного, массы изделия и воздухопроницаемости бумаги. Предназначена для изготовителей и импортеров табака курительного и бумаги для самокруток.

– Рекомендации по изготовлению изделий из табака курительного тонкорезаного с оптимальными потребительскими свойствами. Обеспечивают изготовление изделий из табака курительного тонкорезаного с оптимальными потребительскими свойствами с учетом характеристик табака курительного, бумаги для самокруток и способа изготовления изделий. Предназначены для широкого круга потребителей курительного табака, изготовителей, импортеров, организаций торговли.

Таким образом, по результатом проведенных научных исследований с 2019 по 2023 год по сельскохозяйственному и промышленному направлениям деятельности институтом разработана 91 единица разнообразной научной продукции, в том числе, 29 рекомендаций, 27 методик, девять новых сортов, пять стандартов, пять баз данных и другое.

Представленные научные разработки актуальны, перспективны и отвечают современному уровню развития и требованиям табачной отрасли. Для повышения эффективности работы ФГБНУ ВНИИТТИ восемь из рассмотренных выше завершенных разработок внедрены в производство на пяти предприятиях табачного подкомплекса АПК России и Республики Беларусь, 14 – в научно-исследовательскую деятельность института.

УДК 061.6: 663.97

## ПРОПАГАНДА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАЗРАБОТОК И ДОСТИЖЕНИЙ ФГБНУ ВНИИТТИ В 2019–2023 ГОДАХ

**Шураева Г.П.,** *канд. с.-х. наук,* **Филимонова Т.В., Гнучих Е.В.,** *д-р техн. наук*

ФГБНУ ВНИИТТИ активно проводит пропаганду результатов научно-исследовательской деятельности, научно-технических разработок и достижений путем:

– издания книг, монографий, учебно-методических пособий и другого;

– публикации результатов научных исследований, разработок и достижений в журналах, в том числе рецензируемых, включенных в Перечень ВАК РФ и индексируемых в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ), сборниках материалов (трудов, докладов) конференций, отраслевых изданиях;

– проведения научных конференций международного уровня;

– участия с докладами на научно-практических конференциях разного уровня, форумах, семинарах, совещаниях;

– представления научной продукции на сельскохозяйственных выставках;

– информационного распространения знаний и демонстрации достижений, результатов научных исследований и освещения позиций

института по всем направлениям развития табачной отрасли в средствах массовой информации;

– научно-технического сотрудничества с отечественными и зарубежными научными организациями, высшими учебными заведениями и организациями реального сектора экономики;

– апробации и внедрения научных разработок и достижений в научно-исследовательскую, образовательную деятельность и производство;

– проведения научно-исследовательских работ и научно-технических услуг по договорам с предприятиями табачной отрасли и другими различными учреждениями, организациями, органами и ведомствами.

Большое внимание уделяется пропаганде научных достижений сотрудников и аспирантов путем публикации научно-технических разработок в изданиях различного уровня.

За весь 110-летний период деятельности института (1914–2024 гг.) опубликовано 7780 научных материала, из них: монографий, книг, учебных пособий – 212; выпусков научных трудов института – 187; брошюр – 375; ГОСТов – 62; авторефератов диссертаций – 187; авторских свидетельств на изобретения, патентов, баз данных – 455; статей в журналах, сборниках трудов и материалов конференций – 6481.

В период с 2019 по 2023 гг. опубликовано 420 статей, в т.ч. 126 – в журналах, рекомендованных Перечнем ВАК РФ (табл. 1): «Вестник РАСХН», «Сельский механизатор», «Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий», «Труды КубГАУ», «Наука и образование: хозяйство и экономика; предпринимательство; право и управление», «АПК: экономика, управление», «Известия вузов. Пищевая технология», «Защита и карантин растений», «Естественные и технические науки», «Стандарты и качество», «Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции», «Агрохимия» и многих других.

*Таблица 1*

**Количество опубликованных научных материалов за 2019–2023 гг.**

| Показатель | Годы | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| Опубликовано научных материалов, всего | 190 | 61 | 86 | 40 | 47 |
| из них в журналах, рекомендованных Перечнем ВАК РФ | 29 | 36 | 32 | 21 | 11 |

В рамках информационно-издательской деятельности изданы 10 монографий, книг, учебно-методических пособий и брошюр:

1. Табак и табачные изделия в 3-х томах. Т. 2. Табачное сырьё. Уборка и послеуборочная обработка / под общей редакцией В.А. Саломатина. Краснодар: Просвещение-Юг, 2019.

2. Развитие и совершенствование инновационных исследований и разработок для табачной отрасли. Коллективная монография. Вып. 182. Краснодар: Просвещение-Юг, 2019.

3. Огняник А.В., Виневский Е.И., Саломатин В.А. Теоретико-экспериментальные основы создания технологических процессов подготовки листьев табака к сушке: монография. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2018.

4. Плотникова Т.В., Саломатин В.А., Ишмуратов Г.Ю., Исмаилов В.Я. Рекомендации по защите сельскохозяйственных культур от хлопковой совки в органическом земледелии (на примере табачного агроценоза). Краснодар: Просвещение-Юг, 2019.

5. Остапченко И.М., Пережогина Т.А. Нормирование расхода табачного сырья и материалов при производстве табачной продукции. Учебно-методическое пособие. Краснодар: Просвещение-Юг, 2020.

6. Остапченко И.М., Пережогина Т.А. Идентификация табачного сырья и табачной продукции. Учебно-методическое пособие. Краснодар: Просвещение-Юг, 2020.

7. Состояние и перспективы мировых научных исследований по табаку, табачным изделиям и инновационной никотинсодержащей продукции»: сборник докладов I Международной научной конференции (17 ноября 2020 года). Краснодар: Просвещение-Юг, 2020.

8. Состояние и перспективы инновационных исследований и разработок для табачной отрасли. Вып. 183. Коллективная монография. Краснодар: Просвещение-Юг, 2021.

9. Виневский Е.И. и др. Механико-технологическое обеспечение ресурсосберегающих процессов уборки и послеуборочной обработки табака. Монография. Краснодар: Просвещение-Юг, 2022.

10. Остапченко И.М. Комплексная оценка табачных курительных изделий, изготовленных с применением вкусоароматических добавок. Учебное методическое пособие. Краснодар: Просвещение-Юг, 2022.

В 2019–2024 гг. институтом организованы и проведены три научно-практических конференции с использованием современных информационных технологий в дистанционном режиме на сайте института (www.vniitti.ru):

– III Международная научно-практическая конференция «Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции» (8–19 апреля 2019 г.);

– I Международная научная конференция «Состояние и перспективы мировых научных исследований по табаку, табачным изделиям и инновационной никотинсодержащей продукции» (17 ноября 2020 г.), при поддержке Philip Morris International. Конференция объединила представителей научных и образовательных организаций разных стран мира – России, Белоруссии, Северной Македонии, Албании, Болгарии, Вьетнама, Индонезии, Филиппин. С докладами на конференции выступили уче-

ные ФГБНУ «ВНИИ табака, махорки и табачных изделий», КубГТУ (Краснодар, Россия), Прилепского НИИ табака Университета Святого Климента Охридского (Битола, Республика Северная Македония), Университета Святых Кирилла и Мефодия (Скопье, Республика Северная Македония), Сельскохозяйственного университета Тираны (Тирана, Албания), Вьетнамского института табака (Ханой, Вьетнам);

– II Международная научная конференция «Состояние и перспективы мировых научных исследований по табаку, табачным изделиям и инновационной никотинсодержащей продукции» (22 июня 2023 г.) с участием специалистов из России, Северной Македонии и Республики Узбекистан.

На основе докладов научно-практических конференций формировались электронные сборники материалов конференции с кодами УДК и ББК, а также с международным стандартным книжным номером ISBN. Электронные сборники рассылались авторам научных материалов, размещались на сайте института и Российском индексе научного цитирования (РИНЦ).

Ученые института участвовали в работе 56 зарубежных, международных и всероссийских конференциях с очными докладами и в заочном формате. Научные разработки ФГБНУ ВНИИТТИ в виде изданных книг, монографий, методических пособий, рекомендаций и другого информационного материала, освещающего основные направления деятельности, были представлены на 13 выставках, проходивших в Российской Федерации и за рубежом (г. Саратов, г. Белгород, г. Саранск (Республика Мордовия), г. Пловдив (Болгария)). За активное участие в их работе институт награждён 15 Дипломами и Почётными грамотами.

За период 2019–2023 гг. в средствах массовой информации (телевидение, интернет-издания) научными сотрудниками семь раз освещалась позиция института по вопросам состава, качества и безопасности табачных изделий и инновационных никотинсодержащих продуктов, снижения токсичности табачной продукции и проблемам табакокурения в стране, в отношении электронных сигарет и другим:

– на интернет портале forbes.ru опубликованы результаты сравнительных исследований содержания токсичных компонентов сигарет, электронных систем доставки никотина (ЭСДН) и электрических систем нагревания табака (ЭСНТ), выполненных институтом в интересах Евразийской Экономической комиссии;

– на интернет портале kommersant.ru опубликовано интервью заместителя директора по научной работе и инновациям Е.В. Гнучих о технических и методологических сложностях в исследовании инновационных систем доставки никотина, возможных сроках появления международных стандартов исследования веществ в их аэрозоле;

– в бизнес блоге на сайте «Эхо Москвы» опубликовано интервью заместителя директора по научной работе и инновациям Е.В. Гну-

чих по вопросам исследований нетабачной никотинсодержащей продукции орального потребления;

– для РИА «Сегодня» по теме регулирования никотинсодержащей продукции заместитель директора по научной работе и инновациям ВНИИТТИ Е.В. Гнучих ответила на вопросы журналистов по различным аспектам исследований новых видов никотинсодержащей продукции и возможных путей её регулирования;

– в новостном сюжете о вейпах на федеральном телеканале «НТВ» сотрудники института участвовали с информацией об исследовании инновационной никотинсодержащей продукции;

– в проекте под названием «Культурное наследие» в программе «Дело табак. Культурное наследие Екатеринодара» на Ютуб-канале, посвящённой табачному фабриканту Ивану Петровичу Бедросову, приняла участие заместитель директора по научной работе и инновациям института Е.В. Гнучих;

– в межрегиональной онлайн-конференции «Борьба с нелегальной торговлей табаком как точка роста экономики региона», организованной ИД «Коммерсантъ-ИД «Коммерсантъ-Юг» совместно с ИД «Коммерсантъ Кубань-Черноморье».

На регулярной основе сотрудники института приглашаются на заседания рабочих групп и экспертных советов по табаку, никотину, развитию конкуренции на рынках никотинсодержащей продукции, вопросам государственного регулирования отношений в сфере производства и оборота табачной и инновационной никотинсодержащей продукции и устройств, предназначенных для потребления никотина, способом, отличным от курения, созданных при Государственной Думе РФ, на которых совместно с представителями законодательной и исполнительной власти, бизнеса и потребительских сообществ происходит обсуждение вопросов по государственному регулированию табачной отрасли, производства и оборота никотиносодержащей некурительной продукции и другим.

Еженедельно в формате видеоконференции в отраслевых совещаниях сотрудники института принимают активное участие в обсуждении: разработки проекта Технического регламента Евразийского экономического союза «Технический регламент на никотинсодержащую продукцию» и «О безопасности химической продукции», законопроекта № 99437-8 «О внесении изменений в Федеральный закон «Технический регламент на табачную продукцию» (в части установления обязательных требований к некурительной табачной продукции), а также новых законодательных инициатив по вопросам табачной и никотинсодержащей продукции.

В разные годы специалисты ФГБНУ ВНИИТТИ принимали участие в работе мероприятий различного уровня и направлений:

– в Круглом столе на тему: «Вредные привычки: запрещать или договариваться», состоявшемся в Издательском доме «Аргументы и Факты», организованным Центром политической информации, с участием представителей ЦПИ «Информационные технологии», Междуна-

родного института новейших государств, Института биохимической физики РАН, Общероссийского общественного движения за права курильщиков и на альтернативу;

– в работе круглого стола «Вопросы технического регулирования никотинсодержащей продукции в Евразийском экономическом союзе. Стандартизация и оценка соответствия»;

– в семинаре по теме «Подготовка годовых отчетов о работе МТК. Включение предложений в Программу межгосударственной стандартизации 2022–2023 гг. (ПМС 2022–2023)»;

– в семинаре по теме «Итоги работы межгосударственных технических комитетов по стандартизации (МТК) за 2021 г. Лучшие практики деятельности МТК». По результатам оценки эффективности деятельности за 2021 г. МТК 153 «Табак и табачные изделия» занимает в рейтинге 13 место из 86;

– в отраслевых совещаниях по разработке проекта ТР на никотинсодержащую продукцию, внесению изменений в № 268-ФЗ в части некурительной табачной продукции и обсуждению новых законодательных инициатив по вопросам табачной и никотинсодержащей продукции;

– в заседании рабочей группы по разработке Технического регламента на никотинсодержащую продукцию в Евразийской экономической комиссии;

– в заседаниях рабочей группы по разработке Технического регламента на никотинсодержащую продукцию в Республике Киргизия;

– в Евразийском никотиновом форуме (Республика Казахстан, г. Нур-Султан) по результатам исследований никотинсодержащей продукции;

– в обучении на курсах повышения квалификации по теме «ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 Оценивание неопределенности измерений достоверности результатов измерений в испытательной лаборатории»;

– в вебинаре по сокращаемым областям аккредитации (Федеральная служба по аккредитации);

– в заседании рабочей группы по итогам публичного обсуждения проекта Технического регламента Евразийского экономического союза «Технический регламент на никотинсодержащую продукцию»;

– в семинарах по повышению квалификации:

  – «Валидация и верификация методик измерений. Внутрилабораторный контроль и обеспечение достоверности измерений»;

  – «Требования ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 и критериев аккредитации об обращении с объектами испытаний, к техническим записям, протоколам испытаний и измерений, метрологической оценке результатов, ВЛК, МСИ»;

  – «Документирование системы менеджмента качества в соответствии с требованиями Федерального закона № 412-ФЗ, ГОСТ ISO/IEC-17025, приказа Минэкономразвития № 707» и других.

По запросам различных Министерств, ведомств и государственных органов (Управления ФСБ по Краснодарскому краю, Управления Федеральной налоговой службы по г. Москва, Федеральной антимонопольной службы, Министерства сельского хозяйства РФ, Федеральной таможенной службы Северо-западного таможенного Управления Псковской таможни, Центрального экспертно-криминалистического Таможенного управления, Центральной акцизной таможни, Евразийской Экономической Комиссии и многих других) подготовлены ответы на запросы с разъяснениями: по применению ГОСТ 3935-2000 «Сигареты. Общие технические условия»; по проекту концепции осуществления государственной политики противодействия потребления табака; по актуализации перечня стандартов, содержащих правила и методы исследований (испытаний), необходимых для ТР ТС 035/2014 «Технический регламент на табачную продукцию»; по идентификации табачных изделий по перечню стандартов и регламенту ТР ТС 035/2014 «Технический регламент на табачную продукцию»; по некурительным табачным изделиям, их методам идентификации и другим.

В рамках оказания научно-технической помощи предприятиям отрасли, правоохранительным органам, общественным и правительственным организациям институтом осуществлялись экспертизы по соответствию представленной предприятиями продукции Техническому регламенту, национальным стандартам РФ, подготавливались заключения по идентификации и качеству табачного сырья и никотинсодержащей продукции. За 2022–2023 годы специалистами института выдано 72 заключения по заявкам предприятий, МВД и организаций по контролю и борьбе с контрафактной продукцией.

Для обмена опытом с коллегами в области агротехнологии и защиты растений, налаживания связей с производителями современных агрохимикатов и средств защиты растений, а также пополнения их ассортимента для испытаний на табаке специалисты института ежегодно принимают участие в работе Дня биополя «Системы защиты сельскохозяйственных культур в технологиях биологизированного и органического земледелия» (ВНИИБЗР, г. Краснодар), Международных выставках сельскохозяйственной техники, оборудования и материалов для производства и переработки растениеводческой сельхозпродукции «ЮгАгро» (г. Краснодар), конференции «Органическое сельское хозяйство и биологизация земледелия – состояние и перспективы», организуемой ФГБНУ «Федеральный научный центр биологической защиты растений и УНО «Кубанский научный фонд».

В рамках договоров о научно-техническом сотрудничестве с ФГБУ институтом органической химии Уфимского научного центра Российской академии наук (УфИХ РАН) и ФГБНУ «Федеральный научный центр биологической защиты растений» (ФНЦБЗР) продолжаются исследования по усовершенствованию биологизированной системы защиты табака от хлопковой совки *Helicoverpa armigera* Hbn., осно-

ванной на методе «самцового вакуума» с обработками биопрепаратами (при необходимости).

С целью популяризации достижений института в 2019–2023 годах 27 завершенных научных разработок внедрены в производство на 11 промышленных и сельскохозяйственных предприятиях табачной отрасли Российской Федерации, Республики Беларусь и Республики Киргизия.

В условиях ООО «Неска» (г. Москва) внедрены разработки института: МВИ 01-20009 «Методики выполнения измерения ширины волокна табака курительного тонкорезаного и трубочного» и ГОСТ 33789-2016 «Табак и табачные изделия. Определение ширины волокна резаного табака», позволяющие проводить оценку качественных характеристик табака курительного и трубочного, а также его идентификацию; МВИ 02-2009 «Методика выполнения измерения толщины сигар и сигарилл» и ГОСТ 33794-2016 «Сигары и сигариллы. Определение толщины» для выполнения оценки качественных характеристик сигар и сигарилл, а также их идентификации. В условиях этого же предприятия при использовании полученного патента РФ № 2675476 «Способ изготовления жевательного табака на основе натуральных пищевых компонентов» внедрена научно обоснованная технология изготовления и методов контроля качества некурительных табачных изделий, существенно снижающая токсичность жевательного табака путем замены высоконикотинового табачного сырья на натуральное вкусоароматичное растительное сырье.

В тепличное хозяйство в Республике Крым (Бахчисарайский район) потребительского кооператива по развитию экономических и социальных программ «Крафт Артель» (ПК РЭИСП «Крафт Артель», г. Москва) внедрены «Рекомендации по применению удобрения Плантафол при выращивании рассадных культур (на примере табака)» и «Рекомендации по применению регулятора роста растений Зеребра агро при обработке семян и выращивании рассады табака». Использование разработок института позволило сократить затраты труда и материальных ресурсов на организацию рассадного хозяйства и внесение препаратов, снизить количество применяемых минеральных удобрений, повысить выход стандартной рассады на 24–37 %, уменьшить себестоимость производства табачной рассады на 10 %. Социальный эффект – экологичность применяемых препаратов для окружающей среды и человека.

«Методика изготовления смеси для кальяна» и «Методика дегустационной оценки смеси для кальяна», внедренные в условиях ООО «М энд Компани» (г. Бишкек, Киргизия), позволили изготовить смесь для кальяна с регулируемыми показателями токсичности стабильно-высокого качества, улучшенными санитарно-гигиеническими характеристиками и удлиненным сроком хранения, а также обучить специалистов методам дегустационной оценки табачной продукции, изготовленной предприятием.

В целях эффективной работы и разработки мероприятий по защите и обеззараживанию табачного сырья, пораженного вредителями при

хранении и переработке в ООО «Пеппелл» внедрены «Рекомендации по защите и обеззараживанию табачного сырья, пораженного вредителями при хранении и переработке».

В условиях ООО «Point Art» (г. Москва) внедрена разработанная институтом «Методика измерений массовой доли нерастворимой части в табаке для кальяна» (Свидетельство об аттестации методики измерений МИ 016-0100281-2013-2019), позволяющая измерить массовую долю нерастворимой части в табаке для кальяна и способствующая повышению качества и снижению токсичности табака для кальяна.

Научно-технические разработки «Инновационная технология ручной уборки и послеуборочной обработки табака в едином потоке (рекомендации)», «Методическое руководство по уборке и транспортировке листьев табака в накопителях рулонного типа (Технологическая инструкция)», база данных «Эффективность применения физического метода прорезания средней жилки табачных листьев на различных сортах табака для интенсификации процесса сушки» внедрены в условиях табачного хозяйства КФХ «Иванченко И.В.» в Республике Крым.

Методика «Определение содержания летучих органических веществ (1,3-бутадиена и бензола) в аэрозоле изделий с нагреваемым табаком (табака нагреваемого)» и методика «Определение содержания летучих органических веществ в жидкостях для систем доставки никотина (СДН)» внедрены в условиях ООО «Point Art» (г. Москва), Белорусского государственного института метрологии (Республика Беларусь, г. Минск).

Методика «Сбор и определение содержания влажного конденсата в аэрозоле изделий с нагреваемым табаком (табака нагреваемого), определение содержания монооксида углерода в газовой фазе аэрозоля» и методика «Сбор и определение содержания влажного конденсата в аэрозоле жидкостей для систем доставки никотина (СДН)» прошли апробацию в условиях ООО «Point Art» (г. Москва), Белорусского государственного института метрологии (Республика Беларусь, г. Минск) и АО «МУМТ» (г. Москва).

Методика «Определение содержания никотина, глицерина и пропиленгликоля в аэрозоле никотинносодержащей продукции (НСП)» внедрены в работу Белорусского государственного института метрологии (Республика Беларусь, г. Минск) и АО «МУМТ» (г. Москва).

В условиях Белорусского государственного института метрологии (Республика Беларусь, г. Минск) использованы методика «Определение содержания полициклических ароматических углеводородов (бенз[а]пирена) в жидкостях для систем доставки никотина (СДН)» и методика «Определение содержания полициклических ароматических углеводородов (бенз[а]пирена) в в аэрозоле никотинсодержащей продукции (НСП)».

«Методика комплексной оценки некурительной табачной продукции (табак жевательный) орального потребления» и «Методика опреде-

ления фракционного состава некурительных табачных изделий» внедрены в условиях ООО Торговый дом «КИНГ» (г. Москва) и ООО «Неска» (г. Москва).

Разработанная в институте технологическая линия подготовки табака к сушке с обработкой листьев табака магнитным полем апробированная в условиях ООО «Русь» (Краснодарский край) способствует сокращению времени сушки при сохранении качественных характеристик получаемого табачного сырья.

В производственные условия ООО «Неска» и ООО Торговый дом «Кинг» внедрены «Методика комплексной оценки некурительной табачной продукции (табак жевательный) орального потребления» и «Методика определения фракционного состава некурительных табачных изделий».

Рекомендации «Изготовление изделий из табака курительного тонкорезаного с оптимальными потребительскими свойствами» и «Методика прогнозирования содержания химических веществ (никотин, смола) в дыме изделий из табака курительного тонкорезаного» внедрены в условиях АО «Погарская сигаретно-сигарная фабрика» (Брянская обл.).

«Рекомендации по использованию СВЧ-излучения для ускорения процесса удаления влаги из листьев табака в процессе их послеуборочной обработки» внедрены в условиях ООО «Русь» (Краснодарский край).

Для повышения эффективности и научно-методического выполнения научной деятельности в научно-исследовательскую работу института внедрены 100 результатов интеллектуальной деятельности (РИД) лабораторий института, в том числе 20 РИД, охраняемых в режиме патентного права, в направлениях: селекционно-генетических ресурсов, агротехнологии, машинных агропромышленных технологий, химии и контроля качества, стандартизации и качества, технологии производства табачных изделий, экономических исследований.

Ежегодно по договорам на выполнение научно-исследовательских работ, научно-технологических и научно-технических услуг с предприятиями табачной отрасли, различными фирмами, учреждениями, органами и ведомствами (табл. 2) институт проводит: определение показателей безопасности табачного дыма сигарет (никотин, смола, монооксид углерода); определение химического состава табачного сырья (никотин, белки, углеводы, хлор, сырая зола); определение остаточных количеств пестицидов; определение физических параметров курительных изделий; определение содержания монооксида углерода в газовой фазе табачного пара табака нагреваемого ЭСНТ; определение содержания никотина в аэрозоле табака нагреваемого ЭСНТ; определение массы нетто табака нагреваемого ЭСНТ в потребительской упаковке; определение содержания никотина в жидкости для электронных систем доставки никотина (ЭСДН); определение содержания окислов азота (NO, $NO_x$) в газовой фазе аэрозоля ЭСДН и ЭСНТ; определение влажности в табаке, табачных отходах; определение компонентного состава табач-

ной мешки; определение ширины волокна резаного табака; определение массовой доли табачного волокна и пыли; определение заполняющей способности резаного табака; определение толщины сигарилл; воздухопроницаемость сигаретной бумаги; определение степени вентиляции сигарет; определение скорости свободного горения; товароведческую оценку изделий, материалов и табака; идентификацию курительных изделий, табака, табачных материалов, табачных отходов; исследование качественных показателей и идентификация образцов некурительного табачного изделия, никотинсодержащей продукции, табака для кальяна, кальянной смеси, бестабачной смеси для кальяна; определение содержания никотина в образцах табачного сырья, аэрозоле кальянной смеси; исследование фракционного состава образцов табака жевательного; определение массовой доли нерастворимой части в табаке для кальяна; комплексную оценку образцов табака жевательного и некурительного табачного изделия орального потребления; испытание табачного сырья, никотинсодержащей продукции (табака нагреваемого) и его наполнителя по определению карбонильных соединений и специфических нитрозаминов; исследование образцов табака для кальяна в целях количественного определения токсических компонентов в продукте (никотин) и аэрозоле (никотин, влажный конденсат, монооксид углерода); подготовку заключений и другие виды работ.

*Таблица 2*

**Количество договоров с различными организациями за 2019–2023 гг.**

| Показатель | Годы | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| Количество договоров, всего | 184 | 217 | 210 | 167 | 244 |
| из них международных | 18 | 26 | 25 | 13 | 16 |

Органом по сертификации табака и табачных изделий, действующего на базе ФГБНУ ВНИИТТИ, за последние пять лет проведена экспертиза по соответствию представленной предприятиями продукции Техническому регламенту. Зарегистрировано 280 деклараций о соответствии и выдано 67 сертификатов соответствия по добровольной сертификации, проведено 10 инспекционных контролей за сертифицированной продукцией.

Институтом проводятся научно-исследовательские, научно-технологические работы и услуги на договорной основе с агрофирмами, специализирующимися на выращивании сельскохозяйственных культур, фермерскими, крестьянскими и личными подсобными хозяйствами по созданию семенного материала табака и махорки для выращивания в различных почвенно-климатических регионах Российской Федерации:

Республике Крым, Республике Чувашия, Ставропольском и Алтайском краях, Тамбовской и Свердловской областях, г. Москва и Московской области и других.

Созданы семена районированных сортов табака, выполнен подбор и определение в лабораторных условиях посевных качеств семенного материала сортов табака, созданных селекционерами ВНИИТТИ и обеспечение проверенным семенным материалом сортов табака, включённых в Госреестр селекционных достижений в следующем количестве: Юбилейный новый 142 – 1660 г, Вирджиния 202 – 1150 г, Берлей Краснодарский – 1000 г, Трапезонд 92 – 560 г, Остролист 316 – 250 г, Трапезонд 204 – 250 г, Самсун 85 – 10 г, коллекционных сортов Самсун Мцарский (0,5 г), Самсун Апсны (0,5 г), Самсун 991 (0,5 г), Самсун 995 (0,5 г) и семян махорки – 60 г.

В рамках договоров о творческом сотрудничестве с ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений» (г. Санкт-Петербург) и Институтом прикладной энтомологии (г. Санкт-Петербург) проведены работы по созданию семенного материала сорта табака Вирджиния 202, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии» (Московская область) – сорта Самсун 85 и дикого вида Н. глютиноза для использования в научных целях.

По договорам на оказание услуг с аграрными предприятиями Краснодарского края, Республики Адыгея и Псковской области выращена рассада восьми сортов табака: Вирджиния 202, Самсун 85, Трапезонд 92, Берлей Краснодарский, Остролист 316, Крупнолистный 9М, Берлей Краснодарский, Шептальский 63 в количестве 125 тыс. штук.

В рамках образовательной деятельности по программам повышения квалификации дополнительного профессионального образования проведено обучение 186 специалистов табачной отрасли, сотрудников Центрального экспертно-криминалистического таможенного управления и других заинтересованных лиц по программам «Технология промышленной переработки табака и производства табачных изделий», «Технология промышленной переработки табака и производства табачных изделий. Некурительные табачные изделия», «Технология промышленной переработки табака и производства табачных изделий. Табак для кальяна», «Дегустационная оценка табачных изделий», «Идентификация табачного сырья, махорки и табачных изделий», 15 сотрудников института по программе «Требования ГОСТ ISO/IEC 17025 и критериев аккредитации по обращению с объектами испытаний, техническим записям, протоколам испытаний и изменениям к ним, метрологической оценке результатов испытаний, ВЛК, МСИ».

Постоянно осуществляется комплектование фондов научно-технической библиотеки, создаются персональные библиографические указатели трудов видных ученых, пополняется картотека специальной литературы по табаку и курительным изделиям, представляется воз-

можность студентам и аспирантам вузов г. Краснодара пользоваться литературой библиотеки института.

С целью пропаганды и популяризации результатов научных исследований и достижений институт активно проводит обмен новой научной литературой, издаваемой в научно-исследовательских институтах России – ФГБНУ Федеральный исследовательский центр «Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова» (г. Санкт-Петербург), ГПНТБ СО РАН (г. Новосибирск) и Краснодарского края – ФГБНУ Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В.С. Пустовойта»; ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», распространение научной продукции в производственный процесс различных организаций, агрофирм, фермерских хозяйств: Министерство сельского хозяйства Республики Крым, ООО «Крымтабак» (г. Симферополь), Погарская сигаретно-сигарная фабрика (г. Погары), ООО «Технологии переработки» (г. Кострома), ООО «Агрофирма АЭЛИТА» (г. Москва), ИП «Михайлов Е.А.» и другие, а также информационное и методическое обеспечение выставок «БелгородАгро» (г. Белгород), «Агросезон – 2020. Современные техника и технологии в земледелии и животноводстве» (г. Воронеж), «АгроТех-Мордовия» (г. Саранск, 2020–2021 гг.), «Саратов-Агро» (г. Саратов, 2019–2023 гг.), «ЮгАгро» (г. Краснодар).

УДК 002.5:663.97

## МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО ВСЕРОССИЙСКОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА ТАБАКА, МАХОРКИ И ТАБАЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

**Гнучих Е.В.,** *д-р техн. наук,* **Шураева Г.П.,** *канд. с.-х. наук*

Международное сотрудничество институтом в 2014–2023 гг. осуществлялось путем участия в конференциях, семинарах, выставках, проведении международных межлабораторных сравнительных испытаний табачной и никотинсодержащей продукции, участия в выработке решений по межгосударственному техническому регулированию продукции, в работе международного технического комитета по стандартизации ИСО/ТК 126 «Табак и табачные изделия» и аналогичного межгосударственного технического комитета, а также сотрудники института обменивались опытом с коллегами из других стран при выполнении совместных работ.

***Международные конференции.*** За прошедший десятилетний период ученые института участвовали в работе 70 международных конференций, которые проходили в России и 24 зарубежных странах

(г. Мюнхен, Германия; г. Чикаго, США; г. Вествуд, Канада; г. Шеффилд, Великобритания и других). В зарубежных научных конференциях представлено более 40 докладов, из них в очном формате ученые института выступили с докладами на трех конференциях: XII-th International Scientific and Practical Conference daRostim 2016 «Biotechnology for agriculture and environmental protection» (Украина, г. Одесса, 2016), Technological aspects of modern agrarian production and environmental protection: International Conference daRostim 2017 (Kazakhstan, Almaty, 8–11 ноября 2017 г.), «Табачная продукция нового поколения – Стандарты и качество для безопасности и общественного здоровья» (Ханой, Социалистическая Республика Вьетнам, 21 августа 2019).

Сотрудники института принимали участие в международных выставках и конференциях VAPEEXPO-2016 и VAPEEXPO-2017 в г. Москве, посвященных индустрии электронных систем доставки никотина и жидкостей для них, на которых представлены основные результаты исследований, проведенные институтом в области качества электронных систем доставки никотина.

С 2015 г. институт организует международные конференции в дистанционном формате, на сайте института www.vniitti.ru. В 2015 г. проведена I Международная научно-практическая конференция «Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции». В 2017 г. и 2019 г. организованы и проведены соответственно II-я и III-я Международная научно-практическая конференция «Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции». Данный формат проведения и широкий спектр направлений работы предоставили возможность участия большому количеству ученых, занимающихся исследованиями как сельскохозяйственного производства, так и пищевой промышленности, не только в сфере табака, но и по другим направлениям пищевых отраслей. Благодаря такому подходу в конференциях приняли участие ученые из 11 вузов, НИИ и других учреждений 5 зарубежных стран – Казахстана, Узбекистана, Азербайджана, Республики Беларусь, Германии.

В 2020 г. институтом организована и проведена I Международная научная конференция «Состояние и перспективы мировых научных исследований по табаку, табачным изделиям и инновационной никотинсодержащей продукции», которая состоялась 17 ноября 2020 г. в онлайн формате на сайте https://tobacco-science.ru. Партнером конференции выступила компания Philip Morris International (PMI). Всего в конференции приняли участие более 55 специалистов из научных и образовательных организаций разных стран мира – Российской Федерации, Белоруссии, Северной Македонии, Албании, Вьетнама, Болгарии, Индонезии, Филиппин. Конференция рекомендовала проводить дальнейшее развитие научных исследования по изучению инновационных табачных

продуктов: электрических систем нагреваемого табака (ЭСНТ) и электронных систем доставки никотина (ЭСДН), никотинсодержащей некурительной продукции орального потребления; расширение научных исследований по разработке методологии комплексной оценки табачных и инновационных никотинсодержащих изделий на основе современных методов контроля безопасности и качества продукции и нормативной документации с учетом международных требований; дальнейшую разработку современных ресурсосберегающих технологий изготовления табачной и инновационной никотинсодержащей продукции с регулируемыми показателями качества, пониженной токсичностью; продолжение исследований по разработке экологичных, энергоресурсосберегающих и экономически обоснованных технологий производства высококачественного табака и табачного сырья с использованием инновационных селекционных, агротехнологических, физико-химических процессов и методов получения сельскохозяйственной продукции.

В 2023 г. институтом организована и проведена II Международная научная конференция «Состояние и перспективы мировых научных исследований по табаку, табачным изделиям и инновационной никотинсодержащей продукции», которая состоялась 22 июня 2023 г. в онлайн формате на сайте института www.vniitti.ru. Всего на конференцию поступило 19 докладов, а том числе от ученых из Узбекистана и Северной Македонии. Тематика докладов связана с исследованиями табака и его первичной переработки, экономики его производства, исследованиям качества табачной и инновационной никотинсодержащей продукции. Необходимо отметить высокий научный уровень представленных докладов, а также актуальность и новизну результатов, положенных в их основу. Предложенные решения будет способствовать развитию производства табачной и инновационной никотинсодержащей продукции на более высоком современном потребительском уровне, получению качественного табака и табачного сырья с высокими функционально-технологическими свойствами и повышенной безопасностью.

Международные конференции являются важным инструментом с помощью которого возможно донести и обсудить результаты работ с международным научным сообществом, поэтому институт и в дальнейшем планирует как участвовать в международных конференциях, так и организовывать такие конференции на своей базе.

***Работа по техническому регулированию.*** Технические регламенты Таможенного союза (ТС), а в настоящее время Евразийского экономического союза (ЕАЭС) определяют систему регулирования табачной и никотинсодержащей продукции на территории Армении, Беларуси, Казахстана, Кыргызстана и России. Выработка решений по регулированию проходит в Евразийской экономической комиссии с участием представителей всех входящих в ЕАЭС стран. Сотрудники института привлекаются в качестве членов рабочих групп при разработке и внесению изменений в технические регламенты. Так, с 2021 г. инсти-

тут принимает активное участие в разработке проекта Технического регламента ЕАЭС на никотинсодержащую продукцию. С 2023 г. институт активно участвует в работе по внесению изменений в части схем оценки соответствия в Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 035/2014 «Технический регламент на табачную продукцию».

Основой для выработки обоснованных регуляторных решений должны являться результаты научно-исследовательских работ. В этом отношении подходы к разработке ТР ЕАЭС на никотинсодержащую продукцию являются показательным примером. Институт в 2018 г. выиграл конкурс на проведение научно-исследовательской работы и выполнял в интересах Евразийской Экономической Комиссии НИР по теме: «Проведение исследований рынка новых видов никотиносодержащей продукции, международной практики правового регулирования обращения такой продукции и разработка предложений по установлению в рамках Евразийского экономического союза обязательных требований к новым видам никотиносодержащей продукции и рекомендаций по механизмам их реализации». НИР состоял из двух этапов: «Анализ основных видов никотиносодержащей продукции, международного опыта и практики ее регулирования» и «Подготовка предложений и рекомендаций по установлению требований безопасности к никотиносодержащей продукции, выпускаемой в обращение на территории Союза». По результатам НИР ФГБНУ ВНИИТТИ предложил разработать и установить в рамках Евразийского экономического союза законодательное техническое регулирование никотиносодержащей продукции, как отдельной категории продукции, которая может нести потенциальный риск для здоровья потребителей, но в то же время принципиально отличается от традиционной табачной продукции. Предложено введение обязательных требований к никотиносодержащей продукции по контролю за содержанием никотина, пропиленгликоля, глицерина и приоритетных токсичных компонентов по списку ВОЗ (формальдегид, ацетальдегид, акролеин, нитрозонорникотин (NNN) и 4-(N-метил-N-нитрозамино-)-1-(3-Пиридил-)-1-Бутанон (NNK), бензол, 1,3-бутадиен и бенз(а)пирен) в жидкости для электронных систем доставки никотина; никотина, монооксида углерода, формальдегида, ацетальдегида, акролеина в аэрозоле систем доставки никотина и других приоритетных токсичных компонентов по списку ВОЗ (нитрозонорникотин (NNN), 4-(N-метил-N-нитрозамино-)-1-(3-пиридил-)-1-бутанон (NNK), бензол, 1,3-бутадиен и бенз(а)пирен) в аэрозоле систем доставки никотина при их обнаружении в жидкости. Выработаны предложения по применению действующих или разработке новых стандартов, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов, необходимых для применения и исполнения предлагаемых требований к никотиносодержащей продукции и осуществления оценки соответствия такой продукции. Разработчик проекта Технического регламента на никотинсодержащую продукцию – Министерство

экономики Республики Армения – использовал данную научно-исследовательскую работу при выработке подходов к регулированию никотинсодержащей продукции.

По инициативе ФГБНУ ВНИИТТИ, 19–20 октября 2021 г. в Краснодаре состоялся Круглый стол «Вопросы технического регулирования никотинсодержащей продукции в Евразийском экономическом союзе. Стандартизация и оценка соответствия». Прошел круглый стол в гибридном формате: с очным и заочным участием по видеоконференцсвязи. Круглый стол объединил разработчиков проекта технического регламента ЕАЭС на никотинсодержащую продукцию и заинтересованные организации и ведомства в Армении, Беларуси, Казахстане, Кыргызстане, России, занимающиеся вопросами исследований и регулирования никотинсодержащей продукции, а также вопросами здравоохранения. Всего приняли участие более 40 человек из различных организаций всех стран-участниц ЕАЭС.

С 2022 г. для усиления работ по взаимодействию между разработчиком Технического регламента на никотинсодержащую продукцию – Министерством экономики Республики Армения, Национальным органом по стандартизации и метрологии Республики Армения и ФГБНУ ВНИИТИ действует меморандум о сотрудничестве, предметом которого является реализация совместных мероприятий в области технического регулирования и стандартизации, обмен информацией и разработка рекомендации, заключений в обозначенной области.

Работы по техническому регулированию продолжаются и в настоящее время как по проекту Технического регламента ЕАЭС на никотинсодержащую продукцию, так и по внесению изменений в Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 035/2014 на табачную продукцию.

***Международная и межгосударственная стандартизация.*** В соответствии с приказом Росстандарта № 1472 от 5 июля 2017 г. Техническому комитету по стандартизации ТК 153 «Табак и табачные изделия» даны полномочия участвовать от Российской Федерации в международном техническом комитете ИСО/ТК 126 «Табак и табачные изделия». Взаимодействие осуществляется с техническим комитетом ИСО/ТК 126 «Табак и табачные изделия», который возглавляет институт по стандартизации DIN (Германия), с подкомитетом ИСО/ТК 126/ПК 1 «Физические измерения и тесты», который возглавляет ассоциация по стандартизации AFNOR (Франция) и подкомитетом ИСО/ТК 126/ПК 3 «Вэйп и продукты из вэйпа». Секретариат ИСО/ТК 126 рассылает проекты международных стандартов для отзывов и голосования. Институт имеет доступ в систему голосования Глобальной директории ИСО (ГД ИСО), с помощью которой направляет свои отзывы и голосует. За десятилетний период проведено голосование более чем по 100 проектам международных стандартов.

В институте действует межгосударственный технический комитет по стандартизации МТК 153 «Табак и табачные изделия», в составе ко-

торого 7 стран: Россия, Азербайджан (страна-наблюдатель), Армения, Беларусь, Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан. МТК 153 свою деятельность основывает на программе национальной стандартизации Российской Федерации (подпрограмма «Межгосударственная стандартизация»). МТК 153 за прошедшее десятилетие, с 2014 года разработал 9 межгосударственных стандартов, в основном, направленных на обеспечение выполнение требований Технического регламента ТР ТС 035/2014 «Технический регламент на табачную продукцию». Работы по межгосударственной стандартизации проходят на постоянной основе и ежегодно обновляется фонд межгосударственных стандартов, разрабатываются новые межгосударственные стандарты, проводится актуализация действующих.

***Международные межлабораторные сравнительные испытания.*** С целью проверки квалификаций собственного Испытательного центра табака и табачных изделий и отраслевых испытательных лабораторий институт на регулярной основе ежегодно организует и проводит международные сравнительные испытания сигарет и никотинсодержащей продукции по показателям качества и безопасности. В испытаниях принимали участие лаборатории из России, Швейцарии, Германии, Армении, Беларуси, Украины, Молдовы, Узбекистана. Это важное направление деятельности для подтверждения компетентности Испытательного центра института и участвующих лабораторий, в том числе для дальнейших работ по оценке соответствия продукции требованиям нормативно-правовых актов.

***Сотрудничество с зарубежными научными институтами и производителями табачной и никотинсодержащей продукции.*** По международному договору о творческом сотрудничестве с Отделением физико-химии горючих ископаемых Института физико-органической химии и углехимии НАН Украины (г. Львов) выполнены исследования по изучению действия на рост, развитие и урожайность табака биосурфактантов – продуктов микробного синтеза (ПАВ): рамнолипидного биокомплекса (РБК) – продукта биосинтеза бактериального штамма *Pseudomonas* sp. PS-17; синтетического структурного аналога природных фитонцидов чеснока и лука – этилтиосульфанилата (ЭТС) и биоПАВ штамма *Rhodococcus erythropolis* Au-1, основные компоненты которого – трегалозолипиды (ТЛ). Установлено улучшение посевных качеств семян и приживаемости рассады табака в поле, увеличение урожайности растений.

В 2016 г. проведена поисковая научно-исследовательская работа по исследованию формирования качества табака и табачного сырья четырех сортов табака сортотипа Вирджиния итальянской компании Fattoria Autonoma Tabacchi в центральной зоне Краснодарского края.

В рамках международного договора на выполнение научно-исследовательской работы с Объединенными Арабскими Эмиратами институтом проведена поисковая научно-исследовательская работа по исследованию формирования показателей качества табака и табачного

сырья, полученного из семян табака, предоставленных Заказчиком для создания курительного изделия, популярного в ОАЭ на основе комплексного изучения агротехнических и технологических приёмов.

Начато сотрудничество с китайской фирмой «Wingle Group Electronis» LTD (Гонконг) по созданию системы партнёрских отношений в области проведения научных исследований, испытаний и разработок инновационных продуктов и технологий изготовления курительных и некурительных изделий и оказания консультационных услуг.

С целью развития научно-технического сотрудничества с зарубежными странами институтом внесены предложения в Рабочую программу сотрудничества между странами АСЕАН и Россией в области сельского хозяйства и безопасности продуктов питания, в частности, по вопросу развития связей и сотрудничества между научными учреждениями, экспертами и испытательными лабораториями в области повышения безопасности и качества табачной продукции.

26 октября 2022 г. подписано соглашение о намерениях создания «Китайско-российского научно-исследовательского института будущего сельского хозяйства» (г. Циндао, КНР) между научно-исследовательским институтом табака при Китайской академии сельскохозяйственных наук, АНО «Центр русско-китайского гуманитарного сотрудничества и развития», ФГБНУ «НИИ сельского хозяйства Северного Зауралья», ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», ФГБУН «Ботанический институт им. В.Л. Комарова» РАН, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий». В соответствии с 17 целями устойчивого развития, предложенных в Документах ООН в области устойчивого развития на период до 2030 года, стороны соглашения сосредоточат свое внимание на исследованиях, разработках и применении передовых технологий в сельскохозяйственной отрасли будущего, стремясь обеспечивать прорывные технологические инновации в ключевых аграрных областях. Попутно «Научно-исследовательский институт» будет:

– содействовать глобальной продовольственной безопасности за счет разработки функциональных продуктов питания;

– содействовать устойчивому развитию сельского хозяйства с помощью современных сельскохозяйственных технологий;

– осуществлять крупные стратегические исследования по тематике углеродной нейтральности с помощью инноваций, таких как, например, высокая светоэффективность сельскохозяйственных культур;

– расширять исследования и разработки в области вакцин, включая их совместное производство.

Стороны соглашения создадут комплексную платформу в области технологий с концентрацией инновационных ресурсов, открытой для использования всеми сторонами соглашения, а также универсальную структуру управления.

В 2023 г. состоялась онлайн-встреча со специалистами сторон соглашения, на которой освещены основные направления планируемых и проводимых исследований, способствующих устойчивому развитию сельского хозяйства.

В рамках международного сотрудничества оказываются информационно-консультативные услуги зарубежным компаниям, а также проводится определение содержания остаточных количеств пестицидов в табачном сырье, определение показателей безопасности табачного дыма в различных марках сигарет, определение показателей качества никотинсодержащих изделий различных видов по заявкам производителей из Армении, Беларуси, Казахстана, Кыргызстана, Узбекистана.

В целом, работа по международному сотрудничеству в различных его аспектах является одним из важных направлений работ института, обеспечивает широкое распространение информации о деятельности, связи с зарубежными коллегами и обмен опытом.

УДК 633.71 (05)

## ЛИСТАЯ СТАРЫЕ СТРАНИЦЫ… (ДОРЕВОЛЮЦИОННЫЕ ПЕЧАТНЫЕ ГАЗЕТЫ)

**Филимонова Т.В.**

Периодическая печать – бесценный источник информации, который представляет множество нигде и никем не опубликованных ранее эпизодов повседневной жизни граждан. Особая историческая значимость газет этого периода заключается в том, что они позволяют составить объективную картину событий времен Гражданской войны и первых лет Советской власти [1]. Очень многое может сказать даже самая короткая информация. Именно поэтому, сохранившиеся в трудное время и дошедшие до нас газетные номера представляют сегодня особенную ценность.

В городе Екатеринодаре в начале XX века издавалось около 10 газет, одна из них – «Табаководство».

Газета «Табаководство» начала издаваться с 15 июля 1916 г. два раза в месяц. Редакция и контора газеты помещались в г. Екатеринодаре, на Рашпилевской улице, в доме № 45 (где располагался Банк табаководов). Редактор Н.А. Симановский, издатель В.С. Лабузин, военный цензор – Лилье. Подписная цена на год составляла 5 руб.

Автор Вячеслав Потапов писал: «Я не знаю, что даст газета «Табаководство», но судя по её программе – она должна дать именно то, в чём нуждаются табаководы. Газета как нельзя кстати является нам на помощь и мы должны её встретить радушно, как нашего учителя».

Газета имела следующие отделы:

экономический – со статьями, освещающими положение табаководства в общей жизни страны и меры к поднятию его, разъясняющими значение государственного фиска и др.;

технический – со статьями, освещающими новые приёмы для поднятия культуры и фабрикации табака в России и за границей;

осведомительный – с заметками о состоянии табачной культуры в зависимости от погоды, цен и пр.;

отдел вопросов и ответов, который играет большую роль в проведении технических знаний в среду плантаторов;

обзор военных событий за неделю – по сообщениям Штаба Верховного Главнокомандующего.

На последней странице газеты помещалась справочная информация: расписание поездов, расписание рейсов пароходов с 15 февраля по 15 сентября 1916 г., адреса и время приёма должностных лиц (начальник области, атаман Екатеринодарского отдела и др.), отделения городской управы, кредитных учреждений. Объявления по продаже папирос высшего качества табачной фабрики «И.П. Бедросов с сыновьями» (Царские – 10 шт. 20 коп., Сафо – 10 шт. 15 коп., Константинопольские – 20 шт. 18 коп.). Управление Кубанского Общества взаимного кредита табаководов и сельских хозяев уведомляло господ плантаторов-табаководов, что с 7 июля 1916 г. Банк Общества приступил к выдаче ссуд под табаки в шнурах на плантациях.

Интересны документы, содержащие факты общественной жизни тех лет.

В № 3 за 1916 г. в разделе «Хроника» сообщалось о контрабандном табаке в Новороссийске. Агентами сыскного отделения на квартире крупного местного домовладельца было обнаружено 10 фунтов (1 фунт = 409.5 г) контрабандного табака, который конфискован и сдан на хранение. Помимо уголовного наказания ему грозит крупный штраф в пользу акцизного ведомства.

Также сообщалось о получении масла из семян табака. Екатеринодарским заводом «Саломас», где с большим успехом произведена вытяжка масла из табачных растений сорта «Трапезонд», полученных от Екатеринодарской лаборатории опытного табаководства. Выход масла составлял 34%, получилось красивого янтарного цвета. Табачные плантации могли бы, не вершкуя растения, собрать до 100 пудов (1 пуд = 16.4 кг) семян с десятины и иметь хороший побочный заработок.

В № 4 за 1916 г. сообщалось, что в Екатеринодаре замечается недостаток в курительном табаке-махорке. Причина недостатка махорки – отправка её громадными партиями в действующую армию.

В Томске образовалось новое крупное предприятие – первая в Сибири папиросная фабрика «Жаркова и К» для обработки табака, полученного с плантаций, впервые разведённого в Минусинском крае.

В обзоре военных событий отмечалось: «Румыния объявила войну Австро-Венгрии, Германия объявила войну Румынии. Болгария тоже.

Италия объявила войну Германии. Надо полагать, что теперь одураченные немцы поймут наконец, что не они народ избранный руководить человечеством… Наступление Брусилова, подорвавшее непоколебимое убеждение, что сильнее кошки зверя нет, дало свои плоды, увенчалось снова значительными успехами под Галичем и на путях ко Львову, Владимиру Волынску и Ковелю» [2].

В № 6 от 1 октября 1916 г. Н. Сурков описывает улучшенный способ ведения парников: для выращивания рассады вполне можно обойтись холодными парниками. По устройству парников рационально и экономически выгодны парники Екатеринодарской лаборатории опытного табаководства, построенные Н.А. Симановским. В опытах наиболее сильное отрицательное воздействие на рассаду оказалось на чистом чернозёме и на чистом навозе. Возрастающее добавление песка вело к улучшению рассады, оценка состояния производилась по пятибалльной системе.

По мере того, как табаководство в России начинает играть всё большую роль в интересах казны, в частности Министерства Финансов, растёт и русская табачная литература.

На страницах газеты приводится рецензия Н. Симановского на брошюру В.Н. Любименко «Табачная промышленность в России» (Петроград, 1916 г.), которая снабжена сводкой табачной литературы как на русском, так и на иностранных языках. Подробно рассматриваются и критикуются разделы «Ботаническое описание табака», где автор говорит, что наиболее широкое промышленное значение приобрёл вид N. Tabacum L. На втором по распространению месте стоит вид N. Rustica L. Рецензент утверждает, что для России это совершенно неверно. По официальным данным низших сортов было собрано 5535,282 пуда, а высших – всего 1835,965 пудов.

В главе «Географическое распространение культуры табака» автор говорит о Самсуне, прибавляет в скобках называемого также «Трапезондом». Рецензент спорит, утверждая, что эти сорта также отличны между собой, как и города, именами которых они названы. В некоторых признаках эти типы прямо противоположны, хотя бы по количеству и величине листьев.

В военном обзоре сообщалось, что в Персии наши войска, действовавшие незначительными силами, привлекли на себя огромные полчища турок. Халил-паша не пошёл за нашими отступающими частями из-за затруднения в снабжении армии боевыми припасами. В приморском направлении наши миноносцы достигли Самсуна, где и потопили 58 судов и разрушили прибрежные укрепления.

Совет съездов представителей биржевой торговли и сельского хозяйства извещает местный биржевой комитет, что табачный монопольный департамент при японском министерстве финансов предполагает в виде опыта сделать пробный вывоз из России табачных листьев желтого и бурого цвета хорошего качества и дешёвых по цене. Ввиду этого, бюро высказывает пожелание о том, чтобы русские производители та-

бака поставляли в Токио образцы табака в листьях, с указанием цен и адресов фирм.

Газетные публикации сопровождаются авторскими комментариями, позволяющими лучше понять суть происходивших событий и явлений, получить о них дополнительную информацию. Так в № 12 за 1917 г. Н.А. Симановским обсуждается работа Екатеринодарской лаборатории опытного табаководства. При создании её образцом послужил Скафатийский институт опытного табаководства в Италии. Сравнивая эти лаборатории, нельзя не отдать преимущества в смысле более широкой постановки лабораторного дела, но в смысле проведения в табаководственную среду практических результатов её исследований для поднятия культуры табака, то тут мы проигрываем Скафатийскому институту.

До сих пор Лаборатория живёт и работает сама по себе, а опытные плантации также сами по себе. Появление Лаборатории имело бы большое значение, если бы Государственная власть одновременно с ней решила ввести табачную монополию и лаборатория встала во главе всей сети опытных и показательных учреждений по табаководству в России.

Громадные средства, затраченные государством на создание Лаборатории, и её чисто научное значение в области табачного дела выделяют её из числа всех казённых учреждений подобного рода и, следовательно, ей, как никому другому, приличествует иметь всероссийское значение [3].

В № 15 за 1917 г. Н.А. Симановский продолжил обсуждение работы Лаборатории. «Первенствующее положение Лаборатории проистекает из самого масштаба её, слишком широко задуманного Департаментом Земледелия для одной лишь Кубанской области. Далеко не все западноевропейские страны даже с широко развитым табаководством позволяют иметь такую роскошь, как отдельный институт табаководства. Не имеет его и Америка, у которой научная работа по табакам поручена отделениям при общих научных учреждениях.

Кроме того, Лаборатория должна выполнить образовательную миссию и может назначить в зимние месяцы краткие курсы никотиановедения для техников и инструкторов Департамента Земледелия. Планомерность организации требует, чтобы Екатеринодарская лаборатория была поставлена во главе всего опытного табаководства России при создании самого тесного контакта со всеми уже существующими казенными плантациями, которые в известной части их должны быть филиалами Лаборатории».

В разделе «Хроники» представлена статья о всемирном табачном синдикате. Американская компания «American Tobacco С-о» стремится, по возможности, захватить в руки табачное производство в Европе и главных европейских колониях. Компания вошла в соглашение с алжирскими табачными фабрикантами о переуступки ей принадлежащих им фабрик за 75 миллионов франков. «American Tobacco С-о» вошла в переговоры с испанским правительством о передаче ей с 1921 года та-

бачной монополии, предлагая взамен теперь же устроить означенный правительством заем в 250 миллионов пезет. «American Tobacco C-o» принимает деятельное участие и в табачных предприятиях в Англии [4].


ГАЗЕТА
„Табаководство“
ВЫХОДИТЪ 2 раза въ мѣсяцъ.
№ 13. Екатеринодаръ. Воскресенье 15-го Января 1917 года. № 13.

По газетам можно изучать историю страны, родного края, они рассказывают об отношении людей к конкретным фактам. Это не только летопись эпохи или картина современной жизни, но и эстафета поколений. В наше время электронной почты, мобильного телефона, телевидения и Интернета газеты не потеряли своего значения, как важный передатчик информации [5].

**Литература**


1. https://newspapers.historyrussia.org.
2. Выступление Румынии // Газета «Табаководство». 1916. № 4. С. 4-5.
3. Симановский Н.А. Об Екатеринодарской лаборатории опытного табаководства // Газета «Табаководство». 1917. № 12. С. 3-4.
4. Всемирный табачный синдикат // Газета «Табаководство». 1917. № 15. С. 11.
5. https://cyberleninka.ru/article/n/moskovskiy-listok-bulvarnoe-izdanie-kontsa-xix-v-1/viewer.

УДК 688.932.7

# КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ТАБАКА ДЛЯ КАЛЬЯНА

**Шкидюк М.В., Бубнова Н.Н.,** *канд. техн. наук,*
**Жабенцова О.А.,** *канд. техн. наук,* **Гвоздецкая С.В.**

Одно из основных направлений работы лаборатории технологии производства табачных изделия ФГБНУ ВНИИТТИ – разработка технологии изготовления и усовершенствование методов контроля качества табака для кальяна и бестабачной смеси для нагревания. Развитие кальянной индустрии связано с относительно невысокой себестоимостью продукта и некорректным представлением об отсутствии потенциального «риска» для здоровья.

Разнообразен ассортимент продукции, потребляемой с использованием кальянной системы: табак для кальяна, бестабачные смеси для нагревания на основе растительного сырья (чай, фрукты, лекарственные травы), курительные камни для кальяна (Steam Stones), паста для кальяна (Space Smoke), сироп для кальяна (Shisha Syrup) [1].

Показатели, позволяющие классифицировать табак для кальяна и бестабачную смесь для нагревания: содержание никотина и потребление аэрозоля, продуцируемого с использованием кальянной системы (КС). Кальянная система используется для генерирования аэрозоля при нагревании табака или продуктов, не содержащих табачного листа и при этом, аэрозоль, проходит через сосуд, наполненный жидкостью. Генерация аэрозоля сопровождается испарением и дистилляцией летучих компонентов кальянной смеси [2].

Регулирование сегментарного продукта осуществляется в соответствии с Федеральным законом от 23.02.2013 № 15-ФЗ (ред. от 24.07.2023) «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма, последствий потребления табака или потребления никотинсодержащей продукции» [3].

Общая оценка «риска» табака для кальяна/бестабачной смеси для нагревания должна учитывать потенциал кумулятивных эффектов от комбинации ингредиентов в продукте, а также потенциальное образование продуктов термической деградации ингредиентов, при этом, задача упрощается в сравнении с традиционным курением, из-за отсутствия необходимости учитывать биологический эффект компонентов пиролиза [4].

Основные показатели, определяющие потенциальный уровень «риска» кальянных продуктов: содержание никотина и монооксида углерода (CO), а также карбонильных соединений (SC) в аэрозоле [5].

Всемирная организация здравоохранения предложила список приоритетных токсикантов аэрозоля, в который вошли: монооксид углерода (CO), никотин, летучие органические вещества, акролеин, формальдегид, ацетальдегид, мышьяк и тяжелые металлы [6].

Единого подхода к регулированию показателей безопасности табака для кальяна/бестабачной смеси для нагревания не существует, кроме того, отсутствуют стандартизированные методики генерации и сбора аэрозоля [7].

Проведен анализ исследований, целью которых было определение модели реального курения кальяна для имитации курения в лабораторных условиях, т.к. следует учитывать не только параметры прокуривания, но и величину тест-пробы, параметры КС (размер колбы, шахты, шланга, тип чаши, объем воды в колбе, тип угля). Один из распространенных методов воспроизведения курения кальяна разработан учеными Американского университета Бейрута (Риад Эль-Солх) на основе совокупных измерений топографии затяжек пользователей [8]. Исследованиями установлено, что средний объем затяжки составляет 531 мл, средняя продолжительность затяжки – 2,47 с, средний интервал между затяжками – 16,28 с [8].

Различные протоколы тестирования, конструктивные особенности кальянной системы и качество используемого угля приводят к вариативности получения оценочных данных по содержанию токсических компонентов в аэрозоле. Режим прокуривания на лабораторной курительной машине не отражает полностью поведенческий профиль человека, однако, количественный состав аэрозоля, полученный в результате машинного тестирования, может быть использован в качестве исходных данных для определения «риска» продукта.

Исследования кальянных продуктов проводятся с использованием лабораторной линейной курительной машины CERULEAN SM 405 с встроенным NDIR-анализатором; спектрофотометра СФ-16, хроматографа/ масс/ спектрометра Thermo Fisher Scientific™ UltiMate™ 3000 / TSQ Quantiva под управлением ПО Chromeleon CDS.

Объектами исследований выбраны коммерческие образцы табака для кальяна и бестабачной смеси для нагревания.

При проведении исследований используется нормативная документация:

– Технический регламент Таможенного союза «Технический регламент на табачную продукцию» (ТР ТС 035/2014) [9].

– Федеральный закон от 23.02.2013 № 15-ФЗ (ред. от 24.07.2023) «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма, последствий потребления табака или потребления никотинсодержащей продукции» (с изменениями на 24 июля 2023 г.) [3].

– ГОСТ Р 70654-2023. Бестабачная смесь для нагревания. Общие технические условия [10].

Методология проведения оценки кальянных продуктов включает определение потребительских свойств и качественно-количественное определение токсичных компонентов аэрозоля. Разработана программа оценки потребительских свойств табака для кальяна/бестабачной смеси для нагревания:

– органолептический анализ и дегустационная оценка;

– определение количественного содержания табачного сырья, никотина, глицерина и/или пропиленгликоля в образце;

– определение pH водного раствора и структуры основы (носителя).

Дегустационная оценка проводилась в соответствии с «Методикой дегустационной оценки смеси для кальяна» М-01-2015 [11]. Длительность дегустационной сессии составляла 60 мин. Во время эксперимента в колбе кальяна использовалась дистиллированная вода (pH = 5,4), тест-порция – 20 г. Органолептическая оценка проводилась в соответствии с МВИ-07-2009 «Методика определения органолептических показателей табака для кальяна» [12].

Результаты органолептической и дегустационной оценки образцов кальянных продуктов представлены в таблице 1.

Анализируя результаты органолептической и дегустационной оценки, можно сделать вывод, что:

– образцы бестабачной смеси для нагревания визуально определяются как смесь измельченного растительного сырья и соуса, цвет – от зеленого до черного, ароматический профиль – нетабачный;

– образцы табака для кальяна визуально определяются как смесь измельченного табачного сырья и соуса, коричневого цвета с оттенками, ароматический профиль – табачный, специфический;

– высокая дегустационная оценка образцов установлена, в связи с идентичностью вкусо-ароматического профиля и достаточной насыщенностью аэрозоля;

– бестабачные смеси для нагревания характеризуются отсутствием отрицательных характеристик вкуса (раздражение, щипание и обкладка).

Потребительские показатели образцов табака для кальяна определяли в соответствии с методиками, разработанными в лаборатории технологии производства табачных изделий:

– «Методика измерений массовой доли нерастворимой части в табаке для кальяна». Свидетельство об аттестации методики (метода) измерений № 016-01.00281-2013-2019 от 01.06.2019 г. [13];

– «Методика измерений массовой доли никотина в табаке для кальяна и в бестабачных смесях для нагревания спектрофотометрическим методом». Свидетельство об аттестации методики (метода) измерений № 010001.00281-2013-2022 от 15.03.2022 г. [14].

*Таблица 1*

**Органолептическая и дегустационная оценка кальянных продуктов**

| № | Образец | Органолептическая оценка | | | Дегустационная оценка | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ароматический профиль | консистенция | цвет | вкус | насыщенность |
| Табак для кальяна | | | | | | |
| 1 | Образец 1 | насыщенный, специфичный | вязкая масса табачного сырья и соуса | коричневый с оттенками | дефекты отсутствуют | средняя |
| 2 | Образец 2 | насыщенный, специфичный | вязкая масса табачного сырья и соуса | коричневый с оттенками | дефекты отсутствуют | средняя |
| 3 | Образец 3 | насыщенный с табачным оттенком | вязкая масса табачного сырья и соуса | коричневый с оттенками | дефекты отсутствуют | достаточн. |
| 4 | Образец 4 | насыщенный табачный | вязкая масса табачного сырья и соуса | коричневый с оттенками | обкладка | достаточн. |
| 5 | Образец 5 | насыщенный, табачный | вязкая масса табачного сырья и соуса | коричневый с оттенками | слабое щипание | большая |
| Бестабачная смесь для нагревания | | | | | | |
| 6 | Образец 6 | приятный, цитрусовый с нотами ментола | вязкая масса растительного сырья и соуса | красно-коричневый | дефекты отсутствуют | средняя |
| 7 | Образец 7 | приятный, с нотами ментола | вязкая масса растительн. сырья и соуса | серо-коричневый | дефекты отсутствуют | достаточн. |
| 8 | Образец 8 | насыщенный, цитрусовый | вязкая масса растительн. сырья и соуса | коричневый с зеленым оттенком | полнота недостаточная | достаточн. |
| 9 | Образец 9 | приятный фруктовый нетабачный | вязкая масса растительн. сырья и соуса | темно-бордовый | дефекты отсутствуют | достаточн. |
| 10 | Образец 10 | приятный фруктовый | вязкая масса растительн. сырья и соуса | бордовый с оттенками | дефекты отсутствуют | средняя |

Результаты инструментального определения основных потребительских показателей исследуемых продуктов, представлены в таблицах 2, 3.

*Таблица 2*

**Потребительские показатели тестируемых образцов табака для кальяна**

| № | Образец | Потребительские показатели | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | содержание никотина, % | pH | массовая доля нерастворимой части, % | содержание VG, % | содержание PG, % |
| 1 | Образец 1 | 0,13 | 5,1 | 9,5 | 70,9 | - |
| 2 | Образец 2 | 0,18 | 5,0 | 9,1 | 71,2 | - |
| 3 | Образец 3 | 0,19 | 5,2 | 8,9 | 50,9 | 10,2 |
| 4 | Образец 4 | 0,08 | 5,0 | 9,0 | 52,0 | 11,0 |
| 5 | Образец 5 | 0,88 | 6,3 | 9,8 | 70,2 | - |

*Таблица 3*

**Потребительские показатели образцов бестабачной смеси для нагревания**

| № | Образец | Потребительские показатели | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | содержание никотина, % | pH | содержание VG, % | содержание PG, % |
| 1 | Образец 6 | 0,24 | 5,1 | 46,6 | 8,2 |
| 2 | Образец 7 | 0,21 | 5,2 | 46,1 | 4,9 |
| 3 | Образец 8 | 0,17 | 4,6 | 60,2 | - |
| 4 | Образец 9 | 0,03 | 3,8 | 54,6 | 11,2 |
| 5 | Образец 10 | 0,18 | 4,2 | 55,0 | 11,8 |

Как видно из результатов анализа потребительских свойств, представленных в таблицах 2 и 3:

– содержание никотина в образцах табака для кальяна / бестабачной смеси для нагревания составляет 0,08–0,88 % / 0,03–0,24 %;

– содержание глицерина (VG)/пропиленгликоля (PG) в тестируемых образцах варьируется, определяя, соответственно, насыщенность дыма и перенос аромата в аэрозоль, и составляет 46,1–71,2 % / 4,9–11,8 %, соответственно;

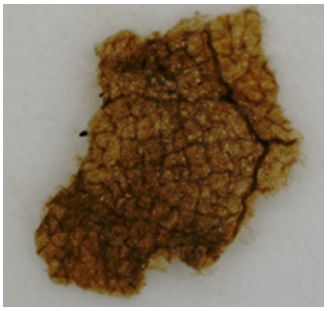
– водородный показатель (pH) составляет 3,8–6,3;

– массовая доля нерастворимой части составляет 8,9–9,5 %.

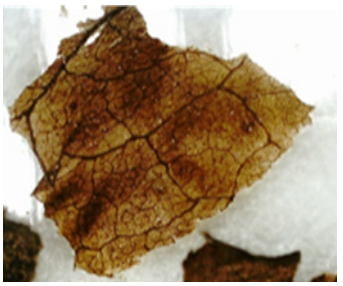
Для установления идентификационных признаков кальянных продуктов проводилось определение структуры строения основы (носителя) методом оптической микроскопии с использованием Digital Microscope Levenhuk DTX 500 LCD [1].

Структурные признаки строения основы (носителя) табачных или бестабачных кальянных продуктов представлены на рисунке 1.

Табак для кальяна



a. Образец 1



b. Образец 3

Бестабачная смесь для нагревания



c. Образец 7



d. Образец 8

Рис. 1. Структурные признаки строения основы (носителя) образцов

Результаты определения основных структурных признаков строения основы (носителя):

– основа (носитель) исследуемых образцов 1 и 3 имеет цвет и анатомо-морфологические признаки строения табачного листа, характерные для растения рода Nicotiana (симметричное расположение второстепенных жилок);

– образцы 7 и 8 имеют цвет не характерный для табачного сырья (серо-зеленоватый, серо-коричневый), хаотично расположенные второстепенные жилки и обладают менее пористой структурой.

При проведении комплексной оценки, кроме определения потребительских свойств кальянных продуктов, необходимо инструментальное определение физико-химических показателей аэрозоля. Аэрозоль, продуцируемый табаком для кальяна, содержит: компоненты, переходящие из табачного сырья (никотин); компоненты, синтезирующиеся при нагреве угля (CO) и компоненты, которые и переносятся, и синтезируются (карбонильные соединения).

Основные показатели, определяющие потенциальный уровень «риска» кальянных продуктов – содержание никотина и монооксида углерода (CO), а также карбонильных соединений (SC) в аэрозоле.

Параметры режима тестирования на специальной курительной машине для кальяна регламентирует ISO 22486:2019 [16]: продолжительность затяжки (2,6 ± 0,1) с, объем затяжки (530 ± 10) мл, частота затяжки (20 ± 0,5) с, количество затяжек 175. Для исключения влияния угла на состав аэрозоля, в данном стандарте используется электрическое нагревание продукта при температуре 280 °C, т.е., несколько ниже, чем при нагревании углем, что приводит к получению низких показателей «риска» аэрозоля.

В лаборатории технологии производства табачных изделий проводятся исследования по установлению режима машинной генерации аэрозоля табака для кальяна на линейной курительной машине CERULEAN SM 405. Разработано устройство для сопряжения кальянной системы (КС) и схема подключения КС к лабораторной курительной машине (рис. 2).

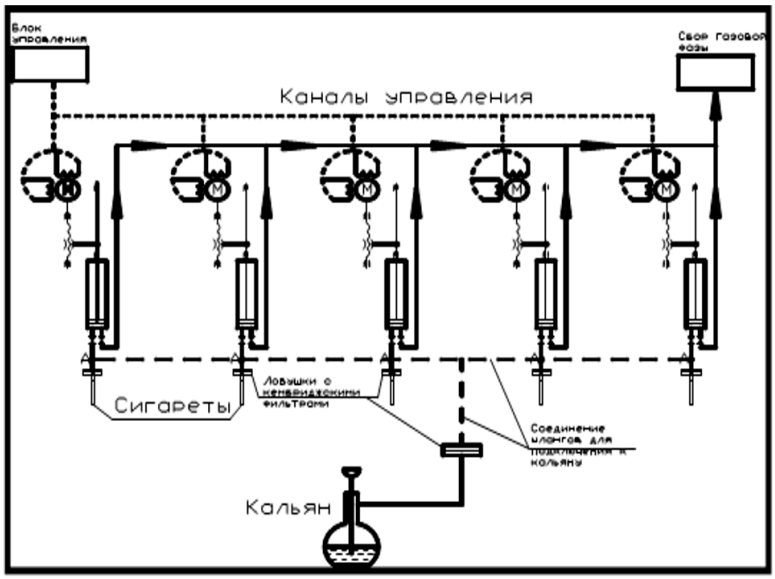



Рис. 2. Схема подключения кальянной системы к лабораторной курительной машине CERULEAN SM 405

В ходе исследований разработан метод генерации и сбора аэрозоля, позволяющий получить данные о количественном содержании никотина и CO:

– режим генерации: объем затяжки 350 мл, продолжительность затяжки 3,5 с, пауза между затяжками 20 с, число последовательных затяжек – 100, профиль затяжки – прямоугольный, масса тест-порции (навески) – 15 г;

– конструкция кальянной системы: объем дистиллированной воды (pH = 5,4) в колбе КС, вместимостью 1000 мл, не менее 750 мл;

– сбор влажного конденсата в ловушку с фильтром из стекловолокна (cambridge filter pad, CFP) диаметром 92 мм для определения содержания никотина;

– сбор газовой фазы аэрозоля для определения содержания монооксида углерода (CO) проводится в мешки герметичные воздухонепроницаемые, объемом 7,0 л.

При тестировании образцов табака для кальяна на курительной машине линейного типа Cerulean SM 405, продуцируется максимальное количество компонентов в аэрозоль, однако, установить объем затяжки, приближенный к показателям «реального» курения (~ 500 мл), представляется невозможным.

Разработано экспериментальное устройство (патент RU 212802U1) [17], позволяющее конструктивно установить объем затяжки, отражающий поведенческий профиль курильщика. Проводятся дополнительные исследования по количественному сбору компонентов влажного конденсата аэрозоля для установления зависимости содержания никотина от компонентного состава продукта и конструктивных особенностей кальянной системы. Масса влажного конденсата определяется гравиметрическим методом в соответствии с ISO 22487 [18]. Определение никотина в аэрозоле табака для кальяна определяется спектрофотометрическим или газохроматографическим методами.

Особое место среди токсичных компонентов аэрозоля табака для кальяна занимают канцерогены общетоксического действия – карбонильные соединения (ацетальдегид (A), акролеин (AR), формальдегид (F)), которые являются продуктами термического разложения компонентов кальянной смеси. Для определения карбонильных соединений разработан процесс сбора компонентов газовой фазы аэрозоля в систему импинджеров (импинджерная ловушка), одновременно подключённых к каналам курительной машины и верифицирован метод высокоэффективной жидкостной хроматографии в сочетании с тандемной масс-спектрометрией (UHPLC-MS/MS) детектированием на электроспреевом источнике в режиме отрицательной полярности (аналитическая колонка Waters Acquity BEH, защитная колонка Waters Acquity BEH C18) для определения карбонильных соединений в аэрозоле в соответствии CORESTA Recommended Method № 74 [19].

Получены экспериментальные данные по количественному содержанию токсичных (никотин, CO) и «потенциально опасных» (карбонильные соединения) компонентов аэрозоля табака для кальяна и бестабачной смеси для нагревания (табл. 4).

*Таблица 4*

**Содержание токсичных компонентов в аэрозоле табака для кальяна/бестабачной смеси для нагревания**

| № | Наименование продукции | Содержание никотина, % | | pH | Содержание карбонильных соединений аэрозоля, мкг/100см$^3$ | | | CO, % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | в продукте | в аэрозоле | | формальдегид | ацетальдегид | акролеин | |
| Табак для кальяна | | | | | | | | |
| 1 | Образец 1 | 0,13 | 0,01 | 5,1 | 0,51 | 1,12 | 0,22 | 0,10 |
| 2 | Образец 2 | 0,18 | 0,01 | 5,0 | 0,50 | 1,10 | 0,27 | 0,10 |
| 3 | Образец 3 | 0,19 | 0,03 | 5,2 | 0,59 | 1,81 | 0,45 | 0,11 |
| 4 | Образец 4 | 0,08 | - | 5,0 | 0,53 | 1,68 | 0,41 | 0,11 |
| 5 | Образец 5 | 0,88 | 0,12 | 6,3 | 0,59 | 1,11 | 0,27 | 0,21 |
| Бестабачная смесь для нагревания | | | | | | | | |
| 6 | Образец 6 | 0,24 | 0,01 | 5,1 | 0,73 | 0,84 | 0,31 | 0,13 |
| 7 | Образец 7 | 0,21 | 0,03 | 5,2 | 0,74 | 1,92 | 0,46 | 0,16 |
| 8 | Образец 8 | 0,17 | 0,02 | 4,6 | 0,11 | 1,14 | 0,41 | 0,14 |
| 9 | Образец 9 | 0,13 | - | 3,8 | 0,64 | 1,89 | 0,44 | 0,20 |
| 10 | Образец 10 | 0,18 | 0,02 | 4,2 | 0,57 | 1,90 | 0,46 | 0,21 |

Анализ полученных данных по количественному содержанию основных токсичных компонентов в аэрозоле табака для кальяна/бестабачной смеси для нагревания показал, что переход никотина в продуцируемый аэрозоль незначителен и составляет 0–0,12 %; содержание CO в аэрозоле тестируемых образцов -0,10–0,21 %.

При анализе «потенциально опасных» компонентов аэрозоля табака для кальяна/бестабачной смеси для нагревания, установлено, что содержание карбонильных соединений (SC) составляет: формальдегид – 0,11–0,74 мкг/100см$^3$, ацетальдегид – 0,84–1,92 мкг/100см$^3$, акролеин – 0,22–0,46 мкг/100см$^3$.

Разработана методика комплексной оценки табака для кальяна и бестабачной смеси для нагревания, включающая:

– органолептический анализ в соответствии с «Методикой определения органолептических показателей табака для кальяна» МВИ-07-2009 [12];

– метод дегустационной оценки в соответствии с «Методикой дегустационной оценки смеси для кальяна» М-01-2015 [11];

– метод оптической микроскопии для определения структурных признаков строения основы (носителя);

– метод инструментального определения водородного показателя (pH);

– метод количественного определения содержания табачного сырья в табаке для кальяна в соответствии с «Методикой измерений массовой доли нерастворимой части в табаке для кальяна»[13];

– метод определения пропиленгликоля/глицерина в соответствии с CRM № 60 – Determination of 1,2-Propylene Glycol and Glycerol in Tobacco and Tobacco Products by Gas Chromatography» [15];

– метод машинной генерации аэрозоля табака для кальяна/бестабачной смеси для нагревания на линейной курительной машине Cerulean SM 405;

– регламент сбора компонентов дисперсной фазы аэрозоля на Cambridge-фильтр (CFP) диаметром 92 мм, для последующего количественного определения никотина и газовой фазы – в мешки воздухонепроницаемые для определения содержания монооксида углерода (CO);

– процесс сбора компонентов газовой фазы аэрозоля в импинжерные ловушки для определения содержания карбонильных соединений (SC);

– гравиметрический метод количественного определения собранного влажного конденсата (TPM);

– спектрофотометрический метод определения никотина в продукте в соответствии с «Методикой измерений массовой доли никотина в табаке для кальяна и в бестабачных смесях для нагревания спектрофотометрическим методом» [14] и в аэрозоле в соответствии с ГОСТ 30438-2003 (ИСО 3400:1997) [20];

– метод определения содержания монооксида углерода в газовой фазе аэрозоля в соответствии с ГОСТ Р 51358-2008 (ИСО 8454-2007) [21];

– метод высокоэффективной жидкостной хроматографии с тандемной масс-спектрометрией (UHPLC – MS/MS) для определения карбонильных соединений (ацетальдегид, акролеин, формальдегид) в газовой фазе аэрозоля в соответствии с CRM № 74 – Determination of selected carbonyls in mainstream cigarette smoke by HPLC [19].

Методика комплексной оценки позволяет, с использованием разработанного комплекса аналитических инструментов, суммарно оценить потребительские свойства и показатели «риска» табака для кальяна и бестабачной смеси для нагревания.

**Выводы**

1. Разработана «Методика измерений массовой доли нерастворимой части в табаке для кальяна». Получено Свидетельство об аттестации методики (метода) измерений № 016-01.00281-2013-2019 от 01.06.2019 г.

2. Разработана «Методика измерений массовой доли никотина в табаке для кальяна и в бестабачных смесях для нагревания спектрофотометрическим методом». Получено Свидетельство об аттестации методики (метода) измерений № 010001.00281-2013-2022 от 15.03.2022 г.

3. Установлены потребительские показатели кальянной продукции: содержание никотина, содержание глицерина/пропиленгликоля, массовая доля нерастворимой части, уровень pH.

4. Разработана методика определения структуры основы (носителя) образца, при идентификации табачных или бестабачных кальянных продуктов с применением метода оптической микроскопии.

5. Установлены показатели, определяющие потенциальный уровень «риска» табачных/бестабачных продуктов, потребляемых с использованием КС: содержание никотина, монооксида углерода (CO) и карбонильных соединений (SC) в аэрозоле.

6. Разработан режим машинной генерации аэрозоля на линейной курительной машине CERULEAN SM405. Разработано устройство для сопряжения кальянной системы (КС) и схема подключения КС к лабораторной курительной машине.

7. Разработана методика сбора компонентов жидкой фазы аэрозоля на Cambridge-фильтр (CFP) диаметром 92 мм, для последующего количественного определения никотина спектрофотометрическим/газохроматографическим методом.

8. Установлен процесс сбора компонентов газовой фазы аэрозоля в импинжерные ловушки (система импинжеров) для определения карбонильных соединений (SC) методом UHPLC-MS/MS с интерфейсом HESI в режиме отрицательной ионизации.

9. Получены экспериментальные данные по количественному содержанию токсичных компонентов (никотин, CO, SC) в аэрозоле табака для кальяна/бестабачной смеси для нагревания.

10. Разработана методика комплексной оценки качественных показателей (потребительские свойства и содержание токсичных компонентов аэрозоля) табака для кальяна и бестабачной смеси для нагревания, позволяющая, с использованием разработанного комплекса аналитических инструментов, суммарно оценить потребительские свойства и показатели безопасности, а также дифференцировать табак для кальяна и бестабачные смеси для нагревания.

## Литература

1. Шкидюк М.В., Гвоздецкая С.В., Бедрицкая О.К., Шураева Г.П. Критерии идентификации табака для кальяна и бестабачной смеси для нагревания // Новые технологии. 2022. № 18(3). С. 118-126. URL: https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-3-118-126.

2. Бубнова Н.Н., Шкидюк М.В. Генерация и сбор аэрозоля табака для кальяна // Новые технологии. 2020. Вып. 2(52). С. 20-27. URL: https://doi.org/10.24411/2072-0920-2020-10202.

3. Федеральный закон РФ от 23.02.2013 № 15-ФЗ «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_142515.

4. Гнучих Е.В., Шкидюк М.В., Калашников С.В., Жабенцова О.А. Исследование содержания карбонильных соединений и специфических нитрозаминов табака в сигаретном дыме и в аэрозоле системы нагревания табака // Вестник ВГУИТ. 2021. Т. 83, № 2. С. 116-120. DOI: 10.20914/2310-1202-2021-2-116-120.

5. Шкидюк М.В., Гвоздецкая С.В. Исследование качественных показателей нетабачных никотинсодержащих смесей для кальяна: потребительские характеристики и содержание никотина // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 2. С. 77-83. DOI: 10.47370/2072-0920-2021-17-2-77-83.

6. Доклад седьмой сессии Конференции Сторон Рамочной конвенции ВОЗ по борьбе против табака. FCTC. Дели, Индия, 7–12 ноября 2016 г. URL: https://www.who.int/fctc/cop/cop7/COP7_REPORT_RU_Final.pdf.

7. Бубнова Н.Н. Исследование факторов, определяющих токсичность табака для кальяна и совершенствование его технологии: дис. … канд. техн. наук: 05.18.05: защищена 18.02.21. Краснодар, 2020. 168 с. URL: https://kubstu.ru/data/fdlist/FDD0512.pdf?9z8ejw.

8. Shihadeh A., Antonios C., Azar S. A portable, low-resistance puff topography in-strument for pulsating, high-flow smoking devices. Behav Res Methods. 2005 Feb;37(1):186-91. URL: https://link.springer.com/article/10.3758/BF03206414.

9. Технический регламент Таможенного союза «Технический регламент на табачную продукцию» (ТР ТС 035/2014). URL: https://standartgost.ru/gTP.

10. ГОСТ Р 70654-2023. Бестабачная смесь для нагревания. Общие технические условия. Введ. 2023-07-01. URL: https://normativ.su/catalog/standart/1001/999829/.

11. Гнучих Е.В., Миргородская А.Г., Шкидюк М.В. [и др.]. Методика дегустационной оценки смеси для кальяна. Краснодар, 2014. 19 с. Деп. в ВНИИЭСХ № 1 ВС-2015.

12. Методика определения органолептических показателей табака для кальяна МВИ–07–2009. Краснодар, 2009. 4 с. (Рукописный фонд ВНИИТТИ).

13. Методика измерений массовой доли нерастворимой части в табаке для кальяна. Свидетельство об аттестации методики (метода) измерений № 016-01.00281-2013-2019 от 01.06. 2019 г.

14. Методика измерений массовой доли никотина в табаке для кальяна и в бестабачных смесях для нагревания спектрофотометрическим методом. Свидетельство об аттестации методики (метода) измерений № 010001.00281-2013-2022 от 15.03.2022 г., ФР.1.31.2022.42982 от 28.04.2022.

15. CRM № 60 – Determination of 1,2-Propylene Glycol and Glycerol in Tobacco and Tobacco Products by Gas Chromatography. URL: https://www.coresta.org/sites/default/files/technical_documents/main/CRM_60-June2019.pdf.

16. ISO 22486:2019. Water pipe tobacco smoking machine – Definitions and standard conditions. URL: https://www.iso.org/standard/73321.html.

17. Патент на полезную модель № 212802. Устройство для сбора влажного конденсата дыма кальяна / Е.А. Бубнов, С.В. Гвоздецкая. Заявка № 2022102274, опубл. 09.08.2022, Бюл. № 22.

18. ISO/TS 22487:2019. Water pipe tobacco – Determination of total collected matter and nicotine using a water pipe tobacco smoking machine. URL: https://www.iso.org/standard/73323.html.

19. CRM № 74 – Determination of Selected Carbonyls in Mainstream Cigarette Smoke by High Performance Liquid Chromatography (HPLC). URL: https://www.coresta.org/determination-selected-carbonyls-mainstream-cigarette-smoke-high-performance-liquid-chromatography.

20. ГОСТ 30438-2003 (ISO 3400:1997). Сигареты. Определение содержания алкалоидов в конденсате дыма. Спектрометрический метод. Взамен ГОСТ 30438-96. М.: Стандартинформ, 2005. 7 с.

21. ГОСТ Р 51358-2008 (ИСО 8454-2007). Сигареты. Определение содержания монооксида углерода в газовой фазе сигаретного дыма с помощью недисперсного инфракрасного (NDIR) анализатора. Взамен ГОСТ Р 51838-99; введ. 2010-01-01. М.: Стандартинформ, 2009. 11 с.

УДК 663.973

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ НЕКУРИТЕЛЬНЫХ ТАБАЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ОРАЛЬНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ

**Дон Т.А.,** *канд. техн. наук,* **Шкидюк М.В., Калашников С.В., Бедрицкая О.К.**

В лаборатории технологии производства табачных изделий ФГБНУ ВНИИТТИ исследования продуктов «никотиновой альтернативы» традиционному курению проводятся на протяжении ряда лет. Одним из направлений является создание системного метода оценки качества с определением основного способа идентификации некурительных табачных изделий.

Согласно оценкам, опубликованным в докладе ВОЗ от 16 января 2024 г. «Tobacco use declines despite tobacco industry efforts to jeopardize progress» [1], число потребителей табака в мире составляет 1,25 млрд человек. В настоящее время наиболее высокая доля населения, употребляющего табак (26,5%), зарегистрирована в регионе Юго-Восточной Азии, от которого незначительно отстает Европейский регион (25,3%) [1].

Наиболее распространенными формами употребления табака является курение сигарет и потребление некурительных табачных изделий орального потребления.

Некурительные табачные продукты орального потребления (oral smokeless tobacco products, SLT, бездымный табак) – продукты, не требующие процесса пиролиза и/или производства табачного аэрозоля (дыма) в момент употребления [2]. Основная проблема некурительных табаков заключается в степени извлечения потенциально токсичных компонентов, т.к. наличие никотина и его концентрация является причиной формирования никотиновой зависимости. Скорость экстракции

зависит от потребительских свойств продукта, в основном, экстрагируется до 30 % никотина [3]. Многократное употребление даже низких концентраций никотина вызывает физическую и психологическую зависимости.

В отчете ВОЗ TobReg [4] определены типы, канцерогенные составляющие и распространенность некурительных табаков. В различных видах некурительной табачной продукции определено более 50 токсических соединений, включая специфичные для табака нитрозамины (TSNA) [5], бенз[а]пирен (B(a)P), тяжелые металлы (кадмий, мышьяк, никель, хром, свинец), радиоизотопы (полоний-210) [6], а также компоненты списка, опубликованного Hoffman & Djordjevic [7], такие как кумарин, гидразин и летучие альдегиды.

Некурительные табачные изделия орального потребления – «никотиновая альтернатива» традиционному курению [8, 9]. Виды некурительных табачных изделий подразделяются на изделия орального потребления (Oral smokeless tobacco products) и назального использования (Nasal smokeless tobacco products).

Некурительные табачные изделия орального потребления – табак жевательный (chewing tobacco) и табак сосательный (snus) [8]. Виды табака жевательного: Chewing tobacco bits, Loose leaf, Plug, Twist/roll, Ready-to-use chewing tobacco, Khaini [4].

Разнообразие некурительных табаков как изделий, тождественных по физиологическому воздействию, способу потребления, способу производства и компонентному составу [2], создает проблемы при идентификации табака жевательного (разрешенного к реализации в РФ) и табака сосательного (запрещенного к реализации в РФ) в соответствии с п. 8 ст. 19 Федерального Закона от 23 февраля 2013 г. № 15-ФЗ) [12].

Компонентный состав различных видов некурительных табаков, в основном, идентичен и может включать следующие компоненты: табачное сырье, вода, влагоудерживающие вещества, хлорид натрия (NaCl) и карбонат натрия ($Na_2CO_3$), краситель (E150), натуральные или синтетические ароматизаторы.

Способы изготовления табачной продукции орального применения описаны в монографии «Tobacco: Production, Chemistry and Technology» [10]. Основой методики изготовления бездымных табаков является смешивание размолотого / резаного табака с водой и хлоридом натрия, тепловая обработка смеси (пастеризация), последующее охлаждение смеси, внесение регуляторов pH и вкусовых добавок, подсушка и упаковка готового продукта в потребительскую упаковку.

Различие между видами бездымных табаков состоит, в основном, в гранулометрическом составе продукта:

– табак сосательный (снюс) – мелкоизмельченный резаный табак (очищенная пыль и мелкая фракция);

– жевательный табак – обрывки табачного сырья (с содержанием крупной фракции);

– табак нюхательный – тонкоизмельченный табак с добавлением или без добавления иных ингредиентов.

Следовательно, актуальной задачей исследований лаборатории технологии производства табачных изделий является установление корректных идентификационных признаков табачной продукции орального потребления, при этом необходимым является разработка инструментальных методов и методик измерений.

В соответствии с законодательством, в России национальные стандарты (ГОСТ Р) имеют добровольное применение, за исключением применения стандартов для оборонной продукции, защиты сведений, составляющих государственную тайну или иную информацию ограниченного доступа.

Общие правила идентификации установлены в ГОСТ Р 51293-2022 [11] и идентификацию продукции проводят в целях:

– отнесения к объектам технического регулирования;

– подтверждения соответствия установленным требованиям;

– установления соответствия продукции технической документации, образцу и (или) описанию.

К идентификационным признакам продукции, в соответствии ГОСТ Р 51293-2022 [11], в зависимости от ее вида (типа), могут относиться:

– полное наименование изготовителя, его место нахождения и адрес места осуществления деятельности по изготовлению продукции;

– наименование продукции (вида или группы продукции), обозначение продукции и иное условное обозначение;

– название продукции и (или) товарный знак изготовителя (при наличии);

– обозначение документа(ов), в соответствии с которым(и) изготовлена продукция (стандарт, стандарт организации, технические условия);

– назначение продукции, рекомендации по применению продукции, другие основные характерные свойства и характеристики продукции.

Правила и порядок идентификации конкретной продукции, а также особенности идентифицирующих продукцию признаков, в соответствии ГОСТ Р 51293-2022 [11], установлены в технических регламентах и (или) стандартах, определяющих требования к конкретной продукции.

Федеральный закон № 15-ФЗ от 23 февраля 2013 г. [12] регулирует отношения, возникающие в сфере охраны здоровья граждан от воздействия табачного дыма, последствий потребления табака или потребления никотинсодержащей продукции. В соответствии с ФЗ № 15-ФЗ, потребление табака – курение табака, сосание, жевание, нюханье табачных изделий [12].

Федеральный закон Российской Федерации от 31 июля 2020 г. № 303-ФЗ [13], приравнивающий потребление табачной и никотинсодержащей продукции, использует следующие основные понятия:

– никотинсодержащая продукция (НСП) – изделия, которые содержат никотин (в том числе полученный путем синтеза) или его производные, включая соли никотина, предназначены для потребления никотина и его доставки посредством сосания, жевания, нюханья или вдыхания.

Современные модификации некурительных табачных/нетабачных никотинсодержащих изделий орального потребления – популярный вид продукции, имеющий различные потребительские свойства и токсические показатели. Показатели, позволяющие классифицировать некурительные продукты орального потребления как отдельную категорию – наличие никотина и оральный способ потребления.

Технический регламент Таможенного Союза «Технический регламент на табачную продукцию» (ТР ТС 035/2014) [14], устанавливает требования и правила идентификации всей табачной продукции, кроме некурительных табачных изделий орального потребления.

Требование к идентификации некурительной табачной продукции орального потребления определяет Федеральный закон «Технический регламент на табачную продукцию» [15]:

1. Идентификация некурительной табачной продукции проводится по ее наименованию и (или) по установленным Федеральным законом признакам, характеризующим данную продукцию, к которым относятся:

– компонентный состав (наличие табачного листа и (или) других частей табака);

– способ потребления некурительной табачной продукции (сосание, жевание, нюханье).

2. Идентификация некурительной табачной продукции проводится:

– по наименованию вида – путем сопоставления наименования вида некурительного табачного изделия, содержащегося в информации (маркировке), нанесенной на потребительскую упаковку;

– визуальным методом – путем сопоставления внешнего вида некурительного табачного изделия с признаками, указанными в установленном Федеральным законом определении соответствующего вида некурительного табачного изделия;

– органолептическим методом – путем сравнения органолептических показателей некурительного табачного изделия с признаками, указанными в установленном настоящим Федеральным законом определении соответствующего вида некурительного табачного изделия или стандарте (стандартах) на соответствующий вид некурительного табачного изделия;

– инструментальным (аналитическим) методом – путем проверки в испытательной лаборатории (центре), соответствия физических, и (или) физико-химических, и (или) иных показателей некурительного табачного изделия признакам, указанным в установленном Федераль-

ным законом определении соответствующего вида некурительного табачного изделия.

Результатом идентификации некурительной табачной продукции является отнесение или неотнесение идентифицируемой продукции к некурительной табачной продукции.

В соответствии с Федеральным законом № 325-ФЗ от 08.08.2024 г. «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» вступающим в силу с 01.03.2025 г.:

– табак жевательный – вид некурительного табачного изделия, предназначенного для жевания и изготовленного из спрессованных обрывков табачных листьев, содержащих не менее 15 процентов крупной фракции обрывков табачных листьев, с добавлением или без добавления иных ингредиентов;

В соответствии с Федеральным законом № 268-ФЗ «Технический регламент на табачную продукцию» [15] от 22.12.2008 г.:

– табак сосательный (снюс) – вид некурительного табачного изделия, предназначенного для сосания и полностью или частично изготовленного из очищенной табачной пыли и (или) мелкой фракции резаного табака с добавлением или без добавления нетабачного сырья и иных ингредиентов.

В РФ законодательно установлено ограничение для отдельных видов некурительных табачных изделий орального потребления (насвай, снюс, нюхательный табак). Запрещена оптовая и розничная продажа насвая и сосательного табака (снюс) в соответствии с Федеральным законом от 31.07.2020 г. № 303-ФЗ (ч. 8) [13]. Кроме того, введен запрет на некурительные никотинсодержащие продукты (НСП) орального потребления, которые предлагаются в виде ароматизированного нетабачного сырья с различным содержанием никотина.

Научно-исследовательская работа «Разработать технологии табачной и инновационной никотинсодержащей продукции с регулируемыми качественными показателями пониженной токсичности и методы контроля её качества и безопасности для комплексной оценки» (FGRZ-2022-0006) выполняется в соответствии с Планом научно-исследовательских работ на 2022-2026 годы, составляющим основу Государственного задания и приоритетным направлением Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (СНТР РФ) (п. «г»), в части работы по идентификации некурительных табачных изделий орального потребления актуальна и проводится в лаборатории технологии производства табачных изделий ФГБНУ ВНИИТТИ.

В лаборатории разработана программа исследований, определяющая фактическое состояние образца некурительной продукции при проведении идентификации:

– визуальная, органолептическая и дегустационная оценка – устанавливает внешний вид и потребительские показатели исследуемой продукции;

– определение структуры (наличие/отсутствие табака);

– установление качественных показателей: технологических (влажность, pH, фракционный состав) и показателей «риска» (никотин, TSNA).

Разработана методика качественно-количественного анализа некурительных продуктов орального потребления с целью идентификации. Методика включает стандартные методы, а также методики, разработанные в ФГБНУ ВНИИТТИ:

– определение содержания никотина в соответствии с ГОСТ 30038-93 (ИСО 2881:1977) «Табак и табачные изделия. Определение алкалоидов в табаке. Спектрофотометрический метод» [16];

– определение фракционного состава в соответствии с «Методикой определения фракционного состава некурительных табачных изделий орального потребления методом ситового анализа» (Свидетельство об аттестации методики (метода) измерений № 022-01.00281-2013-2022) [17];

– определение влажности в соответствии с «Методикой определения влажности резаного табака 3-х часовым методом» [18];

– дегустационной оценки в соответствии с «Методикой дегустационной оценки некурительных табачных изделий» [19];

– определение pH в соответствии с CRM N° 69 «Determination of pH in Tobacco and Tobacco Products» [20];

– определение табачных специфических нитрозаминов (TSNA) методом UHPLC-MS/MS в соответствии CRM No. 72 «Determination of tobaccospecific nitrosamines in tobacco and tobacco products by LC-MS/MS» [21].

При проведении исследования образцов и идентификации, используются поверенные средства измерений и испытательное оборудование:

- Оборудование для определения фракционного состава ситовым методом
  - рассев У1-ЕРЛ с частотой колебаний ситового пакета (180 ± 5) об/мин;
  - ситовой пакет: верхнее сито, рабочий размер отверстия 3 мм; нижнее сито с рабочим размером ячейки на свету 0,7 мм; поддон для сбора пыли;
- Оборудование для определения содержания никотина
  - прибор для перегонки с водяным паром;
  - спектрофотометр С-46;
- Оборудование для определения влажности
  - весы неавтоматического действия М; ML503T;
  - шкаф сушильный ШС-80-01 СПУ;
- Оборудование для определения структуры продукта: микроскоп Digital Microscope Levenhuk DTX 500 LCD
- Прибор для определения показателя pH: высокоточный 1 канальный переносной прецизионный иономер «Эксперт-001-1(0.1)» 1.3.5;

- Аналитическое оборудование для определения табачных специфических нитрозаминов Thermo Scientific: жидкостной хроматограф UHPLC Dionex UltiMate 3000 и масс-спектрометр TSQ Quantiva.

Некурительные табаки реализуются в потребительской упаковке, представляющей круглую баночку из полимерного материала с крышкой, в которой содержатся индивидуальные порционные упаковки (пакетик) из высокопористого нетканого материала (вискозы). В порционной упаковке содержится измельченное, специально обработанное табачное сырье. На потребительскую упаковку наносятся специальные (акцизные) марки, исключающие возможность подделки и повторного использования.

Внешний вид потребительской и порционной упаковки некурительного табачного изделия орального потребления, а также структурные признаки представлены на рисунках 1–2.



a) потребительская упаковка



b) табачный продукт



c) структура табака жевательного

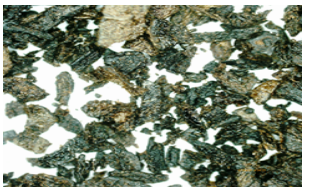
Рис. 1. Образец табака жевательного




a) потребительская упаковка



b) табачный продукт



c) структура табака сосательного (снюс)

Рис. 2. Образец табака сосательного (снюс)

Методом оптической микроскопии, с использованием Digital Microscope Levenhuk DTX 500 LCD, установлено, что образцы (рис. 1–2) содержат фрагменты листовых пластинок с анатомо-морфологическими признаками, характерными для листьев растения рода Nicotiana (Табак). Структурные признаки и размер фрагментов табачного сырья, позволяют сделать вывод, что исследуемые образцы могут быть идентифицированы как некурительные табачные изделия орального потребления, с условной градацией: табак жевательный (рис. 1) и табак сосательный (рис. 2).

Для определения потребительских показателей некурительных табаков, проводится органолептический анализ и дегустационная оценка. Особенностью некурительных табаков является способ потребления – оральный, т.е. порционный пакетик помещается в полость рта и потребитель получает экстракт, содержащий водорастворимые компоненты табака, в том числе и никотин. Скорость экстракции никотина зависит от типа используемого табака, присутствия щелочных компонентов и влажности продукта. Дегустационная оценка проводится в соответствии с «Методикой дегустационной оценки некурительных табачных изделий» [19] по показателям: Аромат – Вкус – Крепость.

Органолептические показатели и дегустационная оценка образцов табачных продуктов орального потребления представлены в таблице 1.

*Таблица 1*

**Органолептический анализ и дегустационная оценка образцов некурительных табачных изделий орального потребления**

| Наименование показателя | Характеристика показателя | |
|---|---|---|
| | табак жевательный | табак сосательный (снюс) |
| Органолептическая оценка | | |
| Внешний вил | Смесь измельченного табачного сырья в виде обрывков табачных листьев различных размеров, без посторонних включений | Смесь измельченного табачного сырья (пыль и мелкая фракция резаного табака), без посторонних включений |
| Цвет | Коричневый с оттенками, табачный | Коричневый с оттенками |
| Запах | Сильный, полный, табачный, с хорошо определяемой основной нотой ароматизатора (при наличии) | Специфичный, табачный, с хорошо определяемой основной нотой ароматизатора |
| Дегустационная оценка | | |
| Аромат | Специфичный табачный с оттенком ароматизатора различной интенсивности | Специфичный табачный с интенсивным оттенком ароматизатора |
| Вкус | От нейтрального до соленого | Соленый |
| Крепость | Средняя/выше средней | Средняя/выше средней |
| Время начала экстракции, с | 30–35 | до 25 |

Органолептическая оценка показала, что все образцы жевательного/сосательного табаков визуально определяются как специально обработанное, измельченное табачное сырье со специфическим запахом, коричневого цвета с оттенками. При этом, жевательный табак представляет собой табачное сырье в виде обрывков различных размеров, сосательный – мелкоизмельченное резаное табачное сырье и табачная пыль.

Дегустационной оценкой установлено, что исследуемые образцы табака жевательного имеют вкус от нейтрального до соленого, со спе-

цифическим табачным ароматом разной интенсивности, средней/выше средней крепостью. В процессе дегустации установлено, что экстракция в полости рта происходит, в среднем, через 30–35 секунд после начала орального потребления табака жевательного и, несколько быстрее – при потреблении табака сосательного.

В соответствии с Федеральным законом № 325-ФЗ от 08.08.2024 г.:

– обрывки табачных листьев – измельченное табачное сырье для производства табака жевательного;

– крупная фракция обрывков табачных листьев – обрывки табачных листьев, оставшиеся после просеивания на сите с пробивными отверстиями диаметром 3 миллиметра.

В ходе исследований разработана «Методика определения фракционного состава некурительных табачных изделий орального потребления методом ситового анализа» [17]. Методика прошла аттестацию (Свидетельство № 022-01.00281-2013-2022) и регистрацию в Государственном реестре средств измерений ФГИС Аршин (ФР.1.31.2022.43935 от 02.09.2022).

Использование инструментального метода определения фракционного состава в совокупности с определением потребительских показателей, дает возможность дифференциации сосательного и жевательного табаков.

Для проведения идентификации установлен комплекс качественных показателей: влажность, pH, фракционный состав и содержание никотина, как основного токсичного компонента. Фракционный состав определяли в соответствии с МИ № 022-01.00281-2013-2022 [17], pH – в соответствии с CRM N 69 [20], влажность – в соответствии с «Методикой определения влажности резаного табака» [18], содержание никотина – согласно ГОСТ 30038 [16]. Результаты исследования коммерческих образцов некурительных табаков представлены в таблице 2.

Как видно из табл. 2, качественные показатели широко варьируются:

– влажность сосательного табака колеблется в пределах (16,9 – 34,3) %; содержание крупной фракции не превышает 6,9 %, мелкой фракции (32,6 – 92,2) %, пыли – до 68,3 %;

– влажность табака жевательного составляет (22,7 – 53,3) %; содержание крупной фракции – (15,3 – 56,9) %, пыли – (0,2 – 34,7) %;

– некурительные табаки имеют относительно высокое значение водородного показателя: снюс (pH = 5,7 – 9,0), табак жевательный (pH = 6,8 – 10,1);

– содержание никотина, как основного компонента, обуславливающего «риск» потребления некурительных табаков, в исследуемых образцах не превышает 3 %, т.е. естественный уровень никотина в табачном сырье.

*Таблица 2*

**Качественные показатели коммерческих образцов некурительных табачных продуктов орального потребления**

| Образец | Технологические показатели | | | | | Содержание никотина, % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | влажность, % | pH | массовая доля, % | | | |
| | | | крупная фракция | мелкая фракция | пыль | |
| Табак сосательный (снюс) | | | | | | |
| Образец 1 | 19,8 | 6,3 | 1,2 | 89,4 | 9,4 | 0,9 |
| Образец 2 | 21,6 | 5,7 | 4,1 | 50,0 | 44,9 | 1,1 |
| Образец 3 | 22,4 | 7,7 | 1,9 | 74,8 | 23,3 | 1,0 |
| Образец 4 | 34,3 | 8,3 | 2,4 | 46,4 | 51,2 | 0,9 |
| Образец 5 | 27,0 | 9,0 | 1,0 | 92,2 | 6,8 | 1,2 |
| Образец 6 | 19,7 | 7,1 | 0,4 | 56,8 | 42,8 | 0,8 |
| Образец 7 | 28,4 | 8,5 | 0,8 | 30,9 | 68,3 | 2,9 |
| Образец 8 | 16,9 | 9,0 | 4,2 | 91,5 | 1,2 | 1,0 |
| Образец 9 | 26,9 | 7,9 | 2,8 | 52,7 | 44,5 | 1,3 |
| Образец 10 | 23,3 | 8,4 | 6,9 | 90,1 | 3,0 | 1,9 |
| Образец 11 | 30,1 | 7,8 | 1,1 | 78,6 | 20,3 | 0,8 |
| Образец 12 | 25,7 | 6,1 | 1,3 | 32,6 | 66,1 | 1,1 |
| Образец 13 | 34,2 | 8,0 | 6,5 | 52,4 | 39,1 | 0,9 |
| Табак жевательный | | | | | | |
| Образец 14 | 33,0 | 6,8 | 33,4 | 57,3 | 7,6 | 1,7 |
| Образец 15 | 40,9 | 9,5 | 36,2 | 62,8 | 3,0 | 1,6 |
| Образец 16 | 32,9 | 8,6 | 19,0 | 78,2 | 2,8 | 1,4 |
| Образец 17 | 35,2 | 8,0 | 36,1 | 58,5 | 0,7 | 0,9 |
| Образец 18 | 22,7 | 7,3 | 39,8 | 43,9 | 16,3 | 0,9 |
| Образец 19 | 34,9 | 9,7 | 40,5 | 53,5 | 6,0 | 0,6 |
| Образец 20 | 53,3 | 9,4 | 56,9 | 42,9 | 0,2 | 1,6 |
| Образец 21 | 26,6 | 9,3 | 15,7 | 62,7 | 21,6 | 2,8 |
| Образец 22 | 27,1 | 7,5 | 18.0 | 47,3 | 34,7 | 1,6 |
| Образец 23 | 34,9 | 7,8 | 40,5 | 53,5 | 6,0 | 0,9 |
| Образец 24 | 43,9 | 10,0 | 32,4 | 65,6 | 2,0 | 3,0 |
| Образец 25 | 28,9 | 6,8 | 15,3 | 78,5 | 6,2 | 2,8 |
| Образец 26 | 40,5 | 9,8 | 33,8 | 64,4 | 1,8 | 2,1 |

Инструментальным методом установлено, что только отдельные коммерческие образцы (табл. 2) могут быть идентифицированы как табак жевательный (с содержанием крупной фракции от 15,3 до 56,9 %).

В ходе исследований, определен дополнительный идентификационный признак наличия табака в составе некурительного продукта – содержание табачных специфических нитрозаминов (TSNA): N-нитрозонорникотин (NNN) и 4-(метил-нитрозамино)-1-(3-пиридил)-1-

бутанон (NNK), входящих в перечень приоритетных токсических компонентов списка ВОЗ (группа IARC 1). TSNA образуются во время сушки табака и содержатся только в табачном сырье, сигаретном дыме и некурительных табачных изделиях орального потребления.

Для определения TSNA используется метод UHPLC-MS/MS, включающий сочетание высокоэффективной жидкостной хроматографии с изотопным разбавлением и тандемной масс-спектрометрии с детектированием на электроспреевом источнике в режиме положительной полярности (аналитическая колонка: Supelco Discovery HS-C18, защитная колонка: Waters Symmetry C18, фильтр перед колонкой PEEK Upchurch Scientific).

Результаты количественного определения табачных специфических нитрозаминов в образцах некурительной продукции орального потребления, представлены в таблице 3.

*Таблица 3*

**Содержание TSNA в некурительных изделиях орального потребления**

| TSNA | | Некурительная продукция орального потребления | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | табачная | | | | нетабачная никотинсодержащая | |
| | | образец 1 | образец 2 | образец 3 | образец 4 | образец 5 (на основе чая) | образец 6 на основе МКЦ |
| NNN | нг/г | 1,68 | 2,00 | 2,01 | 3,18 | - | - |
| NNK | мкг/г | 0,09 | 0,21 | 0,24 | 0,24 | - | - |

* NNN предел обнаружения 1 нг/г;
NNK предел обнаружения 0,01 мкг/г

Как видно из табл. 3, табачные специфические нитрозамины (NNN и NNK) в образцах табачных продуктов количественно определены, в отличии от никотинсодержащих продуктов на основе растительного сырья или микрокристаллической целлюлозы. Следовательно, признаками отличия некурительных табачных изделий от нетабачных никотинсодержащих продуктов орального потребления является наличие табака в ингредиентном составе, подтверждаемое структурными признаками продукта и содержанием табачных специфических нитрозаминов.

В результате исследований:

– разработана база данных «Качественные показатели некурительных табачных изделий орального потребления» (Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024621170 от 19.03.2024), получен Патент RU 2 822 621 C1 от 10/07/2024 «Способ идентификации некурительных табачных изделий орального потребления по массовой доле фракций табачного сырья»;

– установлен комплекс идентификационных признаков табака жевательного:

- оральный способ потребления;
- потребительские показатели: наличие табачного сырья в виде обрывков различного размера с содержанием крупной фракции не менее 15 %, со специфическим табачным запахом, коричневого цвета с оттенками, вкус от нейтрального до соленого;
- показатели токсической нагрузки: содержание никотина (до 3%) и количественное определение табачных специфических нитрозаминов TSNA (NNN, NNK).

**Выводы**

1. Разработана «Методика определения фракционного состава некурительных табачных изделий орального потребления методом ситового анализа» (Свидетельство № 022-01.00281-2013-2022), зарегистрирована в Государственном реестре средств измерений ФГИС Аршин (ФР.1.31.2022.43935 от 02.09.2022).

2. Определен основной идентификационный показатель табака жевательного – содержание крупной фракции обрывков табачных листьев не менее 15%, устанавливаемый инструментально с применением метода ситового анализа.

3. Установлены отличительные признаки некурительных табачных изделий от нетабачных никотинсодержащих продуктов – наличие табака в ингредиентном составе, подтверждаемое структурой продукта и содержанием табачных специфических нитрозаминов (NNN и NNK), определяемых методом хромато-масс-спектрометрии (UHPLC-MS/MS).

4. Разработана методика «Комплексная оценки некурительной табачной продукции орального потребления» и установлен регламент проведения идентификации.

5. Получено Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024621170 от 19.03.2024 г. «Качественные показатели некурительных табачных изделий орального потребления».

6. Получен Патент RU 2 822 621 C1 от 10.07.2024 «Способ идентификации некурительных табачных изделий орального потребления по массовой доле фракций табачного сырья».

## Литература

1. URL: https://www.who.int/ru/news/item/16-01-2024-tobacco-use-declines-despite-tobacco-industry-efforts-to-jeopardize-progress.

2. Калашников С.В., Шкидюк М.В. Идентификационные признаки некурительной табачной продукции // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 2. С. 25–32. URL: https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-2-25-32.

3. Патент № 2649235C2. Бездымная табачная композиция, содержащая нетабачные волокна, и способ ее приготовления. URL: https://patents.google.com/patent/RU2649235C2/ru.

4. Regulating nicotine and tobacco products. URL: https://www.who.int/tobacco/industry/product_regulation/tobreg/en.

5. Шкидюк М.В., Дон Т.А., Бедрицкая О.К. Комплексная оценка некурительной никотинсодержащей продукции // Вестник ВГУИТ. 2021. № 83(1). С. 179-186. URL: https://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-1-179-186.

6. Cullen J.W., Blot W., Henningfield J. [and etc.]. The health consequences of using smokeless tobacco. A report to the Advisory Committee to the Surgeon General // Public Health Service. 1986, Jul-Aug. Vol. 101 (4). P. 355-73.

7. Hoffman D., Djordjevic M.V. Chemical composition and carcinogenicity of smokeless tobacco // Adv. Dent. Res. 1997. Sep.11(3). P. 322-3299. DOI: 10.1177/08959374970110030301.

8. Дон Т.А. Совершенствование технологий некурительных табачных изделий: автореф. дис. … канд. техн. наук. Краснодар, 2017. 25 с.

9. Калашников С.В. Фракционирование – основной способ идентификации некурительных табачных изделий // Новые технологии. 2023. № 19 (2). С. 39-46. URL: https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-2-39-46.

10. Davis D.L., Nielsen M.T. Tobacco: Production, Chemistry and Technology – A Monograph preview // Bull. Spec. CORESTA Congress, Brighton. 1998. P. 10-21.

11. ГОСТ Р 51293-2022. Оценка соответствия. Общие правила идентификации продукции для целей подтверждения соответствия. Введ. 2022-06-01. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200184197.

12. Федеральный закон РФ от 23.02.2013 г. № 15-ФЗ «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_142515.

13. Федеральный закон РФ от 31 июля 2020 г. № 303-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросу охраны здоровья граждан от последствий потребления никотинсодержащей продукции». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358791.

14. Технический регламент Таможенного союза «Технический регламент на табачную продукцию» (ТР ТС 035/2014). URL: http://standartgost.ru/gTP.

15. Федеральный Закон РФ от 22 декабря 2008 г. № 268-ФЗ «Технический регламент на табачную продукцию». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82841/

16. ГОСТ 30038-93 (ИСО 2881:77). Табак и табачные изделия. Определение алкалоидов в табаке. Спектрофотометрический метод. Введ. 1995-01-01. М.: Изд-во стандартов, 1995. 11 с.

17. Методика определения фракционного состава некурительных табачных изделий орального потребления методом ситового анализа. Свидетельство об аттестации методики (метода) измерений № 022-01.00281-2013-2022. Регистрационный код МИ: ФР.1.31.2022.43935.

18. Лабораторный контроль табачного сырья, нетабачных материалов и табачной продукции. Учебно-методическое пособие / ГНУ ВНИИТТИ. Краснодар: Просвещение-Юг, 2014. 239 с.

19. Методика дегустационной оценки некурительных табачных изделий. № 26/19919, 2015. URL: https://kubstu.ru/data/fdlist/FDD0471.pdf?85bzqq.

20. CRM 69 – Determination of pH in Tobacco and Tobacco Products. URL: https://www.coresta.org/determination-ph-tobacco-and-tobacco-products-29192.html.

21. CRM No. 72 – Determination of tobaccospecific nitrosamines in tobacco and tobacco products by LC-MS/MS. 2017, July. URL: https://www.coresta.org/sites/default/files/technical_documents/main/CRM_72-July2017.pdf.

УДК 663.97 (083.74)

# РАЗРАБОТКА НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ И МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ НИКОТИНСОДЕРЖАЩЕЙ ПРОДУКЦИИ

**Калустова И.Г.,** *канд. техн. наук,* **Смирнова Е.Ю.,** *канд. техн. наук*

В последнее время приобретает популярность никотинсодержащая и безникотиновая продукция, представляющая альтернативу курительным изделиям [1]. Этот сегмент рынка имеет большое видовое многообразие как по формам выпуска, так и по способам потребления. Результаты опросов 2019–2023 гг. показали перераспределение потребления курительных изделий и никотинсодержащей продукции в пользу роста последнего. За анализируемый период времени наиболее востребованной остается курительная продукция, однако к ней вплотную приблизились и стали вторыми по популярности электронные сигареты, вейпы, третьими – электронные средства нагревания табака.

К никотинсодержащей и безникотиновой продукции относятся такие виды изделий как никотинсодержащие и безникотиновые жидкости, бестабачные смеси для нагревания, изделия с бестабачной смесью, изделия с нагреваемым табаком (табак нагреваемый), никотинсодержащие изделия орального потребления (никпэки).

В международной и отечественной практике техническое регулирование данной продукции находится на стадии формирования, единый глобальный подход к техническому регулированию отсутствует. Возникает необходимость предъявления технических требований и установления методов контроля качества такой продукции. Республикой Армения разрабатывается проект Технического регламента ЕАЭС на никотинсодержащую и безникотиновую продукцию. В регламенте будут установлены единые обязательные для применения и исполнения на таможенной территории Союза требования к никотинсодержащей и безникотиновой продукции (в том числе к наполнителям никотинсодержащих и безникотиновых изделий), а также формы оценки их соответствия, правила идентификации, требования к маркировке и правилам ее нанесения для обеспечения свободного перемещения продукции на территории ЕАЭС.

Действующим законодательством Российской Федерации уже частично предприняты меры регулирования производства, продажи и

потребления никотинсодержащей продукции. Так, в 2020 г. в Федеральный закон № 15-ФЗ, внесены изменения и в само название – «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма, последствий потребления табака или потребления никотинсодержащей продукции», и введены дополнительные положения: ограничение по концентрации никотина в никотинсодержащей жидкости или растворе никотина до 20 мг/мл; запрет потребления никотинсодержащей продукции и кальянов во всех общественных местах, где ранее установлен запрет на курение табака. Важнейшим дополнением стал запрет на продажу никотинсодержащей продукции, кальянов и устройств для потребления никотинсодержащей продукции несовершеннолетним, а также существенные ограничения торговли этими продуктами. Кроме того, появился запрет рекламы никотинсодержащей продукции, устройств для ее потребления, кальянов, спонсорства никотинсодержащей продукции и любое стимулирование ее продажи.

Для целей технического регламента необходимо разработать ряд стандартов по предъявлению технических требований и установлению методов контроля качества такой продукции.

На отдельные виды никотинсодержащей продукции институтом уже разработаны и действуют национальные стандарты [2, 3]. К ним относится ГОСТ Р 57458-2017 «Табак нагреваемый. Общие технические условия» с Изменением № 1, касающемся дополнения его методикой определения оксидов азота в аэрозоле как дополнительного показателя отсутствия горения/тления. Также действует ГОСТ Р 58109-2018 «Жидкости для электронных систем доставки никотина. Общие технические условия». В 2023 году в соответствии с программой национальной стандартизации разработано Изменение № 1 в национальный стандарт на жидкости, основными моментами которого являлось установление ограничения массовой концентрации никотина в жидкости до 20 мг/см$^3$ (приведено в соответствие с 15-ФЗ), введены требования на запрет применения в качестве сырья и ингредиентов растений, содержащих наркотические вещества или психотропные вещества, либо их прекурсоры, в том числе изомеры тетрагидроканнабинола (например, каннабидиол) и обязательное Приложение Б с перечнем веществ и растений, которые не допускается использовать при производстве жидкостей для ЭСДН. Изменения коснулись также маркировки продукции и некоторых уточнений в методике.

Изменение № 1 в национальный стандарт ГОСТ Р 58109-2018 «Жидкости для электронных систем доставки никотина. Общие технические условия» введено в действие с 1 марта 2024 г. (Приказ Росстандарта № 1124-ст от 12 октября 2023 г.).

По Постановлению Правительства России № 2425 от 23 декабря 2021 года «Об утверждении единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации, и единого перечня продукции, подлежащей декларированию соответствия, внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 г. № 2467

и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации» никотинсодержащая продукция, а именно три позиции – табак нагреваемый, жидкости для ЭСДН и электронные системы доставки никотина одноразового использования, заполненные жидкостью (только в части жидкости для ЭСДН) с 01.09.2023 г. подлежат обязательному подтверждению соответствия в форме декларирования на национальные стандарты РФ.

Еще для одного вида никотинсодержащей продукции лабораторией стандартизации и качества института разработан, утвержден Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 109-ст от 27 февраля 2023 года и введен в действие с 1 июля 2023 года национальный стандарт ГОСТ Р 70654-2023 «Бестабачная смесь для нагревания. Общие технические условия». Данный стандарт устанавливает требования к бестабачной смеси для нагревания, используемой совместно с кальяном, в разделах приведен перечень ингредиентов и материалов, которые используют при изготовлении бестабачной смеси для нагревания и даны их характеристики, установлены требования к маркировке, правила приемки, метод отбора проб и методы контроля, приведены значения повторяемости и воспроизводимости, требования к хранению и транспортировке [4].

В качестве методов контроля стандарт устанавливает определение массы бестабачной смеси для нагревания в потребительской упаковке и определение массовой доли никотина, основанный на перегонке с водяным паром в сильном щелочном растворе пробы бестабачной смеси с дальнейшим определением спектрофотометрическим методом массовой доли никотина в процентах.

Данный стандарт содержит также обязательное приложение с перечнем веществ и растений, которые не допускается использовать при производстве бестабачной смеси для нагревания.

Для целей технического регламента ЕАЭС «Технический регламент на никотинсодержащую продукцию» лабораторией стандартизации и качества впервые разработан межгосударственный стандарт ГОСТ 35068-2024 «Табак нагреваемый, изделия с бестабачной смесью, жидкости для электронных систем доставки никотина, никотинсодержащие изделия орального потребления (никпэки), бестабачные смеси для нагревания. Определение никотина в наполнителе». Стандарт устанавливает методы определения массовой доли никотина в наполнителях никотинсодержащих изделий – это метод газовой хроматографии и спектрофотометрический методом, а также устанавливает стандартные условия при измерении. Метод газовой хроматографии применяется при определении никотина в наполнителях табака нагреваемого, изделий с бестабачной семью, безникотиновых и никотинсодержащих жидкостей и никотинсодержащих изделий орального потребления (никпэках). Спектрофотометрический метод позволяет определить массовую долю никотина в наполнителе бестабачной смеси для нагревания. На

данное время окончательная редакция проекта стандарта проходит рецензирование в Росстандарте для дальнейшего утверждения.

МТК 153 «Табак и табачные изделия», созданным и действующим на базе лаборатории стандартизации и качества института, планируется разработка методов определения целого ряда токсичных веществ, негативно влияющих на организм человека, и ряда стандартов на основе ряда международных стандартов и методик института, таких как:

– ГОСТ «Никотинсодержащие изделия. Сбор аэрозоля с помощью лабораторной курительной машины и определение содержания карбонильных соединений в аэрозоле методом высокоэффективной жидкостной хроматографии/тандемной масс-спектрометрии»;

– ГОСТ «Никотинсодержащие изделия. Сбор аэрозоля с помощью лабораторной курительной машины и определение содержания летучих органических веществ (1,3-бутадиена и бензола) методом газовой хроматографии/масс-спектрометрии»;

– ГОСТ «Никотинсодержащие изделия. Сбор аэрозоля с помощью лабораторной курительной машины и определение содержания полициклических ароматических углеводородов (бенз-а-пирена) методом газовой хроматографии/масс-спектрометрии»;

– ГОСТ «Никотинсодержащие изделия. Сбор аэрозоля с помощью лабораторной курительной машины и определение содержания табачных специфических нитрозаминов в аэрозоле методом высокоэффективной жидкостной хроматографии/тандемной масс-спектрометрии»;

– ГОСТ «Табак нагреваемый, изделия с бестабачной смесью, жидкости для электронных систем доставки никотина, никотинсодержащие изделия орального потребления (никпэки), бестабачные смеси для нагревания. Определение активности воды». Первая редакция межгосударственного стандарта по определению активности воды прошла публичное обсуждение в автоматизированной информационной системе межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (АИС МГС), в настоящее время готовится сводка отзывов на первую редакцию стандарта;

– ГОСТ «Никотинсодержащие изделия. Методика определения объема жидкого наполнителя»;

– ГОСТ «Никотинсодержащие изделия. Методика определения массы наполнителя».

Для никотинсодержащей продукции опубликован ряд международных стандартов ISO на определение никотина в аэрозоле – газохроматографический метод, определение отдельных карбонилов в аэрозоле. Также, международная организация CORESTA опубликовала письмо, в котором упоминает, что появились новые методы на сбор аэрозоля изделий с табаком нагреваемым – это три метода для трех систем нагревания табака: аэрозольный (типа Ploom, когда сначала нагреваемая жидкость образует аэрозоль, который проходит через табак), угольный (когда тлеющий уголь нагревает воздух и последний при затяжке просасывается через табак) и электрический.

С 2023 года разрабатываются новые стандарты ISO – это ISO/NP 24 198 «Паровые продукты. Аналитический метод измерения содержания металлов в выбросах продуктов паров электронных сигарет», стандарты по определению содержания никотина и pH для никпэков, а также ISO/PWI 5622 «Системы нагревания табака – Монооксид углерода».

В дальнейшем такие международные стандарты ISO и новые методики могут стать основой межгосударственных стандартов для никотинсодержащей продукции.

## Литература


1. Кандашкина И.Г., Самойленко Н.П., Смирнова Е.Ю., Белинская Н.Г. [и др.]. Разработка нормативной документации на табачную продукцию и новые виды никотинсодержащей продукции // Состояние и перспективы мировых научных исследований по табаку, табачным изделиям и инновационной никотинсодержащей продукции: матер. I международной научной конференции (17 ноября 2020 г.). Краснодар, 2020. С. 36-51.
2. Кандашкина И.Г., Самойленко Н.П., Мирных Л.А., Громова Л.И. Национальные стандарты на никотинсодержащую продукцию // Состояние и перспективы инновационных исследований и разработок для табачной отрасли. Коллективная монография / ФГБНУ ВНИИТТИ. Краснодар: Просвещение-Юг, 2021. Вып. 183. С. 74-80. DOI: 10.48113/496_2021_74-80.
3. Кандашкина И.Г., Гнучих Е.В., Самойленко Н.П. Разработка стандартов для табачной отрасли на новые виды продукции // Стандарты и качество. 2020. № 8. С. 54-58.
4. Калустова И.Г., Смирнова Е.Ю., Самойленко Н.П., Белинская Н.Г., Громова Л.И. Обзор и перспективы нормативной базы никотинсодержащей продукции // Состояние и перспективы мировых научных исследований по табаку, табачным изделиям и инновационной никотинсодержащей продукции: сб. научных трудов II междунар. науч. конф. (22 июня 2023 г.). Краснодар, 2023. С. 39-43. DOI: 10.48113/496_2023_39-43.


УДК 663.97 (083.75)

# АКТУАЛИЗАЦИЯ СТАНДАРТОВ ТАБАЧНОЙ ОТРАСЛИ С УЧЕТОМ МЕЖДУНАРОДНЫХ ТРЕБОВАНИЙ

**Смирнова Е.Ю.,** *канд. техн. наук,* **Калустова И.Г.,** *канд. техн. наук,* **Самойленко Н.П.**

В современных рыночных условиях стандарты на продукцию и методы ее испытания имеют огромное значение – способствуют эффективности производства; путем обеспечения стабильного качества производимых изделий с высокой степенью сопоставимости они повышают доверие потребителей; служат основой и общим техническим подходом

для всех торговых партнеров на мировом рынке, делая крупный вклад в устранение технических барьеров.

В Российской Федерации организацию разработки стандартов проводит межгосударственный технический комитет по стандартизации МТК 153 и национальный технический комитет ТК 153 «Табак и табачные изделия», созданный на базе ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий» (ФГБНУ ВНИИТТИ) и действующий уже около 30 лет [1]. МТК 153 и ТК 153 берут за основу разработки международного технического комитета ИСО/ТК 126 «Табак и табачные изделия».

Определяющими задачами стандартизации являются поддержание фонда национальных стандартов на табачную продукцию на современном научно-техническом уровне, обеспечение качества и безопасности продукции, технологических процессов производства; повышение конкурентоспособности табачной продукции; разработка межгосударственных стандартов на единые методы испытаний табачной продукции, определение показателей качества и безопасности.

Институт проводит работы по стандартизации табачной продукции на основании собственных исследований и путем разработки гармонизированных стандартов международным стандартам ISO, учитывая новейшие разработки, методы и методики испытания табачных изделий.

Основные требования, предъявляемые к продукции табачной отрасли – это качество и безопасность. Ведущая роль в выполнении этих требований принадлежит стандартам, в которых определены показатели качества, установлены методы контроля, нормы, правила и характеристики, обеспечивающие получение продукции с заданными показателями.

Для поддержания фонда нормативной документации табачной отрасли на современном научно-техническом уровне, создания доказательной базы для технических регламентов, гармонизации методов контроля качества и безопасности табачных изделий лабораторией стандартизации и качества института постоянно проводится актуализация действующих стандартов с новыми версиями международных стандартов на методы измерений с целью признания результатов испытаний для оценки соответствия.

На курительную табачную продукцию распространяется действие технического регламента Таможенного союза ТР ТС 035/2014 «Технический регламент на табачную продукцию» (далее ТР ТС 035/2014). ТР ТС 035/2014 устанавливает обязательные для применения и исполнения требования к курительной табачной продукции, выпускаемой в обращение на единой таможенной территории, а также требования к информации данной продукции на потребительской упаковке для обеспечения ее свободного перемещения.

Сигареты с фильтром – основной вид курительных табачных изделий, производимых и реализуемых во всем мире. Для получения продукции с заданными стабильными показателями большое значение

имеет контроль на всех этапах ее производства, обеспечивающий получение информации и возможность воздействия на технологические процессы производства с целью улучшения показателей качества и безопасности сигарет.

Общая схема контроля процесса изготовления сигарет включает определение физических и технологических характеристик продукции.

Отбор проб является важной операцией, направленной на обеспечение достоверных результатов при проведении исследований и измерений продукции. Отбор проб сигарет необходим изготовителям для определения показателей безопасности (смола, никотин, монооксид углерода), для контроля физических и технологических характеристик. Также отбор проб сигарет проводится при контроле продукции на стадии обращения на рынке.

При проведении контроля сигарет с использованием стандартизованных методик полученные результаты во многом зависят от анализируемой пробы, большое значение имеет место отбора проб, периодичность отбора и объем выборки [2].

В 2016 году лабораторией стандартизации и качества ФГБНУ ВНИИТТИ разработан и введен в действие межгосударственный стандарт ГОСТ 31632-2016 (ISO 8243:2013) «Сигареты. Отбор проб», модифицированный по отношению к международному стандарту ISO8243:2013 Сигареты. Отбор проб («Cigarettes Sampling»).

Стандарт устанавливает методы отбора проб сигарет, дает оценку, основанную на статистической обработке данных по доверительным интервалам для результатов определения смолы, никотина и монооксида углерода, которые могут быть получены при отборе проб в соответствие с настоящим стандартом и последующим определением их содержания стандартизованными методами.

В зависимости от места отбора в стандарте установлены два метода отбора проб от генеральной совокупности конкретного наименования сигарет.

Производственный процесс изготовления сигарет осуществляется в течении определенного периода времени. При контроле продукции на результаты испытаний влияют методы испытаний и такие факторы, как изменение массы сигарет, влажности табака, характеристик материалов в разных партиях (сигаретной и ободковой бумаги, бумаги фильтров, жгутов фильтрующего материала), неоднородность качества табака в табачной мешке, износ оборудования и т.д. Это приводит к изменению параметров составных частей сигарет при изготовлении, что оказывает влияние на содержание смолы, никотина, монооксида углерода.

В 2019 году разработано Изменение № 1 к межгосударственному стандарту ГОСТ 31632-2016 (ISO 8243:2013) «Сигареты. Отбор проб» на основании предложений от организаций и стран, на территории которых принят этот стандарт. Разработка Изменения № 1 к данному стандарту обусловлена необходимостью приведения некоторых пунктов стандарта

в соответствие требованиям ТР ТС 035/2014. В Изменении № 1 уточнено, что отбор проб проводится обученным отборщиком проб, а не независимой организацией. В разделе «Метод отбора проб в течение «продолжительного» периода времени» отмечена необходимость испытания каждой разовой выборки после отбора проб, а не хранение ее для испытаний до окончания отбора проб, что позволит исключить проблемы со старением пробы и учесть колебания определяемых показателей в сигаретах при проведении испытаний. Важные изменения коснулись раздела «Статистическая оценка и представления результатов». Здесь исключено упоминание подтверждения информации на пачке, а также добавлено применение доверительных интервалов по смоле, никотину, монооксиду углерода в зависимости от метода отбора проб для получения достоверных результатов испытаний по компонентам табачного дыма.

Межгосударственный стандарт ГОСТ 31632-2016 (ISO 8243:2013) включен в перечень стандартов, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов, необходимых для применения и исполнения требований технического регламента Таможенного союза на табачную продукцию. Применение единых методов отбора проб для контроля сигарет способствует повышению уровня качества и безопасности табачной продукции, ее конкурентоспособности.

ТР ТС 035/2014 устанавливает показатели безопасности для сигарет с фильтром, а именно: содержание никотина, смолы и монооксида углерода в дыме. Для определения показателей безопасности табачного дыма проводят машинное прокуривание сигарет. Процедура прокуривания установлена в межгосударственном стандарте ГОСТ ISO 3308-2015 «Машина обычная лабораторная для прокуривания сигарет (курительная машина). Определения и стандартные условия», идентичном по отношению к международному стандарту ISO 3308:2012 «Routine analytical cigarette-smoking machine. Definitions and standard conditions».

ГОСТ ISO 3308-2015 устанавливает параметры и стандартные условия, которые необходимо соблюдать при прокуривании сигарет на курительной машине: объем и профиль затяжки, продолжительность и частота затяжек, длина окурка, а также требования к курительной машине, дающие возможность использовать ее при стандартных условиях.

При прокуривании сигарет и последующем определении компонентов табачного дыма применяют контрольные образцы для оценки стабильности аналитических процессов [3]. Контрольный образец – это группа сигарет одной партии, изготовленной при строго контролируемых производственных условиях. Контрольные образцы в контролируемой партии должны иметь стабильные значения смолы, никотина и монооксида углерода в табачном дыме.

Результаты прокуривания и анализов контрольных образцов оценивают с помощью контрольных карт, на которые нанесены границы регулирования (контрольные границы).

Контрольные образцы также используются для межлабораторных сравнительных испытаний по определению количества смолы, никотина и монооксида углерода в идентичных образцах сигарет или для сравнения аналитических процессов между лабораториями. Для этих целей обычно используются контрольные образцы сигарет, например, контрольные образцы Международного центра по изучению табака (CORESTA). Контрольные образцы, используемые при ежедневных испытаниях, изготовитель может производить сам.

При изготовлении контрольного образца устанавливаются требования к табачному сырью; нетабачным материалам (сигаретная бумага, фильтры); физическим характеристикам (длина изделия, его диаметр, масса, перепад давления, масса табака, влажность табака); регламентируются показатели табачного дыма (смола, никотин, монооксид углерода); число затяжек. Резаный табак, используемый при изготовлении контрольного образца, должен состоять из табачного сырья одного сорта, однородного по физическим и химическим характеристикам, без ароматизаторов или умягчителей, чтобы исключить неоднородность табачной мешки, в которой, в основном, используется табачное сырье, прошедшее процесс стрипсования – удаление главной жилки табачного листа. Допускается использование глицерина в качестве умягчителя. Качество резаного табака контролируется по ширине волокна и его влажности [4].

В процессе изготовления контрольные образцы сигарет необходимо проверять с возможной точностью по отклонению массы резаного табака, сопротивлению затяжке и диаметра изделия. Для получения необходимой стабильности физических, химических характеристик, содержания компонентов табачного дыма необходимо увеличить количество контрольных измерений этих показателей качества.

Контроль массы является очень важным, так как изменение массы резаного табака в сигарете приводит к количественным изменениям компонентов табачного дыма.

В 2017 году разработан межгосударственный стандарт ГОСТ 31629–2017 (ISO 16055:2012) «Табак и табачные изделия. Контрольный образец. Требования и применение», модифицированный по отношению к ISO 16055:2012 «Tobacco and tobacco products. Monitor test piece. Requirements and use», в котором установлены требования к контрольному образцу и его применению. Стандарт устанавливает правила применения контрольных образцов в зависимости от типа курительной машины: ротационной и линейной. Общим принципом является оценка стабильности основных параметров с помощью контрольных карт. Также в стандарте даны примеры расчета границ контрольных карт: для линейной курительной машины – карта средних значений и карта стандартных отклонений; для ротационной курительной машины – карта средних значений и карта скользящих размахов. Применение контрольных карт осуществляется в соответствие с ГОСТ Р ИСО 7870-2-2015 «Статистические методы. Контрольные карты. Часть 2. Контрольные карты Шухарта».

Содержание никотина в дыме одной сигареты не должно превышать 1,0 мг/сиг. Для определения никотина в табачном дыме используют действующий межгосударственный стандарт ГОСТ 30570-2015 (ISO 10315:2013) «Сигареты. Определение содержания никотина в конденсате дыма. Метод газовой хроматографии», модифицированный к международному стандарту ISO 10315:2013 «Cigarettes. Determination of nicotine content in smoke condensates. Gas-chromatographic method». Этот стандарт является частью комплекса межгосударственных стандартов к ТР ТС 035/2014, которые устанавливают методы определения влажного и не содержащего никотин сухого конденсата в дыме сигарет.

Использование газохроматографического метода определения никотина в конденсате дыма повышает точность определения никотина и позволяет прокуривать сигареты, используя строго контролируемый набор параметров.

Международной организацией ISO в 2021 году разработана новая версия международного стандарта ISO 10315:2021 «Cigarettes. Determination of nicotine in total particulate matter from the mainstream smoke. Gas-chromatographic method» с целым рядом изменений по отношению к предыдущему изданию, касающихся хранения экстракционных и калибровочных растворов, обновления данных по повторяемости и воспроизводимости метода определения содержания никотина во влажном конденсате главной струи дыма, расчета уравнения линейной регрессии для калибровки с помощью регрессионного анализа с площадью соотношения в соответствии с концентрациями никотина.

С целью гармонизации межгосударственного стандарта ГОСТ 30570-2015 (ISO 10315:2013) в 2023 году институтом разработан проект стандарта ГОСТ 30570- (ISO 10315:2021) «Сигареты. Определение содержания никотина во влажном конденсате главной струи дыма. Метод газовой хроматографии». В настоящее время данный проект проходит экспертизу в институте стандартизации, после чего будет направлен на утверждение.

Одними из важных показателей качества, технологических и курительных свойств сигарет являются сопротивление затяжке сигарет и перепад давления фильтрпалочек.

При определении показателей безопасности сигарет перед их прокуриванием измеряют сопротивление затяжке. Сопротивление затяжке влияет на курительные свойства сигарет и уровень показателей токсичности табачного дыма. Колебание величины данного показателя может характеризовать качество технологического процесса изготовления сигарет [6].

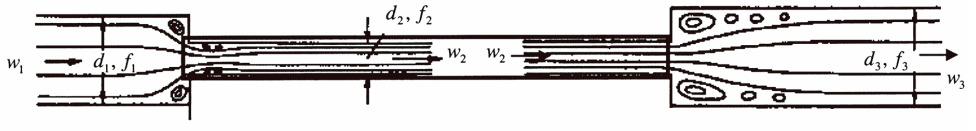
Перепад давления фильтрпалочек характеризует способность фильтра к удержанию токсичных веществ табачного дыма при прокуривании сигарет, а также оказывает влияние на их внешний вид и курительные свойства, что обусловливает необходимость измерения данного параметра перед изготовлением сигарет и при разработке их конструкции.

С целью актуализации методов определения сопротивления затяжке сигарет и перепада давления фильтрпалочек и соответствия международным требованиям при проведении испытаний табачной продукции в 2019 году разработан и введен в действие новый межгосударственный стандарт ГОСТ 34527-2019 (ISO 6565:2015) «Табак и табачные изделия. Сопротивление затяжке сигарет и перепад давления фильтрпалочек. Стандартные условия и измерение», гармонизированный с последней версией ISO 6565:2015 «Tobacco and tobacco products. Draw resistance of cigarettes and pressure drop of filter rods. Standard conditions and measurement».

Для калибровки прибора по сопротивлению затяжке применяют сменные калибры, изготовленные из стекла, с десятью капиллярами.

При проведении калибровки стеклянный многокапиллярный калибр помещают в держатель калибровочного устройства. Через калибр просасывается постоянный поток воздуха, который проходит через устройство измерения объемного расхода, которое в свою очередь соединено с выходным потоком держателя. Устройство измерения объемного расхода воздуха может быть с поршневым или вакуумным приводом.

В качестве калибровочного контроля лаборатория должна иметь набор эталонных калибров. Это как минимум два калибра различных уровней перепада давления, которые охватывают диапазон выполняемых измерений перепада давления (рис. 1).




$w_1$ – скорость потока воздуха во входном конце; $d_1$ – диаметр входного конца; $f_1$ – площадь входного конца; $w_2$ – скорость потока воздуха в трубке; $d_2$ – диаметр трубки; $f_2$ – площадь трубки; $w_3$ – скорость потока воздуха в выходном конце; $d_3$ – диаметр выходного конца; $f_3$ – площадь выходного конца

Рис. 1. Стеклянный многокапиллярный калибр с потоками воздуха, проходящими через него, во время калибровки

Каждый калибр должен иметь сертификат калибровки со следующей информацией:

– наименование продукта и уникальный ссылочный номер;
– дата испытания;
– температура атмосферы испытаний;
– относительная влажность испытаний;
– атмосферное давление во время испытаний;
– описание испытательного устройства и прослеживаемых эталонных серийных номеров всего измерительного оборудования;
– пределы погрешности измерений.

Еще одним показателем безопасности сигарет, для которого установлены нормы в ТР ТС 035/2014, является содержание смолы в табачном дыме, которое не должно превышать 10 мг/сиг.

Для определения никотина и смолы собирают твердо-жидкую фазу дыма при прокуривании сигарет на курительной машине. В дальнейшем определяют воду и никотин, оставшуюся массу конденсата на фильтре считают смолой.

В 2022 году разработаны и с 01.01.2023 года введены в действие два межгосударственных стандарта – ГОСТ 30571-2022 (ISO 4387:2019) «Сигареты. Определение содержания влажного и не содержащего никотин сухого конденсата (смолы) в дыме сигарет с помощью лабораторной курительной машины» и ГОСТ 30622.1-2022 (ISO 10362-1:2019) «Сигареты. Определение содержания воды в конденсате дыма. Метод газовой хроматографии».

ГОСТ 30571-2022 (ISO 4387:2019) модифицирован по отношению к новой версии международного стандарта ISO 4387:2019 «Cigarettes. Determination of total and nicotine-free dry particulate matter using a routine analytical smoking machine».

Настоящий стандарт устанавливает метод определения содержания влажного конденсата с целью последующего определения не содержащего никотин сухого конденсата в главной струе сигаретного дыма, полученной и собранной при использовании обычной лабораторной курительной машины. Значение содержания влажного и не содержащего никотин сухого конденсата (смолы) заносят в протокол испытаний, который включен в доказательную базу при обязательном подтверждении соответствия сигарет по ТР ТС 035/2014.

Межгосударственный стандарт ГОСТ 30622.1-2022 (ISO 10362-1:2019) «Сигареты. Определение содержания воды в конденсате дыма. Метод газовой хроматографии» модифицирован по отношению к новой версии международного стандарта ISO 10362-1:2019 «Cigarettes. Determination of water in total particulate matter. Gas-chromatographic method». В стандарте установлен метод определения содержания воды в конденсате дыма. Данный показатель (содержание воды) необходим для расчета значения содержания смолы, которая определяется как разность между содержанием влажного конденсата, полученного при прокуривании сигарет на курительной машине, и содержанием воды и никотина при определении показателей безопасности сигарет.

Основные изменения по отношению с предыдущим изданием касаются добавления альтернативных газохроматоргафических процедур с использованием альтернативных газохроматоргафических колонок (как насадочных, так и капиллярных). Также обновления стандарта коснулись оценки для пределов повторяемости (r) и предела воспроизводимости (R).

Принцип метода газовой хроматографии основан на растворении всего конденсата дыма из главной струи табачного дыма в растворите-

ле, содержащем внутренний стандарт. Определяют содержание воды в аликвотной части раствора и рассчитывают содержание воды в конденсате дыма из главной струи дыма.

Новая версия ISO для определения содержания воды в общем количестве конденсата дыма предлагает использование альтернативных газохроматографических колонок. Если они используются, необходимо убедиться, что пики воды и внутреннего стандарта хорошо разделяются от пиков других компонентов дыма и растворителя. Альтернативные колонки требуют использования специальных систем впрыска. Подходящие условия работы могут варьироваться в зависимости от типа используемой колонки.

Обновление пределов повторяемости (r) и воспроизводимости (R) в последней версии ISO основано на данных крупных международных сличительных испытаний, проведенных в 2016 году с участием 64 лабораторий.

В настоящее время в соответствии с Программой национальной стандартизации ведется разработка межгосударственного стандарта ГОСТ «Табак и табачные изделия. Атмосферы для кондиционирования и испытаний», идентичного международному стандарту ISO 3402:2023 «Tobacco and tobacco products – Atmosphere for conditioning and testing».

Проект ГОСТ «Табак и табачные изделия. Атмосферы для кондиционирования и испытаний» устанавливает атмосферные условия для кондиционирования и проведения испытаний образцов табака и табачных изделий. Стандарт применяют к сигаретам, табаку, а также к другим табачным изделиям и материалам, используемым при производстве табачных изделий, для которых необходимо предварительное кондиционирование.

Разработка данного стандарта обусловлена необходимостью установления атмосферных условий для кондиционирования и проведения испытаний образцов табака и табачных изделий для целей контроля качества и безопасности табачных изделий и признания результатов испытаний для последующей оценки соответствия.

Первая редакция межгосударственного стандарта на атмосферы для кондиционирования прошла публичное обсуждение в автоматизированной информационной системе межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (АИС МГС), в настоящее время готовится сводка отзывов на первую редакцию стандарта.

Перечисленные выше межгосударственные стандарты обеспечивают исполнение требований ТР ТС 035/2014 и включены в Перечень стандартов, необходимых для применения и исполнения требований технического регламента Таможенного союза. В связи с актуализацией стандартов данный Перечень требует пересмотра.

К курительной продукции относится такой вид изделий как табак для кальяна, который пользуется популярностью среди потребителей. Табак для кальяна попадает под действие ТР ТС 035/2014, однако показатели безопасности для него не установлены. С другой стороны, на

данный вид курительных изделий отсутствуют национальные и межгосударственные стандарты, к нему не предъявлены технические требования и не установлены методы контроля качества.

По предложению отечественной табачной промышленности в 2024 году впервые начата разработка национального стандарта ГОСТ Р «Табак для кальяна. Общие технические условия».

В проекте стандарта установлены требования к сырью, ингредиентам и материалам, которые используют при изготовлении табака для кальяна, правила приемки партий табака для кальяна, метод отбора проб для проведения анализа по определению массовой доли никотина и массы нетто изделия в потребительской упаковке табака для кальяна и методы контроля.

Метод определения массовой доли никотина в табаке для кальяна основан на перегонке с водяным паром в сильном щелочном растворе пробы табака для кальяна с дальнейшим определением спектрофотометрическим методом массовой доли никотина в процентах. Кроме того, в качестве методов контроля в проекте стандарта дана ссылка на методику измерений массовой доли нерастворимой части в табаке для кальяна, позволяющую рассчитать содержание табачного сырья в готовом продукте, что, соответственно, влияет на акциз данного табачного изделия.

Проект стандарта содержит также требования к транспортировке и хранению табака для кальяна. В настоящее время подготовлена окончательная редакция национального стандарта.

Международной организацией по стандартизации ISO опубликован ряд стандартов, представляющих интерес с точки зрения науки с целью разработки новой и актуализации действующей нормативной документации и практического использования в табачной промышленности – это определение специфических нитрозаминов в табачных изделиях, дыме, определение общего содержания никотина в твердых частицах главной струи табачного дыма газохроматографическим методом, определение содержания воды методом Карла Фишера.

Лаборатория стандартизации и качества ФГБНУ ВНИИТТИ, Технический комитет ТК 153 и МТК 153 постоянно проводят работу по стандартизации табачной отрасли с целью поддержания фонда нормативной документации табачной отрасли на современном научно-техническом уровне, создания доказательной базы для технических регламентов, гармонизации методов контроля качества и безопасности табачных изделий, проводится актуализация действующих стандартов с новыми версиями международных стандартов на методы измерений с целью признания результатов испытаний для оценки соответствия.

## Литература

1. Самойленко Н.П., Гнучих Е.В. Актуализация нормативной базы табачной отрасли // Развитие и совершенствование инновационных исследований и разработок для табачной отрасли. Коллективная монография /

ФГБНУ ВНИИТТИ. – Сб. науч. трудов института. Вып. 182. Краснодар: Просвещение-Юг, 2019. С. 180-187.

2. Кандашкина И.Г., Самойленко Н.П., Смирнова Е.Ю., Белинская Н.Г. [и др.]. Разработка нормативной документации на табачную продукцию и новые виды никотинсодержащей продукции // Состояние и перспективы мировых научных исследований по табаку, табачным изделиям и инновационной никотинсодержащей продукции: сб. научных трудов международной научной конференции (17 ноября 2020 г.). Краснодар: Просвещение-Юг, 2020. С. 36-51. DOI: 10.48113/496_2020_36-51.

3. Самойленко Н.П., Кандашкина И.Г., Смирнова Е.Ю. Применение контрольных образцов при определении показателей безопасности сигарет // Новые технологии. 2017. № 2. С. 27-31.

4. Самойленко Н.П., Ястребова А.И., Гнучих Е.В. [и др.]. Разработка методов определения технологических показателей отдельных видов курительных изделий // Новые технологии. 2015. № 1. С. 16-19.

5. Самойленко Н.П., Кандашкина И.Г., Белинская Н.Г., Мирных Л.А. Контроль качества сигарет. Инновационный метод определения сопротивления затяжке сигарет и перепада давления фильтрпалочек // Естественные и технические науки. 2018. № 9. С. 117-120.

УДК 633.71.002.612

## СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТАБАКА КУРИТЕЛЬНОГО ТОНКОРЕЗАНОГО

**Калустова И.Г.,** *канд. техн. наук,* **Смирнова Е.Ю.,** *канд. техн. наук,* **Самойленко Н.П., Белинская Н.Г.**

Одним из видов курительных изделий является табак курительный тонкорезаный, который предназначен для самостоятельного изготовления потребителем курительного изделия путем сворачивания самокрутки, с использованием специальной бумаги с нанесенной полоской клея или путем набивания гильз с фильтром или без фильтра ручной машинкой для изготовления сигарет. Табак курительный тонкорезаный состоит из резаного, рваного, скрученного или спрессованного табака с добавлением или без добавления нетабачного сырья, соусов и ароматизаторов, не менее 25 % веса нетто продукта составляют волокна шириной 1 мм или менее. Данный вид продукции попадает под действие Технического регламента Таможенного союза «Технический регламент на табачную продукцию» (ТР ТС 035/2014).

В России, как и во всем мире, вкусы курильщиков смещаются в сторону потребления натуральных продуктов, которым является табак курительный тонкорезаный [1]. Рост популярности данного вида изделия связан с тем, что потребитель имеет возможность самостоятельно изготавливать курительное изделие с собственным выбором табака, бу-

маги, фильтра или гильзы и устройства для самокруток. Не менее важным является экономический аспект, так как табак курительный тонкорезаный имеет более низкий налог, чем изготовленные на фабрике сигареты, что влияет на ценообразование продукции.

С другой стороны, в настоящее время отсутствует государственное регулирование содержания токсичных компонентов в дыме изделий из табака курительного тонкорезаного, что является усложняющим фактором при разработке продукта пониженного риска с ожидаемыми потребительскими свойствами и технологии его изготовления.

По изложенным выше причинам возникает необходимость комплексного современного подхода к изучению качества изделий из табака курительного тонкорезаного, включающего исследования влияния характеристик табака курительного тонкорезаного на содержание компонентов дыма с учетом конструкции изделий, установления влияния условий и сроков хранения на качество табака курительного тонкорезаного с учетом материала потребительской упаковки, разработки рекомендаций по хранению данного вида курительной продукции и методики прогнозирования содержания никотина и смолы в дыме изделий из табака курительного тонкорезаного.

Исследования проводили на базе лаборатории стандартизации и качества института в несколько этапов. На первом этапе было изучено влияния ширины волокна на химический состав дыма изделий из табака курительного тонкорезаного, проведена дегустационная оценка. На втором этапе выполняли исследование влияния конструкции изделия (диаметр, воздухопроницаемость бумаги) на химический состав дыма.

Материалом для исследований на первом этапе служило резаное табачное сырье сорта Юбилейный с шириной волокна 0,5 мм и 0,8 мм, выращенное на экспериментальном поле ФГБНУ ВНИИТТИ, табачная мешка американского типа, состоящая из табаков сорта Берлей, Вирджиния, Ориентал с шириной волокна 0,6 мм и 0,9 мм, два типа бумаги для самокруток «OCB Premium» (тип А), «OCB Organic Hemp» (тип В). На втором этапе материал для исследований представлял табачную мешку американского типа, состоящую из табаков сорта Берлей, Вирджиния, Ориентал, изготовленную на табачной фабрике «JTI Донской табак», табак курительный тонкорезаный торговых марок «Pepe», «Stanley», «Corsar», «Redmont» и бумага для самокруток: «OCB Premium» (тип А), «OCB Organic Hemp» (тип В), «Mascotte Special» (тип С), «Gizeh Fine Hemp» (тип D).

Установление влияния массы и диаметра изделий на содержание смолы и никотина в дыме, а также влияния типа бумаги в конструкции изделий при одинаковом формате (длине и диаметре) на содержание исследуемых компонентов дыма и колебание их значений представляет большой интерес с точки зрения прогнозирования токсичных веществ в дыме изделий из табака курительного тонкорезаного [2]. Изготовлены опытные образцы с массой табака 400 мг (диаметром 5,2 мм) и массой

табака 750 мг (диаметром 7,2 мм) с использованием бумаги двух типов различного состава и воздухопроницаемости, в которых определен химический состав дыма.

Установлено (рис. 1–4), что увеличение ширины волокна приводит к значительному увеличению содержания никотина и смолы в образцах с табаком сорта Юбилейный и к частичному увеличению никотина и увеличению содержания смолы в образцах с табаком американской мешки.

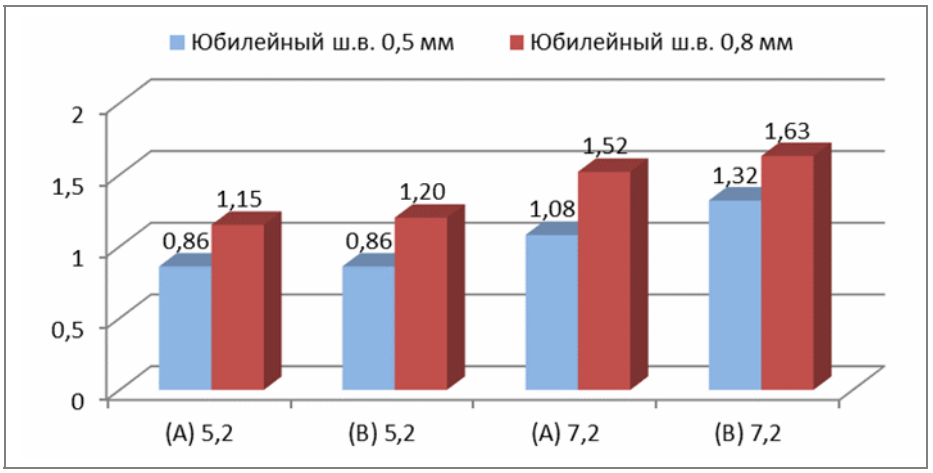



Рис. 1. Содержание никотина (мг/сиг) в образах изделий с табаком сорта Юбилейный с различными видами бумаги (А и В) с диаметром 5,2 мм и 7,2 мм

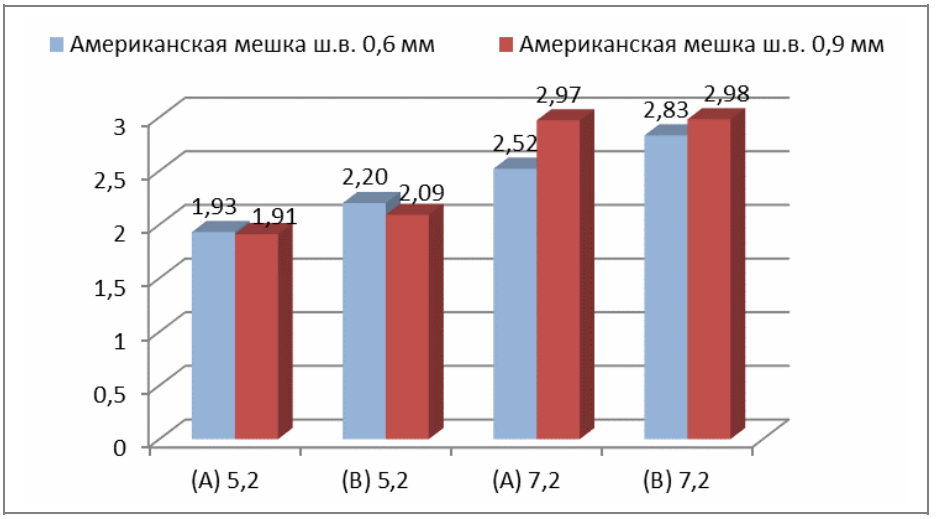



Рис. 2. Содержание никотина (мг/сиг) в образах изделий с американской мешкой с различными видами бумаги (А и В) с диаметром 5,2 мм и 7,2 мм

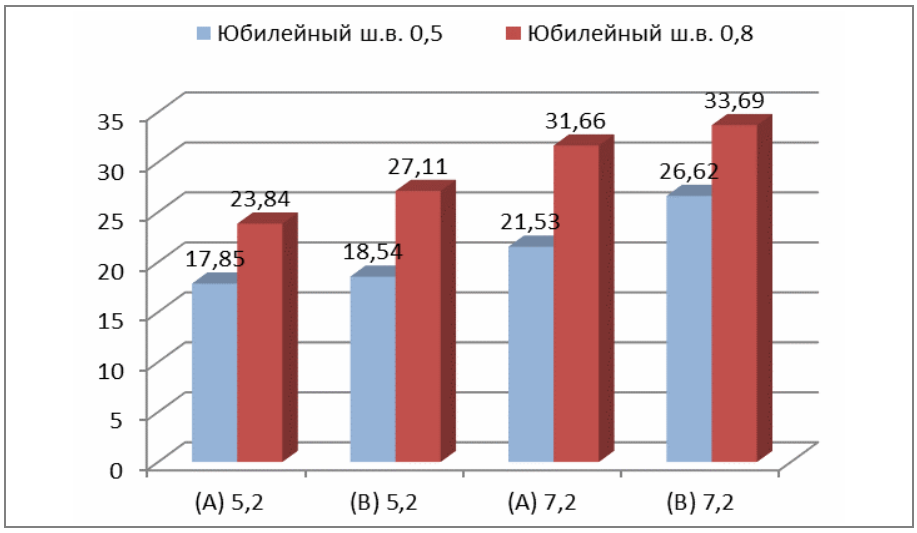



Рис. 3. Содержание смолы (мг/сиг) в образцах изделий с табаком сорта Юбилейный при использовании сигаретной бумаги различной воздухопроницаемости

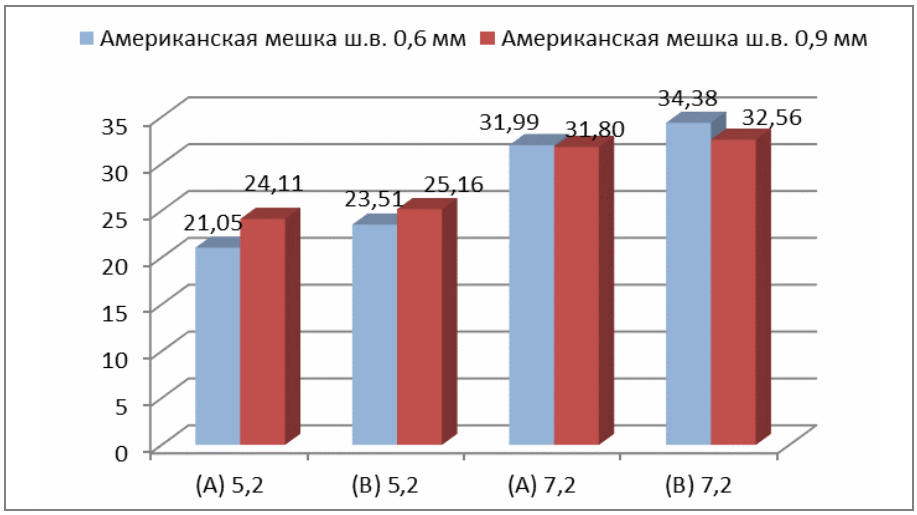



Рис. 4. Содержание смолы (мг/сиг) в образцах изделий с американской мешкой при использовании сигаретной бумаги различной воздухопроницаемости

Также установлено, что при использовании бумаги типа В на основе конопли возросло содержание смолы и никотина: в табаке сорта Юбилейный при ширине волокна 0,5 мм на 4–23 % и при ширине волокна 0,8 мм на 6–13 %; в американской мешке при ширине волокна 0,6 мм на 7–11 % и при ширине волокна 0,9 мм на 2–4 %.

Дегустационная оценка образцов, проведенная по 100-балльной методике дегустационной оценки, принятой для сигарет, показала наи-

высший дегустационный балл образцов с американской мешкой. Установлено влияние ширины волокна на дегустационную оценку. У образцов с меньшей шириной волокна дегустационный балл был выше, чем у образцов с наивысшей шириной волокна.

*Таблица 1*

**Дегустационная оценка образцов**

| Образец | Ширина волокна, мм | № образца | Диаметр, мм | Тип бумаги | Состав бумаги | Воздухопроницаемость, ед. CU | Аромат, балл | Вкус, балл | Дегустационная оценка, ср. балл |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Юбилейный | 0,5 | 1 | 5,2 | A | Рис | 10 | 16 | 26 | 66,0 |
| | | 2 | 5,2 | B | Конопля | 3 | 15 | 25 | 61,6 |
| | | 3 | 7,2 | A | Рис | 10 | 16 | 28 | 66,4 |
| | | 4 | 7,2 | B | Конопля | 3 | 15 | 25 | 63,2 |
| Юбилейный | 0,8 | 5 | 5,2 | A | Рис | 10 | 16 | 26 | 62,7 |
| | | 6 | 5,2 | B | Конопля | 3 | 15 | 24 | 62,1 |
| | | 7 | 7,2 | A | Рис | 10 | 16 | 21 | 53,7 |
| | | 8 | 7,2 | B | Конопля | 3 | 15 | 24 | 59,6 |
| American Blend, без жилки | 0,6 | 9 | 5,2 | A | Рис | 10 | 19 | 34 | 73,1 |
| | | 10 | 5,2 | B | Конопля | 3 | 19 | 31 | 69,1 |
| | | 11 | 7,2 | A | Рис | 10 | 18 | 33 | 73,3 |
| | | 12 | 7,2 | B | Конопля | 3 | 18 | 27 | 71,4 |
| American Blend, без жилки | 0,9 | 13 | 5,2 | A | Рис | 10 | 18 | 33 | 71,3 |
| | | 14 | 5,2 | B | Конопля | 3 | 18 | 30 | 70,8 |
| | | 15 | 7,2 | A | Рис | 10 | 18 | 30 | 70,3 |
| | | 16 | 7,2 | B | Конопля | 3 | 18 | 30 | 69,8 |

На втором этапе исследований изготовлены опытные образцы с массой табака 400 мг (диаметром 5,2 мм) и массой табака 750 мг (диаметром 7,2 мм) с использованием бумаги четырех типов различного состава и воздухопроницаемости, в которых определен химический состав дыма.

Проведенные исследования по влиянию бумаги на содержание никотина и смолы выявили следующее: при использовании бумаги типа B (с низкой воздухопроницаемостью) на основе конопли по сравнению с бумагой типа C (с высокой воздухопроницаемостью) из целлюлозы, возросло содержание: в табаке Pepe «Rich green» до 73,86 % никотина и

до 69,23 % смолы, в табаке Stanley «American Blend» до 72,28 % никотина и до 67,37 % смолы, в табаке Redmont «Sweet Orange» до 53,28 % никотина и до 83,28 % смолы, в табаке Corsar «American Blend» до 32,83 % никотина и до 61,78 % смолы соответственно [3].

Установлено влияние диаметра на содержание никотина и смолы: содержание никотина в изделиях с диаметром 7,2 мм выше на 25–60 %, чем в образцах с диаметром 5,2 мм, а содержание смолы выше на 10–60 % (рис. 5, 6).

Как видно из рисунков 5 и 6, увеличение содержания никотина и смолы напрямую зависит от воздухопроницаемости сигаретной бумаги. В образцах с использованием бумаги низкой воздухопроницаемости (В) содержание никотина выше, чем в образцах с бумагой высокой воздухопроницаемости (С). Содержание никотина в изделиях также зависит напрямую от диаметра изделия.

Следующий этап комплексного изучения табака курительного тонкорезаного заключался в исследовании влияния условий хранения на его качество с учетом материала потребительской упаковки. Впервые получены экспериментальные данные по влиянию условий, сроков хранения и материала упаковки на качество табака курительного тонкорезаного для разработки рекомендаций по хранению данного вида курительной продукции.

Хранение – важнейший этап обращения продукции, который должен проходить в условиях, обеспечивающих минимальное изменение его количества и качества. Процессы, происходящие в табачном изделии при хранении, могут быть как химическими (окислительные процессы), так физическими (высыхание) и биохимическими (развитие микроорганизмов). Основной задачей при хранении является стабильность потребительских характеристик: внешнего вида, цвета, вкуса, консистенции и биологической безопасности при минимальных затратах материальных средств.

Для потребительской упаковки курительного табака изготовители используют различные материалы, разрешенные к применению межгосударственным стандартом ГОСТ 858-2000 «Табак курительный тонкорезаный. Общие технические условия». В существующих рыночных условиях большой популярностью пользуются продажи в различных интернет-магазинах, где реализация данного вида продукции может осуществляться на развес.

Качественная упаковка способна сохранить потребительские свойства курительного табака неизменными на протяжении длительного времени, сохранить его влажность, фракционный состав, вкус и аромат, а также максимально препятствовать размножению бактерий и микроорганизмов.

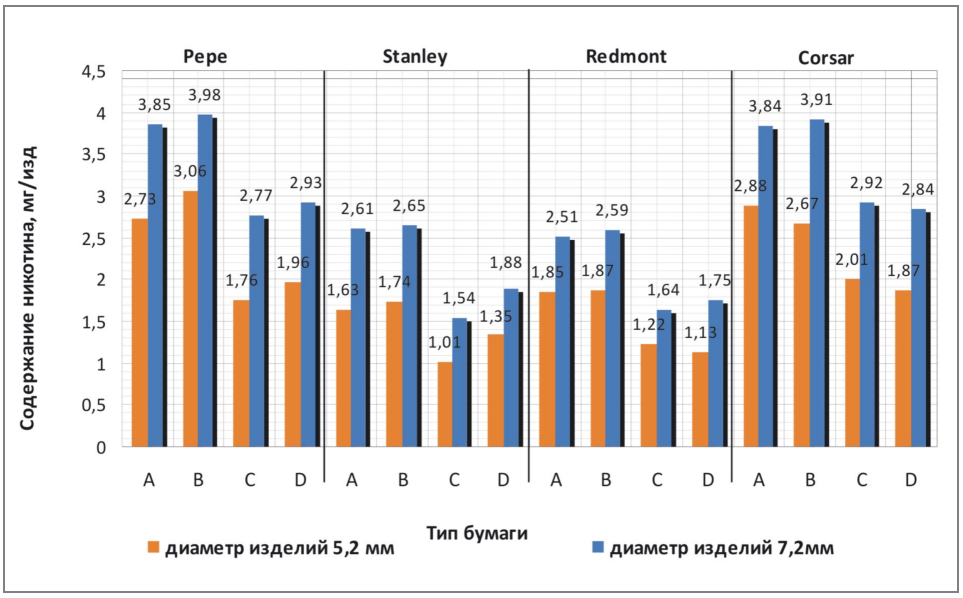



Рис. 5. Содержание никотина (мг/изд) в образах изделий («Pepe, «Stanley», «Redmont», «Corsar») с диаметром 5,2 мм и 7,2 мм, с использованием бумаги (A, B, C, D)

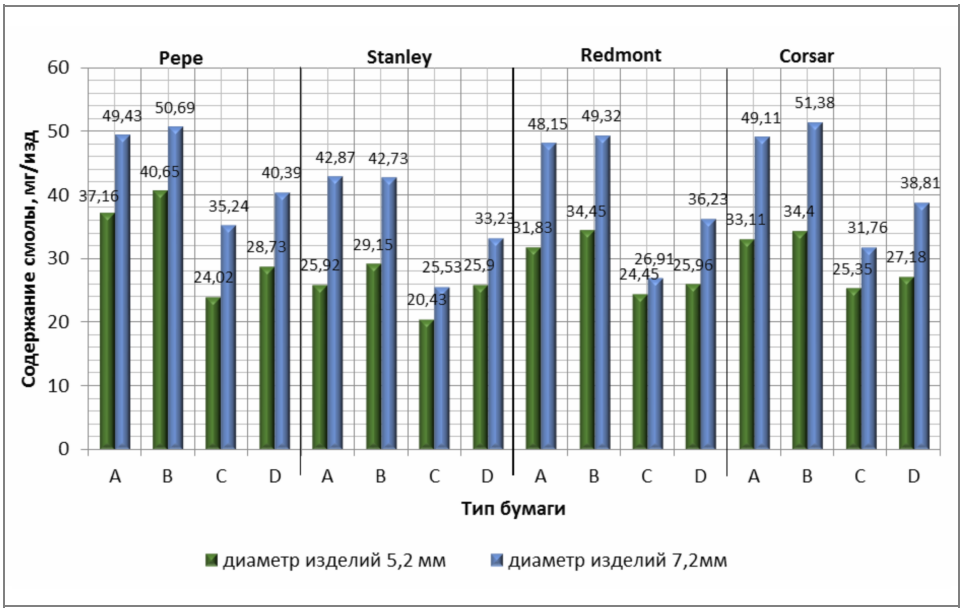



Рис. 6. Содержание смолы (мг/изд) в образах изделий («Pepe, «Stanley», «Redmont», «Corsar») с диаметром 5,2 мм и 7,2 мм, с использованием бумаги (A, B, C, D)

Исследование процесса хранения табака курительного тонкорезаного с учетом материала потребительской упаковки, имеющего технологически обоснованную повышенную влажность, актуальны, т.к. мало изучены и в научной литературе практически не освещены.

Материалом для исследований служили две табачные мешки американского типа, состоящие из табаков сорта Берлей, Вирджиния, Ориентал, изготовленные на табачной фабрике «JTI Донской табак», с шириной волокна 0,6 мм и 0,9 мм, различной исходной влажности (6%, 14% и 18%). Для хранения каждой мешки использовались три вида упаковки – металлизированный зип-лок пакет, полиэтиленовый зип-лок пакет и стеклянная банка. Также для проведения исследований использовался табак курительный тонкорезаный, приобретенный в розничной сети, торговых марок «Pepe» и «Stanley» в полиэтиленовой упаковке, «Corsar» и «Redmont» в металлизированном зип-лок пакете.

Важной характеристикой табака курительного является влажность. Сухой табак в самокрутке горит быстро и неравномерно, обладает гораздо худшим и резким вкусом. Если табак ароматизарован, то при низкой влажности мешки ароматизатор практически не чувствуется. Кроме того, возникают проблемы при набивке гильз, такие как разрыв или прокол бумаги. При переувлажнении табака курительного тонкорезаного в процессе хранения возникает возможность развития различных микроорганизмов, плесневения. Также переувлажненный табак труднее набивается и изделия из него обладают низкой горючестью.

Для выполнения исследований перед закладкой табака курительного тонкорезаного на хранение определяли влажность и активность воды продукта. Для мешки американского типа были выбраны три варианта влажности (6%, 14% и 18%). Образцы табака каждого варианта влажности были помещены на хранение в металлизированный зип-лок пакет, полиэтиленовый зип-лок пакет и стеклянную банку. Данные типы упаковки выбраны, исходя из удобства в использовании и герметичности. Хранение осуществлялось при двух температурных показателях – хранение при комнатной температуре (среднее значение t=23°C) и хранение в холодильной камере (среднее значение t=3°C). Сроки хранения составляли 3, 6, 9, 12 месяцев и 1,5 года.

У образцов, приобретенных в торговой сети, перед закладкой на хранение, также была определена влажность, которая составила 15% у маркок «Pepe» и «Redmont», 17% – у «Stanley», 13% – у «Corsar».

Установлено, что за время хранения в течение трех месяцев у мешки американского типа с шириной волокна 0,6 мм для всех вариантов исходной влажности табака происходит незначительная потеря влажности в условиях комнатной температуры. Максимальная убыль составила 6,7% у образца в полиэтиленовом зип-лок пакете (исходная влажность 6%) и 14,1% у образца в металлизированном зип-лок пакете (исходная влажность 14%). При хранении данного образца в холодильной камере влажность относительно стабильна.

Подобная картина наблюдается для мешки американского типа с шириной волокна 0,9 мм с наибольшей потерей влажности при упаковке в полиэтиленовый пакет с зип-лок застежкой.

При увеличении времени хранения табака курительного тонкорезаного в течение шести месяцев у мешки американского типа с шириной волокна 0,6 мм и 0,9 мм влажность табака практически не меняется, остается на уровне трех месяцев хранения. Исключение составляет полиэтиленовая упаковка (максимальная потеря влажности 13,6%).

Результаты определения показателя влажности при дальнейшем хранении курительного табака (9, 12 месяцев) выявили картину незначительной потери влажности у образцов в стеклянных банках и металлизированных зип-лок пакетах. Потеря влаги у исследуемых образцов курительного табака, хранящихся в полиэтиленовых зип-лок пакетах в условиях комнатной температуры, наблюдалась у образцов табачных мешек американского типа с исходной влажностью 14% и 18% при закладке на хранение, и составила порядка 40% от исходной.

Показатель активности воды $A_w$ определяли как дополнительный показатель безопасности хранения табака курительного тонкорезаного на предмет отсутствия плесневения и развития микроорганизмов. Значения показателя активности воды для мешек американского типа с шириной волокна 0,6 мм и 0,9 мм находились в пределах $A_w$ 0,3094 ± 0,0026 при исходной влажности 6%, $A_w$ 0,6173 ± 0,0066 при исходной влажности 14% и $A_w$ 0,6993 ± 0,0224 при исходной влажности 18%. Установлено, что показатель активности воды после трех месяцев хранения увеличивается в среднем на 0,0171 при хранении образцов в комнатных условиях и на 0,0412 в холодильной камере. Дальнейшее хранение табака курительного тонкорезаного в течение 6 месяцев выявило динамику увеличения показателя активности воды, порядка, 33,6% от исходного значения. Данные, полученные после 9 месяцев хранения, указывают на стабилизацию процесса, показатель активности воды меняется крайне незначительно, разница в тысячных долях от предыдущего отрезка хранения. В некоторых случаях наблюдается снижение $A_w$, что может свидетельствовать о безопасности хранения данного вида курительной продукции. Влияние материала упаковки на показатель активности воды не выявлено.

Проведена дегустационная оценка образцов до закладки на хранение, после трех, шести и девяти месяцев хранения. Установлен наивысший дегустационный балл образцов американской мешки с шириной волокна 0,9 мм исходной влажности 14% в металлизированном зип-лок пакете (хранение при комнатной температуре в течение 6 месяцев) – 79 баллов. Дальнейшее хранение в течение 9 месяцев показало высокий балл по дегустации образцов в металлизированных зип-лок пакетах и стеклянных банках – порядка 76–83 балла. За весь период хранения у данных образцов сохранялся аромат табака курительного тонкорезаного, дефекты вкуса варьировали в пределах 3–5 баллов. Следует отметить де-

фекты аромата у образцов, хранящихся в полиэтиленовой упаковке, при любом способе хранения (комнатные условия, холодильная камера) и при любой исходной влажности. Учитывая остальные исследованные показатели, можно сделать вывод, что полиэтиленовые зип-лок пакеты в наименьшей степени подходят для длительного хранения табака курительного тонкорезаного.

В настоящее время исследования по хранению табака курительного тонкорезаного в различных видах потребительской упаковки продолжаются.

Таким образом, в ходе проведенных комплексных исследований установлено, что изменение физических параметров изделий из табака курительного тонкорезаного (диаметра, ширины волокна, воздухопроницаемости сигаретной бумаги) способствуют регулированию содержания компонентов дыма (смола, никотин) и позволяют сократить содержание смолы и никотина в дыме изделий. Изменение влажности табака курительного тонкорезаного при хранении (максимальная потеря 6,7% при упаковке в полиэтиленовый пакет с зип-лок застежкой и 14,1% в металлизированном пакете у образца американской мешки с шириной волокна 0,6 мм) в течение трех и шести месяцев незначительно сказывается на показателе активности воды и дегустационной оценке образцов. Дальнейшее хранение приводит к значительной потере влаги (порядка 40% от исходной) у образцов в полиэтиленовых зип-лок пакетах, хранящихся в условиях комнатной температуры, что приводит к снижению общей дегустационной оценки, однако показатель активности воды при этом стабилизируется.

По результатам исследований разработана методика для прогнозирования содержания никотина и смолы в дыме изделий из табака курительного тонкорезаного в зависимости от их конструкции (масса, диаметр, тип бумаги), которая позволяет осуществлять прогноз выхода смолы и никотина в дым изделий и, тем самым, добиваться нужного потребителю эффекта по крепости и вкусовым качествам.

Для четырех наименований табака курительного тонкорезаного и четырех типов бумаги для самокруток на основе проведенных исследований разработаны рекомендации «Изготовление изделий из табака курительного тонкорезаного с оптимальными потребительскими свойствами». В рекомендациях представлены сведения о табаке курительном тонкорезаном, бумаге для самокруток и способах изготовления самих изделий. Дана характеристика химического состава и дегустационной оценки табака курительного тонкорезаного различных производителей с целью создания изделий с оптимальными потребительскими свойствами.

Рекомендации предназначены для широкого круга заинтересованных лиц: потребителей, специалистов табачной отрасли, испытательных лабораторий, научных центров, образовательных учреждений.

## Литература

1. Матюхина Н.Н., Кот Ю.В., Шкидюк М.В. Исследование качественных характеристик табака курительного тонкорезанного // Научное обеспечение инновационных технологий производства и хранения сельскохозяйственной и пищевой продукции: сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции молодых ученных и аспирантов (4–25 апреля 2016 г.) Краснодар, 2016. С. 309-312. URL: http://vniitti.ru/conf/conf2016/sbornik_conf_2016.pdf.

2. Смирнова Е.Ю., Гнучих Е.В. Исследование качественных характеристик табака курительного тонкорезаного и химического состава дыма изделий, изготовленных из него // Новые технологии. 2021. Т. 17. № 6. С. 48-57.

3. Смирнова Е.Ю., Гнучих Е.В. Влияние воздухопроницаемости бумаги и диаметра изделий из курительного табака на химический состав дыма // Известия вузов. Пищевая технология. 2022. № 4(388). С. 86-90.


УДК 663.973

# АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ НАГРЕВАЕМОГО ТАБАКА

**Медведева С.Н.,** *канд. техн. наук,* **Зайцева Т.А.,** *канд. техн. наук,* **Пережогина Т.А., Дурунча Н.А., Галич И.И., Покровская Т.И., Ерёмина И.М., Кокорина Л.В., Медведев А.В., Анушян С.Г., Лушникова А.Ю., Панков Н.А.**

В 2024 году Всероссийскому научно-исследовательскому институту табака, махорки и табачных изделий исполняется 110 лет со дня начала его работы. Лаборатория химии была создана одной из первых лабораторий в институте, где впервые в России проведены исследования по химическому составу русских табаков. Первым руководителем лаборатории химии до 40-х годов прошлого века был академик ВАСХНИЛ с мировым именем А.А. Шмук.

Именно здесь, на территории института в стенах корпуса лаборатории химии, рождалась мировая слава российских ученых табачников: А.А. Шмука, А.В. Отрыганьева, К.Я. Кревса, А.И. Смирнова, Г.С. Ильина.

Под руководством академика А.А. Шмука были выполнены крупные исследования, в результате которых установлено наличие в табаке углеводов, эфирных масел, смол, алкалоидов, пектиновых веществ, лимонной, яблочной, янтарной, фумаровой кислот. Были разработаны методы количественного и качественного анализа веществ табака, которые нашли применение не только в химии табака, но и в химии других растений.

И в прошлом, и в настоящем лаборатория химии и контроля качества и Испытательный центр, созданный на базе лаборатории, находят-

ся в тесной связи с табачной отраслью, для обеспечения контроля качества выпускаемой и реализуемой продукции на территории Российской Федерации и за ее пределами. В течение более 30 лет действует аккредитованный Испытательный центр табака и табачных изделий, который осуществляет испытания по показателям качества и токсичности табачной продукции, инновационной никотинсодержащей продукцией, производимой табачными компаниями, различными производителями на территории России, которые обращаются в институт, как к независимой государственной организации [1].

Лаборатория химии и контроля качества выполняет большой объем научно-исследовательской работы по разработке методологии комплексной оценки табачных и инновационных никотинсодержащих изделий на основе современных методов контроля безопасности и качества продукции [2].

Проведение исследований новых видов никотинсодержащей продукции продиктовано быстро растущим спросом на эту продукцию. Аналитика по рынку табачных и никотинсодержащих изделий, представленная компанией Fedotov Group [3] показала, что в 2023 году рынок нагреваемого табака в Российской Федерации составил 23 млрд штук (1,15 млрд штук), что на 7 % больше, чем в 2022 году. На рисунке 1 отражено поступление образцов нагреваемого табака в Испытательный центр для исследования содержания токсичных веществ с 2018 года по 2023 год, что отражает общую динамику роста доли данной продукции на рынке.

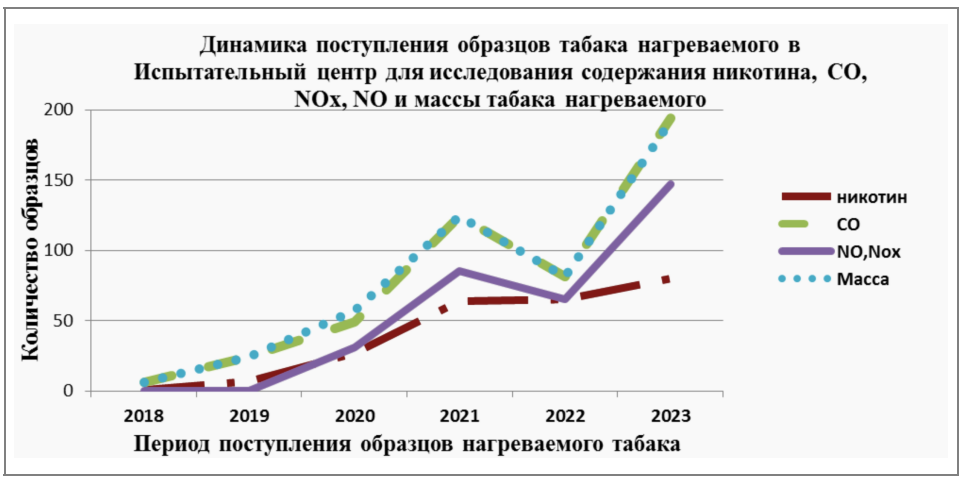



Рис. 1. Динамика поступления образцов табака нагреваемого в Испытательный центр для исследования содержания никотина, CO, NOx, NO и массы табака нагреваемого

Установлено, что самые распространенные устройства для нагревания табака, используемые в нашей стране – это IQOS, GLO, PLOOM. Количество человек, которые потребляют табак нагреваемый в РФ со-

ставляет от 4,5 до 5 млн человек. Объем рынка табака нагреваемого в розничных ценах составляет 200–220 млрд рублей.

Производители данных видов продукции позиционируют её как продукцию с пониженным риском для здоровья потребителей. Для проверки этих утверждений в лаборатории химии и контроля качества проведены исследования различных видов никотинсодержащих изделий.

В основе использования никотинсодержащих изделий предложен новый способ потребления аэрозоля и никотина, выступающий альтернативой потреблению традиционных сигарет, имитирующий и/или замещающий потребление табачных изделий, который стал ответом на реализацию мер Всемирной организации здравоохранения по борьбе с табаком.

Анализ нормативной документации России и Евразийского экономического союза показал, что требования технического регламента таможенного союза ТР ТС 035/2014 [4], Федерального закона № 268-ФЗ [5] не регулируют эти виды продукции [2].

Спектр инновационной никотинсодержащей продукции очень широк, в зависимости от конструкции её можно разделить на следующие основные виды:

– жидкости (никотинсодержащие или безникотиновые), используемые с различными системами доставки никотина;

– изделия с нагреваемым табаком, используемые с электрическими системами нагревания табака;

– комбинированные устройства, которые используются с изделиями нагреваемого табака для электрических систем и картриджами с жидкостью.

Общими принципами, позволяющими выделить их в отдельную категорию потребительских товаров, являются:

– наличие/отсутствие никотина;

– образование аэрозоля, вдыхаемого потребителем;

– отсутствие горения (тления) табака или никотинсодержащей жидкости;

– использование исключительно со специальными устройствами.

В основе технологии одного из видов новых продуктов лежит процесс нагревания табака без горения или тления, в результате чего образуется аэрозоль. Этот вид продукции получил название табак нагреваемый – изделие, состоящее из табачного сырья с добавлением или без добавления ингредиентов, предназначенное для потребления исключительно с устройством для нагревания путем вдыхания аэрозоля, образующегося при его нагревании без горения и тления [6,7].

Устройство для нагревания – приспособление или прибор, предназначенное для использования с табаком нагреваемым и обеспечивающее его прямое или косвенное нагревание без горения или тления для образования аэрозоля.

В 2020 г. исследовательская группа CORESTA опубликовала технический отчет [8], в котором предложена стандартизация терминоло-

гии и определений, охватывающая все категории нагреваемых табачных изделий, и выработаны рекомендации по особенностям сбора аэрозоля этой категории табачных изделий. В частности, было предложено группу изделий из табака нагреваемого, содержащую табак и используемую для получения никотинсодержащего аэрозоля путем нагревания (например, электричеством, нагретой жидкостью или углем), а не сжиганием, разделить на три подгруппы:

– электрические системы нагревания табака, в которых табак нагревается без горения и тления с помощью электричества (Electrically Heated Tobacco Product (eHTP) – iQOS, glo, lil, MOK, Ploom S, and Pulze;

– системы нагревания табака, в которых табак нагревается парами нагретой жидкости для электронных сигарет (Aerosol Heated Tobacco Product (aHTP) – Ploom TECH, Ploom TECH +, iFuse, Glo Sens, and lil HYBRID;

– одноразовые системы нагревания табака со встроенным угольным нагреваемым элементом (Carbon Heated Tobacco Product (cHTP)) – Eclipse, Revo, and Teeps.

С появлением новой продукции возникла задача оценки качества и безопасности [7]. Для проведения исследований разработаны, адаптированы, верифицированы следующие методы анализа:

– Сбор аэрозоля, определение массы аэрозоля в твердожидкой фазе, содержание монооксида углерода в газовой фазе аэрозоля изделий из табака нагреваемого;

– Сбор аэрозоля для определения содержания летучих органических веществ – бензола и 1,3-бутадиена в аэрозоле изделий из табака нагреваемого, сигарет;

– Определение содержания летучих органических веществ – бензола и 1,3-бутадиена в аэрозоле изделий из табака нагреваемого, сигарет;

– Определение содержания никотина, глицерина и пропиленгликоля в аэрозоле изделий из табака нагреваемого;

– Определение содержания полициклических ароматических углеводородов – бенз[а]пирена в аэрозоле изделий из табака нагреваемого, сигарет.

Новизна исследований газовой фазы аэрозоля нагреваемых табачных изделий в количественной оценке содержания монооксида углерода, летучих органических соединений, полициклических углеводородов, включенных в список девяти приоритетных токсичных веществ Всемирной организации по здравоохранению и сравнении с содержанием в дыме контрольной сигареты 3R4F.

Ниже приведены результаты исследования изделий из табака нагреваемого для двух наиболее популярных в России эСНТ iQOS и Glo.

IQOS – торговая марка электрической системы нагревания табака, состоящая из устройства, которое является зарядным устройством и держателя (рис. 1), в который вставляется табак нагреваемый (стик). Во

время использования игла накаливания нагревает табачный стик до температуры 350°С, в результате чего образуется аэрозоль.

Общий вид электрической системы нагревания табака IQOS™ 2.4P, представлен на рисунке 2.




Рис. 2. Внешний вид эСНТ IQOS™ 2.4P

Перед сбором аэрозоля проводится предварительная зарядка держателя с помощью зарядного устройства. После зарядки держателей в них вставляются изделия с табаком нагреваемым – стики табачным наполнителем вниз до границы фильтрующего мундштука.

На рисунке 3 представлено расположение держателей IQOS, расположенных на курительной машине, вставленных в ловушку.



Рис. 3. Расположение держателей эСНТ IQOS™ 2.4P на курительной машине в процессе сбора аэрозоля

Для сбора аэрозоля держатели вставляли в ловушку со стекловолокнистым фильтром так, чтобы конец фильтра упирался в диск с отверстием, находящимся внутри ловушки, что соответствует стандартной глубине захвата сигареты, равной 9 мм.

Перед началом процесса сбора аэрозоля на держателе нажимается и удерживается в течение 2 секунд кнопка включения. После того как держатель перестал вибрировать и индикатор постоянно горит белым цветом – можно начинать процесс сбора аэрозоля, который длится 6 минут, что составляет 12 затяжек.

Glo – марка эСНТ, состоящая из устройства для нагревания. В отличие от IQOS в эСНТ Glo отсутствует держатель для стика. Изделие с нагреваемым табаком (стик) вставляется непосредственно в само устройство для нагревания табачным наполнителем вниз, опосредовано нагревается до температуры 250–270 °С, в результате чего генерируется аэрозоль.

Общий вид электрической системы нагревания табака Glo представлен на рисунке 4.




Рис. 4. Внешний вид эСНТ Glo

Для сбора аэрозоля в устройство вставляется изделие с табаком нагреваемым (стик) – табачным наполнителем вниз.

Для начала процесса сбора аэрозоля необходимо установить изделие с табаком нагреваемым (стик) в ловушку соединенную с курительной машиной (рис. 5), затем включить устройство.

После того, как устройство готово к эксплуатации, начинается процесс сбора аэрозоля, который составляет 8 затяжек. Устройство выключается после завершения сеанса, который длится 4 минуты. Сбор аэрозоля проводился на курительной машине линейного типа Cerulean SM450 (рис. 6) в соответствии с параметрами сбора аэрозоля.



Рис. 5. Расположение эСНТ Glo на курительной машине
в процессе сбора аэрозоля



Рис. 6. Курительная машина линейного типа Cerulean SM450

Материалом для исследований послужили изделия из табака нагреваемого (стики) Parliament Blue и Parliament Fresh (с ментолом) для электрических систем нагревания табака (эСНТ) IQOS$^{tm}$, Kent Neosticks Классический табак, Kent Neosticks Цитрик микс Fruit, Kent Neosticks Дарк Фреш Menthol для эСНТ Glo и контрольные сигареты 3R4F.

Для определения максимально возможного содержания токсичных веществ в дыме сигарет был разработан интенсивный режим прокуривания ISO 20778 [9], который предполагает увеличение объема затяжки до 55 мл, проведение 2 затяжек в минуту вместо одной и полную блокировку вентиляции фильтра для сигарет. Табачные нагреваемые изделия для эСНТ тестировали на курительной машине по методу ISO 20778, так как при данном режиме в аэрозоль поступает максимальное количество токсичных компонентов.

Сбор аэрозоля сигарет и нагреваемых табачных изделий на курительной машине (рис. 6) проводили в лабораторных условиях с атмосферой окружающей среды, соответствующей требованиям ГОСТ ИСО 3402-2003 [10] с использованием режима ISO 20778.

Характеристика параметров сбора аэрозоля:

| | |
|---|---|
| Объем затяжки, мл | 55±0,5 |
| Интервал между затяжками, с | 30±0,5 |
| Продолжительность затяжки, с | 2±0,2 |
| Блокировка зоны вентиляции, % | 100 |
| Скорость воздуха в зоне сбора аэрозоля, мл/мин | 200 |

Для определения содержания монооксида углерода в дыме контрольной сигареты использованы стандартные методы, принятые в табачной отрасли [12-14], а для табака нагреваемого – ГОСТ Р 57458-2017 [15].

Вентиляционные отверстия контрольных сигарет 3R4F блокировали при помощи клейкой пластиковой ленты по всей окружности фильтра.

При проведении исследований определения содержания никотина в аэрозоле проводили с помощью газожидкостного хроматографа «Agilent 7890 B» с пламенно-ионизационным детектором, монооксида углерода – с помощью недисперсного инфракрасного анализатора Cerulean типа COA 205, 3,4-бензапирена, 1,3-бутадиена, бензола – на газовом хроматомасс-спектрометре ГХ/МС с масс-селективным детектором в режиме SIM марки «GCMS-QP2020 Shimadzu».

Результаты определения содержания монооксида углерода, 1,3-бутадиена, бензола и 3,4-бензпирена в аэрозоле контрольной сигареты 3R4F и нагреваемых табачных изделий при сборе аэрозоля по методу ISO 20778 приведены в таблице 1 [11].

Как видно из данных, приведенных в таблице 1, содержание летучих органических соединений (1,3-бутадиена и бензола) в аэрозоле стиков для IQOStm составляет для бензола – 0,08 мкг/100 см$^3$, для 1,3-бутадиена – 0,04 мкг/100 см$^3$, для 3,4-бензпирена – 0,12-0,15 нг/100 см$^3$. В образцах нагреваемых табачных изделий для Glo содержание 1,3-бутадиена находится ниже предела определения метода (0,192 мкг/стик), бензола – 0,01 мкг/100 см$^3$, 3,4-бензпирена – 0,14-0,21 нг/100 см$^3$. Содержание никотина в аэрозоле стиков для IQOStm составляет 0,15-0,17 мкг/100 см$^3$, для Glo 0,07-0,09 мкг/100 см$^3$.

*Таблица 1*

**Содержание токсичных веществ в дыме контрольной сигареты 3R4F и аэрозоле нагреваемых табачных изделий при сборе аэрозоля по методу ISO 20778**

| Анализируемые вещества | Стики для IQOS™ | | 3R4F | Стики для Glo | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Parliament Blue | Parliament Fresh (с ментолом) | | Kent Neosticks Классический табак | Kent Neosticks Цитрик микс Fruit | Kent Neosticks Дарк Фреш Menthol |
| Монооксид углерода, мг/изделие | 0,69 | 0,47 | 28,69 | 0,18 | 0,13 | 0,18 |
| Монооксид углерода, мг/100 см³ | 0,11 | 0,07 | 5,38 | 0,04 | 0,03 | 0,04 |
| 1,3-бутадиен, мкг/изделие | 0,25 | 0,24 | 64,77 | 0,03<LOQ** | 0,03<LOQ | 0,03<LOQ |
| 1,3-бутадиен, мкг/100 см³ | 0,04 | 0,04 | 12,14 | 0,03<LOQ** | 0,03<LOQ | 0,03<LOQ |
| Бензол, мкг/изделие | 0,53 | 0,48 | 83,20 | 0,05 | 0,06 | 0,06 |
| Бензол, мкг/100 см³ | 0,08 | 0,08 | 15,60 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 3,4-бензпирен, нг/изделие | 0,96 | 0,81 | 13,17 | 0,92 | 0,94 | 0,89 |
| 3,4-бензпирен, нг/100 см³ | 0,15 | 0,12 | 2,00 | 0,21 | 0,14 | 0,14 |
| Никотин, мг/изделие | 1,10 | 0,99 | 1,66 | 0,32 | 0,41 | 0,34 |
| Никотин, мг/100 см³ | 0,17 | 0,15 | 0,25 | 0,07 | 0,09 | 0,08 |

**$LOQ_{butadiene}$ = 0,192 мкг/стик – значение предела количественного определения 1,3-бутадиена в аэрозоле изделий с нагреваемым табаком (0,192 мкг/стик)

Содержание монооксида углерода (табл. 1) в газовой фазе нагреваемых табачных изделий по методу ISO 20778 составляет 0,03–0,11 мг на 100 $см^3$ аэрозоля, что подтверждает отсутствие процесса горения или тления табака и, соответственно, эти изделия отвечают требованиям ГОСТ Р 57458-2017.

В 2017 г. впервые разработан национальный стандарт ГОСТ Р 57458-2017 «Табак нагреваемый. Общие технические условия». Настоящий стандарт распространяется на табак нагреваемый, предназначенный для потребления исключительно с устройством для нагревания путем вдыхания аэрозоля, образующегося при нагревании табака без горения и тления. В 2022 г. разработаны изменения в стандарт на табак нагреваемый ГОСТ Р 57458-2017 и внесена методика определения оксидов азота в аэрозоле, как дополнительного показателя отсутствия горения/тления.

Химический состав аэрозоля, который образуется при нагревании табака и вдыхается потребителем, по содержанию токсичных компонентов значительно отличается от сигаретного дыма. Газовая и твердожидкая фазы аэрозоля изделий из нагреваемого табака содержат значительно меньше вредных и потенциально опасных соединений.

При сжигании любого растительного материала, в том числе и табака, образуется большое количество монооксида углерода и оксидов азота. Нормированное содержание монооксида углерода и оксидов азота в газовой фазе аэрозоля свидетельствует об отсутствии процессов горения и тления табака, других растительных материалов и является надежным идентификационным признаком. Необходимость оценки токсичности, проведения идентификации и проверки качества инновационных видов продукции требуют наличия и совершенствования методик определения токсичных компонентов, в том числе оксидов азота (NO, NOx), содержащихся в газовой фазе аэрозоля.

В качестве образцов для исследования отобраны следующие никотинсодержащие изделия: изделия из табака нагреваемого для электрических систем нагревания табака марки IQOS$^{TM}$ 2.4P (Philip Morris) и Glo (BAT). Подробная характеристика образцов приведена в таблице 2.

Как видно из данных таблицы 3 содержание оксида, оксидов азота изделий с нагреваемым табаком выше в образцах C, D для эСНТ Glo, что объясняется различной температурой, способом нагрева табачного стика, а также различным компонентным составом стиков. Следует отметить, что содержание не превышало предельно-допустимые концентрации, установленные в ГОСТ 57458-2017 для изделий из нагреваемого табака: NO – 4 мкг/100 $см^3$, $NO_x$ – 5 мкг/100 $см^3$.

В таблице 4 представлено сравнение полученных экспериментальных данных по максимальному содержанию определяемых веществ в аэрозоле эСНТ с контрольным образцом сигарет 3R4F.

Анализ полученных экспериментальных данных по содержанию оксидов азота показал (табл. 4), что содержание оксида азота (NO) и суммы оксидов азота (NOx) в экспериментальных образцах в аэрозоле изделий с нагреваемым табаком – стиков для эСНТ IQOS$^{tm}$ 2.4P, Glo на 97–98 % ниже, чем в дыме контрольных сигарет 3R4F.

*Таблица 2*

**Характеристика образцов эСНТ**

| Наименование эСНТ | Производитель эСНТ | Технические характеристики эСНТ | Шифр образца | Количество стиков в упаковке, шт. | Масса нетто, г |
|---|---|---|---|---|---|
| IQOS 2.4P | Малайзия (по заказу «Филип Моррис Продактс С.А», Щвейцария | Напряжение держателя – 3,7 В, Емкость – 120 мАч, Напряжение аккумулятора – 5 В, Емкость – 2900 мАч | A | 20 | 5,4 |
| | | | B | 20 | 5,3 |
| Glo | Никовенчерз Трейдинг Лимитед, WC2R 3LA Великобритания | Напряжение – 5 В | C | 20 | 6,6 |
| | | | D | 20 | 6,8 |

*Таблица 3*

**Среднее содержание компонентов аэрозоля изделий с нагреваемым табаком – стиков для эСНТ различных марок**

| Наименование устройств эСНТ | Шифр образца изделий с нагреваемым табаком (стиков) | NO, мкг/100 см$^3$ среднее | $NO_x$, мкг/100 см$^3$ среднее |
|---|---|---|---|
| IQOS 2.4P | A | 1,30 | 1,53 |
| | B | 1,75 | 1,92 |
| Glo | C | 2,12 | 2,54 |
| | D | 2,29 | 3,01 |

*Таблица 4*

**Сравнение max содержания NO, $NO_x$ в аэрозоле эСНТ и содержания в дыме контрольной сигареты 3R4F**

| Определяемый компонент | IQOS$^{tm}$ 2.4P | Glo | Контрольная сигарета 3R4F* | Снижение содержания в IQOS$^{tm}$ 2.4P по сравнению с 3R4F, % | Снижение содержания в GLO по сравнению с 3R4F, % |
|---|---|---|---|---|---|
| NO, мкг/100 см$^3$ | 1,85 | 2,23 | 94,41 | 98 | 97 |
| $NO_x$ мкг/100 см$^3$ | 2,08 | 2,48 | 106,29 | 98 | 97 |

*Примечание – Содержание определяемых компонентов в контрольных сигаретах приведено из публикации зарубежных исследователей [22]

В результате разработки и внедрения системы технического регулирования табака нагреваемого осуществлено нормирование токсичных веществ в аэрозоле данной продукции.

В проекте технического регламента ЕАЭС на никотинсодержащую продукцию установлен такой показатель безопасности, как активность воды в наполнителе никотинсодержащих изделий (кроме жидкостей для электронных систем доставки никотина) – не более 0,7 Aw. Показатель активности воды (Aw) тесно связан с микробиологическими характеристиками продуктов.

Исследования по изучению влияния различных факторов на безопасность изделий из табака нагреваемого: параметров окружающей среды (в естественных условиях, в кондиционируемом помещении, в холодильнике) на показатель активности воды одной марки изделий из табака нагреваемого (Heets Amber) через три и шесть месяцев хранения, представлены в таблице 5. Образцы заложены на хранение в различных условиях, определение показателя активности воды проводили на приборе Aqualab TDL2, результаты представлены за 6 месяцев.

*Таблица 5*

**Результаты исследования активности воды в изделиях из табака нагреваемого**

| № | Наименование образца | Условия хранения | Активность воды (Aw) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | начальная | | после 3-х месяцев хранения | | после 6 месяцев хранения | |
| | | | повторности | | повторности | | повторности | |
| | | | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 1 | Heets Amber | естественные, в помещении | 0,4423 | 0,4465 | 0,4851 | 0,4791 | 0,4852 | 0,4871 |
| 2 | Heets Amber | кондиционируемое помещение при: t = 22 ± 2 ºС; **φ** = 60 ± 5 % | 0,4423 | 0,4465 | 0,5407 | 0,5482 | 0,5578 | 0,5615 |
| 3 | Heets Amber | камера холодильника при: t = + 4 ºС | 0,4423 | 0,4465 | 0,4087 | 0,4087 | 0,4357 | 0,4378 |

Исследования динамики изменения показателя активности воды ($A_W$), представленные в таблице 5, показали, что при хранении изделий из табака нагреваемого показатель активности воды практически не изменился при 3-х месячном хранении образцов в естественных условиях и в камере холодильника, а при хранении в кондиционируемом поме-

щении увеличение показателя активности воды составило 0,1, но не превысило установленный норматив 0,7. Через 6 месяцев хранения в образцах, хранящихся в естественных условиях, активность воды практически не изменилась. В образцах, хранящихся в кондиционированном помещении и камере холодильника, показатель активности воды немного вырос, но не превысил установленный норматив 0,7.

В настоящее время исследования продолжаются, разрабатывается методика определения активности воды в наполнителе никотинсодержащей продукции.

Для подтверждения своей компетентности Испытательный центр регулярно участвует в межлабораторных сравнительных испытаниях, в том числе часто является координатором проведения МСИ.

Испытательный центр принимал участие в Международных межлабораторных сравнительных испытаниях (МСИ), организованных CORESTA (Международный центр проведения научных исследований, связанных с табаком). В МСИ приняли участие 18 лабораторий разных стран. Российская Федерация была представлена нашим Испытательным центром. В задачи МСИ входило определение следующих компонентов аэрозоля изделий из табака нагреваемого: пропиленгликоль, никотин, глицерин, монооксид углерода – в мг/изделие; оксиды азота (NO, NOx) в мкг/изделие. В 2022 году издан отчет по МСИ «Proficiency Study for Propylene Glycol, Glycerin, Nicotine, CO, NO, NOx, ACM, and DML in HTP Aerosol» HTP Technical Report [19].

В 2020 г. проведены международные МСИ по определению монооксида углерода (CO) и оксидов азота (NO, NOx) в газовой фазе аэрозоля изделий из табака нагреваемого для электрических систем нагревания табака по инициативе ФГБНУ ВНИИТТИ. По результатам проведенных МСИ установлены значения повторяемости r и воспроизводимости R при сборе аэрозоля и определении содержания монооксида углерода (CO), оксидов азота (NO, NOx), которые внесены в ГОСТ 57458 «Табак нагреваемый. Общие технические условия» изменением № 1.

В настоящее время разрабатывается технический регламент на никотинсодержащую продукцию, который устанавливает единые обязательные для применения и исполнения на таможенной территории Союза требования к никотинсодержащей продукции, в том числе к наполнителям никотинсодержащих изделий (в том числе к безникотиновым), содержанию веществ в аэрозоле при использовании систем доставки никотина, а также требования к информации, наносимой на упаковку никотинсодержащих изделий, формы оценки их соответствия, правила идентификации, требования к маркировке и правилам ее нанесения для обеспечения свободного перемещения никотинсодержащей продукции на территории Союза.

Наличие обязательных требований к никотинсодержащей продукции позволит устранить с рынка продукцию, которая содержит токсичные вещества в концентрациях, превышающих установленные пределы.

## Литература


1. Попова Н.В., Пережогина Т.А. Испытательный центр лаборатории химии и контроля качества ФГБНУ ВНИИТТИ – нам 25! // Развитие и совершенствование инновационных исследований и разработок для табачной отрасли. Коллективная монография / ФГБНУ ВНИИТТИ. Сб. науч. трудов института. Вып. 182. Краснодар: Просвещение-Юг, 2019. С. 192-198.

2. Пережогина Т.А., Дурунча Н.А., Попова Н.В. [и др.]. Актуальные вопросы качества и безопасности табачных изделий и инновационных видов продукции // Состояние и перспективы мировых научных исследований по табаку, табачным изделиям и инновационной никотинсодержащей продукции: сб. науч. трудов междунар. науч. конф. (17 ноября 2020 г.). Краснодар: Просвещение-Юг, 2020. С. 10-26. DOI: 1048113/496_2020_10-26.

3. Отчет «Аналитика по рынку табачных и никотинсодержащих изделий» компания Fedotov Group.

4. Технический регламент Таможенного союза «Технический регламент на табачную продукцию» (ТР ТС 035/2014). URL: http://www.eurasiancommission.org/ru/act/texnreg/deptexreg/tr/Pages/tabac.aspx (дата обращения 15.05.2020).

5. Федеральный закон «Технический регламент на табачную продукцию» от 22.12.2008 г. № 268-ФЗ.

6. Кандашкина И.Г., Самойленко Н.П., Смирнова Е.Ю. [и др.]. Разработка нормативной документации на табачную продукцию и новые виды никотинсодержащей продукции // Состояние и перспективы мировых научных исследований по табаку, табачным изделиям и инновационной никотинсодержащей продукции: сб. науч. трудов междунар. науч. конф. (17 ноября 2020 г.). Краснодар: Просвещение-Юг, 2020. С. 36-51. DOI: 10.48113/496_2020_36-51.

7. Медведева С.Н., Пережогина Т.А., Еремина И.М., Глухов Д.К. Исследование газовой фазы аэрозоля электронных систем доставки никотина различных типов // Новые технологии. 2021. Вып. 1. С. 45-51.

8. Heated Tobacco Products (HTPs): Standardized Terminology and Recommendations for the Generation and Collection of Emissions. URL: https://www.coresta.org/sites/default/files/technical_documents/main/HTP-259-CTR_Std-Terminology-Recommendations-HTP-Emissions_July2020.pdf.

9. ISO 20778:2018. Cigarettes – Routine analytical smoking machine – Definitions and standard condition with intense smoking regime.

10. ГОСТ ИСО 3402-2003. Табак и табачные изделия. Атмосферы для кондиционирования и испытаний. М.: Стандартинформ, 2005. 6 с.

11. Медведева С.Н., Зайцева Т.А., Пережогина Т.А., Дурунча Н.А. Сравнительный анализ содержания токсичных веществ в аэрозоле контрольной сигареты 3r4f и изделий из табака нагреваемого // Состояние и перспективы мировых научных исследований по табаку, табачным изделиям и инновационной никотинсодержащей продукции: сб. научных трудов междунар. науч. конф. (17 ноября 2020 г.). Краснодар: Просвещение-Юг, 2020. С. 69-77. DOI: 10.48113/496_2020_69-77.

12. ГОСТ 31630-2012 (ИСО 8454:2007). Сигареты. Определение содержания монооксида углерода в газовой фазе сигаретного дыма с помощью недисперсного инфракрасного (NDIR) анализатора. М.: Стандартинформ, 2012. 20 с.

13. ГОСТ ISO 3308-2015. Машина обычная лабораторная для прокуривания сигарет (курительная машина). Определения и стандартные условия. М.: Стандартинформ, 2015. 20 с.

14. ГОСТ 31629-2017 (ISO 16055:2012). Табак и табачные изделия. Контрольный образец. Требование и применение. М.: Стандартинформ, 2018. 20 с.

15. ГОСТ Р 57458-2017. Табак нагреваемый. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2017. 16 с.

16. Медведева С.Н., Пережогина Т.А., Гнучих Е.В. Сравнительный анализ содержания токсичных веществ в газовой фазе аэрозоля сигарет и нагреваемых табачных палочек для электрических систем нагревания табака // Известия вузов. Пищевая технология. 2020. № 4 (376). С. 34-37. DOI: 10.26297/0579-3009.2020.4.8.

17. Лушникова А.Ю. К вопросу о методах определения оксидов азота в никотинсодержащей продукции // Состояние и перспективы мировых научных исследований по табаку, табачным изделиям и инновационной никотинсодержащей продукции: сб. науч. трудов II междунар. науч. конф. (22 июня 2023 г.). Краснодар, 2023. С. 32-35.

18. Панков Н.А. Определение показателей активности воды и влажности в образцах нетабачной никотинсодержащей продукции орального потребления после хранения в течение трех месяцев // Естественные и технические науки. 2023. № 9. С. 107-110. DOI: 10.25633/ETN.2023.09.09.

19. Proficiency Study for Propylene Glycol, Glycerin, Nicotine, CO, NO, NOx, ACM, and DML in HTP Aerosol // HTP Technical Report. September 2022. URL: https://www.coresta.org/proficiency-study-propylene-glycol-glycerin-nicotine-co-no-nox-acm-and-dml-htp-aerosol-36692.html.

УДК 663.98

## ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ ДОСТАВКИ НИКОТИНА

**Пережогина Т.А., Медведева С.Н.,** *канд. техн. наук,*
**Зайцева Т.А.,** *канд. техн. наук,* **Панков Н.А., Лушникова А.Ю.,**
**Кокорина Л.В., Медведев А.В., Резниченко И.А.,** *канд. техн. наук*

Электронные системы доставки никотина (ЭСДН, электронные сигареты, е-сигареты) были предложены как более безопасная альтернатива курению сигарет [1-4]. С течением времени и накоплением научных данных дискуссия о нанесении меньшего вреда здоровью по сравнению с продолжающимся курением сигарет является предметом широкого обсуждения [5]. ЭСДН доступны в широком ассортименте

как с точки зрения типов устройств [6], включая одноразовые или перезаряжаемые устройства, с предварительно заполненными или перезаправляемыми картриджами, а также устройства с открытым баком, где мощность, а иногда и другие функции могут быть настроены потребителем.

В странах ЕАЭС электронные системы доставки никотина получили широкое распространение. От традиционных курительных табачных изделий эта продукция отличается тем, что она потребляется путем вдыхания аэрозоля, образующегося не в результате горения и тления табака, а в результате нагревания жидкости для ЭСДН.

По данным консалтингового агентства «Fedotov Group» [7], в России от 3 до 3,5 млн человек потребляют жидкости для ЭСДН, что составляет 4% взрослого населения.

Рынок жидкостей для ЭСДН в 2022 году составил от 85 до 100 млн флаконов объемом по 30 мл. Согласно опросу розничной сети, составляющей 308 000 торговых точек, в 2023 году рынок жидкостей для ЭСДН увеличился на 62,7 %.

Растет спрос у потребителей и на одноразовые ЭСДН, которые использует от 4,5 до 5 млн потребителей или 5,5 % взрослого населения. Так, если в 2022 году продано 189 млн одноразовых ЭСДН, то в 2023 рынок одноразовых ЭСДН подрос на 57 % и составил в розничных ценах от 180 до 200 млрд рублей.

Популярность одноразовых ЭСДН обусловлена тем, что это система закрытого типа. Они компактны, имеют неразборные конструкции, автоматическая активация происходит в момент затяжки. В них не нужно нажимать кнопки, использовать USB-порт, проводить настройки режима работы, менять картриджи или заправлять их жидкостью. Встроенный аккумулятор после выработки ресурса жидкости для ЭСДН утилизируется.

Образование аэрозоля при использовании ЭСДН, состав и последующее воздействие веществ аэрозоля определяются четырьмя основными факторами:

– составом жидкости для ЭСДН;
– материалами, используемыми при изготовлении устройств;
– электрической мощностью или активной мощностью, потребляемой в процессе эксплуатации;
– топографией затяжек пользователя при использовании ЭСДН.

Глицерин и пропиленгликоль являются основными компонентами жидкостей для ЭСДН и составляют порядка 80–90 %. Остальные 10–20 % состава жидкостей приходятся на воду, никотин и ароматизаторы.

В процессе эксплуатации ЭСДН электрический ток от блока аккумулятора проходит через спираль, нагревающую жидкость. При нормальных условиях эксплуатации температура жидкости для ЭСДН достигает 100–350 ºС, а температура нагрева зависит от напряжения в блоке

питания и сопротивления спирали. Чем ниже сопротивление спирали, тем больше мощность, и тем больше тепла вырабатывается в спирали.

Топография, или характер затяжек пользователя зависит от объема затяжки, времени затяжки, временем пауз между затяжками и определяет количество вдыхаемого аэрозоля, а также глубину его проникновения в дыхательную систему пользователя.

По данным разных источников на рынке существует более 15 000 уникальных вкусов и ароматов жидкостей для ЭСДН, которые условно делятся на две группы: табачный и нетабачный. Разнообразие вкусов как жидкостей для ЭСДН, так и одноразовых ЭСДН представлено в широком ассортименте, основными категориями которых являются: ментол/мята, орехи, специи, кофе/чай, алкоголь, другие напитки, фрукты, конфеты и другие сладости и т.д. Привлекает потребителя и отсутствие неприятного запаха табачного дыма.

Продолжающиеся дебаты о потенциальном вреде и/или преимуществах ЭСДН [1, 8-10] по сравнению с курением сигарет, частично объясняется небольшим объемом научных исследований, недостаточностью значимых токсикологических данных, а также отсутствием согласованного протокола оценки [11,12]. Даже на самом простом уровне токсикологической оценки, а именно анализе состава электронных жидкостей и образующихся в результате их потребления аэрозолей, существует всего несколько проверенных и широко признанных методов или международных стандартов [13-20].

Например, была выражена озабоченность по поводу содержания вредных и потенциально опасных веществ в аэрозоле, продуцируемом ЭСДН. В частности, это относится к карбонильным соединениям (ацетальдегид, акролеин и формальдегид), образующихся в результате нагрева жидкости в устройстве [21-23]; металлов, высвобождающихся из компонентов устройств [24-29]; примесей, уже присутствующих в жидкости для ЭСДН и попадающих в аэрозоль (табакоспецифичные нитрозоамины, примеси вкусоароматических добавок) [30-36]. Тем не менее, имеются научные данные о том, что уровень вредных и потенциально опасных веществ в аэрозоле, продуцируемом ЭСДН, как правило, значительно ниже уровней их содержания в главной струе дыма сигарет [37-40]. Это также было подтверждено в процессе проведения клинических исследований, когда уровни биомаркеров воздействия ряда токсинов, включая акролеин, кадмий и свинец, были значительно ниже у участников, которые перешли на электронные сигареты, чем у тех, кто продолжал курить сигареты [41-44].

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) осуществляет мониторинг и изучение рыночных тенденций потребления новых и набирающих популярность инновационных никотинсодержащих изделий.

В научном сообществе набирает популярность концепция снижения вреда от курения табака за счет перехода курильщиков, не мотиви-

рованных на отказ, на альтернативную никотинсодержащую продукцию с пониженным риском. О том, что переход на бездымные никотинсодержащие устройства менее вреден, чем продолжение курения, способствует отказу от курения сигарет, считает и Министерство здравоохранения Канады.

5–10 февраля 2024 года в Панаме прошла десятая конференция сторон Рамочной конвенции ВОЗ по борьбе против табака (РКБТ), на которой среди вопросов, связанных с традиционным курением табака, также обсуждалось курение электронных сигарет.

Многие эксперты ВОЗ выступали за то, чтобы к ЭСДН применялись такие же строгие меры регулирования, как и к обычным сигаретам, но данная позиция вызвала энтузиазм не у всех специалистов. В частности, отмечалось, что подобное строгое регулирование может снизить возможности по модификации рисков и минимизации вреда от курения обычных сигарет, так как механизм доставки никотина в электронных и обычных сигаретах отличается.

Отмечалась позиция ВОЗ о том, что меры регулирования бездымной продукции должны быть такими же, как и для традиционных табачных изделий. Данная позиция не имеет под собой достаточного научного обоснования, упускает из виду возможность дифференцированного подхода к регулированию разных видов никотинсодержащих продуктов по их реальному риску для здоровья курильщиков. Эксперты считают, что ВОЗ должна обеспечить всестороннее содействие и техническую поддержку странам, которые рассматривают возможность использования электронных сигарет, электронных систем нагревания табака и других бездымных способов доставки никотина.

Главный внештатный специалист по общей врачебной практике Министерства здравоохранения Республики Татарстан к.м.н. Люция Фейсханова считает, что поведенческие факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний можно модифицировать. Полный отказ от курения, как фактора риска, является «золотым стандартом», но не все курильщики хотят или могут отказаться от вредной привычки из-за серьезной табачной зависимости.

Согласно последним данным ВЦИОМ:

– треть населения России курит;
– 67% из них хотели бы бросить курить;
– 30% являются хроническими курильщиками с низкой мотивацией к отказу от вредной привычки.

Чтобы помочь таким людям, необходимо определение степени зависимости, уровня мотивации на отказ и, в случае невозможности отказа, предложение альтернативных способов доставки никотина с использованием бездымной табачной продукции с пониженным риском [45].

Как отмечается в статье, опубликованной в журнале «The Lancet», электронные бездымные изделия в настоящее время запрещены в

34 странах, в основном с низким и средним уровнем дохода. Но в ряде стран с более гибким подходом к регулированию разных видов никотинсодержащей продукции наблюдается существенное снижение распространенности курения, совпадающее с ростом популярности инновационных бездымных устройств. Например, после того как электронные системы доставки никотина стали широкодоступны в Новой Зеландии, распространенность ежедневного курения среди взрослых упала с 13,3% в 2017–2018 годах до 6,8% в 2022–2023 годах, то есть снизилась на 49% за 5 лет и снижение уровня курения табака в Новой Зеландии превосходит цели ВОЗ по сокращению распространенности курения на 30% за 15 лет, с 2010 по 2025 год [46].

Единый глобальный подход к техническому регулированию никотинсодержащей продукции отсутствует, но международная практика такого регулирования проводится в рамках Международной организации по стандартизации (ISO), Центра сотрудничества научных исследований в области табака (CORESTA).

В странах СНГ требования к ЭСДН устанавливаются в документах национальных законодательств (ГОСТах, технических регламентах, законах, постановлениях правительства).

В России требования к безопасности жидкостей для ЭСДН, ЭСДН одноразового использования, заполненных жидкостью (только в части жидкости для ЭСДН) установлены и регулируются:

– Федеральным законом «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма, последствий потребления табака или потребления никотинсодержащей продукции» [47];

– Постановлением Правительства РФ от 23 декабря 2021 г. № 2425 «Об утверждении единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации, и единого перечня продукции, подлежащей декларированию соответствия, внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 г. № 2467 и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации» [48];

– национальным стандартом ГОСТ Р 58109-2018 «Жидкости для электронных систем доставки никотина. Общие технические условия» [49].

В странах ЕАЭС обязательные требования к табачной продукции сформулированы в техническом регламенте ТР ТС 035/2014 [50]. Обязательные требования к никотинсодержащей продукции и её техническое регулирование в странах ЕАЭС находится в стадии формирования.

Республикой Армения, для обеспечения свободного перемещения продукции на территории ЕАЭС, разработан и прошел публичное обсуждение технический регламент Евразийского экономического союза «Технический регламент на никотинсодержащую продукцию» в котором установлены единые обязательные для применения и исполнения на таможенной территории ЕАЭС требования к никотинсодержащей и безни-

котиновой продукции (в том числе к наполнителям никотинсодержащих и безникотиновых изделий), а также формы оценки их соответствия, правила идентификации, требования к маркировке и правилам ее нанесения.

Технический регламент Евразийского экономического союза позволит систематизировать основные требования, которые можно предъявить к никотиносодержащим изделиям, с учетом уровня научно-технического и экономического развития государств-членов ЕАЭС и уровня материально-технического обеспечения испытательных лабораторий (центров) в странах Евразийского экономического союза.

В лаборатории химии и контроля качества исследование ЭСДН начаты с момента появления электронных сигарет на рынке России. Первые исследования показали, что жидкости для ЭСДН содержит 67–89% пропиленгликоля, 10–33% глицерина и от 0 до 2% никотина.

В аэрозоле исследуемых образцов, собранного по режиму ISO (объем затяжки 35 мл, время затяжки 2 с, частота затяжек – 1 затяжка/мин., профиль затяжки – колокол), было обнаружено от 0,037 мг до 0,145 мг на 30 затяжек, что в пересчете на 1 затяжку составило от 0,0012 мг до 0,0048 мг, это значительно ниже содержания никотина в дыме традиционных сигарет, изготовленных из табачной мешки.

Транспортировка никотина в аэрозоль ЭСДН происходит в результате нагревания основных компонентов жидкости: глицерина и пропиленгликоля.

В аэрозоле, поступающем в организм потребителя ЭСДН, содержание пропиленгликоля составило от 3,5 до 10,9 мг на 30 затяжек или 1050 $см^3$. Следует отметить, что по степени воздействия на организм человека пропиленгликоль является умеренно опасным веществом. Пары пропиленгликоля обладают слабо выраженным наркотическим и раздражающим действием, смесь паров и аэрозоля пропиленгликоля относится к III классу опасности, а предельно-допустимая концентрация паров пропиленгликоля в воздухе рабочей зоны составляет 7 $мг/м^3$ [51]. Таким образом, содержание пропиленгликоля в 30 затяжках более чем в 900 раз ниже предельно-допустимой концентрации.

Для создания научно-методической базы регулирования никотинсодержащей продукции в России лабораторией химии и контроля качества разработана методика определения содержания никотина в жидкостях для ЭСДН и по результатам международных межлабораторных сравнительных испытаний установлены метрологические характеристики на методы [52-55].

Использование методики, включенной в ГОСТ Р 58109-2018 [49], позволило в 2021 и последующих годах проводить мониторинг содержания никотина в рыночных образцах жидкостей для ЭСДН во флаконах, картриджах для ЭСДН, одноразовых ЭСДН [56-59]. На рисунке 1 представлены результаты определения никотина в одноразовых ЭСДН, а на рисунке 2 – результаты определения никотина в жидкостях, предназначенных для заправки ЭСДН открытого типа.




Рис. 1. Содержание никотина в жидкостях рыночных образцов одноразовых ЭСДН в 2021 году




Рис. 2. Содержание никотина во флаконах рыночных образцов жидкостей для ЭСДН в 2021 году

Усиление контроля на рынке жидкостей для электрических систем доставки никотина и введение государственного регулирования [47-48] значительно дисциплинировало производителей этой категории никотинсодержащей продукции и по результатам проведения испытаний по определению содержания никотина в жидкостях для ЭСДН в 2023 году всего в 1 % жидкостей содержание никотина превышало установленный норматив и это превышение составляло порядка 20–25 % от заявленного на упаковке.

В процессе проведения исследований жидкостей для ЭСДН обратил на себя внимание тот факт, что не всегда информация об объеме жидкостей на упаковке соответствует реальному ее содержанию. Для проведения контроля за этой информацией разработана методика определения объема жидкости в картриджах с жидкостью для ЭСДН [60], а также определены факторы, влияющие на потребительские свойства жидкостей для электронных систем доставки никотина в зависимости от условий и сроков хранения [61].

При проведении исследований по сбору аэрозоля с помощью лабораторной курительной машины установлено [62], что наиболее подходящим является интенсивный режим (ISO 20768) (табл.).

*Таблица*

**Параметры сбора аэрозоля**

| Параметры процесса | Режим ISO интенсивный |
|---|---|
| Продолжительность затяжки, с | 3 ± 0,1 |
| Объем затяжки, мл | 55 ± 0,3 |
| Пауза между затяжками, с | 30 ± 0,5 |
| Профиль затяжки | прямоугольный |

Оценка продуцирования аэрозоля путем подведения баланса на различных видах и моделях ЭСДН (одноразовые ЭСДН закрытого типа, ЭСДН с перезаправляемыми картриджами закрытого типа, системы открытого типа с перезаправляемыми баками различного объема) находящимися в обороте на рынке России показала, что наименьшие потери аэрозоля при исчерпывающем сборе, характерны для одноразовых ЭСДН. У устройств с перезаправляемыми картриджами при четырехкратном их использовании потери аэрозоля увеличиваются. ЭСДН открытого типа имеют наибольшие потери жидкости и устройства работают неравномерно. Для обеспечения безопасности потребителей необходимо установление требований к самим устройствам открытого типа.

Установлено, что на количество генерируемого аэрозоля оказывает влияние ряд факторов, включая само устройство, настройка устройства, тип устройства, режим сбора аэрозоля. При изменении длительности затяжки до 4 секунд увеличивается количество испаренной жидкости, собранного аэрозоля, но уменьшается количество затяжек, увеличиваются потери.

Основным фактором, влияющим на количество образующегося аэрозоля, является продолжительность активации нагревательного элемента. Пока на нагревательный элемент поступает жидкость для СДН, количество образующегося аэрозоля увеличивается пропорционально времени нагрева. Отмечено, что при минимальном уровне жидкости в картридже или баке ЭСДН происходят так называемые «сухие затяжки», которые приводят к термической деструкции жидкости и образованию токсичных продуктов. Так, например, резко возрастает содержание монооксида углерода. Исследование газовой фазы аэрозоля на содержание монооксида углерода (CO) показали [63], что стабильная работа одноразовых ЭСДН генерирует следовые количества CO, что связано со стабильной работой устройств, имеющих более низкую мощность, температуру нагрева жидкости и составляет от 0,007 до 0,05 мг на одну затяжку.

Исследования по разработке метода сбора аэрозоля с помощью лабораторной курительной машины будут продолжены для установления необходимого объема сбора аэрозоля с целью объективной оценки содержания токсичных компонентов аэрозоля.

## Литература

1. Poloza R., Rodu B., Caponetto P., Maglia M., Raciti C. A fresh look at tobacco harm reduction: the case for e-cigarettes // Journal of Harm Reduction. 2013. Vol.10 (1). P. 19.

2. Farsalinos C.E., Stripe R. Safety assessment and risk assessment of e-cigarettes as tobacco cigarette substitutes: a systematic review // Proc. Advisor. Drug-Saf. 2014. Vol.5 (2). P. 67-86.

3. Hajek P., Przul D., Phillips A., Anderson R., McRobbie H. Nicotine delivery to users from cigarettes and from different types of e-cigarettes // Psychopharmacology. 2017. Vol.234. P. 773-779.

4. Stevens W.E. Comparing the cancer potential of emissions from vapourised nicotine products including e-cigarettes with tobacco smoke // Tobacco Control. 2018. Vol.27. P. 10-17.

5. Soneji S.S., Song H.I., Primack B.A., Pierce J.P., Sargent J.D. Quantifying the public health benefits and harms of e-cigarette use in the United States // PLoS One. 2018. Vol.13 (3). e0193328.

6. Grana R., Benowitz N., Glantz S.A. Electronic cigarettes: A scientific review // Circular. 2014. Vol.129 (19). P. 1972-1986.

7. Цифры 2003. URL: http://www.FEDOTOV.GROUP/.

8. Hajek P., Etter J.-F., Benowitz N., Eissenberg T., McRobbie H. E-cigarettes: a review of use, content, safety, effects on smokers and potential harms and benefits // Addiction. 2014. Vol.109 (11). P. 1801-1810.

9. Fagerstrom K.O., Bridgeman K. Tobacco harm. reduction: the need for new products that can compete with cigarettes // Addictive Behaviour. 2014. Vol.39 (3). P. 507-511.

10. WHO Electronic nicotine delivery systems and electronic antinicotine delivery systems (ENDS/ENNDS); Conference of the Parties to the Convention against Discrimination in Employment and Fundamental Freedoms (ENDS/ENNDS); //WHO Framework Convention on Tobacco Control, 2016.

11. Murphy Gaca, M., Lowe F., Minet E., Breheny D. [and others]. Evaluation of tobacco and nicotine modified-risk products: Description of the scientific framework and evaluation of a closed modular e-cigarette // Regulant. Toxicol. Pharmacol. 2017. Vol.90. P. 342-357.

12. Wang G., Liu W., Song W. Toxicity assessment of e-cigarette // Inhalation toxicol. 2019. Vol.31 (7). P. 259-273.

13. Routine Analytical Machine for E-Cigarette Aerosol and collection – Definitions and Standard Conditions. CORESTA recommended method № 81 (CRM NO. 81). URL: http://www.coresta.org.

14. Determination of Glycerol, Propylene Glycol, Water and Nicotine in the Aerosol of E-Cigarette by Gas Chromatography Analysis. CORESTA recommended method № 84 (CRM NO. 84). URL: http://www.coresta.org.

15. CRM NO. 96 Determination of Formaldehyde and Acetaldehyde in E-Vapour Product Aerosol. CORESTA recommended method № 96 (CRM NO. 96). URL: http://www.coresta.org.

16. CRM No. 98 Determination of Select Metals in E-Liquid by ICP-MS. CORESTA recommended method № 98 (CRM NO.98). URL: http://www.coresta.org.

17. CRM 102. Determination of Tobacco-Specific Nitrosamines in E-Liquid by LC-MS/MS. CORESTA recommended method № 102 (CRM NO. 102). URL: http://www.coresta.org.

18. ISO 20768. Vapour products – Routine Analysis Vaporising Machine – efinitions and Standard Conditions // International Organisation for Standardisation. Geneva, Switzerland.

19. ISO 24199. Vapour products – Determination of Glycerol, Propylene Glycol, Water and Nicotine in the Aerosol of E-Cigarette by Gas Chromatography Analysis // International Organisation for Standardisation. Geneva. Switzerland.

20. ISO 24211. Vapour products – Determination of Formaldehyde and Acetaldehyde in E-Vapour Product Aerosol // International Organisation for Standardisation. Geneva, Switzerland.

21. Belushkin M., Esposito M., Jacquart J. [and others]. The role of testing standards in smoke-free product evaluation // Regulation. Toxicol. Pharmacol. 2018. Vol.98. P. 1-8.

22. Geiss O., Bianchi I., Barrero-Moreno J. Correlation of the yield of volatile carbonyls emitted by e-cigarettes with heating coil temperature and the perceived sensory quality of the vapours produced // W.J. Heeg. Environ. Health. 2016. Vol.219 (3). P. 268-277.

23. Suleiman M., Logue J.M., Montesinos V.N. [and others]. Emissions from Electronic cigarettes: Key parameters affecting the release of Harmful chemicals. // Environ. Sci. Technol. 2016. Vol.50 (17). P. 9644-9651.

24. Uchiyama S., Senoo Y., Hayashida H. [and others]. Determination of chemical compounds Generated from second-generation e-cigarettes using a sorbent. Cartridge followed by a two-step elution method // Anal. Science. 2016. Vol.32 (5). P. 549-555.

25. Boval N., Homesam M., Anterrier S. [and others]. Tracking elements in e-liquids – Development and validation of a CPMS method for e-cigarette refill analysis // Regulation. Toxicol. Pharmacol. 2016. Vol.79. P. 144-148.

26. Hess C.A., Olmedo P., Navas-Acien A. [and others]. E-cigarettes as a source of toxic and potentially carcinogenic metals // Environ. Res. 2017. Vol.152. P. 221-225.

27. Williams M., Bozhilov K., Guy S., Talbot P. Elements including metals in the atomiser and aerosol of single-use e-cigarettes and e-hookahs // PLoS One. 2017. Vol.12 (4).

28. Mishra V.K., Kim K.-H., Samaddar P. [and others]. Review of metal components released in relation to e-cigarette use // Environmental Engineering Research. 2017. Vol.22 (2). P. 131-140.

29. Lerner C.A., Sundar I.K., Watson R.M. [and others]. Environmental health hazards of e-cigarettes and their components: Oxidants and copper in e-cigarette aerosols // Environment. Contamination. 2015. 198. P. 100-107.

30. Farsalinos K.E., Voudries V. Poulas K. Are metals emitted from electronic cigarettes a reason for health concern? A risk assessment analysis of the currently available literature // In V.J. Environ. Res. Public Health. 2015. Vol.12 (5). P. 5215-5232.

31. Palazzolo D.L., Crowe A.P., Nelson J. M., Johnson R.A. Trace metals derived from electronic cigarette (ECIG) generated aerosol // Front. Physiol. 2017. Vol.7. P. 663.

32. Generated Aerosol: A potential problem with ECIG devices containing Nickel // Front. Physiol. 2018. Vol.7. P. 663.

33. Cheng T. Chemical evaluation of electronic cigarettes // Tobacco Control. 2014. Vol.23. P. 11-17. DOI:10.1136/tobaccocontrol-2013-051482.

34. Kosmider L., Sobczak A., Fick M. [and others]. Carbonyl compounds in Electronic Cigarette vapour effects of nicotine solvent and battery output voltage // Nicotine Tob. Res. 2014. Vol.16. P. 1319-1326. DOI: 10.1093/ntr/ntu078.

35. Farsalinos K.E., Gillman G., Poulas K., Voudris V. Tobacco-specific nitrosamines in e-cigarettes: Comparison of liquid and aerosol levels // Int. J. Environ. Res. Public Health. 2015. Vol.12 (8). P. 9046-9053. DOI: 10.3390/ijerph120809046.

36. Farsalinos K.E., Kistler K.A., Gillman G., Voudris V. Evaluation of e-cigarette liquids and aerosols for the presence of selected inhalation toxins // Nicotine Tob. Res. 2015. Vol.17 (2). P. 168-174.

37. Flora J.W., Meruwa N., Huang C.B. [and others]. Characterisation of potential impurities and degradation products in e-cigarette formulations and aerosols // Regulation. Toxicol. Pharmacol. 2016. Vol.74. P. 1-11.

38. Kosmider L., Sobczak A., Prokopowicz A. [and others]. Cherry flavoured e-cigarettes expose users to the inhalation irritant, benzaldehyde // Thorax. 2016. Vol.71. P. 376-377.

39. Wagner C.A., Flora J.W., Melvin M.S. [and others]. Environmental assessment of e-cigarette composition and aerosols for harmful and potentially hazardous constituents (HPHCs) commonly derived from combustion // Regulation. Toxicol. Pharmacol. 2018. Vol.95. P. 153-160.

40. Tayyarah R., Long J.A. Comparison of select analytes in aerosol from e-cigarettes with smoke from conventional cigarettes and with ambient air // Regulat. Toxicol. Pharmacol. 2014. Vol.70 (3). P. 704-710. DOI: 10.1016/ j.yrtph.2014.10.010/

41. Margam J., McAdam K., Forster M. [and others].Chemical composition of Aerosol from e-cigarette: Quantitative comparison with cigarette smoke // Chem. Res. Toxicol. 2016. Vol.29 (10). P. 1662-1678.

42. Farsalinos K.E., Woodris V., Poulas K. E-cigarettes generate high levels of aldehydes only in "dry puff" conditions // Addiction. 2015. Vol.110 (8). P. 1352-1356.

43. Dautzenberg B., Garelik D. Patients with lung cancer: Are e-cigarettes harmful or beneficial // Amsterdam, The Netherlands, 2017. Vol.105. P. 42-48.

44. Cravo A.S., Bush J., Sharma G. [and others]. A randomised, parallel group study to assess the safety profile of an electronic vapour product over 12 weeks // Regulat. Toxicol. Pharmacol. 2016. Vol.15:81. P 1:S1-S14.

45. Фармвестник, 21.02.2024.

46. The Lancet. Позиция ВОЗ подвергает риску 1,3 млрд курильщиков. URL: https://aif.ru/health/life/the_lancet_poziciya_voz_podvergaet_risku_1_3_mlrd_kurilshchikov.

47. Федеральный закон «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма, последствий потребления табака или потребления никотинсодержащей продукции» от 23.02.2013 № 15-ФЗ (в ред. Федерального закона от 31.07.2020 № 303-ФЗ).

48. Постановление Правительства РФ от 23.12. 2021 № 2425 «Об утверждении единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации, и единого перечня продукции, подлежащей декларированию со-

ответствия, внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 г. № 2467 и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации».

49. ГОСТ Р 58109-2018. Жидкости для электронных систем доставки никотина. Общие технические условия. Введ. 2018-06-01. Внесено изменение № 1 от 12.10.2023.

50. Технический регламент Таможенного союза «Технический регламент на табачную продукцию» (ТР ТС 035/2014).

51. Кочеткова С.К., Остапченко И.М. Исследование безопасности курения кальянных табаков и электронных сигарет // Инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья: матер. Междунар. науч.-практ. конф. (23–24 июня 2011 г.) / ГНУ КНИИХП. Краснодар: Издательский Дом-Юг, 2011. С. 189-193.

52. Пережогина Т.А., Дурунча Н.А., Кокорина Л.В. Разработка методики определения никотина в жидкостях для электронных систем доставки никотина // Развитие и совершенствование инновационных исследований и разработок для табачной отрасли. Коллективная монография / ФГБНУ ВНИИТТИ. Сб. науч. трудов института. Вып. 182. Краснодар: Просвещение-Юг, 2019. С. 199-210.

53. Пережогина Т.А., Дурунча Н.А., Остапченко И.М., Анушян С.Г. Модификация методики определения никотина в жидкости для ЭСДН // Новые технологии. 2018. № 2. С. 54-59.

54. Пережогина Т.А., Дурунча Н.А., Галич И.И., Кокорина Л.В. Результаты межлабораторных сравнительных испытаний по определению никотина в жидкостях для ЭСДН // Естественные и технические науки, 2018. № 4. С. 208-213. DOI: 10.25633/ETN.2018.01.014.

55. Пережогина Т.А., Дурунча Н.А., Галич И.И., Кокорина Л.В., Анушян С.Г. Установление метрологических характеристик методики определения никотина в жидкостях для ЭСДН // Tobacco-РЕВЮ. 2018. № 2. С. 44-50.

56. Пережогина Т.А., Дурунча Н.А., Остапченко И.М. Определение никотина в коммерческих образцах жидкостей для электронных сигарет // Новые технологии. 2017. № 1. С. 48-52.

57. Пережогина Т.А., Дурунча Н.А, Кокорина Л.В., Анушян С.Г. Определение содержания никотина в жидкостях для СДН // Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции: сб. матер. III Междунар. науч.-практ. конф. (8–19 апреля 2019 г., г. Краснодар). Ч. 2. С. 424-435. URL: http://vniitti.ru/conf/conf2019/sbornik_conf_2019_.pdf.

58. Пережогина Т.А., Кокорина Л.В. Исследование никотинсодержащих жидкостей для систем доставки никотина // Наука России: цели и задачи: сб. науч. трудов по матер. XV междунар. науч. конф. (10.06.2019 г.). Екатеринбург: Изд. НИЦ «Л-Журнал», 2019. Ч. 1. С. 68-72. DOI: 10.18411/sr-10-06-2019-20.

59. Лушникова А.Ю., Пережогина Т.А., Панков Н.А., Дурунча Н.А. Оценка соответствия рыночных образцов ЭСДН по содержанию никотина в жидкостях, требованиям нормативных документов // Естественные и технические науки. 2022. № 8. С. 156-160. DOI: 10.25663/ETN.2022.08.12.

60. Панков Н.А., Лушникова А.Ю., Гнучих Е.В., Пережогина Т.А. Определение объема жидкости в одноразовых ЭСДН // Естественные и технические науки. 2022. № 9. С. 102-104. DOI: 10.25663/ETN.2022.09.11.

61. Пережогина Т.А., Дурунча Н.А., Остапченко И.М., Кокорина Л.В. Влияние условий и сроков хранения на потребительские свойства жидкостей для электронных систем доставки никотина (ЭСДН) // Состояние и перспективы инновационных исследований и разработок для табачной отрасли. Коллективная монография / ФГБНУ ВНИИТТИ. Краснодар: Просвещение-Юг, 2021. С. 90-97.

62. Зайцева Т.И., Пережогина Т.А., Попова Н.В., Еремина И.М. Особенности сбора аэрозоля на различных видах электронных систем доставки никотина (ЭСДН) // Известия вузов. Пищевая технология. 2020. № 4. С. 102-106. DOI: 10/47370/2072-0920-2022-18-2-81-86.

63. Медведева С.Н., Пережогина Т.А., Еремина И.М., Глухов Д.К. Исследование газовой фазы аэрозоля электронных систем доставки никотина различных типов // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 1. С. 46–55. DOI: 10.47370/2072-0920-2021-17-1-46-55.

УДК 663.974

## ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СИГАРЕТ

**Остапченко И.М., Ерёмина И.М., Галич И.И., Резниченко И.А.,** *канд. техн. наук*

В табачном мире постоянно происходят динамично развивающиеся процессы и изменения, как в области технического оснащения производства, лабораторного и испытательного оборудования, так и в области ассортимента продукции. В настоящее время отмечаются следующие тенденции развития:

– общий рост мирового производства сигарет и, в частности, сигарет с фильтром за счет роста производства сигарет в Китае и развивающихся странах,

– изменение структуры потребления сигарет по типам мешек за счет повышения доли потребления сигарет типа «американ бленд» и снижение доли потребления сигарет типа «oriental blend» (восточные);

– и, как следствие, снижение доли производства табачного сырья восточного типа и повышение объемов выращивания сырья американского типа, причем география выращивания расширяется за счет африканских стран и Китая;

– произошли изменения в расстановке сил по производству сигарет в мире. В десятку крупных производителей вошли страны: Китай, США, РФ, Япония, Индонезия, Германия, Англия, Турция, Голландия,

Бразилия. В целом отмечается перепроизводство как табачного сырья, так и сигарет;

– в условиях ужесточения конкурентной борьбы усилилось давление на табакопроизводителей в плане снижения токсичности табачного дыма и ответная реакция производителей выпуском сигарет с пониженным содержанием никотина;

– произошедшие изменения явились причиной увеличения спроса на инновационные фильтры, соусы, ароматизаторы;

– на рынке прочное место заняли никотинсодержащая продукция: электронные системы доставки никотина (ЭСДН), электрические системы нагреваемого табака (ЭСНТ);

– анализ прогнозов на будущие изменения в развитии табачной отрасли позволяет ощутить тенденцию повышения спроса на сигары, сигариллы, нюхательный, жевательный табак, сигареты, изготовленных без применения соусов и ароматизаторов.

На территории РФ табачную продукцию производят транснациональные табачные компании и российские фабрики: АО «Филипп Моррис Ижора» (Санкт-Петербург), ООО «Петро» (Санкт-Петербург), АО «ИТМС» (Санкт-Петербург), ООО «Дж.Т.И. Донской табак» (г. Ростов-на-Дону), ООО «Интернешнл Тобассо» (г. Волгоград), АО «Погарская ССФ» (г. Погары), ООО «Балтийская табачная фабрика» (г. Калининград), ООО «Донская табачная фабрика» (г. Ростов-на-Дону), ООО «ТК «ПЭППЭЛЛ» (Крым), ООО «Табачный комбинат «ОМИЧ» (г. Омск).

Проблема снижения содержания смолы и никотина в дыме сигарет возникла в 70 годах XX века в США, после опубликования научных данных о том, что продукты сгорания (смола), содержащиеся в табачном дыме, могут спровоцировать развитие онкологических заболеваний [1]. Научные организации стали разрабатывать методы снижения вредных веществ в дыме сигарет, а табачные компании стали производить сигареты с меньшим содержанием смолы в табачном дыме.

Снижение показателей содержания смолы и никотина требует использования комплекса мер, затрагивающих все аспекты производства сигарет:

– использование табачного сырья с пониженным содержанием никотина и пиролизата;

– добавление в табачные смеси восстановленного табака;

– добавление расширенной жилки;

– добавление объемного расширенного табака;

– снижение длины табачной части сигарет;

– снижение массы табака в сигарете;

– применение сигаретной бумаги с повышенной воздухопроницаемостью;

– повышение горючести сигарет (снижение числа затяжек);

– применение вентилируемых фильтров;

– применение фильтров с повышенной удерживающей способностью.

Приведенный комплекс мероприятий позволил значительно изменить параметры сигарет с фильтром категории «полный вкус» (табл. 1).

*Таблица 1*

**Изменение параметров сигарет с фильтром категории «полный вкус»**

| Характеристика | 1955 г. | 2022 г. |
|---|---|---|
| Длина сигареты, мм | 85 | 84 |
| Длина фильтра, мм | 15 | 21 |
| Длина табачной части сигареты, мм | 70 | 63 |
| Масса табака в сигарете, г | 1,0 | 0,7 |
| Содержание расширенной жилки, % | - | 15 |
| Воздухопроницаемость сигаретной бумаги, ед. CU | 15 | 60 |
| Вентиляция фильтра, % | - | 25 |
| Число затяжек | 15 | 8 |
| Содержание смолы, мг/сиг | 34 | 10 |
| Содержание никотина мг/сиг | 2,7 | 0,9 |
| Содержание монооксида углерода, мг/сиг. | 18 | 10 |

В 2004 году в Европейском Союзе установлен максимально допустимый уровень содержания смолы до 10 мг/сиг и впервые установлены предельные значения содержания никотина и окиси углерода с максимальными уровнями 1,0 мг/сиг и 10 мг/сиг соответственно.

В РФ нормативы, регламентирующие содержание никотина, смолы, монооксида углерода в табачном дыме сигарет, снижались поэтапно, а с 2008 года, согласно ФЗ № 268-ФЗ «Технический регламент на табачную продукцию», они аналогичны европейским [2].

В Техническом регламенте Таможенного Союза «Технический регламент на табачную продукцию» (ТР ТС035/2014) установлены требования к содержанию смолы, никотина и монооксида углерода в дыме сигарет [3]:

– содержание смолы и никотина в миллиграммах на одну сигарету (мг/сиг) в дыме одной сигареты (с фильтром и без фильтра) -10 мг/сиг и 1,0 мг/сиг соответственно;

– содержание монооксида углерода (CO) в миллиграммах на одну сигарету (мг/сиг) в дыме одной сигареты с фильтром -10 мг/сиг.

За рубежом продолжают разрабатываться новые правила, которые могут позволить странам участницам ВОЗ требовать от производителей или импортеров проведения не только базового тестирования содержания смолы, никотина и окиси углерода, но и проверки содержания других веществ табачного дыма.

Международное сообщество акцентирует внимание на снижение токсичности табачного дыма, намечаются тенденции к установлению контроля большего количества компонентов табачном дыме.

Рост благосостояния населения и все большая озабоченность его своим здоровьем заставляет научные организации разрабатывать методы снижения вредного воздействия табака, а производителей сигарет применять инновационные технологии для повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции.

Сигареты – курительные изделия, состоящие из резаного табака в виде отрезка табачного жгута, обернутого сигаретной бумагой, склеенной продольным швом.

Основным сырьем для производства сигарет является смеси (табачные мешки) табачного сырья различных ботанических и товарных сортов.

Табак (Nicotiana tabacum L.), листья которого используются в качестве сырья для производства табачных изделий, принадлежит к роду Nicotiana семейства пасленовых. Общим для всех видов рода Nicotiana является наличие в химическом составе алкалоидов: никотина, норникотина, анабазина и др., которые содержатся в разных количествах во всех частях растения, кроме зрелых семян [4].

В зависимости от состава компонентов табачной смеси (мешки) сигареты подразделяются по видам:

– Сигареты американского типа (американ бленд) – вид сигарет, начинка которых состоит из соусированной и ароматизированной смеси табака Вирджиния (трубоогневой сушки) – 60 %, Берлея – 20 %, Ориентальского (восточного) – 10 %, а также расширенной жилки, восстановленного табака;

– Сигареты инглиш бленд (английская мешка) – вид сигарет, начинка которых состоит из 3–4 видов табака Вирджиния трубоогневой сушки, не соусированная, но иногда ароматизированная;

– Сигареты восточного типа ориентальская (восточная) мешка) – вид сигарет изготовленных из смеси скелетных и ароматичных табаков восточного типа в соотношении 60 % и 40 %.

Сигареты могут быть разной длины, толщины, диаметра, круглого или овального сечения, с фильтром, без фильтра. По конструктивным особенностям сигареты делятся на: овальные, круглые, с фильтром, без фильтра, тонкие (слим, суперслим), короткие и тонкие (компакт), с ароматизирующими капсулами.

Сигареты изготавливаются из смеси ферментированного или специально подготовленного табачного сырья, предназначенного для курения [5]. При изготовлении сигарет используется сигаретная бумага. Современная сигаретная бумага является высокотехнологичным материалом, обладающим высокой тлеющей способностью и высокой воздухопроницаемостью (пористостью), что обеспечивает возможность регулирования состава табачного дыма сигарет.

Продуктом потребления является табачный дым – аэрозольная смесь, включающая газовую и твердожидкую фазы продуктов сгорания табака.

В процесс курения происходит тление-горение резаного табака в начинке сигарет с образованием табачного дыма, имеющего сложный химический состав, в зависимости от фазы курения.

После поджигающей затяжки, которая образует на конце сигареты зону горения, устанавливается система горения сигареты в виде непосредственно горения табака и в виде тления.

Во время затяжки воздух протягивается в сигарету через зону горения и образуется главная струя дыма. В процессе затяжки при пиковой температуре около 900º С происходит сгорание табака в зоне горения с образованием газообразной смеси, которая быстро охлаждается, образуя конденсат в виде твердожидкой фазы.

Во время каждой затяжки высокая температура в зоне горения вызывает пиролиз и обугливание табака непосредственно за зоной горения. Во время пиролиза стабильные нелетучие вещества, например, никотин, ментол, вода и некоторые восковые вещества, перегоняются в струю дыма с неизменной структурой. Другие углеводороды, альдегиды, спирты, кетоны и кислоты образуются при термическом распаде и становятся частью главной струи дыма. В интервале между затяжками поток дыма из зоны тления образует боковую струю дыма.

Обе струи состоят из твердожидкой фазы и газовой фазы. Твердожидкая фаза видима и может быть выделена физической фильтрацией. Основными компонентами твердожидкой фазы являются смола, никотин и вода. Газовая фаза состоит из газов, воздуха и газообразных продуктов сгорания табака и не может быть поглощена активированными твердыми веществами с большой поверхностью, например, древесным углем и силикагелем. Большую часть газовой фазы составляют азот, кислород, углекислый газ, окись углерода и водяные пары (табл. 2).

Исследования показали, что табачный дым содержит широкий спектр компонентов: соединения газово-паровой фазы, полулетучие и летучие фракции, вещества твердожидкой фазы. Многие из этих соединений, обладающих раздражающим действием, являются опасными, токсичными или канцерогенными для организма курильщиков. В газовой фазе присутствуют окись углерода, цианистый водород, окись азота [4].

В составе органических летучих веществ содержатся такие соединения как альдегиды, в том числе формальдегид, ацетальдегид, акролеин, пропионовый, кротоновый, масляный альдегиды.

В состав углеводородов входят: изопрен, 1,3-бутадиен, бензол, толуол. Кетоны содержат ацетон и метилэтилкетон. В группу полулетучих веществ входят пиридин, хинолин. Фенольные соединения содержат: фенол, крезолы, гидрохинон, резорцин, катехин. В состав нелетучих соединений входят нитрозоамины, специфичные для табака.

*Таблица 2*

**Химический состав табачного дыма, %**

| Твердо – жидкая фаза | | Газовая фаза | | Органические компоненты в паровой фазе | |
|---|---|---|---|---|---|
| Не идентифицированные вещества | 33 | CO | 3,5 | Эфиры | 1 |
| Фенолы | 2 | Метанол | 5 | Нитрилы | 6 |
| Углеводороды | 5 | $O_2$ | 12 | Летучие кислоты | 7 |
| Спирты | 7 | $CO_2$ | 13 | Кетоны | 9 |
| Альдегиды, кетоны | 9 | $N_2$ | 48 | Адьдегиды | 14 |
| Кислоты | 11 | | | Вода | 20 |
| Алкалоиды | 6 | | | Углеводороды | 40 |
| Вода | 27 | | | | |
| Твердые частицы | 8-9 | | | | |




Основными нормируемыми показателями токсичности табачного дыма являются содержание никотина, смол, CO, мг/сиг.

Содержание никотина, смолы, монооксида углерода в табачном дыме зависит от многочисленных факторов:

– компонентного состава табачной мешки;
– геометрических размеров сигарет;
– массы табака в табачной части сигареты;
– воздухопроницаемости сигаретной бумаги;
– удерживающей способности фильтра;
– длины фильтра.

*Фильтры для сигарет*. В современной табачной промышленности основной объем производства курительной продукции приходится на сигареты с фильтром [6,7]. В качестве фильтрующих материалов в основном используется ацетилцеллюлоза.

По своей конструкции и характеру используемых фильтрующих материалов фильтры можно разделить на следующие группы:

– простой ацетатный фильтр (моноацетатный);
– простой бумажный фильтр;
– комбинированный фильтр (рецесс, двойной, тройной, четверной);
– угольный фильтр;
– камерный фильтр;
– биофильтр;
– фильтры с ароматизирующими капсулами.

В качестве фильтрующих материалов в основном используется ацетилцеллюлоза, крепированная бумага, реже полипропиленовое волокно. В качестве наполнителей адсорбентов используют активирован-

ный уголь в виде гранул, получаемый при обжиге оболочки кокосовых орехов, различные грануллированные адсорбенты, обработанные биологически-активными веществами (ферментами, гемоглобином крови животных), поглощающих CO (окись углерода – угарный газ) из главной струи табачного дыма.

Ацетатные фильтры абсорбируют ряд химически токсичных соединений в главной струе табачного дыма, в основном, таких как никотин и смолы. Ацетатные фильтры имеют сравнительно невысокую селективную способность к абсорбции токсичных соединений, таких как изопрен, бутадион, нитрооксиды.

Биофильтры абсорбируют, инактивируют или нейтрализуют ряд химически токсичных соединений в главной струе табачного дыма таких как свободные радикалы; изопрен; бутадион; нитрооксиды; ароматические нитрозамины; хиноны; катехолы, ацетальдегид; акролеин; производные бензола и др. органические соединения.

По эффективности снижения смолы и никотина биофильтры равны ацетатным фильтрам, но селективная удерживающая способность токсичных элементов выше.

Биофильтр содержит ацетатный жгут, активированный уголь, в порах которого содержатся различные виды гемоглобина, чувствительные для разных токсичных соединений. Биофильтр не изменяет вкуса и аромата табачного дыма.

Фильтры CPF (Cross Flow Filtration) – фильтры, снабженные сегментом в торце фильтра вставкой для разнонаправленного потока главной струи дыма, что позволяет задерживать больше вредных веществ, облегчает защиту от подделки, имеет оригинальный вид.

Удерживающая способность фильтров связана с показателем сопротивления затяжке, определяющим комфортность курения. Фильтры обеспечивают снижение токсичности дыма по принципу фильтрации.

Вентилируемые фильтры обеспечивают дополнительное снижение токсичных компонентов дыма за счет разбавления дыма воздухом при затяжке [8]. Поступление (подсос) воздуха происходит через отверстия, нанесенные на определенном расстоянии от торца фильтра по образующей. Вентилируемые фильтры изготавливают с помощью механической, электростатической и лазерной перфорации ободковой бумаги.

С помощью лазерной перфорации, перфорация может быть нанесена на готовые сигареты на сигаретной линии, включающей специальную лазерную установку путем прожигания узким лучом отверстий в ободковой бумаге и фицелле, покрывающих фильтр. В этом случае фицелла может быть непористой. Регулировкой мощности и частоты пульсации лазерного луча можно изменять размеры и количество отверстий.

Наиболее широко применяются при изготовлении сигарет уже готовые вентилируемые фильтры и перфорированная ободковая бумага. В данном случае, при изготовлении фильтропалочек применяется высокопористая фицелла (воздухопроницаемость составляет 1000-26000 CU).

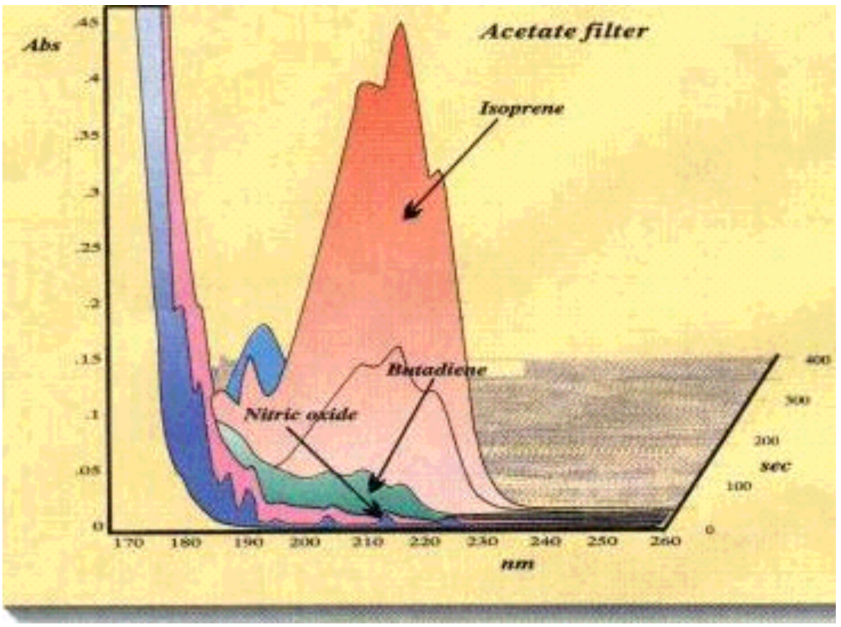



Рис. 1. Содержание токсичных веществ в главной струе табачного дыма, прошедшей через ацетатный фильтр

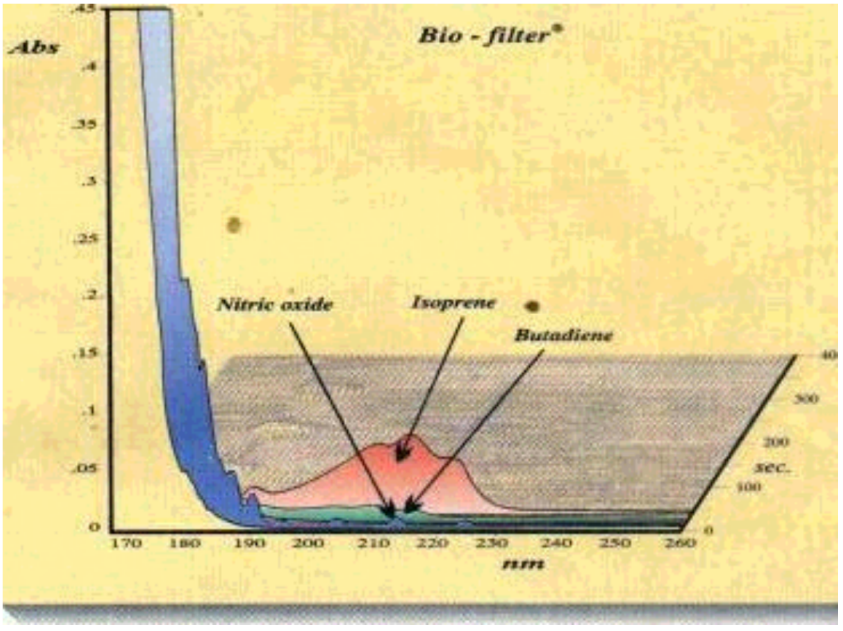



Рис. 2. Содержание токсичных веществ в главной струе табачного дыма, прошедшей через биофильтр

Вентилируемые фильтры получили широкое распространение в связи с повышение спроса и производства сигарет с пониженным содержанием смолы и никотина.

У сигареты с вентилируемым фильтром (за счет подсоса воздуха через перфорационные отверстия) доля объема воздуха, проходящего через зону горения в общем объеме затяжки, снижается, в результате чего изменяется как количество образующихся веществ, так и их состав.

Обычные фильтры снижают содержание в дыме вещества твердожидкой фазы, вентилируемые фильтры разбавляют воздухом газовую фазу дыма.

Использование фильтрации в сочетании с вентиляцией позволяет создавать ультра легкие сигареты с приемлемым сопротивлением затяжке и нормальным соотношением твердожидкой и газовой фаз табачного дыма.

При увеличении степени вентиляции увеличивается количество затяжек, так как при этом уменьшается количество воздуха, проходящего через зону горения и длина сигареты, сгорающая во время затяжки, снижается. Длина сигареты, сгорающая во время паузы, остается неизменной.

Практика показывает, что повышение степени вентиляции сигарет на 1% (в диапазоне до 30%) снижает содержание никотина в дыме в среднем на 0,5%, сухого конденсата на 0,8%. Повышение степени вентиляции на 1% (в диапазоне 30–50%) обеспечивает снижение никотина на 1,3%, смолы на 1,48%. Зависимость нелинейная.

Вентилируемые фильтры удерживают полулетучие компоненты дыма (в том числе и никотин), но меньше, чем смолу. Это объясняется не только иными процессами образования дыма, но и увеличением степени вымывания (элюирования) полулетучих веществ из входной части фильтра, зависящей от скорости потока дыма.

Степень вентиляции зависит от величины перфорационных отверстий, их количества, способа нанесения, расположения по отношению к торцу фильтра, в зависимости от длины фильтра и длины сигареты. Степень вентиляции должна быть сбалансирована с показателями воздухопроницаемости сигаретной, ободковой бумаги и фицеллы самих фильтров.

Фильтры с ароматизирующими капсулами: ароматизирующие капсулы для фильтров представляют собой сферические желатиновые оболочки диаметром 3,0–3,5 мм, заполненные ароматизатором, не имеющие аромата без раздавливания, предназначены для размещения в фильтрах сигарет с целью предоставления потребителям возможности ароматизации дыма по собственному желанию путем раздавливания капсулы [9].

При производстве фильтропалочек с ароматизирующими капсулами используется более плотная фицелла с целью предотвращения проступания пятен ароматизатора на фильтрующих мундштуках сигарет после раздавливания капсул.

Восстановленный табак – табачный продукт в виде тонкого полотна или пластинок, получаемый в результате переработки отходов табачного производства.

В мировой практике известны различные способы производства восстановленного табака: литьевой, бумажный, экструзионный, прокатный, способ напыления и пропитки. Сырьем для производства восстановленного табака являются различные виды отходов: стебли табачных растений, жилки от стрипсования, фарматура, срезы жилок от сигаретных машин, табачная пыль и мелочь.

Из всех известных в мире способов наибольшее количество восстановленного табака в настоящее время производится по технологии бумажного производства и составляет около 250 тыс. тонн в год.

Применение восстановленного табака при производстве сигарет является эффективным способом регулирования содержания компонентов табачного дыма сигарет, путем добавления в табачные мешки заменителей табака, имеющих высокие технологические свойства и низкие показатели содержания никотина, пиролизата [6, 7].

Согласно результатам исследований, проведенных в институте, добавление 10 % восстановленного табака позволяет снизить содержание смолы в дыме сигарет на 10 %, а добавление 20 % восстановленного табака – на 20 %.

Данные результаты могут быть получены при строго определенных условиях:

– хорошая горючесть ВТ;

– композиционный состав ВТ: 95% табак + 5 % целлюлоза и вода;

– качественное смешивание ВТ и всех компонентов табачной мешки, обеспечивающее однородность распределения влажности и фракционного и компонентного состава в массе резаного табака.

Отклонения от перечисленных условий снижают эффективность использования ВТ с целью снижения содержания смолы и никотина в дыме сигарет.

Практика фабричного производства ставит использование восстановленного табака также как и расширенной жилки в качестве регуляторов показателей смолы и никотина в дыме сигарет на первое место, т.к. добавление ВТ и РЖ значительно улучшает объемно-упругие свойства и снижает измельчаемость резаного табака. Данные показатели влияют на экономические показатели производства: на снижение полезного расхода, на образование потерь сырья на всех стадиях производства и в целом на снижение общего расхода сырья при производстве курительных изделий.

*Расширенная жилка.* Необходимость удаления средней жилки табачного листа возникла в связи с широким использованием в производстве курительных изделий крупнолистных табаков американского типа.

Химические показатели жилки существенно отличаются от ткани листа: в жилке содержится значительно больше зольных веществ, цел-

люлозы, а белков и никотина меньше, что явилось привлекательным для создания продукта, снижающего содержание никотина в мешке.

Физические свойства жилки так же сильно отличаются от свойств ткани листа, обнаруживая неблагоприятное влияние на качество курительных изделий: низкая горючесть, повышение массы изделий, прокол сигаретных рубашек.

Создание различных технологий расширения жилки направлено на решение задач производства курительных изделий: экономия затрат на табачное сырье; снижение массы сигарет и полезного расхода и регулирование содержания смолы и никотина в табачном дыме.

В табачной индустрии производятся различные виды расширенной жилки:

CRES – резаная, плющеная, экспандированная жилка;

PES – экстремально экспандированная жилка;

ESS – экспадированная резаная жилка.

Особенностями производства разных видов расширенной жилки является процесс экспадированная расширения измельченных частиц жилки.

В табачной отрасли наиболее широкое распространение получила технология производства расширенной жилки типа CRES, включающая следующие процессы – сортировку по размерам и увлажнение горячим паром и водой до 35% ± 10% влажности при 65–85º С. Это интенсивное увлажнение помимо придания сырью эластичности, необходимой при резании, сводит к минимуму образование табачной пыли:

– плющение жилок до толщины 0,4–1,0 мм;

– резание плющеной жилки на волокна шириной 0,10–0,20 мм;

– подача увлажненной резаной жилки в устройство «взрыва» STS, где в результате контакта жилки с перегретым паром высокого давления (6–9 атм.) происходит разрыхление частиц жилки, растягивание стенок клеток табачной жилки и частично «взрывание» их.

Степень расширения клеток составляет 35–65% от объема исходной клеточной структуры сырья. Из устройства «взрыва» жилка подается в сушильную колонну для снижения содержания влаги с 35–45% до 11–15%.

Добавление в массе резаного табака 20% расширенной жилки увеличивает объем конечного продукта на 10–15% и значительно снижает содержание смол и никотина в табачном дыме.

В связи с тем, что расширенная жилка имеет химический состав отличный от табачного листа, ее дегустационные свойства также имеют отличия от табачного сырья

Добавление расширенной жилки выше 20% к табачной мешке снижает показатели вкуса табачного дыма, вызывая раздражение, привкус целлюлозы, жжение, щипание, обкладку, а также снижает интенсивность аромата мешки, что требует компенсацию добавлением соусов и ароматизаторов.

*Расширенный табак.* Расширение табака основано на принципе увеличения объема внутриклеточных пространств ткани табачных волокон, которое сопровождается снижением содержания никотина, повышением горючести и заполняющей способности.

Расширение табака производится различными способами:

– с помощью инертных газов (азот, фреон);
– жидкой углекислотой (сухим льдом) – вымораживание;
– в высокочастотном электрическом поле;
– микроволновое расширение;
– паро-термическое расширение.

Задача технологического процесса заключается в получении с наименьшими потерями расширенного табака, обладающего хорошими объемно-упругими свойствами, достаточной прочностью волокон, сбалансированным химическим составом и улучшенными дегустационными свойствами.

*Соусы и ароматизаторы.* В связи с тем, что основными способами снижения концентрации вредных веществ в табачном дыме являются фильтрация и разбавление воздухом главной струи дыма, обеспечивающие одновременное пропорциональное снижение содержания никотина, смол и вкусо-ароматических компонентов дыма в табачной промышленности в целях компенсации потерь вкусоароматических веществ и для усиления вкуса и аромата табачных изделий, используются разнообразные виды вкусоароматических добавок: соусы «тяжелые» и «легкие», ароматизаторы.

Соусы наносятся на листовой табак (кейсинги, основные ароматизаторы, базовые ароматизаторы) – это композиции, составленные из различных добавок, основой которых является смесь, называемая в специальной литературе «амадори» – это смесь аминокислот и сахаров, улучшающая вкус табачного дыма, нейтрализующая щелочную составляющую дыма, обусловленную азотосодержащими компонентами табака на кислотную при горении. Другой составляющей соусов является присутствие в той или иной форме влагоудерживающего комплекса – глицерин, сорбитол, пропиленгликоль, экстракт лакрицы. В состав соусов входит ароматонесущий комплекс – это могут быть натуральные или синтетические ароматические вещества [10, 11].

Ароматизаторы наносятся на резаный табак (топ ароматизаторы), их назначение придает табачной мешке законченный вкусоароматический характер. Это ароматические композиции более летучие и концентрированные, чем соусы и наносятся в количестве 0,1–0,7% к массе табака. Растворитель – спирт, вода, пропиленгликоль или их смесь.

*Ароматизаторы нового поколения.* Изучение химии дыма и безопасности продукции ставит новые задачи в направлении разработки добавок, влияющих не только на органолептику, но и направленно на определенные компоненты дыма, например, канцерогенные вещества [12].

Традиционные соусы и ароматизаторы – это композиции, растворы веществ различной физической природы. Состав композиций ограничивается растворимостью, стойкостью и совместимостью веществ.

Технология инкапсулирования активного вещества позволяет решить проблему использования летучих и нестабильных веществ.

Технология будущего позволяет заключить каждую молекулу в капсулу, что позволит хранить, транспортировать этот порошкообразный продукт. Который легко растворяется и более точно дозируется. Такой продукт не ограничен технологически в использовании: как при включении в сигаретную бумагу, фильтры, на табак.

Технология Матрикс Систем [12] позволяет получить продукт SD-pouder с размером частиц 50–100 микрон, растворимый в воде.

Принцип технологии: смесь 15 % ароматизатора и 85 % носителя мальтодекстрина в виде эмульсии подается в башню, где под воздействием 130–140º С в условиях вакуума и быстрого вращающего потока, влага мгновенно испаряется а ароматизатор оказывается в оболочке мальтодекстрина.

Технология Спрэй Кулинг [12] позволяет получить продукт MSD pouder с размером частиц 100–200 микрон, содержащих 20 % ароматизатора и 80 % пальмового масла. Эмульсия ароматизатора и носителя в горячем состоянии очень быстро подается под вакуумом в холодную башню, где мгновенно масло застывает образуя капсулы, легкоплавкого ароматизатора, которые применимы в пакетиках чая, кофе, жевательной резинки и т.д.

Технология СО-экструзии позволяет получить мембранные капсулированные фильтры, что дает возможность изготовить продукт в желатиновых капсулах содержащих 70 % ароматизатора и 30 % оболочки размером 800–1000 микрон.

Технология молекулярной капсуляции позволяет изготовить продукт, каждая частица которой состоит из конструкции амило – кольца и кольца из бетта циклодекстрина, которые различаются разностью отношением к воде гидрофобная и гидрофильная часть создает напряжение затягивающее молекулу ароматизатора вглубь конструкции из колец. Диаметр колец 7 микрон.

Выпускают марки для табачной отрасли М 52568 Экстра свит, свит, марки БД бета циклодекстрин, Эманат – для фильтров с воздушной камерой.

*Упаковочные материалы.* В настоящее время упаковочные материалы, применяемые при производстве для сигарет: полипропиленовая пленка; разрывная ленточка; картон хром-эрзац; этикеточная бумага; кашированная фольга. Они являются высокотехнологичными материалами, изготовленными с применением современных инновационных средств идентификации оригинальной продукции в виде галлографических знаков, чипов, цветных меток, что позволяет упаковочным материалам выполнять не только функцию защиты продукции от внешнего

воздействия при хранении и транспортировки, но и обеспечивать функцию защиты от подделок. Кроме того, начиная с 1 июля 2020 года, производителям запрещается изготавливать продукцию без идентификационных марок, представляющих собой двумерный штриховой код с повышенной криптозащищенностью.

Инновационные технологии производства сигарет продолжают развиваться и служить основой для создания продукции с регулируемыми показателями качества и безопасности.

## Литература


1. Уидер Э., Гоффманн Д. Табак и табачный дым // Сборник исследований экспериментального канцерогенеза. Нью-Йорк: Академия, 1967. С. 30-47.
2. Федеральный закон от 22.12.2008 № 268-ФЗ «Технический регламент на табачную продукцию».
3. Технический регламент Таможенного Союза «Технический регламент на табачную продукцию» (ТР ТС035/2014).
4. Мохначев И.Г., Загоруйко М.Г. Химия и ферментация табака. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. 248 с.
5. ГОСТ 3935-2000. Сигареты. Общие технически требования. Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2000. 29 с.
6. Пережогина Т.А., Дурунча Н.А., Покровская Т.И. Анализ качественных показателей сигарет с фильтром // Известия вузов. Пищевая технология. 2014. № 1 (33). С. 108-111.
7. Дурунча Н.А., Пережогина Т.А., Остапченко И.М. Результаты исследований табачных изделий по показателям безопасности и качества // Естественные и технические науки. 2014. № 3. С. 183-187.
8. Остапченко И.М. Механизмы фильтрации табачного дыма сигарет с вентилируемым фильтром // Новые технологии. 2016. № 3. С. 21-26.
9. Патрик Мередит. Ароматизирующие капсулы // Tobacco-РЕВЮ. 2015. № 1. С. 48-50.
10. ГОСТ 32049-2013. Ароматизаторы пищевые. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2014. 26 с.
11. Булдаков А. Пищевые добавки. Справочник. СПб.: Ut, 1996. 240 с.
12. Роджер Пенн Др. Аромат будущего // Tobacco-РЕВЮ. 2002. № 1. С. 20-21.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ТАБАКУ И ЕГО ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКЕ

УДК 633.71: 631.527

# ТЕОРЕТИКО-ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ СЕЛЕКЦИОННЫХ РАБОТ ПО ТАБАКУ

**Иваницкий К.И.,** *канд. с.-х. наук*

Одним из наиболее эффективных инновационных факторов в развитии табаководства является селекция.

В связи со сложившейся тенденцией развития отечественного табаководства перед селекционерами выдвигаются принципиально новые критерии к создаваемым сортам. Наряду с высокой урожайностью, качеством, устойчивостью к болезням, создаваемые сорта должны обладать скоро- и среднеспелым типом развития, высокой экологической пластичностью, адаптацией к экстремальным условиям внешней среды и возможностью возделывания в различных регионах России.

Такой сложный комплекс требований обусловливает необходимость поиска и применения эффективных научно обоснованных инновационных технологий, селекционно-генетических приемов и методов.

Основной критерий эффективности селекционных работ – адаптивность, экологичность, ресурсоэкономичность, рентабельность.

Важным направлением в селекционном процессе является, несомненно, гибридизация. Именно она является главным фактором полувекового периода в селекции табака.

В дальнейшем, параллельно с гибридизацией нашли применение новые методы и направления селекции табака: мутагенеза, межвидовой гибридизации, полиплоидии, культуры органов и тканей, и др. методов.

В прошлом единственным методом селекции был отбор лучших форм из имевшихся в природе популяций.

В настоящее время селекция не ограничивается только эмпирическим отбором уже существующих в популяциях хозяйственноценных форм, а использует широкий спектр методов, приёмов искусственного и целенаправленного воздействия на генетические особенности растений.

В настоящее время интересы селекционных работ развиваются в направлении:

– Поддержания *in vivo* зародышевой плазмы генофонда мировой коллекции рода Никоциана и выделение сортов-доноров селекционноважных признаков.

– Определения закономерностей устойчивости к основным болезням на основе изучения механизмов защитных реакций в системе паразит-хозяин.

– Создания исходного материала и сортов с высоким уровнем устойчивости к болезням.

– Оценки селекционного материала в системе генотип-среда и создания исходного материала с высокой экологической пластичностью.

– Использования методов и принципов комбинационной способности в синтетической селекции.

– Использования форм с цитоплазматической мужской стерильностью для получения высоко гетерозисных гибридов.

– Получения и поддержания константности линейного материала новых и районированных сортов.

Использование селекционно-генетических методов и закономерностей, а также наличие уникальной научной установки (УНУ) – «Коллекция генетических ресурсов рода Никотиана – табака, махорки и диких видов» и обширного селекционного материала, позволило перейти к дальнейшему получению нового конкурентоспособного исходного материала.

***Формообразовательный процесс***. Эффективность селекционного процесса в значительной степени зависит от знания закономерностей формообразовательного процесса табака, естественно-исторического его происхождения и эволюции. То есть, селекционер должен хорошо знать биолого-экологические, эволюционные аспекты особенности культуры.

Табак является древнейшим культурным растением Америки. Ареал происхождения табака охватывал районы древнейших цивилизаций Центральной, Южной Америки, живших более 4000 лет до н.э., уровень экономического развития которых был чрезвычайно высок. Жители этих районов начавшие окультуривать табак, выбирали формы, приспособленные к различным почвенно-климатическим условиям. Перенося растения табака в различные почвенно-климатические ареалы и изменяя внешние условия технологии возделывания, человек способствовал появлению и закреплению необходимых хозяйственно-полезных признаков.

В итоге эколого-географического расселения табака на Американском континенте сформировались крупные эколого-географические группы популяций отличающиеся между собой по морфобиологическим признакам и занимающие ареалы с разнообразными условиями среды по климату, плодородию почвы, продолжительности периода вегетации и др.

В результате длительного эволюционного процесса были сформированы весьма совершенные экотипы табака [1], отличающиеся разнообразием длины вегетационного периода, устойчивостью к экстремальным условиям среды.

Таким образом, современные формы табака несут в себе отпечаток длительной адаптации и отбора в первичных центрах культуры, сохранившимся в комплексе важнейших признаков древнейших макрогрупп табака.

За исторически короткий срок, исчисляемый пятью столетиями с момента открытия и, немногим более чем 400 лет с тех пор, как он был введен в культуру, табак распространился по всему земному шару.

Вторичный этап формообразовательного процесса включает три качественных периода:

– потребительского табаководства всех стран, где табак возделывался;
– промышленного табаководства;
– период научной селекции.

Характерной особенностью вторичного формообразовательного процесса табака является агроэкологическая направленность эволюционного процесса.

Требования табачной промышленности к сырью явились основным вектором отбора в механизме внутривидовой эволюции, приводящим к формированию в строго определенных почвенно-климатических условиях сортотипов, дающих необходимый сырьевой продукт.

В процессе направленного отбора в разных природных и хозяйственных условиях формообразовательный процесс табака шел по пути дифференциации вида на систему генетически соподчиненных хозяйственно-ценных сортотипов.

Планомерный сбор исходного материала, изучение ареалов возделывания табака во вторичных центрах, сравнительная оценка сортов в различных почвенно-климатических условиях позволили определить эколого-географические подходы к изучению и созданию УНУ – «Коллекция генетических ресурсов рода Никотиана – табака, махорки и диких видов» и ее классификации.

Используя закономерности формообразовательного процесса совместно с отбором создавались популяции хорошо адаптированные к природно-климатическим зонам возделывания табака.

Эти неоднородные популяции стали первыми источниками для создания первых сортов табака.

***Исходный материал.*** Результативность селекционных работ зависит от сбора, изучения и правильного использования исходного материала.

Важное значение исходному материалу предавал Н.И. Вавилов. Он считал привлечение и использование местных и инорайонных сортов и популяций в качестве исходного материала одним из основных этапов селекции растений.

Правильному подбору исходного материала способствует всестороннее изучение конкретных условий зоны, в которой ведется селекционная работа.

Основным источником ценного материала для селекции табака является генофонд коллекции табака, а также сорта и линии, созданные селекционерами. Из этого материала, выделяют формы, ценные по комплексу полезных признаков. В процессе изучения этого материала в коллекционном питомнике на протяжении ряда лет, выделяются образцы, обладающие ценными признаками и свойствами. Они, служат, как правило, родительскими формами для получения гибридного материала.

В результате изучения, в предыдущие годы выделен ряд форм, образцов и сортов, отличающихся отдельными ценными свойствами и признаками. Среди них: Соболческий 194, 193; Трапезонд 1187, 162, 3072, 219; Переможец 83; Талгарский 25; Крупнолитсный 21; Остролист 2747, 1519; Юбилейный 8; Дюбек 44; Самсун 85 и др.

Метод отбора и оценки лучших линий из многообразия местных популяций стал первым этапом научной селекции табака.

За короткий срок был создан широкий спектр селекционных сортов, отличающийся существенным преимуществом по важнейшим хозяйственным признакам по сравнению с исходными сортами – популяциями.

К таким сортам относились: Тык-Кулак 92, Трапезонд 93, Дюбек 44, Американ 572, Самсун 27 и др. Эти сорта возделывались в течение многих лет по своим качественным показателям отнесены к сортам эталонам качества, которые используются в селекции на качество и в настоящее время.

Широкое использование сортов-доноров хозяйственно-полезных признаков генофонда табака и совершенствование методов селекционной работы позволило создавать более ценные сорта, отвечающие природным условиям табаководческих регионов. Использование мировых ресурсов табака, сосредоточенных в УНУ – «Коллекция генетических ресурсов рода Никотиана – табака, махорки и диких видов», сыграло важнейшую роль в придании сортам продуктивности, скороспелости, устойчивости к болезням и неблагоприятным условиям внешней среды.

За историю отечественной селекции на основе генофонда коллекции было создано около 180 сортов, гибридов табака и махорки.

***Внутривидовая гибридизация.*** Дальнейшее повышение требований развивающейся табачной промышленности к селекционным сортам привело к необходимости применения внутривидовой гибридизации.

В практической селекции табака применяют различные типы скрещиваний: метод простого скрещивания – (АхВ); метод тройного скрещивания – $F_1$(АхВ)хС; метод сложной ступенчатой гибридизации; метод беккроссов.

Наиболее эффективным методом создания табака остается гибридизация с привлечением для скрещивания географически и экологически отдаленных форм.

Успех гибридизации зависит от эффективно подобранных компонентов. В селекции табака используется два принципа подбора

исходного материала: 1. Использование формы – носителя гена признака отсутствующего (или недостаточно выраженного) у улучшаемой формы; 2. Вовлечение в гибридизацию формы с ярко выраженным косвенным признаком, находящимся в положительной корреляции с селектируемым признаком. Так называемый метод подбора родительских пар и метод подбора пар по элементам продуктивности растений, продолжительности отдельных фаз вегетации и др., практически является приемами этих принципов. Так, при селекции на иммунитет часто используются уникальные доноры устойчивости (1-й принцип), а подбирая формы с различно выраженными элементами продуктивности, используется положительные связи с урожайностью (2-й принцип). Гибридные популяции, полученные на этой основе трансгрессивны по степени выраженности хозяйственно-ценных признаков генотипов. В этой связи возрастает роль отбора и его фона. Принципы подбора пар для гибридизации тесно связаны со схемами скрещивания.

Типы скрещивания, в зависимости от каждой конкретной задачи и привлекаемых для этого родительских форм, могут быть самыми различными: простые, ступенчатые, беккроссы, конвергентные и т.д. В качестве одного из компонентов скрещивания широко привлекаются местные селекционные сорта, наиболее приспособленные к условиям той или иной зоны. Вторым родителем подбирают наиболее продуктивные экологически и географически отдаленные формы, ценные отдельными признаками или комплексом признаков, которые необходимо улучшить у первого сорта. Большинство сортов табака отечественной селекции получено от подобного скрещивания, комбинирования желательных признаков в одном генотипе.

Применение методов гибридизации позволило последовательно сочетать в одном генотипе признаки двух и большего количества родительских форм, тем самым значительно повысить эффективность селекционного процесса.

Были выведены высокопродуктивные сорта табака Дюмар 2386, Трапезонд 2578, Остролист 2747, Переможец 83 и многие другие.

Наиболее эффективный метод, позволяющий надежно управлять становлением генотипа является система методов возвратных скрещиваний. Он дает результаты, позволяющие прогнозировать и повторять, что, как правило, невозможно при обычной системе скрещивания. Высокоурожайный и приспособленный к местным условиям сорт, но имеющий какой-либо недостаток, может быть в короткий срок улучшен по этому признаку методом беккроссирования. Сущность метода заключается в том, что путем последовательной гибридизации, отбора и оценки замещаются гены одного или нескольких локусов улучшаемого сорта – реципиента, или так называемого рекуррентного (повторного) родителя геном или генами сорта – донора. В зависимости от характера наследования признака, который нужно передать от донора к реципиенту, применяется соответственно модифицированная система беккроссов.

Продолжительность беккроссирования зависит от числа генов, контролирующих переносимый признак, и от силы их сцепления с генами, контролирующими нежелательные признаки у донора. Последние, очень часто встречаются при межвидовых беккроссах.

В настоящее время в селекции табака апробирована новая схема гибридизации – конвергентный беккросс, сущность которого заключается в том, что каждый этап возвратного скрещивания осуществляется разными родительскими формами-донорами, имеющими один или два общих признака, а по остальным признакам они различаются между собой. Такая схема беккроссов даёт возможность создавать исходный материал с широкой комбинационной основой, в результате чего рекомбинанты могут трансгрессировать за пределы родительских форм по продуктивности и другим признакам.

Метод конвергентных скрещиваний обеспечивает сочетание в гибриде признаков многих родителей путём промежуточных скрещиваний. Сначала из исходных форм получают простые гибриды, затем последовательными скрещиваниями осуществляется возможность для максимальной гибридизации, создавая гибридную популяцию /(АхВ)х(СхД)х(ЕхН)х(КхМ)/. Так как у простых гибридов начинается расщепление, то в окончательном скрещивании нужен большой объём, чтобы осуществить синтез необходимых генов в одном организме. Возможно при этом применении приёма трансгрессивной рекомбинации, когда используется одна форма во всех простых гибридах, в таком случае сложный гибрид приобретает вид /(АхИ)х(АхС)х(АхД)х(АхЕ)/.

Конвергентные скрещивания возможно сочетать с беспрерывным или неполным беккроссом. Для этого параллельно проводят серии возвратных скрещиваний и получают линии, которые затем последовательно включаются в единый гибрид для объединения в нём лучших признаков.

***Селекция на качество.*** Повышенные требования к качеству сортов табака заставляет селекционеров уделять особое внимание комплексу признаков его составляющих. Успех селекции во многом зависит от знаний о генном контроле признаков, о взаимодействии генотипа и среды.

Одним из методов, позволяющим получить более полную информацию о наследовании признаков, взаимодействии генных систем, контролирующих изучаемые признаки, селекционной ценности гибридов и сортов, является метод диаллельных скрещиваний.

Генетический анализ биохимических признаков качества в системе диаллельных сортов показал, что: а) содержание никотина зависит от лимитов среды и определяется как рецессивным, так и доминантными аллелями, взаимодействие генов в основным происходит по аддитивно-доминантному типу; б) содержание углеводов зависит от погодных условий года и района выращивания, увеличенное содержание контролируется системой рецессивных генов, взаимодействие генов в условиях полива происходит по типу комплементарного эпистаза, багар-

ных – аддативно-доминантному типу; в) содержание белков в большой степени зависит от генотипа, чем экологических факторов, увеличенное содержание белка контролируется системой рецессивных генов по типу комплементарного эпистаза; г) содержание карбонильных соединений зависит от генотипа сорта, увеличенное содержание контролируется доминантными генами по типу комплементарного эпистаза.

***Экспериментальный мутагенез.*** Для создания нового исходного материала широко применялись различные методы физического (с различным воздействием на объект – лучи рентгена, гамма-лучи) и химического мутагенеза (нитрозометилмочевина, нитрозоэтилмочевина, этиленэмин) с помощью которых у табака получен уникальный спектр хозяйственно-ценных мутантов в дальнейшем, включенный в селекционный процесс.

При обработке семян сорта Американ 341 мутагеном этилмочевина индуцирована светло-желтая мутация «вайт», характеризующаяся интенсивным и сближенным созреванием листьев. Включение этой мутации в гибридизацию позволило создать широкий спектр уникальных сортов: Юбилейный, Остролист 451, 215; Крупнолистный Б-3, Американ Бахчисарайский, Трапезозд 15, 92, 162; Самсун 85 и многие др. с сближенным периодом и интенсивным созреванием листьев, наличие этих признаков явилось значительным достижением и показателем прогресса в селекции на качество.

При многократной обработке химмутагенами мутанта Белолист 66, а также мутантов, полученных в его генотипе, ценный признак сближенный период и интенсивный тип созревания листьев был совмещён с рядом других хозяйственно-ценных признаков: гигантизмом, многолистностью, крупнолистностью, высокой ароматичностью, сближенным периодом созревания листьев, скороспелостью.

***Межвидовая гибридизация.*** Борьба с болезнями и вредителями табака является основной составляющей комплексной системы интенсивного выращивания табака. В этом аспекте большое значение имеет создание и использование устойчивых сортов. От новых сортов табака требуется устойчивость не к одной болезни, а к целому комплексу патогенов.

Основными болезнями табака в России являются: пероноспороз, вирус табачной мозаики, вирус огуречной мозаики, некротический штамм Y-вирус картофеля, белая пестрица, бактериальная рябуха, настоящая мучнистая роса, монтарь, черная и рассадная корневые гнили.

В работах на устойчивость к болезням опираются на теорию Н.И. Вавилова о центрах происхождения культурных растений и законах генотипического иммунитета [2, 3]. Н.И. Вавилов указывал, что иммунные формы растений чаще возникают в центрах происхождения, где, как подчеркивает П.М. Жуковский [4, 5, 6], происходит сопряженная эволюция растения – хозяина и паразита.

Он показал, что на общей родине паразита и растения-хозяина встречается наибольшее разнообразие отличающихся по устойчивости форм растений. Выживают в этих условиях виды, отличающиеся гено-

типической устойчивостью, или виды, занявшие ареалы с неблагоприятными для развития патогенов экологическими условиями.

Возникающие эпифитотии приводят к появлению видов с более высоким уровнем устойчивости к патогенам.

Поэтому, реальную возможность создания новых форм, иммунных к болезням, Н.И. Вавилов видел на пути к межвидовой и межродовой гибридизации.

Межвидовая гибридизация, как метод селекции табака и способ создания принципиально новых хозяйственно-ценных форм, имеет большое значение в селекции на устойчивость к патогенам.

В качестве источников устойчивости к патогенам, контролируемой R-генами (олигогенами), в селекции табака широко используется генетический потенциал диких видов рода *Nicotiana*.

Род *Nicotiana* отличается большим полиморфизмом. Виды различаются по морфобиологическим и генетическим особенностям.

Центр происхождения видов рода *Nicotiana* – Южная Америка [7, 8]. Из 65 известных видов [7, 8] 36 произрастают в Южной Америке (Аргентина, Перу, Чили, Боливия, Уругвай, Парагвай, Эквадор, Бразилия). В Северной Америке, включая Мексику, встречаются 9 видов. В Австралии и на южных островах Тихого океана произрастает 20 видов. Число хромосом у представителей рода *Nicotiana* колеблется в соматических клетках от 24 до 48.

Принимая гипотезу Вегенера [9], Грабовецкая [10] считает, что предки рода *Nicotiana* занимали некогда один ареал на суперконтиненте Гондвана, но в процессе расхождения материков разобщились по континентам Америки и Австралии и на островах между этими материками. Ныне существующие виды представляют новый эволюционный этап рода *Nicotiana* и в настоящее время 24-парные виды занимают высшее филогенетическое положение, в том числе культивируемые виды *N. tabacum* и *N. rustica* [7, 8].

Развитие эпифитотий различных болезней и отсутствие доноров устойчивости среди *N. tabacum* заставила обратиться к генофонду рода *Nicotiana* основному источнику генов устойчивости в интрогрессивной селекции.

Виды рода *Nicotiana* имеют устойчивость практически ко всем известным болезням табачного растения, которые в дальнейшем использовали в селекционных программах (табл. 1).

Приведенные сведения о наследственности устойчивости к болезням говорят о том, что иммунитет при межвидовой гибридизации доминирует над восприимчивостью (табл. 2).

Выносливость и устойчивость характеризуется промежуточным поведением в первом поколении или рецессивностью. Они же в последующих поколениях характеризуются сложным наследованием, в отличии от иммунитета, который дает моногибридный тип наследования. Показанные в таблице 2 источники устойчивости использовались в долговременных селекционных программах и в настоящее время.

*Таблица 1*

**Устойчивость основных видов рода *Nicotiana* к болезням**

| | |
|---|---|
| Табачная мозаика | *N. benavidesii, N. glauca, N. glutinosa* |
| Огуречная мозаика | *N. tomentosa, N. tomentosiformis, N. otophora, N. setchellii* |
| Белая пестрица | *N. solanifolia, N. glauca, N. tomentosa, N. otophora, N. setchellii, N. undulata, N. wigandioides, N. alata, N. sandere* |
| Вирус бронзовости томатов | *N. glauca, N. trigonophilla, N. langsdorfii, N. debneyi* |
| Бактериальная рябуха | *N. longiflora, N. plumbaginifolia* |
| Черная корневая гниль | *N. paniculata, N. alata, N. sanderae, N. plumbaginifolia, N. bigelovii, N. suaveolens, N. megalosiphon, N. exigua, N. goodspeedii, N. debneyi* |
| Мучнистая роса | *N. solanifolia, N. otophora, N. setchellii, N. sylvestris, N. glutinosa, N. glauca, N. wigandioides, N. trigonophiyla, N. alata, N. sandere, N. longiflora, N. plumbaginifolia, N. acuminata, N. suaveolens, N. excelsior, N. megalosiphon, N. exigya, N. goodspeedii, N. occidentalis, N. debneyi* |
| Пероноспороз | *N. goodspeedii, N. ingulba, N. occidentalis, N. debneyi, N. rosulata* |

*Таблица 2*

**Сводка результатов изучения наследования устойчивости к болезням**

| Болезнь | Исходный материал | Тип устойчивости | Устойчивость в $F_1$ | Характер расщепления |
|---|---|---|---|---|
| Вирус табачной мозаики | *N. glutinosa*<br>*N. tomentosa*<br>*N. otophora* | иммунитет<br>устойчивость<br>устойчивость | доминант<br>рецессив<br>рецессив | моногибридный<br>полигибридный<br>полигибридный |
| Огуречная мозаика | 4 вида секции *Tomentosae* | устойчивость | рецессив | полигибридный |
| Белая пестрица | 4 вида секции *Tomentosae*<br>*N. glauca* | устойчивость<br>устойчивость | рецессив<br>рецессив | полигибридный<br>полигибридный |
| Верхушечный хлороз | *N. longiflora* | иммунитет | промежуточная | неизвестен |
| Бактериальная рябуха | *N. longiflora* | иммунитет | доминант | моногибридный |
| Мучнистая роса | *N. glutinosa*<br>*N. tomentosiformis*<br>*N. debneyi* | иммунитет<br>иммунитет<br>иммунитет | доминант<br>доминант<br>доминант | моногибридный<br>моногибридный<br>моногибридный |
| Пероноспороз | *N. debneyi* | устойчивость | доминант | полигибридный |
| Черная корневая гниль | *N. debneyi* | иммунитет | рецессив | дигибридный |
| Фитофтороз | *N. longiflora*<br>*N. plumbaginifolia* | иммунитет<br>иммунитет | доминант<br>доминант | моногибридный<br>моногибридный |

Практические результаты межвидовой гибридизации в роде *Nicotiana*, подтвердили возможность интрогрессии генетических систем устойчивости от диких видов в геном *N. tabacum* и привели к созданию новых генотипов, сочетающих комплекс хозяйственно-полезных признаков с генетическими системами комплексной устойчивости к болезням: к бактериальной рябухе – от *N. longiflora,* к фитофторе – от *N. plumbaginifolia,* к пероноспорозу – от *N. debneyi*, *N. goodspeedii*, *N. exigua*, *N. megalosiphon,* немотоде от *N. re*panda*,* к табачной мозаике и мучнистой росе – от *N. glutinosa*.

Методами межвидовой гибридизации получены гибриды, характеризующиеся широким размахом наследственной изменчивости, расщеплением по морфобиологическим признакам и свойствам. Интересы селекционных работ были направлены на отбор в расщепляющихся поколениях сверхмощных форм, получаемых в скрещиваниях амфидиплоида (синтетического табака – синта) с табаком.

Под названием синта подразумеваются следующие амфидиплоиды: Синта 1 = *N. sylvestris* x *N. tomentosa*; Синта 2 = *N. sylvestris* x *N. tomentosiformis*; Синта 3 = *N. sylvestris* x *N. otophora*; Синта 4 = *N. sylvestris* x *N. setchellii*.

В результате гибридизации этих амфидиплоидов получены стабильные формы или плодовитые триплексы, отличающиеся во втором и последующих поколениях расщеплением с доминированием признаков диких видов.

Дальнейшая оценка обширного гибридного материала на основе триплексов позволила получить сорта табака от межвидовых гибридов на основе форм Синта с высокой комбинационной способностью. Устойчивость к болезням передавали от амфидиплоида при скрещивании с восприимчивыми сортами при направленном отборе на инфекционных фонах.

В результате межвидовой гибридизации коадаптация генных систем длительна по времени. Для стабилизации их по комплексу признаков и дальнейшему использованию в селекционных программах по созданию высокоурожайных комплексно устойчивых сортов необходимо:

– получать триплексы на основе сортов, имеющих от разных диких видов комплексную генетическую устойчивость к болезням;

– самоопылять триплексы и их производные в течение 5–10 генераций;

– в потомстве триплексов и их производных отбирать фенотипы, имеющие признаки культурной формы и комплексную устойчивость к болезням;

– хозяйственно ценные рекомбинанты, возникающие в старших поколениях, размножать до линейного материала с оценкой на фено- и генотипическую однородность;

– для новых межсортовых скрещиваний с сортами разных сортотипов использовать только константные линии, имеющие гибридный фенотип близкий к табачному.

Для решения задач по созданию новых устойчивых сортов табака разработаны и использованы следующие принципы:

1) генетические системы устойчивости к болезням, переданные от диких видов, локализованы в разных хромосомах генома *N.tabacum* и наследуются независимо друг от друга, что позволяет объединить устойчивость к нескольким болезням в одном сортовом генотипе;

2) лучшими донорами по комплексу хозяйственно ценных признаков, устойчивости к болезням и качественным показателям являются экологически отдаленные формы;

3) при селекции новых сортов необходимо использовать генотипы, имеющие максимальную концентрацию генов устойчивости, скоадаптированную в результате предыдущих селекционных работ;

4) для скрещивания надо использовать только те доноры устойчивости, которые прошли оценку на искусственном инфекционном фоне;

5) объединение генов устойчивости к одной болезни, полученных от разных видов, позволяет создавать конвергентные формы с повышенной устойчивостью;

6) селекцию на комплексную устойчивость необходимо вести на инфекционных фонах с учетом поэтапной оценки устойчивости потомства к каждой из болезней.

Изложенные принципы отбора и гибридизации позволили создать принципиально новый исходный материал и сорта, обладающие комплексной устойчивостью к 4–6 болезням, хорошей адаптивностью к стрессовым условиям среды, высокой экологической пластичностью и стабильностью.

Новый исходный материал совмещал в одном генотипе 4–5 доминантных генетических систем устойчивости к основным болезням, высокой урожайностью и другими хозяйственно-ценными признаками. В настоящее время для передачи устойчивости используются новые сорта, обладающие максимальной концентрацией генов устойчивости от разных диких видов – Крупнолистные 9, 17, 20, 21, 22, 23; Устойчивый 5 и другие константные по устойчивости к табачной мозаике, мучнистой росе, пероноспорозу, бактериальной рябухе, белой пестрице и черной корневой гнили.

Созданные сорта табака используются в селекционных программах как доноры комплексной устойчивости к болезням.

Использование метода межвидовой гибридизации при скрещивании культурного табака с видами секции *Tomentosae – N. setchellii*, *N. otophora* и секции *Suaveolentes – N.debneyi*, *N. rosulata*, *N. amplexicaulis* позволило получить амфидиплоиды, а из них путем насыщения сортами табака создать перспективные линии гибридов в качестве исходного материала в селекции табака.

***Цитоплазматическая мужская стерильность* (*ЦМС*).** Одно из средств повышения продуктивности сортов – практическое использование эффекта гетерозиса на основе использования явления цито-

плазматической мужской стерильности (ЦМС). Наличие различных источников ЦМС у табака открыло возможность создания на стерильной основе новых гетерозисных гибридов, совмещающих высокую продуктивность с высоким качеством сырья, комплексной устойчивостью к болезням. На основе цитоплазм диких видов получены стерильные аналоги новых сортов: Крупнолистный 8, 1, 20; Иммунный 1, Лехия, Вирджиния Пулавская, Вирджиния 17А и др. Установление взаимодействия сортовых геномов в различных цитоплазмах является инновационным подходом к определению комбинационных способностей межсортовых гибридов табака.

***Полиплоидия.*** В селекции табака используются автополиплоиды или аутополиплоиды, которые получаются в результате кратного увеличения основного числа хромосом одного вида, и аллополиплоиды, или амфидиплоиды создающиеся путем удвоения числа хромосом разных видов. Эти полиплоиды существенно различаются по своим цитогенетическим, морфо-физиологическим особенностям и селекционной ценности. Широкое использование полиплоидии в селекции табака стало возможным применению колхицина для удвоения хромосомного набора. Автополиплоиды отличаются мощным развитием некоторых вегетативных органов, химическим составом, как правило, замедленным развитием.

Созданные полиплоиды являются лишь исходным материалом для дальнейшей селекции, которые усовершенствуются методами многократной гибридизации и отбора.

***Культура тканей и органов.*** Значительным препятствием при выведении сортов методом отдаленной гибридизации является генетико-физиологическая несовместимость видов. В зависимости от отдаленности видов она проявляется на различных этапах и по-разному.

Наиболее раннее проявление несовместимости наблюдается при подавлении и замедлении прорастания пыльцы на рыльце пестика. Более позднее проявление несовместимости выражается в замедлении темпов роста и развитии гибридных семян, которое сопровождается гибелью зародышей, семян и проростков. В результате при отдаленных скрещиваниях семена часто совсем не образуются или завязываются в небольших количествах.

Для преодоления барьеров несовместимости используют ауто-амфидиплоидию, воздействуют стимулирующими веществами, но эти методы не всегда обеспечивают получение межвидовых гибридов. С этой целью в институте был использован метод изолированной культуры ткани.

Изучение мирового опыта, знание специфики табачного растения позволило решить ряд проблем:

1. Применение метода культуры изолированной ткани для преодоления несовместимости на разных этапах формирования семян, начиная с оплодотворения семяпочек на искусственной агаризированной среде и кончая массовым получением отдаленных гибридов из проростков, погибающих на более поздних этапах развития.

2. Создание растений (дигаплоидов) из пыльцы гибридов первого и последующих поколений для получения константных линий и форм и сокращения селекционных процессов.

3. Выращивание в стерильных условиях эмбрионов для получения трех генераций в один год.

Разрешение проблемы выращивания растительных тканей, клеток, оплодотворенных семяпочек, неполноценных гибридных зародышей и индуцирование гаплоидов из пыльников открыло большие возможности перед селекционерами.

В изолированной культуре могут выращиваться не только ткани сортов и видов табака, но и ткани гибридных растений. Возможность индуцирования каллусной ткани стеблевых почек позволила использовать этот метод при отдаленной гибридизации для получения исходного устойчивого материала.

Сочетанием биотехнологических и традиционных методов гибридизации созданы амфидиплоиды и их беккросспотомства с участием диких видов секции *Suaveolentes*. В настоящее время эти гибриды представляют практическую ценность для создания качественно новых генотипов, устойчивых к болезням.

***Болезнеустойчивость.*** Современная теория иммунитета предполагает целесообразное сочетание в сорте различных типов устойчивости, которые контролируются большими генами (олигогенами) и малыми генами (полигенами) устойчивости. Усиленное образование новых агрессивных рас и штаммов патогенов, поражающие иммунные сорта, заставило перейти селекционеров на полевую устойчивость, которая является интегрированным ответом растения-хозяина на инфицированное давление патогенна.

Селекционеру необходимо в каждом случае определять оптимальное соотношение специфической и неспецифической устойчивости в сорте. Первая обуславливает устойчивость сорта к отдельным расам патогена или их комплексу. Проявляется она обычно в типе реакции на инфицирование возбудителем и связана с реакцией сверхчувствительности, при которой патоген блокируется в некрозной ткани и погибает вскоре после внедрения в ткани растения.

Специфическая или вертикальная устойчивость не предотвращает поражения сорта новыми агрессивными расами патогена. Наследуется она преимущественно моногенно, доминантно.

Другой тип устойчивости – неспецифический, полевой, обуславливает защиту растений от различных по агрессивности рас патогена. Наследуется полигенно и контролируется рецессивными генами.

Выделить сортообразцы с полевой устойчивостью можно и на естественных инфекционных фонах. Основной особенностью сортов с полевой устойчивостью является способность растений заражаться только при сильном инфекционном давлении.

После развития патогена на растениях с полевой устойчивостью нередко проявляется ослабление способности к прорастанию спор, со-

хранению их жизнедеятельности к инфицированию растений. В силу этих особенностей сорта с полевой устойчивостью не являются источником массового накопления патогена в природе и массового рассеивания его инфекционного начала.

В настоящее время от новых сортов табака требуется комплексная устойчивость к патогенам, которая бы соединяла специфические и неспецифические факторы устойчивости, не только к комплексу патогенов, а даже к одной болезни. Это, например, наблюдается в отношении пероноспороза табака (*Peronospora tabacina* Adam).

Пероноспороз табака или ложная мучнистая роса, возбудителем которой является гриб *Peronospora tabacina* Adam, появился на территории России в начале 1960 г. У табака, несмотря на его полиморфизм, не обнаружено высокой устойчивости, а выявлена лишь различная степень восприимчивости.

Устойчивость к пероноспорозу была передана табаку от дикого вида *N. debneyi* Варком (Австралия) и Клейтоном (США). Используя зарубежные сорта в качестве исходного материала, отечественные селекционеры создали высокоустойчивые к пероноспорозу сорта Иммунный 580, Остролист 1519, Самсун 155 и др.

Устойчивость, переданная от *N. debneyi*, имеет полигенный характер, в основе которой находится доминантный ген подавления споруляции гриба с системой малых генов.

После внедрения сортов, устойчивых к пероноспорозу, было отмечено поражение пероноспорозом и этих сортов из-за появления второй расы *P. tabacina* (РТ2).

Ретроспективный анализ взаимообусловленных изменений в системе патоген-хозяин за 50-летний период, показал положительную тенденцию микроэволюционного процесса в природных популяциях *P. tabacina*, где доминировала менее агрессивная раса РТ-1.

Это показывает, что целенаправленные отборы на естественном фоне сортов с полевой устойчивостью исключили сильновирулентные линии возбудителя *P. tabacina* и одновременно усилили полевую (полигенную) устойчивость сортов табака. В настоящее время сорта с R-генами от *N. debneyi* и малыми генами обеспечивают хозяйственный уровень защиты урожая.

Анализ многолетних данных показывает, что сорта с R-геном к РТ1 (*Peronospora tabacina* Adam 1 раса) и с полигенной устойчивостью к РТ2 (*Peronospora tabacina* Adam 2 раса) создают высокую полевую устойчивость к пероноспорозу и обеспечивают необходимую защиту урожая от болезней.

Высокий уровень полевой устойчивости к пероноспорозу обеспечивают следующие сорта: Иммунный 580, Трапезонд 3072, 219, 15; Остролист 1519, Самсун 155, 36; Берлей 21, Вирджиния 202, Юбилейный 8, Остролист 215, Крупнолистный 21 и др.

В Краснодарском крае широко распространена обыкновенная табачная мозаика (ВТМ). Основным типом устойчивости, который ис-

пользуется в селекции, является некроз с полной локализацией ВТМ, появляющийся в результате реакции сверхчувствительности. R-ген сверхчувствительности передан в геном табака от *N. qlutinosa*. Наследуется он доминантно. Следует отметить, что R-ген сверхчувствительности уже более 50 лет не преодолевается агрессивными штаммами ВТМ и обеспечивает иммунитет сортам табака.

Имеется большой набор исходного материала с иммунитетом к ВТМ: Иммунный 580, Трапезонд 3072, 44-07, 362; Самсун 155, 36; Талгарский 25, Крупнолистный 21 и др.

Наибольшую угрозу для табака представляет некротический штамм Y-вирус картофеля (УВК), вызывающий покоричневение жилок листа с последующим его отмиранием. Многолетняя фитооценка селекционного материала в условиях поля показала, что большое количество сортов обладает высокой полевой устойчивостью к УВК. Диапазон реакции сортов к некротическому штамму показывает наличие нескольких типов устойчивости, в частности, толерантность, устойчивость с микронекрозами и отсутствие симптомов поражения.

Селекционный отбор на естественном инфекционном фоне позволил создать ряд сортов табака с высокой устойчивостью к некротическому штамму УВК: Юбилейный 142, Трапезонд 15, Трапезонд Кубанец, Самсун 85, Вирджиния 202 и др.

Из бактериальных болезней в России широко распространена бактериальная рябуха, которая проявляется при влажных погодных условиях, поражая в большей степени желтолистные формы табака в особенности сорта сортотипа Берлей. Большинство болезнетворных бактерий проникает в растение-хозяина только через устьица или поврежденные участки тканей.

Количество, размер и морфология устьиц, генетически контролируемые признаки, могут влиять на восприимчивость генотипов к бактериальному заражению. Полевая устойчивость сортов табака к бактериальной рябухе способна защитить урожай. Оценка сортов табака мировой коллекции показала высокий потенциал устойчивости к данному заболеванию.

В настоящее время выделены основные типы устойчивости к бактериальной рябухе: морфо-физиологическая резистентность, сверхчувствительность, толерантность.

Одним из серьезных инфекционных заболеваний табака в условиях парника является черная корневая гниль (ЧКГ). На основе многолетних испытаний на устойчивость к ЧКГ выделены следующие резистентные типы: уход от болезни за счет быстрого темпа роста рассады, сверхчувствительность, толерантность. Первый тип устойчивости выражается в том, что в фазе рассады растения растут быстрее, чем развивается болезнь. Выносливость (толерантность) проявляется обычно в активном противодействии развитию гриба в тканях корней. Сорта табака, в генотип которых внедрен R-ген от дикого вида *N. debneyi*, имеют высокую устойчивость к слабо-средневирулентным расам или экотипам гриба. Такой тип устойчивости может не иметь симптомов пора-

жения или на корнях могут быть отмечены некрозы как результат реакции сверхчувствительности.

В условиях парника селекционерами постоянно ведется направленный отбор по темпу роста рассады, проценту гибели растений и по реакции корней на поражение ЧКГ линий и форм табака.

Выделен большой набор устойчивого к ЧКГ исходного селекционного материала, включающего сорта с R-геном от *N. debneyi* (Трапезонд 15, Юбилейный 142, Остролист 215, 316, 65; Крупнолистный Ильский и др.).

Для поддержания стабильного уровня устойчивости к ЧКГ у сортов табака требуется постоянный отбор устойчивых форм на умеренном инфекционном фоне, который позволяет избегать потерю малых генов полевой устойчивости.

Настоящая мучнистая роса проявляется на табаке осенью и практически не наносит ущерба в Краснодарском крае. У межвидовых гибридов устойчивость, переданная от *N. glutinosa*, доминантна и моногенна.

Таким образом, устойчивость к патогенам является необходимым условием для создания сортов табака с эффективной защитой урожая от болезней.

Благодаря этому полевая устойчивость как интегрированный ответ растения на заражение значительно расширяет комплексную устойчивость к набору рас и штаммов патогенов. Оптимальное сочетание в сорте табака олигогенных и полигенных систем, отвечающих за специфические и неспецифические факторы устойчивости к болезням, обеспечивает сохранение урожая и позволяет получить сырье необходимого качества. Для поддержания стабильного уровня полевой (полигенной) устойчивости необходим многократный отбор форм табака на умеренном инфекционном фоне, что позволяет избегать рассеивания малых генов неспецифической устойчивости.

Многолетняя оценка в полевых условиях сортов табака показала, что большая часть сортов обладает высоким уровнем устойчивости к основным болезням (табл. 3).

Таким образом, в результате многолетних оценок и отборов в качестве исходного материала, обладающего устойчивостью к основным болезням табака, выделились сорта: Трапезонд 92, 182, 204; Юбилейный новый 142, Самсун 85, Берлей Краснодарский, Вирджиния 202, Остролист 316, Крупнолисный 9. Все сорта совмещают в одном генотипе комплекс хозяйственно-полезных признаков с высоким уровнем устойчивости к болезням.

Специфические природные условия России на первый план выдвигают проблему адаптивной селекции, создания экологически ориентированных сортов с коротким вегетационным периодом. В этой связи были расширены комплексные исследования по выявлению оптимальных эколого-географических зон и организации экологического сортоиспытания, которые проводили на Кубани, в Липецкой и Брянской обл., а также в Алтайском крае, Астраханской и Волгоградской обл.

*Таблица 3*

**Уровень комплексной устойчивости к болезням районированных перспективных сортов табака (ВНИИТТИ, естественный фон 2019–2023 гг.)**

| Сорт | Устойчивых растений, % | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | табачная мозаика | рябуха | Y-вирус картофеля | пестрица | перонос-пороз |
| Трапезонд 92 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 |
| Трапезонд 182 | 90 | 100 | 85 | 100 | 95 |
| Остролист 316 | 95 | 100 | 90 | 85 | 100 |
| Остролист 46 | 90 | 95 | 95 | 95 | 95 |
| Трапезонд Кубанец | 90 | 90 | 95 | 95 | 100 |
| Трапезонд 204 | 100 | 95 | 95 | 90 | 100 |
| Трапезонд 162 | 100 | 100 | 100 | 95 | 100 |
| Самсун 85 | 95 | 100 | 90 | 95 | 95 |
| Крупнолистный 9 | 100 | 100 | 100 | 95 | 100 |
| Остролист 215 | 85 | 95 | 100 | 90 | 95 |
| Юбилейный 142 | 95 | 95 | 100 | 90 | 100 |
| Вирджиния 202 | 85 | 90 | 90 | 90 | 95 |
| Берлей Краснодарский | 85 | 85 | 85 | 90 | 100 |

Отобраны экологически адаптивные сорта табака Трапезонд Кубанец, Трапезонд 92, Трапезонд 128, Трапезонд 162, Трапезонд 15, Берлей 5 и др., сочетающие скороспелость с высокой продуктивностью, высоким качеством сырья и устойчивостью к болезням. Кроме того, сорта Трапезонд 162 и Трапезонд Кубанец отличаются широкой экологической пластичностью и впервые включены в Госреестр сортов, рекомендованных для возделывания в новых зонах нетрадиционного табаководства Западно-Сибирского региона.

В настоящее время в результате многолетних (2015–2023 гг.) селекционно-генетических работ создан новый исходный материал и перспективные сорта табака: Остролист 9, 65, 360; Октябрьский улучшенный; Крупнолистный 9М, Крупнолистный Ильский и др. Новые сорта сочетают в одном генотипе высокую продуктивность, качество сырья, устойчивость к болезням.

Перспективные сорта проходят оценку в высших звеньях селекционного процесса.

## Литература

1. Иваницкий К.И. Исторические аспекты эволюции табака – *N.tabacum* Lin. // Исторические аспекты организации ВНИИТТИ и развития его научной деятельности за 100-летний период (1914–2014 гг.) / ВНИИТТИ. Краснодар: Просвещение-Юг, 2014. С. 48.

2. Вавилов Н.И. Центры происхождения культурных растений. Избранные произведения. В 2-х томах. Т. 1. Л.: Наука, 1967. 424 с.

3. Вавилов Н.И. Законы естественного иммунитета растений к инфекционным заболеваниям. Избранные произведения. В 2-х томах. Т. 2. Л.: Наука, 1967. С. 362.

4. Жуковский П.М. Взаимоотношения между хозяином и грибным паразитом на их родине и вне ее // Вестник с.-х. науки. 1959. № 6. С. 25.

5. Жуковский П.М. Селекция на устойчивость сортов культурных растений к болезням // Вестник с.-х. науки. 1960. № 12. С. 23.

6. Жуковский П.М. Культурные растения и их сородичи. М.: Колос, 1971. 752 с.

7. Goodspeed T.H. The genus Nicotiana. U.S.A., Waltham, Mass, 1954.

8. Burbidge N.T. The Australian species of Nicotiana L. (Solonacae) // Austral. J. Bot. 1960. 8. № 3. 342 p.

9. Wegener A. The origin of continents and oceans. London, Methuen, 1924.

10. Грабовецкая А.Н. К познанию рода *Nicotiana* // Тр. по прикладн. ботан., генет. и селекции. 1937. Сер. 1, № 2. 134 с.


УДК 633.71: 632.938.2

# ИММУННОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕЛЕКЦИИ ТАБАКА НА УСТОЙЧИВОСТЬ К БОЛЕЗНЯМ

**Иваницкий К.И.,** *канд. с.-х. наук*

Культура табака (*Nicotiana tabacum* Lin.) была широко распространена в доколумбовой Америке – от Канады до Патогонии. Путем примитивного отбора в этих условиях образовались адаптированные эндемичные формы, в том числе устойчивые к патогенам. Особое значение имеет Южноамериканский центр с его эндемичными видами и местопроисхождением культурного табака. После распространения табака по континентам Европы, Азии и др. шел стихийный отбор на устойчивость к паразитам. В результате этого за три столетия возникали вторичные генетические центры устойчивости табака. Как и по другим признакам, у табака наблюдается сильная вариабельность по устойчивости к видовому составу патогенов [1, 14].

Приоритетным в системе защиты табака от наиболее вредоносных болезней является селекция на устойчивость к патогенам. Основными

источниками устойчивости и иммунитета к болезням являются дикие виды рода *Nicotiana*.

Вид *N. tabacum* также проявляет устойчивость к ряду возбудителей болезней. Внутривидовые скрещивания и целенаправленные отборы перспективного исходного материала позволили получить широкий спектр устойчивых к болезням сортов табака с комплексом хозяйственно-полезных признаков. Однако, известно, что высокий уровень устойчивости к патогенам растений табака с одной стороны, и урожайность, качество, с другой, – полярные признаки. Трудности совмещения этих признаков в одном генотипе при гибридизации вынуждают селекционеров прибегать к отдаленной гибридизации, хотя сам вид может располагать высокой устойчивостью к определенному патогену.

Развивая учение Н.И. Вавилова, П.М. Жуковский в теории сопряженной эволюции паразита и растения-хозяина показал, что на общей родине паразита и хозяина встречается наибольшее многообразие различных по устойчивости форм табака – от восприимчивых до иммунных, с некротическим типом устойчивости и др. [2, 3, 4]. Из этого следует, что взаимоотношения паразита и растения-хозяина приводят к тому, что новая более вирулентная раса патогена устраняет из популяций растения-хозяина все наиболее восприимчивые особи. Сохраняются только виды, имеющие генетическую устойчивость, или виды, занявшие ареалы с неблагоприятными для паразита условиями. Поэтому для селекционеров определение иммунитета – это своеобразный метод, с помощью которого можно восстановить отдаленные этапы эволюции взаимоотношений паразитов и растений-хозяев и определить палеэндемизм вида.

Центр происхождения рода Никоциана по Гудспиду – Южная Америка [5]. Из 66 известных видов 36 произрастают в Южной Америке, из них 18 – в Аргентине, 12 – в Перу, несколько видов – в Чили, Боливии, Уругвае, Парагвае, Эквадоре и на юго-востоке Бразилии. В Северной Америке, включая Мексику, встречается 9 видов. Виды Никоциана, распространенные в Австралии, составляют обособленную секцию Суавеолентес. По Гудспиду [5] и Д. Костову [6], 6 – парное (п = 6) число хромосом предков дало начало эволюционной последовательности 6, 12, 24 – парным уровням хромосом, при этом основным механизмом увеличения плоидности является амфиплоидия. Параллельно с амфиплоидией виды претерпевали генетическую дифференциацию, включающую и генные мутации.

Принимая во внимание гипотезу А. Вегенера [7], А.Н. Грабовецкая [8] предположила, что предки рода Никоциана занимали некогда один ареал на суперконтиненте Гондвана, но в процессе расхождения материков разобщились по континентам – Америка и Австралия. Долгое время не было сведений о наличии представителя дикорастущего эндемичного вида Никоциана в Африке, которая занимала в Гондване центральное положение. В 1975 г. Менмюллер и Бюллер (Menmuller, Buller.) обнаружили новый вид Никоциана в Намибии, который был на-

зван Никотиана африкана. Этот вид является эндемичным реликтом и пока единственным на африканском континенте.

По имеющимся фитогеографическим и фитопатологическим данным можно предположить и выделить три основных эволюционных периода – Гондванский, Американо-Австралийский и современный и соответственно этому определить исторические генетические центры рода Никотиана (Гондванский, Американский, Австралийский).

***Генетический центр Гондваны.*** В ареале, центром которого является современная Южная Америка, у предков рода Никотиана образовалась комплексная система доминантных генов, контролирующих иммунитет к ряду вирусных и грибных болезней. Об этом свидетельствует наличие доминантных генов устойчивости к вирусу табачной мозаики (ВТМ), настоящей мучнистой росе (НМР), черной корневой гнили (ЧКГ) и др. во всех секциях современного рода Никотиана и на всех уровнях плоидности, т.е. гены иммунитета возникли на самых первых этапах эволюции рода до разделения континентов [9].

Показательно, что один из наиболее древних видов – Н. алята, имеющий самое малое число хромосом (n = 9) и произрастающий до настоящего времени в центре происхождения рода Никотиана, обладает иммунитетом к наибольшему числу патогенов (ВТМ, вирусу огуречной мозаики (ВОМ), белой пестрице, бронзовости томатов, бактериальной рябухе, ЧКГ, НМР) по сравнению с другими видами этого рода. Очевидно, в ареале предков имелся комплекс патогенов и по мере специализации паразитов предки современных видов приобретали гены устойчивости. Степень патогенного давления можно проследить у видов секции Алята. Из южноамериканских видов Никотиана виды секции Алята обладают наиболее высоким комплексным иммунитетом. Иммунные виды этой секции занимают территорию с влажным климатом – прибрежную и бассейн реки Парана. Самый восприимчивый вид секции – Никотиана сильвестрис, занимает ареал в центре Анд с менее благоприятными для патогенов условиями [5].

Из вышепредставленного следует, что в большинстве случаев иммунитет контролируется доминантными мономерными генами, которые наиболее сконцентрированы в исторических генетических центрах рода Никотиана.

***Американский и Австралийский генетические центры.*** После разделения континентов образовались два генетических центра рода Никотиана: американский и австралийский. Комплексы патогенов Гондваны, возможно, сохранились в обоих генетических центрах, но кроме того, появились и новые патогены. Эндемом американского континента можно считать Y-вирус картофеля, иммунитет к которому имеется только у американских видов. Для Австралии эндемом является гриб *Peronospora tabacina* Adam возбудитель пероноспороза табака. Это основывается на следующем: устойчивость к пероноспорозу имеется только у эндемичных для Австралии видов рода Никотиана; гриб *Peronospora tabacina* Adam способен поражать все другие виды рода Никотиана (табл.).

*Таблица*

**Устойчивость видов *Nicotiana* к болезням и табачному трипсу (М.Ф. Терновский, 1971)**

| Вид, разновидность | Гаплоидное число хромосом | Табачная мозаика | Огуречная мозаика | Белая пестрица | Вирус бронзовости томатов | Бактериальная рябуха | Черная корневая гниль | Мучнистая роса | Пероноспороз | Заразиха | Табачный трипс |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* | *9* | *10* | *11* | *12* |
| ***Секция Paniculatae*** | | | | | | | | | | | |
| *Paniculatae* | 12 | 4 | 5г | 0 | 3 | 5 | 0 | 0 | 3 | 2 | 1 |
| *Knightiana* | 12 | 4 | 1г | 0 | 3 | 4 | 0 | 0 | 3 | 2 | 1 |
| *Solanifolia* | 12 | 1а | 5г | 0 | 2-3 | - | 0 | 0 | 3 | - | 1 |
| *Benavidesii* | 12 | 0 | 3 | 0 | - | 5 | 1 | 0 | 5 | 1 | 1 |
| *Raimondii* | 12 | 0 | 3 | 0 | - | 4 | 5 | 0 | 5 | 1 | 0 |
| *Cordifolia* | 12 | 4 | 4 | В | - | 5 | - | 0 | 5 | - | - |
| *Glauca* | 12 | 0 | 6в | 0 | 0 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 0 |
| ***Секция Rusticae*** | | | | | | | | | | | |
| *Rustica* | 24 | 1в | 4 | В | 2-3 | 3 | 0-2 | 0-2 | 4-5 | 2-3 | 3 |
| ***Секция Tomentosae*** | | | | | | | | | | | |
| *Tomentosa* | 12 | 2 | 1а | 0 | 1 | 4 | 5 | 1 | 3 | 3 | 1 |
| *Tomentosi-formis* | 12 | 1-3-2 | 1а | 0 | 1 | 4 | 5 | 0-2 | 3 | 3 | 1 |
| *Otophora* | 12 | 3 | 1а | 0 | - | 3 | 5 | 0 | 3 | 3 | 1 |
| *Setchelli* | 12 | 3-2 | 1а | 0 | 3 | 3 | 4 | 0 | 3 | 0 | 1 |
| *Glutinosa* | 12 | 1а | 5г | В | 3 | 3 | 5 | 0 | 5 | 2 | 3 |
| ***Секция Genuinae*** | | | | | | | | | | | |
| *Tabacum* | 12 | 1в | 5а | 0 | 3 | 5 | 2 | 2 | 5 | 1 | 2 |
| *Wigandioides* | 12 | 0 | - | 0 | - | - | 1 | 0 | 5 | - | 0 |
| *Arentsii* | 24 | 4 | 5 | - | - | 2 | 0 | 2 | 5 | 2 | 0 |
| ***Секция Trigonouphylae*** | | | | | | | | | | | |
| *Trigonophyll* | 12 | 4 | 5в | В | 0 | 4 | 0 | 0 | 3 | 1 | 1 |
| *Palmeri* | 12 | 4 | 6а | В | 0 | 4 | 2 | 0 | 5 | 2 | 1 |
| ***Секция Alatae*** | | | | | | | | | | | |
| *Alata* | 9 | 1аб | 1б | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 4 | 3 | 1 |
| *Sanderae* | 9 | 1аб | 1б | В | 1 | - | 0 | 0 | 4 | 3 | 0 |
| *Langstorffii* | 9 | 1б | 6а | В | 0 | 4 | 1 | 0 | 4 | 2 | 9 |
| *Bonariensis* | 9 | 1аб | 7 | В | - | 2 | 0 | 0 | 4 | 2 | - |
| *Forgetiana* | 9 | 1 | 1б | В | 1 | - | 2 | 0 | 4 | 3 | - |
| *Longiflora* | 10 | 4 | 1б | В | 1 | 1 | 1 | 0 | 4 | 2 | 1 |
| *Plumbaginifolia* | 10 | 4 | 6а | В | - | 1 | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 |
| *Sylvestris* | 12 | 4 | 5г | В | 1 | 4 | 5 | 1 | 5 | 2 | 1 |

*Продолжение табл.*

| *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* | *9* | *10* | *11* | *12* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Секция Repandae*** | | | | | | | | | | | |
| *Repanda* | 24 | 1аб | 1в | - | 2 | 2 | 0 | 0 | 5 | 1 | 1 |
| *Stocktonii* | 24 | 1а | - | - | - | 4 | 0 | - | 5 | - | 0 |
| *Nesophila* | 24 | 1а | 1в | - | - | 4 | 0 | 0 | 5 | - | - |
| ***Секция Noctiflorae*** | | | | | | | | | | | |
| *Noctiflora* | 12 | 1а | 1в | - | - | 3 | 1 | 0 | 4 | 1 | - |
| *Petuneades* | 12 | 2 | - | - | - | - | - | 0 | 4 | - | - |
| ***Секция Acumnatae*** | | | | | | | | | | | |
| *Acuminate* | 12 | 4 | 6б | - | 3 | 4 | 1 | 0 | 5 | 1 | 3 |
| *Pauciflora* | 12 | 4 | 6б | - | 3 | 4 | 1 | - | 5 | 1 | 1 |
| *Attenuate* | 12 | 1б | 6б | В | - | 4 | 1 | 0 | 5 | 0 | - |
| *Corymbosa* | 12 | 1б | - | - | - | 4 | - | 2 | 4 | - | - |
| *Linearis* | 12 | 4 | 5б | В | - | - | 0 | 2 | 4 | - | - |
| *Meiersii* | 12 | 2 | 5в | - | - | 4 | - | 2 | 4 | - | - |
| ***Секция Bigelovianae*** | | | | | | | | | | | |
| *Bigelovii* | 24 | 4 | 5в | В | 2 | 4 | 0 | 2 | 5 | 1 | 2 |
| *Var. buabrivalvis* | 24 | 4 | 5в | В | 2 | - | 0 | 2 | 5 | 1 | - |
| *Var. multivalvis* | 24 | 4 | 5в | В | 2 | 4 | - | 2 | - | - | - |
| *Nubicaulis* | 24 | 1б | 5в | - | - | 4 | 0 | 0 | 5 | 1 | 0 |
| ***Секция Suaveolentes*** | | | | | | | | | | | |
| *Suaveolentes* | 16 | 1а | 5в | В | - | 4 | 0 | 0 | 1-4 | 2 | 0 |
| *Maritime* | 16 | 1а | - | - | - | 3 | 5 | 2 | 4 | 2 | - |
| *Velutina* | 16 | 1а | - | - | - | 5 | 4 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| *Gossei* | 18 | 1б | 5б | В | - | 5 | 2 | 0 | 2 | - | 1 |
| *Excelsior* | 19 | - | 5б | В | 2 | - | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 |
| *Megalosiphon* | 20 | 1б-4 | 5б | В | 2 | 4 | 0 | 0 | 1-2 | 1 | 0 |
| *Exigua* | 16 | 1б-4 | 5б | В | 2 | 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | - |
| *Goodspeedii* | 20 | 1в | 5б | В | - | 4 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| *Ingulba* | 20 | 2 | - | В | - | - | 5 | - | 1 | 2 | 0 |
| *Stenocarpa* | 20 | 1б | 1г | В | - | - | 1 | 0 | 4 | - | - |
| *Occidentalis* | 21 | 4 | 5а | В | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | - |
| *Rotundifolia* | 22 | 1б-4 | 1г | - | 2 | 2 | 0 | 0 | 3 | - | - |
| *Debneyi* | 24 | 4 | 1б | В | 1 | 1-4 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| *Benthamiana* | 19 | 4 | 2 | В | - | 4 | 0 | 2 | 4 | - | - |
| *Fragrans* | 24 | 4 | 1г | - | - | 3 | 3 | - | - | - | - |
| *Cavicola* | 23 | 2 | - | В | - | - | - | 0 | 1 | - | - |
| *Amplexicaulis* | 18 | 4 | - | В | - | - | - | - | 2 | - | 0 |
| *Hesperis* | 21 | - | - | В | - | - | - | 0 | 5 | - | - |
| *Simulans* | 20 | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - |
| *Umbratica* | 23 | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - |
| *Eastii* | - | - | - | В | - | - | - | - | 1 | - | - |

*Окончание табл.*

| *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* | *9* | *10* | *11* | *12* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Didebta* | 48 | 1а | - | - | - | - | 0 | 0 | 1 | - | 0 |
| *Petunia* | 7 | - | - | в | - | - | - | - | 1 | - | 0 |

*Примечание*. В соответствии с принятыми шкалами реакция видов обозначена баллами. Два или три балла оценки (через тире) указывают на неоднородность данной формы по реакции на инфекцию. На первом месте стоит балл, чаще встречаемый. Два балла, разделяемые точкой, обозначают неодинаковую оценку различными авторами. Оценка вида eastii по ложной мучнистой росе проставлена по литературным источникам (Развязкина, 1952). Для сравнения приведена устойчивость к ложной мучнистой росе синтетического вида N. didebta и петунии. Буквенные обозначения (а, б, в, г, В) показывают реакцию видов на поражение болезнями согласно общепринятым шкалам оценки

*Peronospora tabacina* имеет в Австралии наибольшее число рас, а устойчивость у видов характеризуется сложной генетической системой, возникшей в результате соподчиненной эволюции паразита и хозяина.

В системе рода Никотиана лишь некоторые виды секции Суавеолентес являются устойчивыми и к пероноспорозу: Н. дебней, Н. гудспиди, Н. мегалозифон, Н. эксигуа. Такая устойчивость могла возникнуть только в результате длительной сопряженной эволюции паразита и видов-хозяев, т.е. *Peronospora tabacina* Adam должен иметь, так же как и секция Суавеолентес, древнюю историю, протекавшую на австралийском континенте. В.Л. Комаров в своей книге «Происхождение растений» отмечает, что фикомицеты паразитировали на растениях каменноугольной эпохи. Особенно интересен пероноспоровый гриб *Peronosporites antiquaries* Worth. Sm., сохранившийся вместе со своими характерными органами размножения – оогониями.

Устойчивые виды секции Суавеолентес образовались в благоприятных для Пероноспора табацина условиях субтропиков юга и востока Австралии.

***Генетические центры Н. табакум.*** Совершенно новый этап эволюции рода Никотиана наступил при окультуривании двух видов – Н. табакум и Н. рустика. Более полно изучен филогенез вида Н. табакум – амфиплоида между видами Н. томентозиформис и Н. сильвестрис, который возник в ограниченном ареале современных перуано-колумбийских Анд (по Вавилову – андийский центр). Впоследствии вид Н. табакум распространился в Центральной и Северной Америке и стал интенсивно культивироваться. По данным П.М. Жуковского, культивирование растений, в том числе табака, в Южной Америке началось в 5–6 тысячелетии до нашей эры. Древние государства индейцев Южной, Центральной и Северной Америки имели тесные контакты и по современным представлениям объединены в общую цивилизацию Месоамерика. Поэтому Месоамерику можно считать основным генетическим центром и первичным центром культуры Н. табакум. По Комесу [10], в этот период образовывалось шесть рас Н. табакум: фрутикоза,

лансифолия, вирджиния, бразилиензис, гаваннезис, макрофилла. Разновидности формировались в тропической (Антильские острова, тропики Центральной Америки) и горно-континентальной (долины рек Ориноко, Амазонки, Параны, Миссисипи и др.) зонах. Путем примитивного отбора в этих условиях образовались адаптированные эндемичные формы, в том числе устойчивые к ряду патогенов [10].

После открытия Колумбом Америки (1492) табак стал быстро распространяться по всему миру: в XVI–XIX столетиях образовались вторичные центры культуры табака. Во вторичных центрах культуры сформировались агроэкогруппы: Восточная папиросная, Восточно-азиатская сигарная, Среднеевропейская сигарно-папиросная, Американская папиросная, Кубинская, Бразильская сигарная, Аргентинская, Японская, Китайско-Индийская и Северная [11].

Во вторичных центрах также были обнаружены устойчивые к болезням формы табака. На Тайване найдена устойчивая к мучнистой росе форма табака (Куофан). Устойчивость контролируется двумя рецессивными генами. Среди местного кубанского сорта табака Трапезонд 93 выделена устойчивая форма к черной корневой гнили (ЧКГ). Балканский полуостров принято считать вторичным генетическим центром устойчивости к ЧКГ и фузариозу. При испытании коллекции табака на устойчивость к фитофторе Тисделл и Келлей [12] обнаружили устойчивую форму у местных сортов табака Дюбек (Крым) и Сантьяго (Индонезия). Эти примеры показывают, что устойчивость к болезням надо более тщательно искать у форм табака из вторичных центров культуры.

Таким образом, комплексная система доминантных генов, контролирующих иммунитет к ряду вирусных и грибных болезней у видов рода Никотиана, возникла в ареале предков табака, центром которого является Южная Америка.

Основными генетическими центрами устойчивости к паразитам у рода Никотиана являются южноамериканский и австралийский.

В первичных и вторичных генетических центрах видов Н.табакум в процессе культивирования образовались новые генетические системы устойчивости, в основном, рецессивные.

Важнейшие свойства вредных организмов: патогенность, вирулентность, агрессивность.

Патогенность – это способность микроорганизмов вызывать заболевание.

Вирулентность – является качественной мерой патогенности. Вирулентность следует рассматривать как патогенность данного паразита по отношению к определенному виду или сорту растения – хозяина.

Третье свойство фитопатогенных организмов – агрессивность. Она определяется как количественная мера патогенности, характеризующая способность вызывать массовые заболевания восприимчивых растений – эпифитотии. Агрессивность зависит от способности вызывать заражение минимальным количеством инокулюма, от скорости распространения

паразита в зараженной ткани, от длины инкубационного периода болезни, от количества спор, образующихся на пораженных растениях, от скорости распространения инокулюма из места его образования, от способности спор распространяться на большие расстояния и т.п. Из этого следует, что вирулентность и агрессивность – два аспекта патогенности, позволяющие дать качественную и количественную характеристику взаимоотношения паразита с растением-хозяином.

Вопросам классификации типов иммунности и устойчивости растений к паразитам посвящены многие работы отечественных и зарубежных ученых (Вавилов, 1919, 1935; Гойман, 1954; Горленко, 1959; Гешеле, 1978; Тарр, 1975; Жученко, 1980; Рассел, 1982 и др.).

В практической селекции на устойчивость к болезням табака применяются общепринятые градации оценки сортов по устойчивости.

Устойчивостью называют способность растений не поражаться болезнью или поражаться в той или иной степени. Устойчивость – количественный показатель, указывающий на меру сопротивляемости растений внедрению патогенна. Иммунитет – это полная невосприимчивость заражению патогеном. Высокая устойчивость по своему проявлению близка к иммунитету. Иммунитет – это система защиты растений от возбудителей болезней в условиях, когда возможно заражение растений и проявление болезни. Иммунитет табака – это полная или абсолютная невосприимчивость растений к фитопатогенным организмам – вирусам, бактериям, грибам, нематодам и микоплазмам. Частое проявление иммунитета табака – невосприимчивость к инфекционным заболеваниям.

В селекционной работе на устойчивость табака к патогенам различают ряд категорий иммунитета:

– Неспецифический иммунитет (видовой) – это проявление невосприимчивости табака к огромному многообразию фитопатогенов, которые не приспособлены к паразитированию на нём.

– Врожденный иммунитет (естественный) – передаются по наследству и бывает пассивным и активным. Пассивный иммунитет – свойства растений препятствовать заражению, развитию патогенна. Существует не зависимо от наличия паразита. Это свойство зависит от анатомо-морфологических факторов, формы растения, строения и толщины покровных тканей, размера и количества устьиц, чечевицы, прочности и толщины кутикулы, наличия волосков на листьях.

– Специфический иммунитет (сортовой) – это проявление отдельными сортами табака невосприимчивости к специфическим патогенам, приспособившимся в своей эволюции к поражению других его сортов. Многие сорта обладают комплексным иммунитетом по отношению к различным патогенам. Важную роль в пассивном иммунитете играют: уровень осмотического давления клеточного сока, проницаемость мембран, величина pH.

– Активный иммунитет – свойство растений активно противостоять патогенам. Приобретенный иммунитет (искусственный) свойст-

во растений не поражаться тем или иным возбудителем, он приобретается в процессе онтогенеза и разделяется на инфекционный и неинфекционный. Инфекционный проявляется в результате перенесенной болезни (в селекции на провокационных фонах заражения). Неинфекционный иммунитет может быть создан с помощью обработки растений фунгицидами, макро- и микроэлементами, ростовыми веществами и т.д.

Понятие иммунитет табака дополнено категориями обозначающими степень устойчивости сортов к отдельным болезням. Обычно эти категории используют при описании хозяйственно-биологической характеристики сортов.

Полная невосприимчивость (полный иммунитет) – высшая форма проявления устойчивости, при которой болезнь не развивается.

В селекции табака используется понятие высокая устойчивость – способность растений противостоять болезни без ощутимого ущерба для себя. Устойчивость (резистентность, частичная восприимчивость) – проявляется либо в полном отсутствии заболевания, либо в его слабом развитии.

Высокая восприимчивость (уязвимость) – интенсивное развитие болезней и сильное снижение продуктивности с последующей гибелью растений.

Кроме специализации по растениям – хозяевам для возбудителей болезни характерно приуроченность к поражению растений в определенной фазе развития (возрастная или онтогенетическая специализация).

Очень низкая устойчивость или её отсутствие характеризуется как восприимчивость. Восприимчивые растения, у которых симптомы заболеваний выражены слабо или отсутствуют, называются толерантными (выносливыми). Толерантные растения после внедрения патогена, чаще всего вируса, сохраняют довольно высокую жизненность и сохраняют количество и качество урожая. Очень сильную чувствительность, приводящую к прекращению распространения патогена в результате быстрого отмирания клеток в зоне его внедрения, принято называть сверхчувствительностью. В селекционных работах по табаку используются общепринятые градации, обеспечивающие устойчивость растения к патогенам: анатомо-морфологические, функционально-физиологические и химические. Одни из них воздействуют до контакта патогена с растением, другие в момент проникновения его в ткани растения, а третьи – после проникновения в результате взаимодействия растения с возбудителем болезни.

К анатомо-морфологическим факторам можно отнести: наличие воскового налета, густое опушение, толщина кутикулы, малое количество устьиц, форма и размер устьичных отверстий и др., действующих в момент контакта с патогеном.

Функционально-физиологические факторы устойчивости – это свойство устьиц некоторых растений табака закрываться в ответ на прорастание спор возбудителя болезней, свойства открывать устьица в более поздние часы, когда высыхает роса, и условия для прорастания спор па-

тогена становятся неблагоприятными, способность растений образовывать на поверхности ран специальную ткань – раневую перидерму.

Химические факторы, обеспечивающие устойчивость, – отсутствие питательных веществ, необходимых для патогена (наличие токсичных веществ), неблагоприятный pH, высокое осмотическое давление клеточного сока и другие особенности обмена веществ. Распространенным фактором устойчивости растений является их способность синтезировать и выделять в окружающую среду, разнообразные фитонциды. Среди фитонцидов выделяется группа веществ – фитоалексины, которые выделяются в результате контакта с патогеном соседними с пораженными клетками и приостанавливают распространение патогена. Фитоалексины, действуют универсально, защищая растения от разнообразных болезнетворных грибов.

В зависимости от характера и степени действия на патоген различают [13] два вида устойчивости: расоспецифическую (вертикальную) и нерасоспецифическую (общую, горизонтальную). Первый тип устойчивости отличается четкостью проявления и высокой эффективностью воздействия только в отношении одной или нескольких рас возбудителя болезней; второй характеризуется умеренным воздействием на все расы данного патогена, а иногда и на разные виды патогенов. Примером расоспецифической устойчивости может служить реакция сверхчувствительности. Расоспецифическая устойчивость обычно контролируется моногенно, чаще определяется доминантным аллелем. Благодаря простому наследованию, четкому проявлению расоспецифическая устойчивость довольно хорошо изучена у табака.

В последнее время селекционеры уделяют особое внимание общей устойчивости, которая эффективна против всех рас патогена, но не обеспечивает полной защиты как специфическая. Общая (горизонтальная) устойчивость обычно контролируется большим числом так называемых малых генов, определяющих разнообразные количественные анатомо-морфологические, функционально-физиологические и химические особенности растений, которые не позволяют проникновению в них патогена, угнетают жизнедеятельность и препятствуют его распространению. Эффективность общей устойчивости обусловлена разнообразными морфо-биологическими, физиологическими особенностями строения и жизнедеятельности растения, проявляющимися на разных этапах онтогенеза и определяемыми аллелями разных генов, что позволяет многие из них объединить в одном генотипе.

Эффективность селекции сортов табака с повышенной общей устойчивостью в значительной степени зависит от знаний особенностей формирования и степени проявления защитных механизмов у сортов табака, а также знания специфичности патогенов по циклу их развития, характеру питания, времени и способу поражения растений. Эффективность действия защитных механизмов устойчивости определяется как особенностями строения и жизнедеятельности растения – хозяина, так и

возможностью несовпадения наиболее восприимчивых фаз его развития с наиболее вирулентными фазами в развитии патогена.

Характер наследования устойчивости к патогенам разнообразен и зависит как от числа генов, так и от характера их взаимодействия. Кроме указанных случаев определение устойчивости простым доминантным геном и полигенной системой, есть и другие системы наследования.

При неспецифической (полевой, горизонтальной, общей, генерализованной) устойчивости дифференцированная реакция между сортами растения-хозяина и расами паразита отсутствует, а степень устойчивости определяется статистическими методами [13]. Неспецифическая (горизонтальная или полевая) устойчивость обычно обусловлена комбинированным действием нескольких генов (полигены или малые гены, второстепенные гены). Считается, что именно полигенная природа полевой (неспецифической) устойчивости и определяет относительную стабильность устойчивости растений в течение длительных периодов. Предполагается, что «потеря» неспецифической устойчивости является постепенной и редко полной. Хотя горизонтальная (полевая) устойчивость и сохраняется дольше, чем вертикальная, этот тип устойчивости в значительной степени зависит от условий внешней среды. По Ван дер Планку, вертикальная устойчивость задерживает начало эпифитотий, а горизонтальная – замедляет их развитие после того, как они начнутся. Дей (1977) рассматривает горизонтальную устойчивость как тонкий регулятор, а вертикальную – как грубый. Если горизонтальная (полевая) устойчивость обусловлена полигенами и олигогенами, то вертикальная, в большинстве случаев, олигогенами. Полигенная устойчивость определяется многими генами со слабым индивидуальным влиянием (слабый фенотипический эффект выражения) и обычно проявляется в $F_1$ промежуточно. В отдельных случаях возможен гетерозис в $F_1$ и последующее трансгрессивное расщепление.

Следовательно, полевая (горизонтальная) устойчивость есть интегрированный ответ растения на заражение патогеном и развитие болезни.

Рецессивный тип наследования объясняет возможность появления растений с полевой устойчивостью в потомстве от скрещивания или самоопыления неустойчивых родителей. Выделить сортообразцы с полевой устойчивостью можно и на естественных инфекционных фонах в течение ряда лет.

Основной особенностью сортов с полевой устойчивостью является способность растений заражаться только при сильном инфекционном давлении и в поздние сроки. При этом развитие возбудителя идет замедленно, иногда избирательно в отношении отдельных тканей поражаемых органов. Инкубационный период затягивается, спороносная ткань раньше теряет способность к плодоношению.

В силу этих особенностей сорта с полевой устойчивостью не являются источником массового накопления патогена в природе и массового рассеивания его инфекционного начала.

Многолетняя оценка сортов табака мировой коллекции показал, что сорта аналитической селекции располагают полевой устойчивостью полигенного типа к ряду патогенов, к которым не перенесены R-гены в геном *N.tabacum* от диких видов *Nicotiana*.

Внутривидовые скрещивания и отбор позволили получить сорта с комплексом хозяйственно-полезных признаков.

Анализ сортов табака с R-геном сверхчувствительности от *N. glutinosa* показал свою эффективную защиту от воздействия ВТМ (вирус табачной мозаики).

При изучении исходного материала определено, что основными типами резистентности к комплексу болезней являются иммунитет на основе реакции сверхчувствительности, толерантность, ограничение развития патогена в тканях растения-хозяина, морфофизиологическая устойчивость, индуцированная устойчивость, а также избегающий тип устойчивости (т.е. быстрое прохождение уязвимой фазы растения).

Сбалансированное сочетание в сорте табака олигогенных и полигенных систем, отвечающих за специфические и неспецифические факторы устойчивости к болезням, обеспечивает сохранение урожая и позволяет получить сырье необходимого качества [14, 15]. Полевая устойчивость, как интегрированный ответ растения на заражение возбудителями болезней, значительно расширяет комплексную устойчивость к огуречной мозаике, мозаичности табака, некротическому штамму Y-вирус картофеля (УВК), белой пестрице, бактериальной рябухе, монтарю, пероноспорозу табака, черной коневой гнили.

Установлено, что для поддержания стабильного уровня полевой (полигенной) устойчивости необходим отбор форм табака на умеренном инфекционном фоне. Это позволяет избегать рассеивания малых генов неспецифической устойчивости. Целенаправленные отборы на естественном фоне сортов табака с полевой устойчивостью исключили, например, сильновирулентные линии возбудителя пероноспороза табака (*P. tabacina*) и одновременно усилили полигенную устойчивость сортов табака. Выявлено, что сортам табака достаточно придать олигогенную устойчивость к ВТМ, пероноспорозу табака и настоящей мучнистой росе. Это необходимо для их производственного применения.

В качестве исходного материала, обладающего комплексной устойчивостью к патогенам, используются в селекционных программах сорта: Трапезонд 3072, 92;Самсун 155, 36; Берлей 21, Флорида 513, Хикс Резистант, Вирджиния 202, Остролист 1519, 215, 360; Остролист 215, Талгарский 25, Дюбек 44-07, Крупнолистный 21, Юбилейный 142 и др.

По результатам мониторинга (2018–2023 гг.), на посадках табака отмечено проявление вируса табачной мозаики, Y-вирус картофеля, белой пестрице, мокрого монтаря, бактериальной рябухи, настоящей мучнистой росы. На естественных инфекционных фонах оценено к этим болезням более 3000 сортообразцов табака. Выделено 60 сортов устойчивых к бактериальной рябухе, 58 белой пестрице, 42 сортообразца к некротическому штамму УВК.

При оценке сортов, имеющих R-ген сверхчувствительности от *N. glutinosa*, остаются иммунными к вирусу табачной мозаики Трапезонд 3072, Самсун 155, 36; Талгарский 25, Крупнолистный 9; 20; 21 и др.

Высокую полевую устойчивость к комплексу патогенов показали ряд сортов: Остролист 142, 311, 90, 360, 215; Берлей 413, Юбилейный 142, Вирджиния 202, Трапезонд 15, 162, 182, 92, 115; Шептальский 63.

Многолетние наблюдения за проявлением пероноспороза табака показали, что в природных популяциях *P. tabacina* доминирует умеренная по агрессивности раса РТ1, что произошло за счет естественного стабилизирующего отбора.

Высокую полевую устойчивость к патогенам показали новые перспективные сорта табака: Остролист 65, 9; Крупнолистный 9, Крупнолистный Ильский. Эти сорта совмещают высокую продуктивность, качества табака с устойчивостью к ЧКГ, пероноспорозу, ВТМ, УВК.

В результате многолетнего исследования установлено, что иммунитет и устойчивость к основным болезням растений (сортов) табака определяется наличием в его генотипе специфических и неспецифических факторов устойчивости, определяющих тот или иной тип устойчивости к конкретному патогену, который, осуществляя инфекционное давление на растение-хозяина, во взаимодействии этих отношений формирует приемлемый для выживания обоих соответствующий тип устойчивости растения (сорта).

## Литература


1. Терновский М.Ф., Виноградов В.А., Аветисов С.С. Устойчивость к патогенам у вида Nicotiana Tabacum L. и ее использование в селекции табака // Сельскохозяйственная биология. 1974. Т. IX. № 3. С. 405-410.
2. Вавилов Н.И. Законы естественного иммунитета растений к инфекционным заболеваниям. Избр. произведения. В 2-х т. Т. 2. – Л.: Наука, 1967.
3. Жуковский П.М. Взаимоотношения между хозяином и грибным паразитом на их родине и вне ее // Вестник с.-х. науки. 1959. № 6. С. 25-30.
4. Жуковский П.М. Генетические основы происхождения физиологических рас грибных паразитов и поиски устойчивого генотипа растения-хозяина // Итоги работы IV Всесоюзн. совещания по иммунитету с.-х. растений. Кишинев, 1966. С. 3-17.
5. Goodspeed T.H. The genus Nicotiana // Chronica Botanica Co. Walthom. Massachusetts, 1954.
6. Костов Д. Цитогенетика на рода Nicotiana. София, 1943.
7. Wegener A. The origin of continents and oceans. London, Methuen, 1924.
8. Грабоветская А.Н. К познанию рода Nicotiana // Труды по прикладной бот., генет. и селекции. Л., 1937. Сер. 1. № 2. С. 153-217.
9. Терновский М.Ф., Виноградов В.А., Сарычев Ю.Ф. Исторические генетические центры устойчивости к паразитам у видов рода Nicotiana // Генетика. 1972. Т. VIII. № 12. С. 47-55.

10. Comes O. Monographic du genre Nicotiana Le classement Botanigne des tabaca industriels Alli dell Ristit // D'incoraggimento di Napoli. 1899. № 10. P. 8-31.

11. Бучинский А.Ф. Агро-экологическая дифференциация вида Nicotiana tabacum L. // Труды КИВиВ. Краснодар, 1941. Вып. 3. С. 28-29.

12. Tisdale W.B., Kelley J.A. Aphytopthora discase of tobacco // Fla. Agr. Exptl. Sta., 1926. V. 179. P. 159.

13. Ван дер Планк. Устойчивость растений к болезням. М.: Колос, 1972.

14. Иваницкий К.И., Виноградов В.А., Хомутова С.А. Основные аспекты селекции табака на комплексную устойчивость к болезням // Сб. науч. трудов института / ГНУ ВНИИТТИ. Краснодар, 2008. Вып. 177. С. 19-30.

15. Иваницкий К.И., Виноградов В.А. Типы устойчивости к болезням в роде Никоциана и их практическое использование в селекции табака // Научное обеспечение производства и промышленной переработки табака / Сб. науч. трудов. Краснодар, 2004. Вып. 176. С. 66-76.

УДК 633.71: 631.52

## РОЛЬ БЕККРОСС-СЕЛЕКЦИИ В МЕЖВИДОВОЙ ГИБРИДИЗАЦИИ ТАБАКА

**Ларькина Н.И.,** *канд. биол. наук,* **Костюкова С.В.**

Главной целью современной биологической науки является усовершенствование и обогащение флоры земного шара созданием новых видов и форм растений. Эта проблема стоит перед человечеством со времен возникновения земледелия. На основе деятельности человека возникли все ныне существующие культурные растения.

Исследователи изменяли природу видов, преследуя определенные практические цели, используя при этом разные методы для получения нужных свойств и качеств, путем закрепления их из поколения в поколениях.

Перед современными учеными-биологами стоит задача по применению природных богатств для жизнедеятельности человека и созданию новых форм растений, позволяющих улучшить качество продукции и ее соответствие требованиям современных технологий.

Одним из методов создания новых видов, форм и сортов растений является отдаленная гибридизация, в состав которой входят межродовая и межвидовая гибридизации, позволяющие освоить дикую флору для повышения качества и экологической безопасности производимой продукции.

Использование метода отдаленной гибридизации требовало проведения научных исследований для раскрытия закономерностей формооб-

разования и наследования признаков в поколениях гибридов и дальнейшего их применения в селекционном процессе при создании сортового растительного разнообразия.

Межвидовая гибридизация – один из ведущих методов отдаленной гибридизации, способствующий переделке наследственной природы представителей одного определенного рода.

Значительные достижения отечественной и зарубежной селекции убедительно свидетельствуют о высокой эффективности этого метода, позволяющего коренным образом изменять наследственную природу растений.

Межвидовая гибридизация занимала важное место в селекции табака, позволяя создавать ценные формы, так как некоторые признаки диких видов рода *Nicotiana* можно использовать для улучшения сортов, разработки методов исследования основ самой гибридизации.

Род *Nicotiana* включает в свой состав до 70 видов, характеризуется широким полиморфизмом, огромным коэффициентом размножения, самофертильностью, способностью к вегетативному размножению, устойчивостью к различным заболеваниям. Представленные признаки, как отмечал М.Ф. Терновский – основатель межвидовой гибридизации в этом роде, способствовали развитию работ по межвидовой гибридизации в роде (Терновский, 1935, 1958, 1962, 1970). Большой вклад в развитие этого направления в роде *Nicotiana* внесли Сарана М.О. (1934), Костов Д (1943), Goodspeed Th. (1954), Жуков Н.И. (1961), Бутенко Р.Г. (1966), Власов В.И. (1967), Гребенкин А.П. (1970), Кузнецова Д.В. (1973), Лунева А.Н. (1972), Овсянникова О.В. (1975, 1982), Шинкарева И.К. (1979), Ларькина Н.И. (1984, 2000–2024).

Экспериментально полученные разнообразными методами межвидовые гибриды в роде *Nicotiana* являются исходным материалом для селекционно-генетического процесса, но прямое их использование в создании сортов невозможно, так как они несут в себе нежелательные признаки дикого вида. Поэтому для восстановления хромосомного комплекса *Nicotiana tabacum* с новым, желаемым сочетанием генов, полученных от дикого вида, применяется метод возвратных скрещиваний фертильных межвидовых гибридов сортами табака (беккроссирование). Гибриды от первого беккроссирования культурным растением содержат в соматических клетках два генома культурного растения и один геном дикого вида. Они являются важным промежуточным звеном в получении растений, близких по своим особенностям к культурному виду и характеризуются некоторыми морфо-биологическими признаками, обусловленными двумя геномами одного из родителей и одним геномом другого.

Отобранные наилучшие амфидиплоиды – фертильные межвидовые гибриды, полученные на цитоплазме *Nicotiana tabacum* с дикими видами *Nicotiana debneyi*, *Nicotiana otophora*, *Nicotiana rosulata*, взятыми из УНУ «Коллекция генетических ресурсов рода Никоциана – табака, махорки и диких видов», скрещивали с сортами табака – Иммун-

ный 580, Дюбек 44, Хикс резистан, Кокер 258, с другими сортами гибридизация не происходила.

Во всех отмеченных гибридных комбинациях получены семенные коробочки от 6 до 57 штук на соцветии. Процент завязываемости гибридных коробочек варьировал от 12 до 73, вероятно большое значение имели сортовые различия.

При первом возвратном скрещивании амфидиплоидов (первое беккроссирование) с сортами табака в большинстве случаев гибридные семена завязывались в небольшом проценте. Большая часть собранных гибридных семян в условиях *in vivo* после периода покоя не наклевывалась. Небольшое количество гибридных семян от первого беккроссирования слабо прорастало в условиях *in vivo*, проростки развивались в парниковых условиях до стадии крестика, т.е. до четырех маленьких листочков и отмирали. До взрослого состояния удалось довести 8 растений гибридной комбинации Дюбек 44 х *N. debneyi* х Кокер 258, 4 растения Дюбек 44 х *N.debneyi* х Дюбек 44, 3 растения Иммунный 580 х *N. otophora* х Иммунный 580.

Две гибридные комбинации, Иммунный 580 х *N. debneyi* х Хикс резистан, Дюбек 44 х *N. rosulata* х Иммунный 580, были получены при применении метода культуры *in vitro*. Это проращивание гибридных семян на среде Уайта для укоренения, далее путем получения из проростков каллуса, развитие из него органогенеза и укоренение проростков – регенерантов. В результате проведенного процесса создано по 20 растений, которые были доведены до цветения.

В дальнейших исследованиях участвовали растения первых беккроссов – сесквидиплоидов, размноженные *in vivo* и *in vit*ro, следующих гибридных комбинаций (табл. 1):

Дюбек 44 х *N. debneyi* х Кокер 258 (С2)

Дюбек 44 х *N. debneyi* х Дюбек 44 (С3)

Иммунный 580 х *N. otophora* х Иммунный 580 (С4)

Иммунный 580 х *N. debneyi* х Хикс резистан (С6)

Дюбек 44 х *N. rosulata* х Иммунный 580 (С7).

У растений гибридных комбинаций, представленных выше, изучались морфологические и биологические признаки (С).

Наиболее высокими были гибриды с присутствием генов *N. debneyi* и *N. otophora*. По числу листьев выделялись гибриды с *N. otophora* и *N. rosulata*. Округлые листья отмечались у гибридов с генами *N. debneyi*, а у гибридов с *N. otophora* и *N. rosulata* они были овальные. Число листьев у гибридов от первого беккроссирования сортами межвидовых гибридов меньше, чем у исходных материнских сортов, но больше, чем у амфидиплоидов.

Начало цветения у изучаемых растений происходило раньше, чем у сорта Иммунный 580, но позже сорта Дюбек 44.

*Таблица 1*

**Характеристика морфо-биологических признаков у растений от первого беккроссирования межвидовых гибридов сортами табака (С)**

| Показатели | | Гибриды первого беккроссирования | | | | | Сорта | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | С2 | С3 | С4 | С6 | С7 | Д44[1] | И580[2] |
| Число растений | | 8 | 10 | 8 | 20 | 20 | 30 | 30 |
| Высота растений, см | M | 125,0 | 71,0 | 130,0 | 104,4 | 117,0 | 145,1 | 221,2 |
| | m | 6,1 | 5,6 | 16,0 | 1,6 | 2,3 | 3,9 | 10,5 |
| | v% | 9,6 | 8,7 | 31,8 | 3,8 | 6,9 | 8,6 | 12,0 |
| Число листьев, шт. | M | 26,1 | 26,0 | 36,5 | 28,1 | 35,5 | 32,6 | 43,4 |
| | m | 0,4 | 2,4 | 3,8 | 2,0 | 1,3 | 1,0 | 1,4 |
| | v% | 9,1 | 8,0 | 14,7 | 16,6 | 11,9 | 10,5 | 8,0 |
| Длина среднего листа, см | M | 24,5 | 19,2 | 21,5 | 17,6 | 23,2 | 23,2 | 42,1 |
| | m | 0,8 | 1,2 | 5,4 | 1,0 | 1,1 | 0,9 | 1,0 |
| | v% | 7,0 | 12,7 | 13,6 | 15,7 | 13,9 | 13,2 | 6,0 |
| Число дней до цветения | M | 63,0 | 61,7 | 138,0 | 93,8 | 96,2 | 59,2 | 132,1 |
| | m | 1,7 | 1,3 | 3,3 | 2,0 | 7,2 | 0,8 | 1,8 |
| | v% | 5,6 | 4,4 | 3,4 | 5,2 | 4,0 | 5,0 | 4,0 |

Примечание: Д44[1] – Дюбек 44; И580[2] – Иммунный 580

Для объяснения причин невысокого процента завязываемости гибридных семян у растений от первого беккроссирования межвидовых гибридов сортами табака и образования при этом нежизнеспособных или маложизнеспособных семян, а также объяснения причин неполучения семян от самоопыления был изучен процесс микроспорогенеза.

У полученных гибридов с двумя наборами *N. tabacum* и одним набором хромосом дикого вида *Nicotiana* (*N. debneyi*, *N. rosulata*, *N. otophora*) мейоз процесса микроспорогенеза имел большое число нарушений. У фертильных межвидовых гибридов этот процесс был более стабилен.

По количеству встречающихся у новых гибридов аномалий в мейозе установлено соответствие его этому процессу у амфигаплоидов – стерильных межвидовых гибридов. Сильные аномалии наблюдались, особенно в метафазах и анафазах. Заметных различий в типе нарушений первого и второго делений не выявлено.

У растений первого беккросса вне пластинок метафаз и анафаз при мейозе насчитывалось 10–12 хромосомных ассоциаций и хромосом. Число нарушений уменьшалось во втором делении. Это объяснялось присутствием бивалентов культурного табака, унивалентов дикого вида и тривалентов, существование которых доказывало родственные гомологические связи между хромосомами *N. tabacum* и диких видов. При образовании пыльцы на стадии тетрад установлены значительные ано-

малии. Нарушения процесса мейоза привели к стерильности пыльцы. Небольшая часть жизнеспособной пыльцы завязывание семян от самоопыления не обеспечила.

Сохранялись растения от первого беккроссирования межвидовых гибридов сортами табака для последующей работы при использовании методов культуры ткани (*in vitro*), когда из листа в условиях бокса и искусственных климатических камер, в пробирках с питательными стерилизованными средами получали растения-регенеранты. В дальнейшем в горшечной культуре в теплице выращивали взрослые растения и на них провели научные исследования.

*Таблица 2*

**Отношение растений от первого беккроссирования межвидовых гибридов сортами табака к пероноспорозу в полевых условиях**

| Гибриды | Число растений | Растения с баллами | | | | | | Устойчивость при 0, 1, 2 баллах в % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| С2 (*N. debneyi*) | 8 | 0 | 3 | 3 | 2 | 0 | 0 | 75,0 |
| С3 (*N. debneyi*) | 8 | 7 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 100,0 |
| С7 (*N. rosulata*) | 15 | 4 | 5 | 3 | 3 | 0 | 0 | 80,0 |
| Дюбек 44 | 19 | 0 | 0 | 3 | 2 | 14 | 0 | 15,7 |
| Иммунный 580 | 31 | 0 | 1 | 9 | 10 | 8 | 3 | 32,2 |

У размноженных в условиях культуры *in vitro* гибридов изучали отношение к болезням и возможность следующего скрещивания с сортами табака для проведения процесса второго беккроссирования.

В полевых условиях, несмотря на трудности получения новых гибридов, удалось исследовать отношение к пероноспорозу, к другим болезням это не получилось из-за плохого их проявления. Среди растений от первого беккросса встречались иммунные (0 б.), устойчивые (1,2 б.), слабовосприимчивые (3 б.).

По сравнению с исходными сортами новые гибриды были устойчивы к изучаемому заболеванию, возможно благодаря присутствию в их геномах хромосом диких видов *N. debneyi* и *N. rosulata*, несущих ген невосприимчивости к болезням.

Созданные гибриды от первого беккроссирования амфидиплоидов сортами табака явились совершенно новыми формами при межвидовой гибридизации, отличающимися от межвидовых гибридов и культурного табака. Полученные растения можно было применять для дальнейшего исследовательского процесса и создания нового исходного генетического материала при использовании метода беккросс-селекции.

Новые гибриды от первого насыщения межвидовых гибридов сортами табака, имеющие в своем составе двойной набор хромосом табака и один набор хромосом диких видов *Nicotiana – N. debneyi*,

*N. rosulata* и *N. otophora*, скрещивали с сортами табака – Дюбек 44, Бел 61-9, Хикс резистан, Иммунный 580 и другими. С представленными выше сортами произошла гибридизация, а с другими неотмеченными сортами не получены результаты. У гибридов от первого беккроссирования сортами Дюбек 44, Бел 61-9, Хикс резистан, Иммунный 580 было опылено 602 цветка, получено 79 гибридных семенных коробочек.

Наивысший процент завязываемости выявлен при скрещивании с сортами Хикс резистан (43,5%) и Бел 61-9 (35,1%), наименьший процент завязываемости (8,4%) коробочек наблюдался с сортом Дюбек 44. Число гибридных семян в коробочке было от 49 шт. до 235 шт. Наибольшее число гибридных семян – 235 шт. создано при скрещивании с сортом Хикс резистан. Наилучший результат установлен в гибридных комбинациях, где участвовал в скрещиваниях дикий вид *N. rosulata* и для второго беккроссирования использовались сорта Дюбек 44 и Хикс резистан. Гибрид от первого беккроссирования при участии дикого вида *N. rosulata* был создан методом культуры *in vitro*.

Гибридные семена вторых беккроссов получены следующих гибридных комбинаций:

В1 – (Дюбек 44 х *N. debneyi* х Кокер 258 х Бел 61-9);

В2 – (Дюбек 44 х *N. debneyi* х Дюбек 44 х Бел 61-9);

В3 – (Дюбек 44 х *N. rosulata* х Иммунный 580 х Дюбек 44);

В4 – (Дюбек 44 х *N. rosulata* х Иммунный 580 х Хикс резистан);

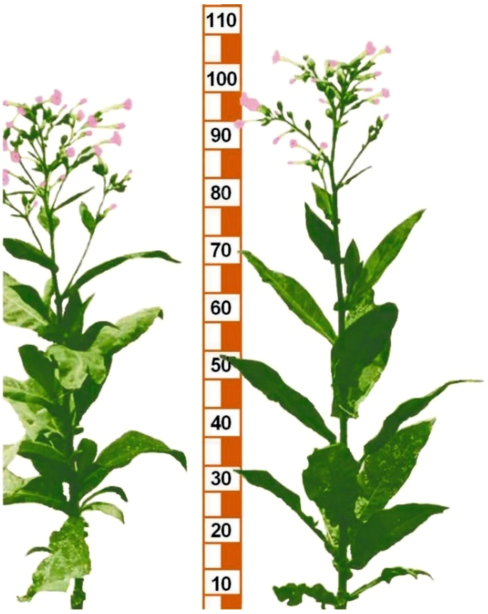
В5 – (Иммунный 580 х *N. otophora* х Иммунный 580 х Иммунный 580).

Малое число гибридных семян от второго беккроссирования растений первых беккроссов сортами табака можно объяснить присутствием в половых клетках большого числа унивалентных хромосом диких видов *Nicotiana*, что обусловило нарушение процесса оплодотворения, но, несмотря на это, определенная часть гибридных семян вторых беккроссов от насыщения сортами межвидовых гибридов с *N. debneyi* и *N. otophora* наклевывалась и прорастала в условиях *in vivo*. Рассада развивалась в парниках и вырастала в нормальные цветущие растения на опытно-селекционном участке.

Семена же от второго беккроссирования табаком амфидиплоидов с геномом *N. rosulata* не проросли в условиях *in vivo*. Оставшаяся часть гибридных семян была высеяна в пробирках на питательную среду Уайта для укоренения. В культуре *in vitro* семена проросли, образуя проростки с корнями, через горшечную культуру в камере искусственного климата вырастили растения. Они росли в теплице и затем на специальной вегетационной площадке, в больших сосудах с почвенной смесью (3 части земли и 1 часть песка), доведены были до цветения. Таким образом получены растения вторых беккроссов двух гибридных комбинаций с присутствием генов от *N. rosulata*:

В3 – (Дюбек 44 х *N. rosulata* х Иммунный 580 х Дюбек 44);

В4 – (Дюбек 44 х *N. rosulata* х Иммунный 580 х Хикс резистан).




Гибрид С2
Дюбек 44 х N. *debneyi* х Кокер 258



Гибрид С6
Иммунный 580 х *N. debneyi*
х Хикс резистан



Гибрид С7.
Дюбек 44 х N.rosulata
х Иммунный 580

Рис. 1. Гибриды от первого беккроссирования межвидовых гибридов сортами табака

*Таблица 3*

**Получение гибридных семян от второго беккроссирования межвидовых гибридов сортами табака**

| Комбинация скрещивания | | Число, шт. | | Завязываемость коробочек, % | Число семян в коробочке, шт. | Обозначение новой комбинации |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ♀ первый беккросс | ♂ сорт | опыленных цветков | полученных коробочек | | | |
| С2 | Бел 61-9 | 60 | 8,0 | 13,8 | 191,0 | В1 |
| С3 | Бел 61-9 | 70,0 | 23,0 | 35,1 | 49,0 | В2 |
| С7 | Д 44[1] | 343,0 | 29,0 | 8,4 | 123,0 | В3 |
| С7 | Х Р[2] | 69,0 | 30,0 | 43,5 | 235,0 | В4 |
| С4 | Им 580[3] | 60,0 | 7,0 | 11,7 | 123 | В5 |
| Им 580 | Им 580 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 1800,0 | Им 580 |

*Примечание*: Д 44[1] – Дюбек 44; Х Р[2] – Хикс резистан; Им 580[3] – Иммунный 580

Данные проведенной гибридизации по второму беккроссированию свидетельствуют, что скрещивание гибридов первых беккроссов с сортами табака еще проходит слабо, проявляется недостаточная завязываемость гибридных семян, среди которых встречаются не проросшие в условиях *in vivo*. Но при проявлении аномалий проращивание семян в условиях культуры *in vitro* на специализированной питательной среде Уайта для укоренения в пробирках позволило преодолеть несовместимости и вырастить взрослые растения до цветения.

При применении разнообразных селекционно-генетических методов удалось создать пять типов растений вторых беккроссов от межвидовых гибридов с геномами диких видов *N. debneyi*, N. rosulata и *N. otophora*:

В1 – (Дюбек 44 х *N. debneyi* х Кокер 258 х Бел 61-9);

В2 – (Дюбек 44 х *N. debneyi* х Дюбек 44 х Бел 61-9);

В3 – (Дюбек 44 х *N. rosulata* х Иммунный 580 х Дюбек 44);

В4 – (Дюбек 44 х *N. rosulata* х Иммунный 580 х Хикс резистан);

В5 – (Иммунный 580 х *N. otophora* х Иммунный 580 х Иммунный 580).

Выращенные гибриды внешне по морфологическим признакам уже были похожи на *N. tabacum*, т.е. можно сказать, что они имели «табачный тип» и отличались от стерильных, фертильных межвидовых гибридов, и от форм первых беккроссов.

Гибридные комбинации вторых беккроссов различались по высоте, числу листьев, их размерами, содержанию никотина и по урожаю сухих листьев с одного растения. Каждый тип гибридов представлял группу растений, характеризующуюся определенными своими признаками. Формы вторых беккроссов отличались большим коэффициентом варьирования морфо-биологических признаков, что отражало разнообразие изучаемого гибридного материала.

Гибриды, где исходной материнской основой был сорт Иммунный 580, уступали ему по высоте, числу листьев, их размером. Вегетационный период до цветения у них был короче сорта.

Формы вторых беккроссов, полученные от исходного материнского сорта Дюбек 44, по своим признакам почти соответствовали ему, только листья были крупнее, содержание никотина больше. Они не уступали по урожаю сухих листьев и позднее зацветали.

Среди гибридов «табачного типа» по урожаю сухих листьев с растения выделилось 2 группы: среднеурожайные, полученные при участии межвидовых гибридов с *N. otophora*, и низкоурожайные от амфидиплоидов с *N. debneyi* и *N. rosulata*.

Беккроссы «табачного типа», созданные с участием дикого вида *N. otophora*, характеризовались содержанием никотина 1–2,5%, а полученные от межвидовых гибридов с *N. debneyi* имели никотин 2–3,55%. Гибриды от беккроссирования амфидиплоидов с генами *N. rosulata* были высоконикотинными от 3,5 до 6,4%.

Внутри каждого типа гибридов содержание никотина было нестабильным, в результате отборов можно было выбрать разные растения по содержанию никотина.

Разнообразие выявлялось по форме пластинки листа – от округлой до ланцетовидной, по её окраске – от темно-зеленой до желто-зеленой, по окраске венчика цветка – от бледно-розовой до карминовой.

Наиболее сильно проявлялось разнообразие у гибридов «табачного типа» от межвидовых гибридов с геномами *N. debneyi* и *N. otophora*.

По ряду морфо-биологических признаков можно было выделить формы высокопродуктивные, низконикотинные, со среднеспелым типом развития.

У исследуемых гибридов вторых беккроссов микроспорогенез в отличие от культурного табака – *Nicotiana tabacum* проходил с некоторым количеством нарушений, но значительно более нормально, чем у межвидовых гибридов. Наиболее нарушен был мейоз у гибридов, полученных при участии диких видов *N. debneyi* и *N. rosulata*.

У растений, выделяемых от межвидового гибрида с *N. otophora*, он был более стабилен, что, видимо, связано с близкородственными взаимоотношениями этого вида с *Nicotiana tabacum*.

В метафазе 1 встречалось у гибридов «табачного типа» больше аномалий, чем в анафазе 1 и телофазе 1. Метафаза 2 была менее нарушена, но анафаза, телафаза на второй стадии деления имели больший процент аномалий, чем на первой.

При образовании пыльцы на стадии тетрад отмечались аномалии. В первых поколениях в тетрадных мешках встречались микроклетки. Эти аномалии влияли на жизнеспособность пыльцы. В первых поколениях (1–2 поколения) размах варьирования фертильности пыльцы был от 26% до 91%, а в поздних поколениях (4–5 поколения) фертильность пыльцы стабилизировалась от 90% до 98%.

Изучалась морфология соцветия у созданных растений – высота, параметры, длина и ширина коробочек. В процессе исследования выявлено, что высота соцветий варьируется от 18,0 см до 24,0 см, в то время как у исходных сортов она была 16,0 см (Иммунный 580, Дюбек 44), т.е. по высоте соцветия, у изучаемых гибридов были больше, чем у сортов.

По диаметрам соцветия выясняется, что, в основном, соцветия гибридов более раскидистее, чем у сортов. По размерам семенные коробочки были на уровне сорта Дюбек 44 и меньше сорта Иммунный 580.

Также установлено, что соцветие по морфологии отличалось от амфидиплоидов, сесквидиплоидов (гибриды от первого беккроссирования) и соответствовало по форме сортам табака, но число семенных коробочек на соцветии меньше, чем у сортов. Иногда встречались растения почти стерильные, с очень малым числом коробочек (11–15), но все же у большинства растений коробочек было много (49–302). Семенные коробочки по своим размерам больше соответствовали культурному табаку. По вегетационному периоду до созревания семенных коробочек гибриды вторых беккроссов, полученные с участием диких видов *N. debneyi* и *N. rosulata*, относились к среднеспелым, а гибриды с *N. otophora* более соответствовали позднеспелым.

Семенная продуктивность растений вторых беккроссов зависела от всех особенностей соцветия. Встречались растения с малой (0,3 г) и большой семенной продуктивностью (20,5 г). У гибридов от скрещивания с *N. debneyi* и *N. otophora* она больше, чем у гибридов *N. rosulata*. Эти различия заметно нивелировались в результате отборов. В поздних поколениях семенная продуктивность постепенно начала соответствовать сортам табака. Такая картина объяснялась по данным прохождения процесса мейоза при микроспорогенезе. Этот процесс стабилизировался в старших поколениях, что привело к образованию нормальных гамет. Фертильность пыльцы повышалась и соответствовала норме. Такая же ситуация была, видимо, и при образовании семяпочек. Процесс оплодотворения шел стабильно и нормально, образование и развитие семян было без нарушений. Проблем с семенной продуктивностью в старших поколениях уже не установлено.

Дважды беккроссирование сортами табака амфидиплоидов – фертильных межвидовых гибридов дало возможность получить растения «табачного типа», но понизило устойчивость их к болезням, что можно объяснить потерей хромосом диких видов *Nicotiana*, несущих гены устойчивости, из-за аномалий мейоза и небольшой конъюгации хромосом диких видов и культурного табака.

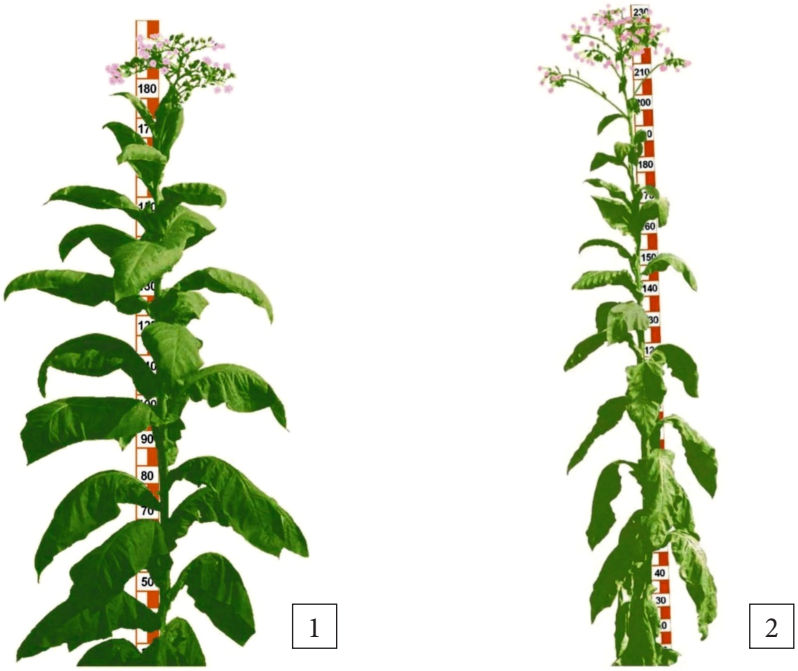
По устойчивости к болезням исследовалось несколько гибридных комбинаций растений второго беккроссирования:

В1 – (Дюбек 44 х *N. debneyi* х Кокер 258 х Бел 61-9);

В2 – (Дюбек 44 х *N. rosulata* х Иммунный 580 х Дюбек 44);

В3 – (Дюбек 44 х *N. rosulata* х Иммунный 580 х Хикс резистан);

В4 – (Иммунный 580 х *N. otophora* х Иммунный 580 х Иммунный 580).



1. Гибрид с присутствием генов *N. otophora*
2. Гибрид с присутствием генов *N. rosulata*

Рис. 2. Гибриды «табачного типа», вторые беккроссы

При изучении устойчивости к вирусу табачной мозаики выделилась с высокой устойчивостью гибридная комбинация, созданная при участии *N. otophora*. Эта же форма растений проявила устойчивость к мучнистой росе, вирусу белой пестрицы, но сильно поражалась черной корневой гнилью.

Гибриды от *N. rosulata* были устойчивы к пероноспорозу и черной корневой гнили, такую же картину по устойчивости наблюдали у растений, полученных от межвидовых гибридов с *N. debneyi*.

В заключительной части представленных научных данных, отмечаем, что полученные экспериментально фертильные межвидовые гибриды являются исходным материалом для осуществления дальнейшего селекционно-генетического процесса с использованием беккросс-селекции, то есть проведения возвратных насыщающих скрещиваний фертильных межвидовых гибридов с сортами табака и прохождения промежуточных этапов при создании исходного селекционного материала, который можно уже применять для последующих научных работ, так как на этих этапах меньше будет встречаться генетических несовместимостей, что облегчит проведение отборов перспективного исследуемого материала.

*Таблица 4*

**Устойчивость к болезням у растений от второго беккроссирования межвидовых гибридов *Nicotiana* сортами табака (F4)**

| Гибриды, полученные с участием диких видов | Устойчивость (0, 1, 2 балла) к | | | | Развитие черной корневой гнили, % |
|---|---|---|---|---|---|
| | вирусу табачной мозаики, % | мучнистой росе, % | пероноспорозу, % | белой пестрице, % | |
| В1 *N. debneyi* | 31,2 | 66,2 | 89,0 | 51,6 | 5,2 |
| В2 *N. rosulata* | 29,2 | 0,0 | 95,3 | 60,5 | 1,4 |
| В3 *N. rosulata* | 0,0 | 0,0 | 92,1 | 80,0 | 2,3 |
| В4 *N. otophora* | 90,5 | 93,3 | 78,0 | 86,0 | 20,3 |
| Иммунный 580 | 77,0 | 75,0 | 55,1 | 80,3 | 32,2 |

Результаты генетических исследований по межвидовой гибридизации в роде *Nicotiana* показывают, что использование метода беккроссирования очень важный этап при создании нового исходного селекционно-генетического материала.

Гибриды от первого беккроссирования (сесквидиплоиды) будут содержать в соматических клетках два генома культурного растения и один геном дикого вида. Они являются важным промежуточным этапом в получении растений, близких по своим особенностям к культурному сорту, но с наличием генов дикого вида. Хромосомное содержание двух родителей, как выясняется при исследованиях, выявляет сильное нарушение процесса гаметогенеза и не дает возможности получать семена от самоопыления, также ведет к гибели растений без использования дальнейшей гибридизации с одним из родителей, желательно, с культурным сортом. Гибридных семян образовывается очень мало, но их можно использовать для последующей работы с гибридным материалом и переходить к следующему этапу научных исследований. Создаются гибриды от первого беккроссирования в малом количестве и имеют слабую жизнеспособность, для их лучшего научного исследования надо применять метод культуры *in vitro*, что позволяет изучить их морфо-биологические признаки, как нового объекта, от разных диких видов.

При создании гибридов первых беккроссов проявляется ряд несовместимостей. Межвидовые гибриды не всегда могут скрещиваться с желаемым селекционером сортами. Отмечается избирательная гибридизация. Также мало образуется гибридных семян. Мейоз у гибридов бывает нарушен. При цитологическом анализе выявляется, что процесс конъюгации хромосом происходит, по-видимому, следующим образом: хромосомы культурного вида – *N. tabacum*, содержащиеся в двойном числе, конъюгируют друг с другом, а хромосомы дикого вида остаются унивалентами или присоединяются к бивалентам культурного вида, образуя изменчивое число тривалентов. В связи с этим, при гаметогенезе

в анафазе 2 мейоза наблюдается неправильное распределение хромосом к полюсам, при этом образуется большая часть стерильной пыльцы и у растений не будут завязываться семена от самоопыления.

Полученные новые растения от первого беккроссирования сортами фертильных межвидовых гибридов являются совершенно новыми гибридными формами, которые можно использовать для следующего беккроссирования сортами табака и создания исходного материала, близкого по внешним признакам, по фенотипу, уже к культурному табаку.

Этот процесс селекционно-генетических работ характеризуется своими особенностями, которые требуют большого объема методических подходов при создании перспективного по разнообразным признакам генетического материала.

Первая стадия работ по второму беккроссированию начинается с последующего опыления растений первых беккроссов разными сортами. На этом этапе будут встречаться свои трудности, которые связаны с сильными нарушениями при образовании семяпочек и прохождении процессов оплодотворения, образовании зародыша и эндосперма. Гибридные семена от второго беккроссирования фертильных межвидовых гибридов сортами табака будут образовываться в небольшом количестве, но они в большинстве случаев имеют уже лучшую всхожесть по сравнению с всхожестью гибридных семян от первого беккроссирования. Но иногда будут обнаруживаться случаи, когда семена плохо прорастают, проростки на определенных этапах погибают. Продолжается еще в некоторых гибридных комбинациях работать закономерность несовместимостей. Для сохранения интересных селекционеру гибридных комбинаций применяются методы культуры *in vitro* – искусственное выращивание растений из проростков и семян на специализированных питательных средах. Такое явление встречается у единичных гибридных комбинаций. Большая часть гибридных семян вторых беккроссов дает взрослые растения первого поколения, возможно в не очень большом числе, но их уже можно изучать по морфологическим и биологическим признакам, устойчивости к болезням, прохождению процесса гаметогенеза в сравнении с межвидовыми гибридами и первыми беккроссами. Уже на этом этапе начинается процесс исследования беккросс-селекции нового табачного материала.

Гибриды вторых беккроссов морфологически будут отличаться от ранее полученных амфигаплоидов, амфидиплоидов и сесквидиплоидов. Внешне у них явно прослеживается влияние культурного табака (*N. tabacum* Lin). Их можно уже по внешним признакам называть гибриды «табачного типа».

Каждый тип гибридов от разных сортов с генами разных диких видов будет представлять группу растений со своими определенными признаками. При изучении нового материала по устойчивости к болезням выявляются формы иммунные, устойчивые и восприимчивые, что объясняется элиминацией хромосом диких видов в процессе насыщения межви-

довых гибридов культурным табаком. Беккроссирование показывает, что без жестких отборов очень трудно закреплять высокую устойчивость к болезням в потомстве. Надо проводить всю работу под контролем гаметогенеза, выбирая линии, где четко прослеживается конъюгация близкородственных хромосом культурного табака и дикого вида, проявляющего устойчивость к определенному заболеванию или морфологическому признаку, наблюдая наследование желаемого признака в поколениях. Гибриды в большинстве случаев будут хорошо плодоносить. У них начинает стабилизироваться число хромосом, которые приближаются к табачному. Выявляется высокая фертильность пыльцы и семяпочек, что объясняется наименьшими нарушениями мейоза. Это обнаруживается у растений, где при гибридизации за основу взят материнской формой вид *Nicotiana tabacum* Lin. С данными гибридами легче работать. В поколениях у них улучшается семенная продуктивность. Процесс самовоспроизводства осуществляется без затруднений, при беккроссировании постепенно происходит восстановление генома культурного табака. У цветков растений от второго беккроссирования, где первичной материнской формой у межвидовых гибридов будет взят *N. tabacum*, не отмечаются внешние изменения. Рыльца и пестики цветков растений вторых беккроссов находятся на одной высоте и хорошо опыляются собственной пыльцой, образуя семена от самоопыления в разном количестве, что, видимо, связано с аномалиями при макро- и микроспорогенезе в разном процентном соотношении.

Кроме отмеченного выше, выявляется влияние цитоплазмы первичной материнской формы у стерильных межвидовых гибридов – амфигаплоидов, где опыление пыльцой диких видов проводится на *Nicotiana tabacum* – материнской форме. Выявляется, что на растения цитоплазма *N. tabacum* оказывает влияние на всех этапах исследований при получении фертильных межвидовых гибридов и гибридов от первого и второго беккроссирования их сортами табака, в отличии от гибридного материала, полученного от межвидовой гибридизации диких видов с культурным табаком. В этом случае на селекционный процесс влияет цитоплазма дикого вида. В исследованиях М.Ф. Терновского указано, что цитоплазма дикого вида оказывала влияние при возвратных скрещиваниях межвидовых гибридов с сортами табака во вторых и третьих беккроссах, выявляя признаки цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС).

Растения от второго беккроссирования фертильных межвидовых гибридов сортами табака, создаваемые на основе межвидовых гибридов, где первичной материнской формой является *N. tabacum*, не будут образовывать формы с цитоплазматической мужской стерильностью, относительно хорошо должны плодоносить, образуя семена от самоопыления в разном количестве, у них стерильных форм не встречается. Они уже достаточно хорошо скрещиваются с сортами табака, создавая возможность работать дальше в селекционном процессе для создания исходного материала с новыми перспективными селекционно-генетическими признаками.

**Литература**

1. Ларькина Н.И. Научные основы межвидовой гибридизации на плазме Nicotiana tabacum Lin. Монография / ФГБНУ ВНИИТТИ. Краснодар: Просвещение-Юг, 2015. 188 с.

2. Ларькина Н.И. Отдаленная гибридизация в биологии на примере рода Nicotiana. Монография / ФГБНУ ВНИИТТИ. Краснодар: Просвещение-Юг, 2017. 94 с.

3. Goodspeed. The genus Nicotiana // Chronica Botanica. 1954. V. 16. P. 120-200.

4. Костовь Дончо. Цитогенетика на род Nicotiana. София: Державна печатница, 1943. 1069 с.

5. Ларькина Н.И. О возможностях опыления in vitro Nicotiana tabacum пыльцой австралийских диких видов рода Nicotiana // Естественные и технические науки. 2021. № 5. С. 99-102. DOI: 10.25633/ETN.2021.05.06

6. Ларькина Н.И. Результаты первого насыщения сортами табака межвидового гибрида с генами австралийского дикого вида Nicotiana rosulata Domin // Естественные и технические науки. 2023. № 1. С. 52-57. DOI: 10.25633/ETN.2023.01.03.

7. Ларькина Н.И., Костюкова С.В. О втором насыщении сортами табака межвидового гибрида с генами австралийского дикого вида Nicotiana rosulata Domin // Естественные и технические науки. 2024. № 1. С. 91-96. DOI: 10.25633/ETN.2024.01.07.

УДК 633.71: 631.527

## РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ СЕЛЕКЦИИ СОРТОВ ТАБАКА СОРТОТИПОВ ВОСТОЧНОГО ПОДВИДА

**Хомутова С.А.,** *канд. с.-х. наук,* **Иваницкий К.И.,** *канд. с.-х. наук*

Селекция табака направлена на оценку внутривидового генофонда табака и отбор перспективных доноров хозяйственно-ценных признаков, получение новых гибридных комбинаций, оценку по комплексу признаков гибридов младших, старших поколений и выделение лучших линий табака, создание перспективного исходного материала и сортов с комплексом хозяйственно-ценных признаков и свойств.

В течение ряда лет работы селекционеры создали высококачественные сорта с высокой продуктивностью, интенсивного типа созревания листьев, обладающие способностью к быстрому разрушению хлорофилла с одновременным изменением зелёной окраски на желтую в процессе технического созревания и последующего томления.

Созданы сорта с различным периодом вегетации (скоро-, средне-, позднеспелые), низконикотинные (1,0–1,5%) – ароматичной и скелетной групп.

В селекционной работе для создания новых продуктивных, устойчивых к болезням и высококачественных сортов применялись новые методы исследований, позволяющие ускорить селекционный процесс: межвидовая гибридизация, культура ин витро, мутагенез, явление цитоплазматической мужской стерильности, параллельно насыщающие скрещивания и т.д. Широко использовался в практике селекции метод выделения исходного материала на высокую продуктивность, качество сырья, устойчивость к болезням, ценные хозяйственно полезные признаки и свойства из мировой коллекции табака и диких видов рода Никотиана [1].

Методом межвидовой гибридизации выведены принципиально новые сорта с комплексной устойчивостью к 4–5 болезням (мучнистой росе, пероноспорозу, черной корневой гнили, Y-вирус картофеля и бактериальной рябухе).

Современными селекционно-генетическими методами и с использованием уникального генофонда мировой коллекции табака получен перспективный исходный материал, объединяющий четыре-пять доминантных генных систем олигогенной и полигенной устойчивости к болезням, выделены формы, гибриды табака с высокой продуктивностью и качеством сырья, с высокой устойчивостью к биотическим стрессам. Созданы новые сорта, обладающие комплексом хозяйственно-ценных признаков. В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию за последние 10–15 лет, включены 15 сортов, среди них: Трапезонд 92, Трапезонд 15, Трапезонд 204, Трапезонд 162, Трапезонд Кубанец, Остролист 215, Самсун 85 и др.

В современных условиях возрастает интерес к выращиванию табака в фермерских, крестьянских и личных подсобных хозяйствах, в том числе, расположенных и в нетрадиционных для табаководства регионах России. Селекция растений на устойчивость к абиотическим и биотическим стрессам является одним из приоритетных направлений современной сельскохозяйственной науки. В результате чего возникла необходимость создания сортов с оптимальным вегетационным периодом.

Основным критерием исследований по созданию перспективного материала табака в свете новых требований являются скороспелость, ресурсо-энергоэкономичность, экологическая безопасность и рентабельность. Совмещение в одном генотипе перечисленных признаков – первоочередная задача, стоящая перед селекционерами [2].

В связи с этим, целью селекционных исследований на 2013–2023 гг. являлось изучение сортообразцов УНУ «Коллекция генетических ресурсов рода Никотиана – табака, махорки и диких видов», выявление новых источников хозяйственно-ценных признаков для включения их в гибридизацию, изучение и отбор в гибридных питомниках перспективного материала, оценка его на устойчивость к стрессовым условиям, доведения до константности, проведения предварительного, конкурсного, Государ-

ственного, а также производственного испытаний нового материала, работы с семенниками, первичным и массовым размножением.

Гибридизация – основной метод получения новых сортов табака. При этом успех селекционного процесса во многом определяется подбором родительских пар для скрещивания. Это осуществляется на основе знания признаков родительских форм, которые хотят объединить в новых сортах. Для создания сортов табака широко используется межсортовая гибридизация [3].

Материалом для исследований послужили сортообразцы мировой коллекции табака, гибриды, формы, линии, сорта табака.

Посев, фенологические наблюдения, оценку и анализ материала проводили в соответствии с «Методиками селекционно-семеноводческих работ по табаку и махорке» [4].

В результате изучения сортов мировой коллекции, выделены следующие скороспелые и среднеспелые сорта с оптимальной урожайностью, высоким качеством сырья, устойчивостью к болезням: Самсун 27, Самсун Батыр, Трапезонд 362, Трапезонд 15, Трапезонд 230, Трапезонд 41-42, Трапезонд 285, Трапезонд 1272, Трапезонд 93, Трапезонд 41, Остролист 125, Переволочанец 1244, Брянский 91, Американ 572, Американ 2920, Соболчский 174, Австралийский гибрид 14, Герцеговина 483, Переможец 83. Эти сорта использовали в гибридизации при создании качественно нового исходного материала и сортов.

В результате изучения генофонда мировой коллекции рода Никотиана из большого разнообразия коллекционных образцов были отобраны и комплексно оценены 20 сортов: скороспелые, среднеспелого типа развития, отличающиеся высокой продуктивностью, устойчивые к основным болезням. Выделены лучшие для использования в гибридизации, которые в дальнейшем дали положительный результат в получении нового исходного материала и сортов табака с коротким вегетационным периодом, высокой продуктивностью, качеством сырья, устойчивостью к основным болезням. Это скороспелые сорта с периодом от посадки до созревания листьев первого яруса 50–55 дней (Трапезонд Кубанец, Трапезонд 41-42, Трапезонд 362, Трапезонд 92, Самсун 155, Трапезонд Крымский), а также среднеспелые сорта с урожайностью листьев до 25 ц/га (Трапезонд 1272, Трапезонд 182, Трапезонд 219, Трапезонд 93, Трапезонд 15, Самсун 85, Остролист 215, Юбилейный), обладающие высоким качеством сырья (выход сырья 1-го товарного сорта до 85%), устойчивостью к болезням (табл. 1).

Среди черешковолистных форм высота растений варьировала от 109,1 см у Трапезонда 219 до 126,1 см у Трапезонда 93. Средняя высота растений стандарта Трапезонда 15 достигала 123,5 см. У сидячелистных форм минимальная высота растений отмечена у сорта Переволочанец 1244 (105,2 см), максимальная – у сорта Остролист 125 (118,0 см). Стандарт Остролист 215 имел высоту растений 122,9 см.

*Таблица 1*

**Характеристика сортов табака по морфологическим признакам**

| Сорта | Высота растений, см | Кол-во листьев, шт. | Размер листа, см | | Длина черешка, см |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | длина | ширина | |
| Трапезонд 15 (ст.) | 123,5 | 30 | 34,5 | 17,2 | 2,3 |
| Самсун 27 | 115,1 | 32 | 19,8 | 11,3 | 2,5 |
| Самсун Батыр | 123,7 | 35 | 21,2 | 11,8 | 2,3 |
| Самсун 835 | 120,8 | 29 | 21,1 | 11,5 | 2,7 |
| Трапезонд 41 | 110,0 | 22 | 27,6 | 15,2 | 2,8 |
| Трапезонд 362 | 114,5 | 29 | 24,2 | 15,0 | 2,5 |
| Трапезонд 219 | 109,1 | 26 | 27,8 | 14,0 | 2,4 |
| Трапезонд 93 | 126,1 | 25 | 32,2 | 16,0 | 3,0 |
| Трапезонд 285 | 113,1 | 25 | 33,3 | 16,7 | 2,8 |
| Трапезонд 230 | 117,2 | 25 | 34,8 | 17,3 | 2,5 |
| Трапезонд 41-42 | 118,2 | 30 | 23,4 | 12,4 | 2,2 |
| Трапезонд 1272 | 114,8 | 25 | 28,1 | 14,4 | 2,4 |
| Трапезонд 1867 | 112,9 | 26 | 27,2 | 15,3 | 3,1 |
| НСР 05 | 13,7 | 8 | 11,7 | 4,7 | — |
| Остролист 215 (ст.) | 122,9 | 23 | 34,8 | 17,9 | — |
| Перемежец 83 | 109,4 | 24 | 27,3 | 13,8 | — |
| Дюбек 44 | 108,7 | 29 | 14,4 | 7,1 | — |
| Дюбек 366 | 117,1 | 25 | 17,0 | 8,5 | — |
| Остролист 125 | 118,0 | 27 | 31,4 | 15,9 | — |
| Герцеговина 482 | 114,1 | 28 | 37,1 | 18,7 | — |
| Австралийский гибрид 14 | 113,2 | 26 | 29,7 | 14,5 | — |
| Соболчский 174 | 109,8 | 21 | 31,0 | 12,6 | — |
| Переволочанец 1244 | 105,2 | 18 | 43,3 | 21,0 | — |
| Американ 2920 | 112,9 | 20 | 32,9 | 21,7 | — |
| Американ 572 | 107,4 | 21 | 16,5 | 8,6 | — |
| Брянский 91 | 113,5 | 18 | 28,3 | 14,7 | — |
| НСР 05 | 16,5 | 9 | 16,9 | 9,5 | — |

Среди черешковолистных форм большое количество листьев на растении имели: Самсун Батыр (35 шт.) и Самсун 27 (32 шт.), у стандарта было 30 листьев на растении. У сидячелистных сортов по количеству листьев ощутимое превышение над стандартом имели: Дюбек 44 (29 шт.), количество листьев на растении у стандарта – 23 шт., Герцеговина 482 (28 шт.), Остролист 125 (27 шт.), Австралийский гибрид 14 (26 шт.), Дюбек 566 (25 шт.) и Переможец 83 (24 шт.).

По длине листа среди черешковолистных форм незначительное превышение над стандартом было у сорта Трапезонд 230, длина листа

которого составляла 34,8 см, при 34,5 см у стандарта. Остальные сорта по этому признаку отставали от стандарта. У сидячелистных форм значительное превышение над стандартом отмечено у сортов Герцеговина 482 (37,1 см) и Переволочанец 1244 (43,3 см). Длина листа у стандарта составляла 34,8 см.

Ширина листа большинства изучаемых черешковолистных сортов была ниже, чем у стандарта и варьировала от 11,3 см у сорта Самсун 27 до 16,7 см у сорта Трапезонд 285. Только Трапезонд 230 имел ширину листа 17,3 см, при ширине листа у стандарта 17,2 см. У сидячелистных форм трёх сортов выявлено превышение над стандартом по этому признаку: Американ 2920 (21,7 см), Переволочанец 1244 (21,0 см) и Герцоговина 482 (18,7 см). Ширина листа у стандарта составила 17,9 см. Длина черешка варьировала от 2,2 до 3,1 см.

Одним из важнейших хозяйственно-ценных признаков у сортов табака является урожайность. Среди черешковолистных форм лишь у сорта Трапезонд 93 урожайность была выше, чем у стандарта, на 0,3 ц/га. Остальные сорта отставали от стандарта. У сидячелистных форм самое низкое значение по этому признаку составило 9,9 ц/га у сорта Дюбек 44, самое высокое – 21,1 ц/га у сорта Герцеговина 482, урожайность стандарта 21,3 ц/га.

Для возделывания табака важным признаком является и длина периода от посадки до созревания листьев первой ломки. Скороспелыми являются сорта, у которых период от посадки до созревания листьев первой ломки короче, чем у среднеспелого стандарта на 10 и более дней. Из черешковолистных форм к таким сортам относятся: Самсун 27, Самсун 935, Трапезонд 41, Трапезонд 362, Трапезонд 41-42, Трапезонд 1272. Из сидячелистных: Американ 572, Дюбек 44, Дюбек 566, Переволочанец 1244, Брянский 91.

Устойчивость к болезням является необходимым условием при создании исходного селекционного материала и сортов [5, 6].

Устойчивость к рассадным гнилям установлена у сорта Трапезонд 362. Устойчивыми к пероноспорозу оказались сорта: Трапезонд 41, Трапезонд 230, Трапезонд 41-42, Остролист 125, Австралийский гибрид 14, Соболчский 174, Брянский 91. Устойчивость к вирусу табачной мозаики отмечена у сортов: Переможец 83, Самсун Батыр, Трапезонд 15, Трапезонд 41-42 (табл. 2).

Генофонд мировой коллекции табака в значительной степени варьирует по уровню устойчивости к болезням. Однако в полевых условиях отдельные сорта остаются непораженными даже агрессивными болезнями. Оценку и отбор устойчивых форм проводили по шести балльной шкале (0–5), где нулевой и первый баллы означали отсутствие симптомов поражения и высокую устойчивость, 2–3-й баллы – среднее поражение, 4–5-й – сильное поражение болезнью (табл. 3).

*Таблица 2*

**Характеристика сортов табака по биологическим свойствам**

| Сорта | Урожай с 1-го растения, г | Урожайность, ц/га | Длина периода от посадки до уборки листьев первой ломки | | Поражение болезнями, % | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | дни | +/- к ст. | пероноспороз | вирус табачной мозаики | рассадные гнили |
| Трапезонд 15 (ст.) | 43,8 | 20,8 | 60 | | 6 | 8 | 12 |
| Самсун 27 | 22,4 | 10,7 | 49 | -11 | 50 | 42 | 46 |
| Самсун Батыр | 40,4 | 19,2 | 52 | -8 | 45 | 38 | 51 |
| Самсун 935 | 31,0 | 14,7 | 50 | -10 | 35 | 47 | 33 |
| Трапезонд 41 | 34,6 | 16,4 | 50 | -10 | 5 | 45 | 43 |
| Трапезонд 362 | 36,5 | 17,3 | 49 | -11 | 32 | 47 | 7 |
| Трапезонд 219 | 42,8 | 20,3 | 52 | -8 | 34 | 45 | 33 |
| Трапезонд 93 | 44,4 | 21,1 | 55 | -5 | 50 | 24 | 30 |
| Трапезонд 285 | 41,6 | 19,8 | 53 | -7 | 32 | 28 | 44 |
| Трапезонд 230 | 43,5 | 20,7 | 54 | -6 | 7 | 52 | 48 |
| Трапезонд 41-42 | 35,5 | 16,9 | 48 | -12 | 4 | 8 | 8 |
| Трапезонд 1272 | 27,7 | 13,1 | 50 | -10 | 48 | 51 | 32 |
| Трапезонд 1867 | 40,2 | 19,1 | 56 | -4 | 31 | 40 | 38 |
| НСР 05 | 15,8 | 13,8 | - | - | - | - | - |
| Остролист 215 (ст.) | 44,7 | 21,3 | 66 | | 9 | 7 | 14 |
| Американ 2920 | 20,6 | 9,8 | 53 | -7 | 34 | 42 | 48 |
| Американ 572 | 22,7 | 10,7 | 49 | -11 | 48 | 50 | 34 |
| Переможец 83 | 34,1 | 16,2 | 58 | -8 | 3 | 45 | 48 |
| Дюбек 44 | 18,8 | 9,9 | 50 | -16 | 47 | 68 | 38 |
| Дюбек 566 | 26,7 | 12,7 | 52 | -14 | 47 | 0 | 44 |
| Остролист 125 | 40,8 | 19,4 | 64 | -2 | 5 | 33 | 28 |
| Герцеговина 482 | 44,4 | 21,1 | 60 | -6 | 38 | 50 | 45 |
| Австралийский гибрид 14 | 36,2 | 17,2 | 59 | -7 | 3 | 33 | 45 |
| Соболчский 174 | 26,8 | 17,7 | 61 | -5 | 5 | 40 | 48 |
| Переволочанец 1244 | 37,9 | 18,0 | 52 | -14 | 53 | 54 | 39 |
| Брянский 91 | 39,4 | 18,7 | 54 | -12 | 4 | 32 | 5 |
| НСР 05 | 17,0 | 17,5 | - | - | - | - | - |

*Таблица 3*

**Степень проявления болезней на сортах табака мировой коллекции**

| Сорта, шт. | Распределение сортов по реакции на заражение, балл | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 0-1 | 0-2 | 0-3 | 0-5 | 1-5 |
| Некротический штамм УВК | | | | | | |
| 600 | 131 | 11 | 19 | 8 | 419 | 12 |
| Белая пестрица | | | | | | |
| 600 | 537 | 35 | 15 | 13 | - | - |
| Бактериальная рябуха | | | | | | |
| 600 | 500 | 40 | 33 | 27 | - | - |
| Комплекс мозаик | | | | | | |
| 600 | 471 | 60 | 40 | 29 | 0 | - |

Таким образом, в результате изучения сортов мировой коллекции, выделены следующие скороспелые и среднеспелые сорта с оптимальной урожайностью, высоким качеством сырья, устойчивостью к болезням: Самсун 27, Самсун Батыр, Трапезонд 362, Трапезонд 15, Трапезонд 230, Трапезонд 41-42, Трапезонд 285, Трапезонд 1272, Трапезонд 93, Трапезонд 41, Остролист 125, Переволочанец 1244, Брянский 91, Американ 572, Американ 2920, Соболчский 174, Австралийский гибрид 14, Герцеговина 483, Переможец 83.

Эти сорта использовали в гибридизации при создании исходного материала и сортов, отвечающих требованиям современного сельскохозяйственного производства.

В коллекционном питомнике была проведена гибридизация отобранных по хозяйственно-ценным признакам сортов. Полученные гибридные комбинации в последующие годы использованы в дальнейшей селекционной работе в направлении выведения сортов, сочетающих короткий вегетационный период, высокую продуктивность, качество сырья, устойчивость к основным болезням.

Во всех гибридных комбинациях одним из родителей был скороспелый сорт. Цель гибридизации состояла в совмещении скороспелости с другими хозяйственно-ценными признаками и свойствами.

Скрещивание проводили в коллекционном питомнике. Созданные гибридные комбинации изучали по основным хозяйственно-ценными признакам. Стандартами служили лучшие возделываемые сорта – Остролист 215 для сидячелистных и Трапезонд 15 – для черешковолистных.

Исследование морфологических признаков позволяет предварительно оценить гибридный материал. По количеству листьев на растении и их размерам можно судить об урожайности гибридов. При изучении многолистности выделились гибридные комбинации, в создании которых участвовали многолистные сорта сортотипов Самсун и Дюбек, по признаку размеры листа – гибридные комбинации, в которых использовались крупнолистные Трапезонды и Остролисты.

Межсортовая гибридизация сортов короткого вегетационного периода с высокопродуктивными сортами среднеспелого типа развития позволила создать разнообразный гибридный материал с хозяйственно-ценными признаками и свойствами (оптимальная урожайность, высокое качество сырья, устойчивость к основным болезням), который был использован для получения скороспелого исходного материала.

Селекционная ценность гибридных комбинаций от скрещивания скороспелых сортов с наиболее эффективными сортами синтетической селекции, в конечном счете, определяется фактическим выходом перспективных в селекционном и производственном отношении гибридов и сортов.

Гибриды табака F1, полученные от скрещивания сортов с коротким вегетационным периодом (Трапезонды 51, 362, 41-42; Американ 572, Переволочанец 1244, Дюбек 44, 566; Самсун 155, 229, Апсны) с высокоурожайными сортами среднеспелого типа развития (Трапезондм 230, 93, 1867, 277, 11, 914, 3072; Остролист 215, 1519, Переможец 83), высажены для дальнейшей селекционной работы в направлении выведения сортов, сочетающих в генотипе оптимальный вегетационный период с другими хозяйственно-ценными признаками.

Отборы проводили по комплексу хозяйственно-ценных свойств (количество листьев на растении, длина и ширина листа среднего яруса, высота растений). Определяли степень поражения растений вирусом табачной мозаики, мучнистой росой.

В результате отборов в гибридных питомниках второго, третьего и четвертого поколений получены гибридные комбинации пятого поколения, которые характеризовались как константные.

Таким образом, в результате многолетних селекционных исследований установлен ценный материал для селекции табака на короткий вегетационный период. Это выделенные из мировой коллекции сорта: Трапезонд 41, Трапезонд 41-42, Самсун 27, Переволочанец 1244, Дюбек 44, Дюбек 566 и др.

Гибридизация скороспелых сортов-доноров с высокопродуктивными среднеспелыми сортами является эффективным методом создания исходного материала и сортов табака с оптимальным вегетационным периодом с комплексом хозяйственно-ценных признаков.

Впервые создан перспективный исходный селекционный материал скороспелого типа развития, обладающий комплексом основных хозяйственно-ценных признаков и свойств, что доказывает возможность сочетания в одном генотипе скороспелости, оптимальной урожайности (до 25 ц/га), высокого качества сырья, устойчивости к основным болезням.

В период с 2013 по 2023 год в системе предварительного и конкурсного сортоиспытаний проходили оценку новые перспективные сорта табака: Трапезонд 1187 – сорт среднеспелого типа развития, устойчив к пероноспорозу, вирусу табачной мозаики, черной корневой гнили; желтолистный, крупнолистный сорт (длина листа 34 см, ширина 20 см),

урожайность 25 ц/га, выход сырья первого товарного сорта 90,0%; Трапезонд 59 – среднеспелый сорт, превышающий стандарт по количеству листьев, их размерам и урожайности и Трапезонд 54 – среднеспелый, многолистный сорт (количество листьев 32 шт.), крупнолистный (длина листа 40 см, ширина – 25 см), Трапезонд 17(количество листьев на растении 36, длина листа среднего яруса 38 см, ширина – 25 см), Трапезонд 9 (крупнолистный – длина листа среднего яруса 40 см, ширина – 26 см); Остролист 34 (длина листа среднего яруса 43 см, ширина – 29 см). Новые сорта отличаются оптимальным вегетационным периодом, сближенным созреванием листьев, устойчивостью к болезням.

В результате работ селекционерами создан широкий спектр перспективного исходного материала и новых сортов табака, отвечающим требованиям ресурсосберегающих технологий возделывания табака.

## Литература

1. Хомутова С.А., Иваницкий К.И., Кубахова А.А. Создание новых сортов табака на основе мобилизации генетического потенциала рода Никоциана // Труды Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар, 2020. № 2(83). С. 141-145.

2. Хомутова С.А., Саломатин В.А., Кубахова А.А. Потенциал новых сортов табака для развития табачной отрасли // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 102(08). URL: http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdj/081/pdj.

3. Хомутова С.А. Использование гибридизации при создании скороспелого исходного материала и сортов табака // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института табака, махорки и табачных изделий. Краснодар, 2010. № 179. С. 119-124.

4. Методики селекционно-семеноводческих работ по табаку и махорке: учебно-методическое пособие. Краснодар: Просвещение-Юг, 2015. 139 с.

5. Хомутова С.А., Кубахова А.А., Шураева Г.П. Использование генетического потенциала мировой коллекции табака в селекции на устойчивость к болезням // Естественные и технические науки. 2020. № 8. С. 56-59.

6. Виноградов В.А. Иммунологические основы создания форм и сортов табака, обладающих устойчивостью к комплексу патогенов // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института табака, махорки и табачных изделий. Краснодар, 2010. № 179. С. 169-180.

УДК 633. 71: 631.527

# СОРТОВОЙ ПОТЕНЦИАЛ НОВЫХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ ТАБАКА

**Иваницкий К.И.,** *канд. с.-х. наук,* **Хомутова С.А.,** *канд. с.-х. наук,*
**Баранова Е.Г.,** *канд. биол. наук,* **Жигалкина Г.Н.,**
**Павлюк И.В., Саввин А.А.**

Сорта табака являются ключевым фактором в решении проблем, связанных с повышением количества и качества урожая.

Эффективность сорта определяется комплексом его хозяйственно-полезных признаков и свойств в определенных почвенно-климатических условиях возделывания. В селекции табака за 15 истекших лет достигнуты положительные результаты в улучшении продуктивности и качества табака.

В настоящее время в институте создано и районировано 12 сортов табака основных сортотипов Остролист, Трапезонд, Самсун, Вирджиния, Берлей. Новые сорта отличаются рядом ценных показателей: оптимальным вегетационным периодом, высокой продуктивностью, хорошим качество сырья, устойчивостью к основным болезням. Эти сорта продолжают использоваться в синтетической селекции.

Планомерная селекционная работа института обеспечивает систематическую сортосмену новым, более перспективным по комплексу хозяйственно-ценных признаков сортов табака.

Одной из основных задач селекционеров продолжает оставаться создание сортов, способных давать стабильное качество и количество урожая. Расширение посадок табака за счет нетрадиционных районов возделывания обусловлено созданием новых скороспелых сортов: Трапезонд Кубанец, Трапезонд 208, Трапезонд 128, Берлей 5, сочетающих скороспелость с высокой продуктивностью, качеством сырья и устойчивостью к болезням.

*В* течение последних лет изучены и выделены перспективные сорта табака в различных почвенно-климатических зонах Российской Федерации: Трапезонд Кубанец, Трапезонд 15, Крупнолистный 480 (Липецкая область), Трапезонд Кубанец, Остролист 22, Трапезонд 162 (Алтайский край), Трапезонд 15 (Астраханская область). Сорта характеризовались урожайностью 16–22 ц/га и выходом сырья первого товарного сорта до 80 %.

Кроме того, сорта Трапезонд 162 и Трапезонд Кубанец отличаются широкой экологической пластичностью и впервые включены в Госреестр сортов, рекомендованных для возделывания в зонах нетрадиционного табаководства Западно-Сибирского региона.

В результате многолетней работы селекционерами создан широкий спектр новых сортов, отвечающих требованиям ресурсосберегающих технологий.

***Сорта табака сортотипа Трапезонд***.

Трапезонд Кубанец – урожайность 21–26 ц/га; сорт скороспелый, интенсивного типа созревания листьев; выход сырья первого товарного сорта более 90%.

Трапезонд 15 – урожайность 30–35 ц/га; среднеспелый, интенсивного типа созревания листьев; выход сырья первого товарного сорта 90%.

Трапезонд 162 – урожайность 25–30 ц/га; среднеспелый; выход сырья первого товарного сорта до 90%.

Трапезонд 204 – урожайность 25–30 ц/га; среднеспелый, интенсивного типа созревания листьев; выход сырья первого товарного сорта более 90%. Содержание никотина – 1,5%.

Трапезонд 92 – урожайность 35–37 ц/га; сближенный период созревания листьев, скороспелый. Содержание никотина – 1,5%.

Трапезонд 182 – урожайность 34–36 ц/га; сближенный период созревания листьев; позднеспелый; выход сырья первого товарного сорта 85–90%. Содержание никотина – 1,8%.

***Сорта табака сортотипа Остролист***.

Остролист 316 – урожайность 32–34 ц/га; средне-позднеспелый; выход сырья первого товарного сорта 90%. Содержание никотина – 1,0–1,5%, углеводов до 7%.

Остролист 215 – урожайность 35–40 ц/га; среднеспелый, интенсивного типа созревания листьев; выход сырья первого товарного сорта до 100%.

Юбилейный новый 142 – урожайность до 40 ц/га; среднеспелый; интенсивного типа созревания листьев; выход сырья первого товарного сорта до 90%.

Остролист 360 – урожайность 40–43 ц/га; сорт среднеспелый, выход сырья первого товарного сорта 93 %.

Шептальский 63 – урожайность 28–30 ц/га; сорт среднеспелый; выход сырья первого товарного сорта 90%.

***Сорта табака сортотипа Самсун***.

Самсун 85 – урожайность 24–28 ц/га; среднеспелый, интенсивного типа созревания; выход сырья первого товарного сорта до 95%.

***Сорта табака сортотипа Берлей***.

Берлей Краснодарский – урожайность 22–24 ц/га; сорт среднеспелый, интенсивного типа созревания листьев; выход сырья первого товарного сорта – 85–90 %; сорт засухоустойчив.

Берлей 5 – урожайность 24–25 ц/га; сорт скороспелый, интенсивного типа созревания листьев; выход сырья первого товарного сорта – 85–90 %.

Вышеназванные сорта обладают комплексной устойчивостью к табачной мозаике, пероноспорозу, мучнистой росе и черной корневой гнили.

Кроме того, сорта обладают отдельными хозяйственно-ценными преимуществами: Трапезонд Кубанец, Трапезонд 92 – уникально соче-

тают скороспелость со сближенным периодом созревания листьев, что сокращает затраты труда при их уборке; сорта Юбилейный новый 142, Остролист 316, Трапезонд 162 – обладают высокой продуктивностью и качеством сырья; Остролист 316, Юбилейный новый 142, Трапезонд Кубанец, Трапезонд 182, Трапезонд 92, Самсун 85, Берлей 5, Берлей Краснодарский – отличаются сближенным периодом созревания листьев и комплексной устойчивостью к черной корневой гнили, табачной мозаике и пероноспорозу, что исключает дополнительные затраты на химическую обработку растений и, тем самым, способствуют сохранению экологической среды.

Для дальнейшего получения перспективного исходного материала с 2009 г. продолжена программа скрещиваний лучших сортов с образцами, выделенными из генофонда мировой коллекции и перспективным селекционным материалом. Родительские формы подбирали исходя из современных требований к сорту.

На основе парных скрещиваний, конвергентных беккроссов и многократных отборов получен и изучен гибридный материал преимущественно четвертого, пятого поколений с участием сортов с различным спектром хозяйственно-полезных признаков.

Наиболее перспективные гибриды доведены до шестого, седьмого, восьмого поколений и под названием Остролист 461, Остролист 187, Трапезонд 124, Трапезонд 38, Трапезонд 511 переданы в высшие звенья селекционного процесса.

Полученный перспективный материал характеризуется среднеспелым типом развития, высоким уровнем количества и качества урожая, устойчивостью к пероноспорозу, табачной мозаике, черной корневой гнили. А такие сорта как Остролист 187, Трапезонд 124 – низким содержанием никотина.

Ниже приводится краткая характеристика перспективных сортов Остролист 461, Остролист 187, Трапезонд 124, Трапезонд 38, Трапезонд 511.

Остролист 461 создан методами межсортовой гибридизации и индивидуального отбора с использованием сортов Остролист 215, Гибрид 10 и Остролист 1519 улучшенный.

*Направление селекции* – высокая продуктивность, желтая окраска листа, высокая материальность, устойчивость к пероносорозу, табачной мозаики, черной корневой гнили.

*Морфологические особенности* – лист сидячий, пластика листа овально-вытянутая, поверхность гладкая, цвет листа светло-желто-зеленый. Растение овальной формы с приподнятым положением листьев на стебле.

*Хозяйственные свойства* – сорт относится к желтолистному типу. По данным конкурсного сортотоиспытания, в среднем за ряд лет урожайность 37,6 ц/га, превышает контроль на 4,6 ц/га. Выход первого товарного сорта равен 95%. Длина уборочного периода 90 дней. Сорт

среднеспелый, от посадки до цветения 90 дней, от посадки до созревания листьев последнего яруса 130 дня. Ткань листа высокой материальности – 4,2 г/дм$^2$.

Остролист 187 получен от скрещивания сортов Соболчский 174, Дебрецен, Остролист 1519 улучшенный

*Направление селекции* – высокая материальность, малое содержание никотина, светло-зеленый цвет листа, устойчивость к пероноспорозу, табачной мозаике, черной корневой гнили, пригодность к механизированной уборке.

*Морфологические особенности* – лист сидячий, форма листа овально-вытянутая, окраска светло-зеленая. Растение цилиндрической формы с горизонтальным положением листьев на стебле.

*Хозяйственные свойства* – сорт относится к зеленолистному типу. Урожайность в среднем 36,0 ц/га, превосходит стандарт на 3,0 ц/га, выход первого товарного сорта 97%. Длина уборочного периода 84 дня. Сорт среднеспелого типа развития: от посадки до цветения 90 дня, от посадки до уборки листьев последнего яруса 130 дня. Ткань листьев высокоматериальная – 5,4 г/дм$^2$. Малоникотинный сорт – 1,5–1,7 %. Устойчив к пероноспорозу, табачной мозаике, черной корневой гнили.

Трапезонд 124 создан методами межсортовой гибридизации и многократного отбора с использованием сортов Трапезонд 182 и Дебрецен.

*Направление селекции* – скороспелость, увеличение размеров листа, низкое содержание никотина, устойчивость к пероноспорозу, табачной мозаике, черной корневой гнили.

*Морфологические особенности* – лист черешковый, пластинка листа овально-вытянутая, поверхность слегка вспученная, окраска светло-зеленого оттенка, черешок короткий, узкоокаймленный. Растение овального габитуса с приподнятым положением листьев на стебле.

*Хозяйственные свойства* – сорт зеленолистного типа. Урожайность в среднем за ряд лет, составляет 27,0 ц/га и превышает контроль на 4,0 ц/га. Выход первого товарного сорта 100%. Длина уборочного периода 64 дня. Сорт скороспелого типа развития: от посадки до цветения 76 дня, от посадки до созревания листьев последнего яруса растений – 104 дней. Ткань листьев высокоматериальная – 5,6 г/дм$^2$. Устойчив к пероноспорозу, табачной мозаике, черной корневой гнили.

Трапезонд 38 – выведен многократным индивидуальным отбором из потомства от скрещивания сортов Трапезонд 683 и Трапезонд 42.

*Направление селекции* – высокая товарность сырья и продуктивность, выносливость к перестою, устойчивость к переноспорозу, табачной мозаике, черной корневой гнили.

*Морфологические особенности* – лист черешковый, форма листа овальная, поверхность слабо изогнутая, окраска пластинки светло-зеленая, черешок короткий, слабоокаймленный. Растение цилиндрической формы с приподнятым положением листьев на стебле.

*Хозяйственные свойства* – характеризуется скелетным типом сырья высоких курительных свойств. Сорт зеленолистного типа. Ткань листа высокоматериальная – 4,5 г/дм$^2$. Урожайность в среднем 28,1 ц/га, превышает контроль на 5,1 ц/га, выход первого товарного сорта – 94,7%. Длина уборочного периода 68 дней. По длине вегетационного периода относится к среднеспелым: от посадки до цветения 75 дней, от посадки до уборки последнего яруса – 114 дней. Сорт устойчив к пероноспорозу, табачной мозаике, черной корневой гнили и перестою.

Трапезонд 511 – получен методом межсортовой гибридизации с использованием сортов Трапезонд 41, Золотистый Игар, Трапезон II и многократным индивидуальным отбором.

*Направление селекции* – сближенное созревание листьев, высокая продуктивность, устойчивость к пероноспорозу, табачной мозаике, черной корневой гнили.

*Морфологические особенности* – лист черешковый, форма пластинки листа овальная, поверхность мелко вспученная, окраска листа светло-желтого цвета, черешок узкоокаймленный. Растение эллипсоидальной формы с приподнятым положением листьев на стебле.

*Хозяйственные свойства* – дает сырье скелетного типа. Ткань листа высокоматериальная – 5,2 г/дм$^2$. Сорт относится к желтолистному типу. Урожайность в среднем 27,7 ц/га, превышает стандарт на 4,7 ц/га. Выход первого товарного сорта 87,4%. Длина уборочного периода 88 дней. Сорт среднеспелого типа развития, от посадки до цветения 81 дней, от посадки до созревания листьев последнего яруса – 139 дней. Сорт устойчив к пероноспорозу, табачной мозаике, черной корневой гнили.

Вышеперечисленные сорта отвечают требованиям ресурсосберегающих технологий.

Современная селекционная работа с 2019 г. направлена на дальнейшее повышение продуктивности, улучшение качества сырья и придание высокой устойчивости к болезням.

Использование обширного селекционного материала, хорошо дифференцированного по многим хозяйственно-полезным признакам и биологическим свойствам, позволило перейти к дальнейшему получению нового исходного материала для селекции.

В процессе создания нового селекционного материала наряду с отечественными, хорошо приспособленными к местным условиям сортами, широко используются доноры различных хозяйственно-биологических признаков внутри видового генофонда табака.

Ниже дана характеристика новых сортов табака, созданных в период 2019–2024 гг.

Остролист 9 – среднепоздний желтолистный сорт. Число дней от посадки до последней ломки 137, до начала цветения – 82–97, полного цветения – 112–136. Число листьев 25–32 штук. Размеры листьев среднего яруса: длина – 42–46 см, ширина – 26–28 см, урожайность – 28–32 ц/га. Выход первого товарного сорта 96–99%.

Остролист 65 – желтолистный среднеспелый сорт. Число дней от посадки до последней ломки 134, до начала цветения – 75–89, полного цветения – 110–124. Число листьев 26–35 штук. Размеры листьев среднего яруса: длина – 39–52 см, ширина – 22–30 см, урожайность – 30–38 ц/га. Выход первого товарного сорта 98–100%.

Крупнолистный 9М – желтолистный среднеспелый сорт. Число дней от посадки до последней ломки 133, до начала цветения – 71–94, полного цветения – 85–114. Число листьев 32–38 штук. Размеры листьев среднего яруса: длина – 43–50 см, ширина – 23–28 см, урожайность – 30–40 ц/га. Выход первого товарного сорта 90–95%.

Крупнолистный Ильский – желтолистный среднеспелый сорт. Число дней от посадки до последней ломки 126, до начала цветения – 75–96, полного цветения – 97–120. Число листьев 33–40 штук. Размеры листьев среднего яруса: длина – 43–50 см, ширина – 21–25 см, урожайность – 32–40 ц/га. Выход первого товарного сорта 97–100%.

Октябрьский улучшенный – зеленолистный среднепозднеспелый сорт. Число дней от посадки до последней ломки 132, до начала цветения – 89–110, полного цветения – 92–128. Число листьев 32–42 штук. Размеры листьев среднего яруса: длина – 40–50 см, ширина – 18–24 см, урожайность – 32–41 ц/га. Выход первого товарного сорта 95–100%.

Таким образом, итогом многолетних селекционно-генетических работ (2009–2024 гг.) было создание перспективного исходного материала и новых сортов табака, отвечающих требованиям ресурсо- и энергоэкономичных технологий возделывания для традиционных районов табаководства России – Краснодарского края, Республики Адыгея, Республик Северо-Восточного Предкавказья (Ингушетия, Чечня, Северная Осетия-Алания, Дагестан), а также пригодный для освоения новых нетрадиционных районов табаководства в Поволжье (Астраханская и Волгоградская области), в областях Центральной и Центрально-Черноземной зон (Брянская, Тамбовская, Липецкая, Воронежская и Орловская области) и Алтайском крае.

УДК 633. 71: 631.527

## РЕЗУЛЬТАТЫ СОРТОИСПЫТАНИЙ ПЕРСПЕКТИВНОГО СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА *NICOTIANA TABACUM* LIN. (за 2014–2023 гг.)

**Павлюк И.В., Жигалкина Г.Н.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий» (ВНИИТТИ) является преемником, созданной в 1914 г. Екатеринодарской лаборатории опытного табаководства для

изучения культуры табака в России. На протяжении всех лет своей деятельности институт не переставал заниматься селекционной работой рода *Nicotiana*. Для любой сельскохозяйственной культуры крайне важна непрерывность селекционного процесса, когда на смену одним сортам приходят другие, превосходящие их по показателям продуктивности, качества, экономической эффективности, с необходимым набором свойств для конкретных почвенно-климатических условий.

Создание новых сортов сложный и длительный процесс, включающий несколько этапов: гибридный и селекционный питомники, питомники предварительного и конкурсного сортоиспытаний. Источником полезных генов для нового перспективного материала служит УНУ «Коллекция генетических ресурсов рода Никоциана – табака, махорки и диких видов». Завершающим этапом селекционного процесса является конкурсное сортоиспытание, цель которого – определить основные хозяйственно-ценные свойства новых сортов, выделить формы табака, наиболее приспособленные к данным климатическим и почвенным условиям, с лучшими по качеству и количеству показателями урожайности и соответствующие предъявляемым требованиям по устойчивости к основным болезням. Его задача – математически достоверная оценка новых сортов, выделившихся в результате предварительного сортоиспытания по урожайности, качеству и другим селекционно значимым признакам в сравнении со стандартом. Обычно здесь материал находится три года [1]. После проведения НИР по новым перспективным сортам, все собранные материалы направляются в Госкомиссию по испытанию и охране селекционных достижений. Право проводить государственное сортоиспытание доверено ФГБНУ ВНИИТТИ г. Краснодара. По его результатам лучшие из сортов включаются Госкомиссией в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию.

С 2014 г. по 2023 г. в лаборатории селекционно-генетических ресурсов института продолжалась работа по поддержанию в жизнеспособном состоянии районированных и созданию новых сортов табака. В рамках конкурсного и Государственного сортоиспытаний провели изучение 14 новых перспективных сортов табака. Из них девять сортов сортотипа Остролист, пять – сортотипа Трапезонд. Результаты по испытанию сортов Остролист 46 Абинский, Остролист 46 улучшенный, Остролист 149, Трапезонд 159, Трапезонд 1187, Трапезонд 94, Трапезонд 182 улучшенный, Трапезонд желтолистный не включены в статью из-за недостаточности накопленных экспериментальных данных. На настоящий момент их изучали один-два года в рамках описываемых в статье исследований и работа с некоторыми из них будет продолжена в дальнейшем.

Материалом для исследований служили перспективные сорта, прошедшие предыдущие звенья селекционного процесса и выделившиеся по каким-либо важным хозяйственно-ценным признакам. Список сортов, исследование которых проводили в течение трех и более лет, краткая характеристика и годы испытаний представлены в таблице 1.

*Таблица 1*

**Материал для исследований**

| Сорт | Краткая характеристика | Годы испытаний |
|---|---|---|
| Юбилейный – стандарт | желтолистная среднепозднеспелая форма | 2014–2017 |
| Юбилейный новый 142 – стандарт | желтолистная среднепозднеспелая форма | 2018–2023 |
| Остролист 9 | желтолистная среднепозднеспелая форма | 2014, 2016, 2017 |
| Остролист 65 | желтолистная среднеспелая форма | 2014–2017 |
| Крупнолистный 9М | желтолистная среднеспелая форма | 2015–2020 |
| Крупнолистный Ильский | желтолистная среднеспелая форма | 2015–2020 |
| Октябрьский улучшенный | зеленолистная среднепозднеспелая форма | 2018–2023 |
| Остролист 360 | желтолистная среднеспелая форма | 2019–2023 |

Опытный участок лаборатории селекционно-генетических ресурсов находится в севообороте института в равнинной зоне Краснодарского края правобережья реки Кубани. Почвенный покров представлен западно-предкавказским слабовыщелоченным черноземом, механический состав которого относится к тяжелым суглинкам. Механический состав и плотное строение обусловливает неблагоприятные водные и воздушные свойства почв этой зоны, и при избыточном увлажнении создаются условия заболоченности, приводящие в отдельных случаях к отмиранию корневой системы растений. Пахотный горизонт участка характеризуется содержанием гумуса 3,8–3,9%, азота валового 0,13–0,15%, подвижного фосфора 12,2–13,4 мг/100 г. Климат этой зоны умеренно континентальный со среднегодовым количеством осадков 670–680 мм и среднегодовой температурой +9,7ºС. Среднемноголетняя минимальная температура воздуха -15,7ºС, максимальная +37,1ºС. В летнее время часто наблюдается значительное уменьшение водяных паров в воздухе, температура повышается до 32–39ºС, что создает условия для потери воды на испарение с поверхности земли и растительности, то есть к засухе [2].

В организации НИР руководствовались «Методикой Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» [3], «Методиками селекционно-семеноводческой работы по табаку и махорке» [1], «Методическим руководством по проведению полевых агротехнических опытов с табаком» [4]. Рассаду выращивали в холодных парниках под синтетической пленкой. Технология подготовки парников к посеву, посев и уход за рассадой соответствовали агрорекомендациям [5, 6]. В февральские окна вносили нитроаммофоску из расчета 60 г на 1 м$^2$ парника. Посев проводили в третьей декаде марта – первой декаде апреля

проращенными семенами, норма высева семян 0,25–0,30 г/м$^2$. В процессе роста и развития рассады ее трижды присыпали питательной смесью и подкармливали аммиачной селитрой из расчета 3 г для первой подкормки и 6 г для двух последующих на 1 м$^2$ (вторая и третья подкормки только для отстающих делянок). Для защиты табачной рассады от черной корневой гнили (*Thielaviopsis basicola* (Berk. Et. Br. Ferraris) и стеблевой гнили (*Pythium de baryanum* Hesse) её трижды обрабатывали смесью ридомила и фундазола. Норма расхода препарата в первом случае 1 г ридомила и 2 г фундазола на 1 м$^2$, во втором и третьем – 1 г и 4 г соответственно. Готовность рассады к высадке определяли, руководствуясь ОСТ 10-113-88 [7].

Агротехника табака в поле была общепринятой, предшественник табак и черный пар. Вспашку поля проводили в ноябре на глубину 23–25 см с предварительным дискованием. Весенняя обработка почвы состояла из двух культиваций, первая – на глубину 12–15 см, вторая – на глубину 8–10 см. Высадку рассады в поле проводили рассадопосадочной машиной в третьей декаде мая. Густота посадки 70х25 см. Для лучшей приживаемости растений с поливной водой вносили азотные удобрения из расчета 15 кг азота на гектар. Располагали опыты в четыре пояса (по числу повторений) со смещением делянок относительно друг друга, чтобы каждый сорт охватил возможно большее почвенное разнообразие. Уход за табаком в поле состоял из трех культиваций и двух ручных прополок.

Ломки выполняли по мере созревания листьев, начиная с конца июня – начала июля, согласно рекомендациям [8]. Биометрические измерения осуществляли на листьях средней ломки. Площадь листовой пластинки определяли по специализированным таблицам [9]. Сортировка сухих листьев по товарным сортам соответствовала ГОСТ 8073-77 [10].

Получение здоровой стандартной рассады табака в возможно короткий срок имеет важное значение для начала полевых работ, сокращает расходы на выращивание рассады и позволяет быстрее получить урожай листьев и семян. За годы наблюдений рассада у большинства испытываемых сортов была готова к высадке в поле одновременно с рассадой стандарта. Только у сорта Остролист 65 её готовность наступала раньше на три дня, а у сорта Остролист 9 – позже на пять дней, чем у стандарта.

Первую ломку проводили у всех сортов одновременно. Средняя ломка проходила на один-два дня раньше по сравнению со стандартом у сортов Крупнолистный Ильский и Остролист 360, и на семь дней позже у сорта Октябрьский улучшенный (табл. 2). В течение вегетационного периода происходит формирование количества урожая и качества сырья табака. Этот показатель не постоянный и зависит не только от биологии растения, но и от условий его произрастания, наличия влаги, тепла, света, питательных элементов и т.д. [11]. Поэтому, у одного и того же сорта в разные годы испытания продолжительность вегетаци-

онного периода колеблется в значительной степени. По среднему значению этого показателя можно говорить о ранне-, средне- или позднеспелости сорта. Продолжительностью вегетационного периода у табака для получения сухого сырья листьев считают число дней от высадки рассады в поле до технической зрелости верхних листьев [12]. Для получения семян – это число дней от высадки табака в поле до полного цветения. Эти показатели могут отличаться в отношении одного и того же сорта. В табл. 2 продолжительность вегетационного периода указана в отношении получения сухого сырья. Продолжительностью уборочного периода считают число дней от первой до последней ломки. По сравнению со стандартом продолжительность вегетационного и уборочного периодов короче у сортов Крупнолистный Ильский (на 5 дней) и Остролист 360 (на 3 дня). У остальных сортов – длиннее: Остролист 9 (на 9 дней), Остролист 65 и Октябрьский улучшенный (на 6 дней), Крупнолистный 9М (на 2 дня).

*Таблица 2*

**Влияние сортовых особенностей испытуемых перспективных сортов табака на фенологические показатели**

| Сорт | Число дней от посадки до средней ломки | | Продолжительность периода, дней | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | фактически | ± к стан. | вегетационного | ± к стан. | уборочного | ± к стан. |
| Остролист 9 | 68 | 0 | 137 | +9 | 96 | +9 |
| Остролист 65 | 65 | 0 | 134 | +6 | 93 | +6 |
| Крупнолистный 9М | 76 | 0 | 133 | +2 | 88 | +2 |
| Крупнолистный Ильский | 75 | -1 | 126 | -5 | 81 | -5 |
| Октябрьский улучшенный | 89 | +7 | 132 | +6 | 86 | +6 |
| Остролист 360 | 82 | -2 | 121 | -3 | 73 | -3 |
| Среднее | 75,8 | 0,7 | 130,5 | 2,5 | 86,2 | 2,5 |
| Максимальное | 89 | 7 | 137 | 9 | 96 | 9 |
| Минимальное | 65 | -2 | 121 | -5 | 73 | -2 |

В генеративную фазу развития раньше других вступает сорт Остролист 360 (на 12 дней раньше стандарта) (рис. 1). Сорта Крупнолистный 9М и Крупнолистный Ильский тоже превзошли стандарт по этому показателю (на 7 и 5 дней соответственно). На десять и восемь дней позже по многолетним наблюдениям отмечено начало цветения у сортов Остролист 9 и Октябрьский улучшенный. Остролист 65 по этому показателю на уровне стандарта.




Рис. 1. Вступление растений испытуемых сортов табака в генеративную фазу в сравнении со стандартом

Биометрические показатели растений, наряду с некоторыми другими, являются слагаемыми продуктивности сорта. Высота растений влияет также на производительность труда. Слишком высокие склонны к полеганию из-за неблагоприятных погодных условий, вследствие чего их тяжелее убирать и теряется часть урожая. Короткостебельные сорта более устойчивы и пригодны для машинной уборки. Среди испытуемых сортов присутствовали разные по высоте растений (табл. 3, рис. 1). Максимальное значение этого показателя у сорта Крупнолистный 9М. Его растения на 8 см выше, чем у стандарта. Сорт Остролист 9 изначально выводился как короткостебельный с целью дальнейшего его использования для механизированной уборки [13]. Растения этого сорта ниже растений стандарта на 23 см. Растения остальных сортов немного выше (на 3 см) или ниже (на 1–4 см) растений стандарта.

Важнейшими из биометрических показателей, во многом определяющих количество урожая зеленой массы, являются число листьев на растении и площадь листа среднего яруса. Число листьев на растении у большинства сортов на уровне (Крупнолистный 9М и Крупнолистный Ильский) или меньше (Остролист 9), чем у стандарта (табл. 3, рис. 2). Сорт Октябрьский улучшенный превысил стандарт по этому показателю.

Наибольшая площадь листа среднего яруса среди испытуемых сортов у сорта Остролист 360 (рис. 3). Он превосходит стандарт по этому показателю на 29 см$^2$. Меньше других по размеру (на 69 см$^2$, чем у стандарта) листья сорта Крупнолистный 9М. Большинство других сортов по этому показателю уступили стандарту (на 37–48 см$^2$). Площадь листа среднего яруса у сорта Крупнолистный Ильский на уровне стандарта.

*Таблица 3*

**Влияние сортовых особенностей испытуемых перспективных сортов табака на биометрические показатели**

| Сорт | Высота растений, см | Число листьев, шт. |
|---|---|---|
| Остролист 9 | 103 | 29 |
| Остролист 65 | 129 | 31 |
| Крупнолистный 9М | 166 | 35 |
| Крупнолистный Ильский | 161 | 35 |
| Октябрьский улучшенный | 166 | 39 |
| Остролист 360 | 162 | 35 |
| Среднее | 147,8 | 34 |
| Максимальное | 166 | 39 |
| Минимальное | 103 | 29 |

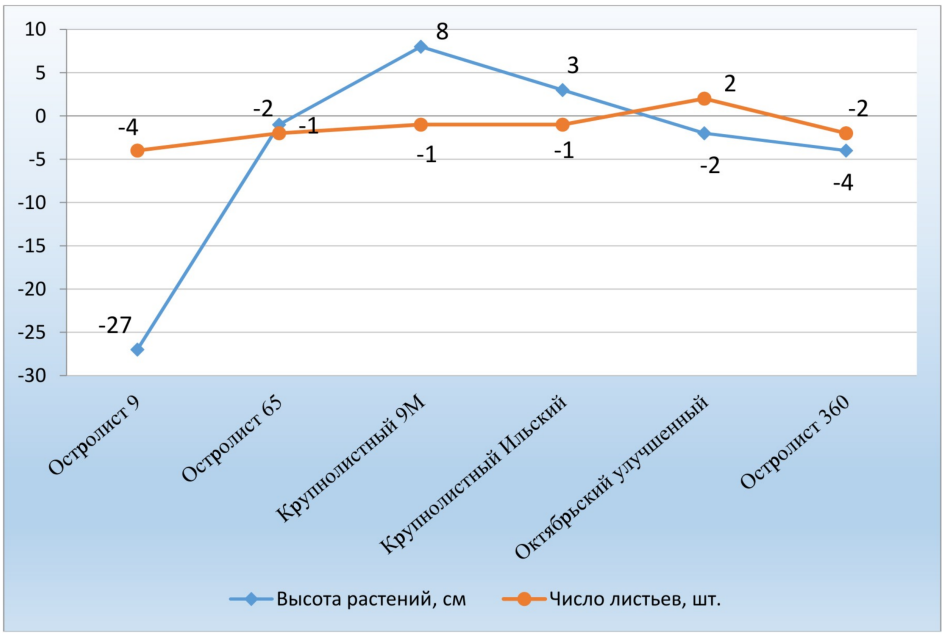



Рис. 2. Отклонение от стандарта высоты растений и числа листьев испытуемых сортов табака

Урожай сухой массы с одного растения является определяющим для урожайности табака. Между этими показателями существует прямая корреляция. Прибавка урожая сухой массы с одного растения на один грамм может дать прибавку урожайности на 40–50 кг/га в зависимости от некоторых других факторов [14]. Учет урожая табака проводили по массе листьев всех ярусов (ломок), убранных с растений в зрелом состоянии и прошедших сушку в естественных условиях [4].




Рис. 3. Отклонение от стандарта площади листа среднего яруса испытуемых сортов табака

По продуктивности сорта Остролист 9, Остролист 65 и Октябрьский улучшенный превысили стандарт на 3, 6 и 4 г (урожай сухой массы с одного растения); 1,3; 2,2 и 2,0 ц/га (урожайность) соответственно. Остальные сорта – на уровне стандарта (табл. 4).

Важное значение в технологическом процессе возделывания табака имеет уборка урожая в благоприятный для естественной сушки сырья летний период. Убранное в это время сырьё не нуждается в искусственной досушке, что отражается на экономических показателях. У большинства испытуемых сортов более 70% урожая убрано в июне-сентябре (табл. 4). Уступил стандарту по этому показателю сорт Остролист 9 (на 8% в абсолютном значении). В рискованные условия сушки (сентябрь), когда сырье медленно сохнет и теряет товарный вид, попадает часть урожая всех сортов.

В экономике выращивания табака одним из важных показателей является товарное качество сухого сырья, так как оно напрямую связано с ценой реализации. Чем выше выход сухого сырья первого товарного качества, тем выше чистый доход с 1 га и рентабельность [14]. За все годы исследований у всех сортов выход первого товарного сорта был на уровне стандарта со значениями 98–100 %.

После сортировки табака по товарным сортам на листьях первого товарного сорта были определены технологические показатели (табл. 5). Масса сухого листа средней ломки, толщина листовой пластинки и толщина жилки у испытуемых сортов на уровне стандарта. По содержанию средней жилки в общей массе листа можно отметить сорт Остролист 360, у которого этот показатель ниже на 2,9% в абсолютном

выражении, чем у стандарта. Сорт Крупнолистный Ильский уступил стандарту (на 3,0%), у остальных сортов содержание средней жилки на уровне стандарта.

*Таблица 4*

**Влияние сортовых особенностей испытуемых перспективных сортов табака на показатели продуктивности**

| Сорт | Урожай с одного растения сухой массы, г | ± к стан. | Урожайность, ц/га | ± к стан. | Количество табака, убранного в июне-августе, % | ± к стан. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Остролист 9 | 80 | +3 | 33,0 | +1,3 | 68 | -8 |
| Остролист 65 | 78 | +6 | 32,1 | +2,2 | 72 | -3 |
| Крупнолистный 9М | 92 | +1 | 38,1 | +0,5 | 66 | -2 |
| Крупнолистный Ильский | 91 | 0 | 37,4 | -0,2 | 71 | +3 |
| Октябрьский улучшенный | 97 | +4 | 40,4 | +2,0 | 72 | +4 |
| Остролист 360 | 89 | +1 | 37,5 | +0,8 | 74 | +2 |
| Среднее | 87,8 | 2,5 | 36,4 | 1,1 | 70,5 | -0,7 |
| Максимальное | 97 | 6 | 40,4 | 2,2 | 74 | 4 |
| Минимальное | 78 | 0 | 32,1 | -0,2 | 66 | -8 |

*Таблица 5*

**Влияние сортовых особенностей испытуемых перспективных сортов табака на технологические свойства сухого сырья**

| Сорт | Масса сухого листа, г | | Содержание средней жилки, % | | Толщина пластинки, мм | | Толщина жилки, мм | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | факт. | ± к стан. | факт. | ± к стан. | факт. | ± к стан. | факт. | ± к станд. |
| Остролист 9 | 3,6 | 0 | 23,1 | -1,4 | 10 | 0 | 2,60 | -0,18 |
| Остролист 65 | 3,9 | +0,3 | 24,7 | -0,3 | 10 | 0 | 2,83 | -0,01 |
| Крупнолистный 9М | 4,1 | 0 | 25,2 | -0,4 | 10 | 0 | 2,97 | +0,04 |
| Крупнолистный Ильский | 4,0 | -0,1 | 28,9 | +3,0 | 10 | 0 | 2,84 | -0,09 |
| Октябрьский улучшенный | 4,3 | +0,1 | 27,4 | +0,8 | 10 | 0 | 3,02 | -0,02 |
| Остролист 360 | 4,5 | 0,3 | 24,5 | -2,9 | 10 | 0 | 3,10 | +0,02 |
| Среднее | 4,1 | 0,1 | 25,6 | -0,2 | 10 | 0 | 2,9 | -0,04 |
| Максимальное | 4,5 | 0,3 | 28,9 | 3,0 | 10 | 0 | 3,1 | 0,04 |
| Минимальное | 3,6 | -0,1 | 23,1 | -2,9 | 10 | 0 | 2,6 | -0,18 |

Химическую оценку неферментированного табачного сырья провели у листьев третьей ломки по наиболее важным показателям: содержанию никотина, углеводов, белков, которые, в основном, определяют вкусовые и курительные свойства табака.

*Таблица 6*

**Влияние сортовых особенностей испытуемых перспективных сортов табака на химические свойства сухого сырья**

| Сорт | Содержание, % | | | | | | Число Шмука | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | никотин | | углеводы | | белки | | | |
| | факт. | ± к стан. | факт. | ± к стан. | факт. | ± к стан. | факт. | ± к стан. |
| Остролист 9 | 2,0 | -2,0 | 2,9 | +0,5 | 7,8 | +0,4 | 0,37 | +0,05 |
| Остролист 65 | 2,8 | -1,2 | 2,6 | +0,2 | 7,8 | +0,4 | 0,33 | +0,01 |
| Крупнолистный 9М | 1,7 | -1,4 | 7,1 | +4,3 | 7,6 | +0,2 | 0,93 | +0,56 |
| Крупнолистный Ильский | 2,2 | -0,9 | 3,7 | +0,9 | 7,2 | -0,2 | 0,51 | +0,14 |
| Октябрьский улучшенный | 3,7 | +2,0 | 3,6 | +1,2 | 5,5 | -0,6 | 0,63 | +0,25 |
| Остролист 360 | 2,5 | +0,8 | 2,0 | -0,4 | 6,2 | +0,1 | 0,34 | -0,04 |
| Среднее | 2,5 | -0,45 | 3,6 | 1,12 | 7,0 | 0,05 | 0,52 | 0,16 |
| Максимальное | 3,7 | 2,0 | 7,1 | 4,3 | 7,8 | 0,4 | 0,93 | 0,56 |
| Минимальное | 1,7 | -2,0 | 2,0 | -0,4 | 5,5 | -0,6 | 0,33 | -0,04 |

Содержание никотина определяет физиологическую крепость табака. Принято считать, что для папиросных сортов нормой является его содержание в 1,0–1,5%. На содержание никотина, по данным А.А. Шмука [15], А.В. Отрыганьева [16] и Е.Н. Псарёвой [17], большое значение оказывает сумма выпавших осадков за вегетационный период. С их уменьшением количество никотина в листьях увеличивается. Среди сортов выделились как с высоким (Остролист 65, Октябрьский улучшенный), так и с низким (Крупнолистный 9М, Остролист 9) содержанием никотина. По сравнению со стандартом этот показатель выше только у сорта Октябрьский улучшенный. О том, что общее содержание растворимых углеводов находится в соответствии с их вкусовыми качествами, впервые установил А.А. Шмук [15]. Чем больше процентное содержание углеводов, тем выше качественное достоинство табачного сырья в курительном отношении. По данным Е.Н. Псарёвой [17], содержание растворимых углеводов колеблется весьма сильно в зависимости от внешних условий, и, в отличие от никотина, увеличивается при увеличении влажности. По этому показателю среди испытуемых сортов выделился Крупнолистный 9М, у которого содержание углево-

дов выше, чем у стандарта на 4,3% (в 2,5 раза). Также можно отметить сорт Октябрьский улучшенный, который также значительно превысил стандарт по этому показателю. У остальных сортов этот показатель несколько выше (Крупнолистный Ильский) или на уровне стандарта. Белки оказывают наиболее резкое отрицательное влияние на аромат и вкус табака, так как при сгорании белков выделяются продукты с неприятным запахом жженого пера и горьким вкусом. Процентное содержание белков мало зависит от внешних условий и является характерным показателем сорта. Для оценки качества сырья имеет большее значение не абсолютное содержание углеводов и белков, а их соотношение, которое выражается числом Шмука. По этому показателю также выделились сорта Крупнолистный 9М (превышение над стандартом 0,56) и Октябрьский улучшенный (0,25).

Таким образом, по результатам сортоиспытаний перспективных сортов табака можно отметить их положительные качества.

Сорт Остролист 9 относится к типу короткостебельных сортов. Высота его растений на 27 см меньше, чем у стандарта. Короткостебельность позволяет снизить затраты на проведение уборки (низкие сорта легче ломать) и послеуборочной обработки (меньше растительных остатков). Небольшая высота растений делает этот сорт привлекательным для механизированной уборки, так как позволяет большую часть урожая убрать с помощью табакоуборочной машины. Урожай сухой массы с одного растения больше на 3 г, урожайность выше на 1,3 ц/га в сравнении со стандартом. Сорт, хотя и относится к типу желтолистных, но листья дольше, чем у стандарта, сохраняют зеленую окраску, и он более устойчив к подгару при недостатке влаги и высокой температуре воздуха. Это позволяет сократить число ломок как минимум на одну без потери урожая [13].

Сорт Остролист 65 превысил стандарт по продуктивности. Урожай сухой массы с одного растения больше на 6 г, урожайность выше на 2,2 ц/га.

Сорт Крупнолистный 9М выделился высоким содержанием углеводов, превысив стандарт по этому показателю в 2,5 раза. В генеративную фазу развития сорт вступает раньше стандарта на семь дней, что позволяет без проблем получать семена даже в неблагоприятных погодных условиях. По продуктивности сорт на уровне стандарта.

У сорта Крупнолистный Ильский продолжительность вегетационного и уборочного периодов на пять дней короче, чем у стандарта. Это позволяет раньше освободить занимаемую площадь от растительных остатков и провести послеуборочную обработку почвы в благоприятное время. Начало цветения отмечено на пять дней раньше, чем у стандарта. Продуктивность сорта на уровне стандарта.

Сорт Октябрьский улучшенный превысил стандарт по продуктивности. Урожай сухой массы с одного растения больше на 4 г, урожай-

ность выше на 2,0 ц/га. Содержание углеводов выше, чем у стандарта в 1,5, число Шмука в 1,7 раза.

У сорта Остролист 360 продолжительность уборочного и вегетационного периодов короче, чем у стандарта на три дня. В генеративную фазу развития он вступает раньше, чем стандарт на 12 дней (лучший показатель среди испытуемых сортов). Площадь листа среднего яруса больше на 29 см$^2$. По продуктивности сорт на уровне стандарта.

## Литература


1. Методики селекционно-семеноводческих работ по табаку и махорке: учебно-методическое пособие. Краснодар: Просвещение-Юг, 2016. 139 с.
2. Агроклиматический справочник по Краснодарскому краю. Краснодар: Книжное изд-во, 1961. 467 с.
3. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. третий. М., 1983. 182 с.
4. Методическое руководство по проведению полевых агротехнических опытов с табаком (*Nikotiana tabacum* L.) / ГНУ ВНИИТТИ. Краснодар, 2011. 42 с.
5. Рекомендации по возделыванию табака на Северном Кавказе. Краснодар, 1975. 96 с.
6. Рекомендации по производству табака в хозяйствах малого бизнеса / ГНУ ВНИИТТИ. Краснодар, 2009. 10 с.
7. Рассада табака. Технические условия. ОСТ 10-113-88. М.: Росагропром СССР, 1988. 8 с.
8. Рекомендации по определению зрелости листьев табака для контроля выполнения технологии уборки. ОСТ 46 151-84 «Листья табака свежеубранные. Технические условия». Краснодар, 1985. 20 с.
9. Губенко Ф.Н. Таблицы площадей табачных листьев (группа вторая). Симферополь, 1936. 43 с.
10. ГОСТ 8073-77. Табак – сырье неферментированное. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1987. 7 с.
11. Яковук А.С. Биологические основы культуры табака на семена. Кишинев: Штиинца, 1984. 231 с.
12. Хомутова С.А. Использование гибридизации при создании скороспелого исходного материала и сортов табака // Сб. научных трудов института / ГНУ ВНИИТТИ. 2010. № 179. С. 119-124.
13. Павлюк И.В., Жигалкина Г.Н., Ларькина Н.И. Характеристика выделенного в конкурсном сортоиспытании нового сорта табака Остролист 9 // Естественные и технические науки. Краснодар: НИЦ Априори, 2016. № 1. С. 20.
14. Павлюк И.В., Жигалкина Г.Н., Саломатин В.А. Итоговые показатели хозяйственно-ценных признаков новых сортов табака (по данным за пять лет испытаний) // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. 2017. № 128. С. 1286-1300.
15. Шмук А.А. Химия табака и махорки. М.-Л.: Пищепромиздат, 1938. С. 46-48.

16. Отрыганьев А.В. Отношение табака к воде // Сб. работ по агротехнике табака и махорки ВИТИМ. Краснодар, 1947. Вып. 144. С. 3-76.

17. Псарёва Е.Н., Бурцев Ю.А., Винокурова Н.К. [и др.]. Географическая изменчивость химического состава табака // Сб. научных трудов ВИТИМ. М., 1953. Вып. 148. С. 71-105.

УДК 573.113: 633.71

# ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ НОВОГО ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ МУЖСКОЙ СТЕРИЛЬНОСТИ

**Баранова Е.Г.,** *канд. биол. наук,* **Иваницкий К.И.,** *канд. с.-х. наук*

Цитоплазматическая мужская стерильность (ЦМС) – широко распространённое у растений явление, заключающееся в наследуемой по материнской линии неспособности растения продуцировать нормальную фертильную пыльцу в результате нарушений микроспорогенеза, и фенотипически может проявляться в формировании не функциональной пыльцы при нормально развитых пыльниках, аномалиях пыльников и изменениях морфологии цветка. Количество научных работ, посвящённых различным аспектам феномена ЦМС, очень велико и постоянно появляются литературные обзоры и исследования с новейшей информацией [1, 2]. Существует несколько типов ЦМС: генная, цитоплазматическая и генная цитоплазматическая. Последний тип чаще подразумевается под ЦМС в современной литературе и является следствием несоответствия между геномами ядра и органелл, поэтому этот признак может служить эффективной моделью для изучения генетических и молекулярных механизмов ядерно-цитоплазматических взаимодействий [3, 4].

Цитоплазматическая мужская стерильность является одним из наиболее изученных типов нехромосомной наследственности у разных сельскохозяйственных культур.

Генофонд рода Никотиана (*Nicotiana*) и его видов, устойчивых практически ко всем известным болезням табака, представляет собой естественный источник генетической изменчивости и резерв генотипов для использования в практической селекции. Многочисленные межвидовые скрещивания проведены зарубежными и отечественными исследователями и установлено значительное количество типов ЦМС в роде Никотиана на цитоплазмах диких видов: гляука (n=12), рустика (n=24), ундулята (n=12), плюмбагинифолия (n=10), репанда (n=24), бигеловии (n=24), суавеоленс (n=16), эксигуа (n=16), гудспидии (n=16), велютина (n=16), мегалозифон (n=20), окциденталис (n=21), дебнеи (n=24), истии (n=32), маритима (n=16), амплексикаулис (n=18), госсеи (n=18), эксцельсиор (n=19), бентамиана (n=18) и др. [5, 6, 7].

ЦМС возникает при совмещении цитоплазм перечисленных диких видов с любым сортовым генотипом Н. табакум (n=24), как в первом поколении межвидовых гибридов, так и, в основном, при двухкратном возвратном скрещивании амфидиплоида с сортами табака. Однажды возникшая форма с ЦМС наследует определенный морфотип стерильности по материнской линии: изменённые генеративные органы, редукцию андроцея или его стерильность с отсутствием тычиночных нитей, пыльников или лепесткообразными образованиями вместо них, лонгистиллией, полистиллией или полным отсутствием пестика [5, 7, 8]. Исследование цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС) у табака начато в институте М.Ф. Терновским, в 1964 г., когда в потомстве межвидовых гибридов рода Никоциана были обнаружены формы с ЦМС и определен тип наследования стерильности. ЦМС возникала при совмещении цитоплазмы названных видов с любым сортовым генотипом *N. tabacum* и наследовала определенный тип стерильности по материнской линии, выраженный в специфических морфологических особенностях цветка. Наблюдались формы с разным количеством и размером пестиков, морфологией лепестков цветка, недоразвитыми пыльниками, опадением цветков.

В институте в результат многочисленных исследований создана коллекция источников ЦМС, которая включала гибридные и константные (в виде стерильных аналогов сортов) формы на основе 16 типов цитоплазм диких видов Никоциана: дебней, мегалозифон, плюмбагинифолия, табакум глютиноза, табакум плюмбагинифолия, глютиноза, оксиденталис, табакум, истии, эксигуа, гляука, гляука (болгарская), суавеоленс, ундулята, бигеловии, гудспидии. – и от 4–5 до 12 возвратных скрещиваний с сортами-опылителями нескольких сортотипов табака.

Для поддержания генофонда коллекции ЦМС на основе цитоплазм 16 диких видов Никоциана, её типичности и стабильности, проведено множество полевых опытов с целью выявления степени генотипической и модификационной изменчивости основных хозяйственно-полезных признаков гибридов, влияния источника стерильности (цитоплазмы дикого вида) на количественные признаки табака и семенную продуктивность стерильных аналогов сортов. Использование комплексно устойчивых к болезням сортов в качестве опылителей гибридов с ЦМС позволило получать стерильные аналоги этих сортов, точно повторяющие их морфо-биологические характеристики и свойства [9, 10, 11, 12].

С целью изучения ядерно-цитоплазматического влияния на количественные хозяйственно-ценные признаки и свойства табака и создания серий стерильных аналогов на 13–14 цитоплазмах использовали сорта табака из УНУ «Коллекция генетических ресурсов рода Никоциана – табака, махорки и диких видов», с ценными хозяйственными признаками, высоким качеством листьев и устойчивостью к 2–6 болезням, принадлежащих разным сортотипам: Дюбек, Самсун, Тык-Кулак, Вирджиния, Трапезонд, Крупнолистный [10, 11].

Большинство использованных сортов содержат комплекс генов от различных диких видов Никотиана или от искусственных амфидиплоидов Синта 1 (N. сильвестрис х N. томентоза) и Синта 2 (N. сильвестрис х N. томентозиформис), которые определяют их устойчивость к основным болезням культурного табака: табачной мозаике, мучнистой росе, пероноспорозу, Y-вирусу картофеля, бактериальной рябухе, черной корневой гнили.

Сортами-донорами болезнеустойчивости являются многие отечественные районированные и перспективные сорта, среди которых хорошо себя зарекомендовали в исследованиях прошлых лет и использовались в научно-исследовательских работах с ЦМС:

Иммунный 580 – устойчив к пероноспорозу (от N. дебнеи), табачной мозаике и мучнистой росе (от N. глютиноза) и является родоначальником последующих перспективных сортов с комплексной устойчивостью к болезням – Крупнолистный 8, 9, 11, 20, 21 и других.

Дюбек 566 – происходит от скрещивания гибридов диких видов N. диглюта (N. глютиноза х N. табакум) и N. дитагля (N. табакум х N. гляука) с сортом Дюбек 44-39 и имеет иммунитет к табачной мозаике и мучнистой росе. Сорта Дюбек 566, Самсун 959, Тык-Кулак 235 являются донорами высокоароматичного сырья.

Вирджиния Пулавская – устойчив к пероноспорозу, Y-вирусу картофеля, черной корневой гнили. Он хороший донор для увеличения количества углеводов и снижения уровня никотина и белков в листьях.

Трапезонд 3072 – устойчив к мучнистой росе и табачной мозаике, имеет в родословной дикий вид N. сильвестрис и высокие показатели химического состава листьев.

Иммунный 1 – получен на основе совмещения устойчивости к пероноспорозу от диких видов N. дебнеи и N. гудспидии, а также имеет в родословной гибридную форму Синта 2.

Крупнолистный 8 – устойчив к мучнистой росе, пероноспорозу, табачной мозаике, Y-вирусу картофеля.

Крупнолистный 20 – устойчив к мучнистой росе, пероноспорозу, табачной мозаике, Y-вирусу картофеля, бактериальной рябухе, черной корневой гнили.

Результаты многолетних исследований показали, что цитоплазма является важным фактором, влияющим и на химический состав листьев табака. Общий объём полученного и изученного гибридного материала с ЦМС составил более 1500 комбинаций скрещиваний с участием 15 сортов восьми сортотипов на основе 14–16 цитоплазм для каждого сорта. С 2001 года было получено более 330 стерильных гибридов и изучено их потомство по комплексу основных хозяйственно-полезных признаков: высоте растений, количеству листьев, длине и ширине листа среднего яруса, завязываемости семян/коробочек, вегетационному периоду.

На основе коллекции источников ЦМС были получены гибриды с улучшенным химическим составом, для чего проводили серии скрещи-

ваний стерильных аналогов сорта Вирджиния Пулавская с высоким уровнем углеводов и черешковолистными сортами с высоким качеством сырья и ароматичностью – Самсун 959, Трапезонд 219, Трапезонд 3072 улучшенный, Трапезонд Н, Тык-Кулак 235 [10, 12].

По содержанию никотина стерильные аналоги на большинстве цитоплазм равнозначны фертильному сорту. Повышенное содержание никотина отмечено у форм на цитоплазмах диких видов Н. плюмбагинифолия, Н. табакум-плюмбагинифолия и Н. истии; двукратное увеличение углеводов – у форм на цитоплазмах диких видов Н. табакум-глютиноза, Н. табакум, Н. гудспидии, Н. бигеловии. Установлено, что содержание углеводов контролируется не только ядерными генами, но и цитоплазматическими детерминантами, и при подборе пар для гибридизации можно повысить количество углеводов у гибридов первого поколения.

Стерильные аналоги отличались и по содержанию белков: наибольшее их количество отмечено у цитоплазм диких видов из австралийской секции Суавеоленс – Н. эксигуа, Н. окциденталис, Н. гудспидии, Н. суавеоленс у гибридов с сортами сортотипа Вирджиния, до 7%. У гибридов с сортами сортотипов Трапезонд и Тык-Кулак отмечена тенденция к снижению количества белков до 5–6 % и никотина до 1,2%. У гибридов с сортом Самсун 959 отмечали до 4 % углеводов.

Таким образом, отдельные цитоплазмы диких видов, при включении их в генотип гибридов передавали им тенденцию к уменьшению количества никотина и белков в сторону родителя с меньшими их значениями или ниже родительских показателей.

Сорта сортотипа Крупнолистный (Остролист) являются донорами высокой урожайности, мощного габитуса и обладают высокой экологической пластичностью, выносливы к заразихе. Созданы сорта табака с полигенной устойчивостью к болезням, совмещающие её с малотоксичностью и нормированным содержанием химических компонентов в листьях, одни из последних – Крупнолистный 9М, Крупнолистный 11, Крупнолистный 21, Крупнолистный 22 – объединяют в генотипах комплекс пяти доминантных генетических систем от диких видов Н. дебнеи, Н. гудспидии, Н. глютиноза, Н. сильвестрис, Н. томентозиформис и проявляют устойчивость к табачной мозаике, мучнистой росе, двумтрём расам пероноспороза, Y-вирусу картофеля, бактериальной рябухе, черной корневой гнили.

У стерильных гибридов сортов сортотипа Крупнолистный в одном генотипе совмещены геномы как минимум трёх разных диких видов, поскольку эти сорта созданы в институте на основе синтетических производных амфидиплоидов Синта1 и Синта2 (Н. сильвестрис х Н.томентоза и Н. сильвестрис х Н. томентозиформис, соответственно). У всех амфидиплоидов доминировала устойчивость к тем или иным заболеваниям, что объяснялось содержанием полного хромосомного состава диких видов рода Никоциана в их геноме. Поэтому полученные от них гибридные популяции предоставляют возможность для широкого

изучения изменчивости и наследования устойчивости к болезням и других хозяйственно-полезных признаков табака.

Установлено, что гибриды сортов табака крупнолистного типа с комплексной устойчивостью к болезням способны сохранять высокий потенциал урожайности и качество сырья в различных экологических условиях и являются ценным материалом для создания новых сортов и высокоурожайных стерильных гибридов с ценными хозяйственными признаками [11, 12, 13].

Для сохранения маточников ЦМС проводят насыщающие скрещивания стерильных аналогов отдельных сортов с выбранными сортами-опылителями.

Сорта различных сортотипов имеют комплекс отличительных морфо-биологических и хозяйственно-полезных признаков. Поэтому для упрощения и облегчения работы по созданию стерильных аналогов новых сортов целесообразно использовать имеющиеся в коллекции института стерильные аналоги соответствующего сортотипа или близкие к новому опылителю по комплексу морфо-биологических признаков (черешково- или сидячелистные, желто- или зеленолистные и т. д.).

При исследовании посадок табака установлено, что целесообразно высаживать стерильные материнские формы и фертильный сорт чередующимися рядами 3 х 1, при условии совпадения сроков их цветения [8].

В настоящее время в лаборатории селекционно-генетических ресурсов создана и поддерживается новая базовая коллекция стерильных аналогов современных перспективных сортов табака наиболее востребованных сортотипов, на семи цитоплазмах диких видов Никоциана, лучших для гибридизации: табакум, бигеловии, мегалозифон, ундулята, глютиноза, истии, гляука, которая включена в УНУ «Коллекция генетических ресурсов рода Никоциана – табака, махорки и диких видов».

Лучшими по завязываемости коробочек (наибольший процент завязываемости у большинства гибридов) в первом и втором поддерживающих беккроссах являются цитоплазмы Н. бигеловии и Н. истии. Семенная продуктивность зависит в большей степени от генотипа сорта-опылителя.

Наиболее эффективной (более 68%) в условиях высоких летних температур воздуха отмечена завязываемость семян, по весу семян в одной коробочке, у гибридов на цитоплазмах Н. ундулята, Н. мегалозифон, Н. табакум. Наиболее эффективными оказались сорта сортотипов Берлей, Вирджиния, Крупнолистный.

Вегетационный период в целом, всей популяции стерильных гибридов и сортов-опылителей, разнообразен по величине и синхронности одноимённых фаз вегетации. Тип цитоплазмы оказывает большее влияние на длину периода вегетации и сроки цветения гибридов, чем генотип сорта-опылителя. Самыми раннецветущими часто оказываются гибриды на цитоплазмах Н. бигеловии и Н. гляука.

Не выявлено различий по изученным признакам между гибридами зеленолистных и желтолистных сортов-опылителей, а также между гибридами с желтой и зеленой окраской листьев. Гибриды $BC_{1-2}$ дают сырьё хорошего качества, согласно показателям подобранных родительских пар или сорта-опылителя.

Таким образом, любая из использованных для гибридизации цитоплазм влияет на проявление определенных признаков, поэтому, в перспективе, её выбор должен определяться целью проводимых селекционно-генетических работ.

Количество форм, обладающих стерилизующей цитоплазмой, варьирует у разных видов культурных растений и определяется целесообразностью их использования в практических целях. Использование цитоплазматической мужской стерильности и стерильных аналогов сортов табака позволяет сократить процесс получения гибридов с заданными хозяйственно-полезными признаками, а также сохранить авторские права на полученный материал. Научно-практическое значение ЦМС у табака заключается в установлении закономерностей цитоплазматического влияния на проявление ядерных детерминантов в определенной цитоплазме, что является актуальным для изучения проявлений нехромосомной наследственности у культурных растений.

Полученные гибриды и, в дальнейшем, стерильные аналоги перспективных сортов, будут поддерживаться в качестве коллекционного исходного материала для получения стерильных гибридов перспективных сортов (рис.).



Рис. Стерильные аналоги сорта Крупнолистный 9М

## Литература

1. Анисимова И.Н. Структурно-функциональная организация генов, индуцирующих и супрессирующих цитоплазматическую мужскую стерильность у растений. Генетика, 2020, Т. 56, № 11. С. 1239-1249. DOI: 10.31857/S0016675820110028.

2. Иванов М.К., Дымшиц Г.М. Цитоплазматическая мужская стерильность и восстановление фертильности пыльцы у высших растений // Генетика. 2007. Т. 43. № 4. С. 451-468.

3. Chase C.D. Cytoplasmic male sterility: A window to the world of plant mitochondrial-nuclear interactions // Trends Genet. 2007. V. 23. P. 81-90. URL: https://doi.org/10.1016/j.tig.2006.12.004.

4. Юрина Н.П., Одинцова М.С. Сигнальные системы митохондрий растений: ретроградная регуляция // Физиол. растений. 2010. V. 57. № 1. С. 9-22.

5. Терновский М.Ф. Создание новых форм растений путём межвидовой гибридизации // Генетика. 1966. № 10. С. 125-133.

6. Терновский М.Ф., Гребенкин А.П. Цитоплазматическая мужская стерильность при отдаленных скрещиваниях в роде Nicotiana // Генетика. 1967. № 8. С. 95-98.

7. Гребёнкин А.П. Цитоплазматическая мужская стерильность у табака: автореф. дис. … канд. биол. наук. М., 1968. 24 с.

8. Рудь Е.А. Использование мужской стерильности в селекции и семеноводстве гибридов табака: автореф. дис. … канд. с.-х. наук. Эчмиадзин, 1981. 18 с.

9. Баранова Е.Г. Результаты исследований цитоплазматической мужской стерильности табака (Nicotiana tabacum) // Современная наука: тенденции развития: матер. IV Междунар. науч.-практ. конф. (26.03.2013 г.). Краснодар, 2013. С. 149-151.

10. Гребёнкин А.П., Баранова Е.Г. Межвидовая гибридизация в селекции сортов табака, устойчивых к болезням // Производство экологически безопасной продукции растениеводства: сб. науч. статей. Пущино, 1996. Вып. 2. С. 145-148.

11. Баранова Е.Г. Создание коллекции стерильных аналогов сортов табака основных сортотипов // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института табака, махорки и табачных изделий. Краснодар, 2012. Вып. 180. С. 263-275.

12. Баранова Е.Г., Иваницкий К.И. Цитоплазматическая мужская стерильность у табака (Nicotiana tabacum) // Научное обеспечение производства сельскохозяйственной и пищевой продукции высокого качества и повышенной безопасности: матер. региональной науч.-практ. конф. (28–29.06.2011 г.). Краснодар, 2011. С. 75-87.

13. Баранова Е.Г. Использование источников мужской стерильности в селекции табака // Естественные и технические науки. 2016. № 10 (100). С. 24-26.

УДК 633.71.001.5

# НАПРАВЛЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛАБОРАТОРИИ АГРОТЕХНОЛОГИИ ЗА ПЕРИОД 2014–2023 гг.

**Плотникова Т.В.,** *канд. с.-х. наук,* **Соболева Л.М.,** *канд. с.-х. наук,* **Сидорова Н.В., Тютюнникова Е.М.**

Лаборатория агротехнологии в настоящее время проводит исследования по трем основным направлениям: технология выращивания табака с применением новых удобрений и регуляторов роста растений, защита табака от вредных организмов (вредители, болезни и сорняки), а также безопасная утилизация отходов табачного производства, а именно вовлечение табачных отходов в хозяйственный оборот в качестве вторичных ресурсов. Также проводится поисковая работа по изучению возможности выращивания различных сортов махорки в условиях Краснодарского края.

Первое направление в работе лаборатории строится на усовершенствовании технологии выращивания табака. Предлагаемая технология должна, прежде всего, обеспечивать получение высокого урожая качественного табачного сырья на фоне сохранения благоприятного состояния окружающей среды. Изучение влияния экологичных и эффективных удобрений и регуляторов роста растений проводится на высокопродуктивных перспективных и районированных отечественных сортах.

За последние 10 лет в лаборатории испытано около 30 современных комплексных удобрений. Среди них: Рексолин (0,5 г/м$^2$), Плантафол (0,3 г/м$^2$), Мегамикс (0,5 мл/м$^2$), Микровит (0,5 мл/м$^2$), Омекс Био (0,1 мл/м$^2$), Полимикс Агро (0,1 мг/м$^2$), Амко универсал (0,2 г/м$^2$), БиоМикс (1,0 мл/м$^2$), Нутрисол люкс (0,2 г/м$^2$), Витанолл NP (0,3 мл/м$^2$), Цитовит (0,1 мл/м$^2$), Реаком (0,4 мл/м$^2$), Хакафос (0,2 г/м$^2$), КомплеМет CO + КомплеМет Fe (0,3 + 0,1 мл/м$^2$), Амицид Микро (0,2 мл/м$^2$), Стимакс рост (0,1 мл/м$^2$), Вуксал БИО Аминоплант (0,3 мл/м$^2$), Оракул мультикомплекс (0,2 мл/м$^2$), Фитоферт Энерджи Старт (0,3 г/м$^2$), S Progen growth (1,0 г/м$^2$), Фолирус Актив (0,5 мл/м$^2$), Садовод универсальное (для активного роста) (0,2 мл/м$^2$), Вуксал Аминоплант (0,3 мл/м$^2$), Гелиос трио (0,3 мл/м$^2$), Мультифлор (1,0 г/м$^2$), Новалон Фолиар (0,2 г/м$^2$), Фоликар (0,3 г/м$^2$), Металлоцен Универсал (0,5 мл/м$^2$) и др. Данные агрохимикаты рекомендуется вносить при выращивании рассады табака в условиях закрытого грунта совместно с поливной водой в количестве 1 л/м$^2$ в основные фазы развития: «крестик», «ушки» и «годная к высадке рассада». Обработка растений перед выборкой позволяет мягче пережить растению стресс пересадки и лучше прижиться в условиях поля за счет пролонгированного действия удобрения.

Испытанный ассортимент удобрений комплексного состава, за счет улучшенных хелатных форм питательных элементов, активнее ус-

ваиваются растением и даже при небольших дозах применения имеют эффективность на уровне и выше разработанной оптимальной дозы минеральных удобрений ($N_{70}P_{60}K_{70}$) для выращивания рассады табака. Применение комплексных удобрений способствует увеличению выхода качественной рассады. Именно она является основным фактором получения высокого урожая табака, заложенного потенциально в растении. Согласно полученным данным за годы исследований прибавка к урожайности на фоне применения комплексных удобрений составила от 7 до 23%, высокие результаты показали агрохимикаты Нутрисол люкс, Био-Микс, Хакафос, Новалон фолиар, Амко универсал и Витанолл NP (рис. 1). По результатам исследований, показавшим лучшие данные, оформлены 10 завершенных разработок для внедрения в производство. Среди них «Рекомендации по применению современного комплексного микроэлементного удобрения Микровит при выращивании рассадных культур (на примере табака)», «Рекомендации по применению удобрения Плантафол при выращивании рассадных культур (на примере табака), «Рекомендации по применению удобрения Мегамикс при выращивании рассадных культур (на примере табака)» и др.

За десятилетний период сотрудниками лаборатории также изучена большая группа (около 30) новых органических и органоминеральных удобрений, появившихся на отечественном рынке, а это Нагро (0,4 мл/м$^2$), Биоплант Флора (1,5 мл/м$^2$), БиоМикс (1,0 мл/м$^2$), Стимикс (5 мл/м$^2$ Стимикс стандарт + 5 мл/м$^2$ Стимикс фитостим), Стимулайф (3,0 мл/м$^2$), БиоФиш (3 мл/м$^2$), Биокомплекс БТУ (2 мл/м$^2$), Гумат-Органик (1,0 мл/м$^2$), Росток (1,0 мл/м$^2$), Гуми – 20М Богатый (овощи, ягоды, зелень) (0,5 мл/м$^2$), Фульвитал плюс (0,4 г/м$^2$), Чудозем универсальное (0,6 мл/м$^2$), Нитрофит (1,0 мл/м$^2$), MARVEL organic (1,0 мл/м$^2$), Цитогумат (0,3 мл/м$^2$), AgroVerm (0,3 мл/м$^2$), AGREE`S рассада (1,0 мл/м$^2$), Фитоферт Энерджи Ризофлекс (0,5 мл/м$^2$), Гидрогумин (2,0 мл/м$^2$), Нертус ПлантаПег (0,2 мл/м$^2$), Гумилайф (CSN) (0,3 мл/м$^2$), Нутримир (0,3 мл/м$^2$), Текамин раис (10,0 мл/м$^2$), Биогумат эковест (1,0 мл/м$^2$), Полидон био профи (0,2 мл/м$^2$), ПСВ-74 (20,0 г/м$^2$ перед посевом + 5,0 г в фазу «полные всходы»), Агропик-Эко универсальное (0,2 мл/м$^2$), Белый жемчуг универсальный (1% раствор) и др. Исследования по данным удобрениям направлены не только на изучение влияния на растения табака, но и на агрохимические и биологические изменения в почве. Эта группа агрохимикатов обеспечивает растения недостающими элементами питания, стимулируя их развитие, а также улучшает биологическую активность почвы, что проявляется увеличением нитрифицирующей активности, повышением интенсивности разложения целлюлозных субстратов и дыхательных процессов. Кроме того удобрения оздоравливают питательную смесь рассадника за счет снижения количества микопатогенной инфекции в ризосферно-прикорневой зоне питательной смеси растений и замещения их на условно супрессивную микоту (*Trichoderma* spp., *Penicillium* spp. и *Aspergillus* spp.) и, следовательно, способствуют снижению поражения растений рассадными

гнилями. При применении органических и органоминеральных удобрений в условиях парника отмечается повышение биометрических показателей растений табака и, следовательно, увеличение выхода стандартных растений с единицы площади, а также сокращение периода выгонки рассады. При этом конечный результат – урожайность культуры заметно повышается благодаря посадке крепких и здоровых растений. Среди испытанных агрохимикатов прибавка к урожайности составляла 8–22%, лучшие результаты проявились на вариантах с применением препаратов БиоМикс, Текамин раис, AgroVerm, Чудозём универсальное, AGREE`S рассада, Гидрогумин, Стимулайф, Цитогумат, Биокомплекс БТУ, Росток, Marvel organic, ПВС-74, Белый жемчуг и др. (рис. 2). Остальные удобрения показали эффективность несколько ниже, но при этом все критерии по повышению урожайности оказались существенными.

К группе органических и органоминеральных удобрений относятся гранулированные удобрения, предназначенные для предпосевного внесения. В лаборатории изучены три таких удобрения, это ОМУ «Универсальное» (100 г/м$^2$), Исполин универсальный (80 г/м$^2$) и БиоГумус – конский компост (500 г/м$^2$). Данные агрохимикаты рекомендуется вносить за 3–7 суток до посева табака. Предлагаемый фон в рассаднике для удобрений ОМУ «Универсальное» и Исполин универсальный – 50% лабильного азота от оптимального содержания ($N_{35}$). Азотное удобрение (аммиачную селитру) вносят совместно с удобрением ОМУ «Универсальное». Рекомендуемый фон в рассаднике для удобрения БиоГумус – конский компост – 50% от оптимальной нормы ($N_{35}P_{30}K_{35}$). Фон рекомендуется создать на основе агрохимического анализа почвы из однокомпонентных минеральных удобрений до внесения БиоГумуса. Данные удобрения способствуют повышению урожайности табака от 17 до 21%.

Агрохимикаты, рекомендуемые как для предпосевного замачивания семян, так и для обработки растений были в исследованиях лаборатории с 2020 г. выделены в отдельную группу. Лучшие результаты по количественным и качественным показателям табака показали следующие препараты: Реликт Р, Бомбардир, Изагри (Вита и Форс), Нертус (Старт и ПлантаПег), Энергошанс, Гумифит и GSN-2004 (Гумилайф).

С 2022 года начата работа по изучению влияния кремнийсодержащего препарата НаноКремний на продуктивность и качество табака. Данный препарат применяется и для обработки семян перед посевом и опрыскивания рассады в основные фазы развития. На фоне применения данного агрохимиката установлено значительное улучшение качества табачного сырья за счет увеличения содержания углеводов и снижения содержания белка. Также изучается влияние борсодержащих удобрений (Изагри Бор, Садовод завязь, Волски Моно бор, Bart, Бороплюс) на семенную продуктивность табака.

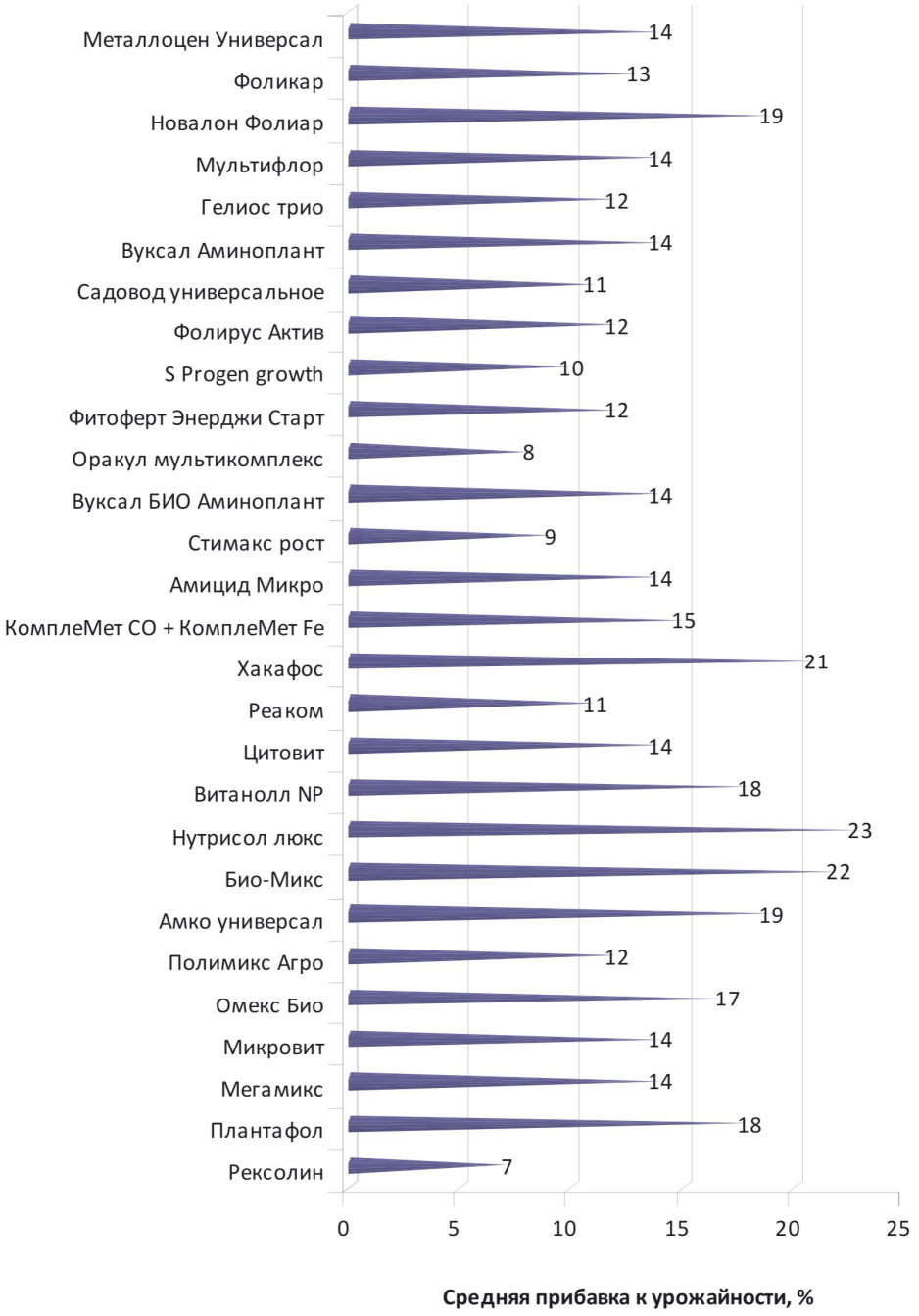



Рис. 1. Влияние комплексных удобрений, применяемых в рассадный период, на повышение урожайности табака, %

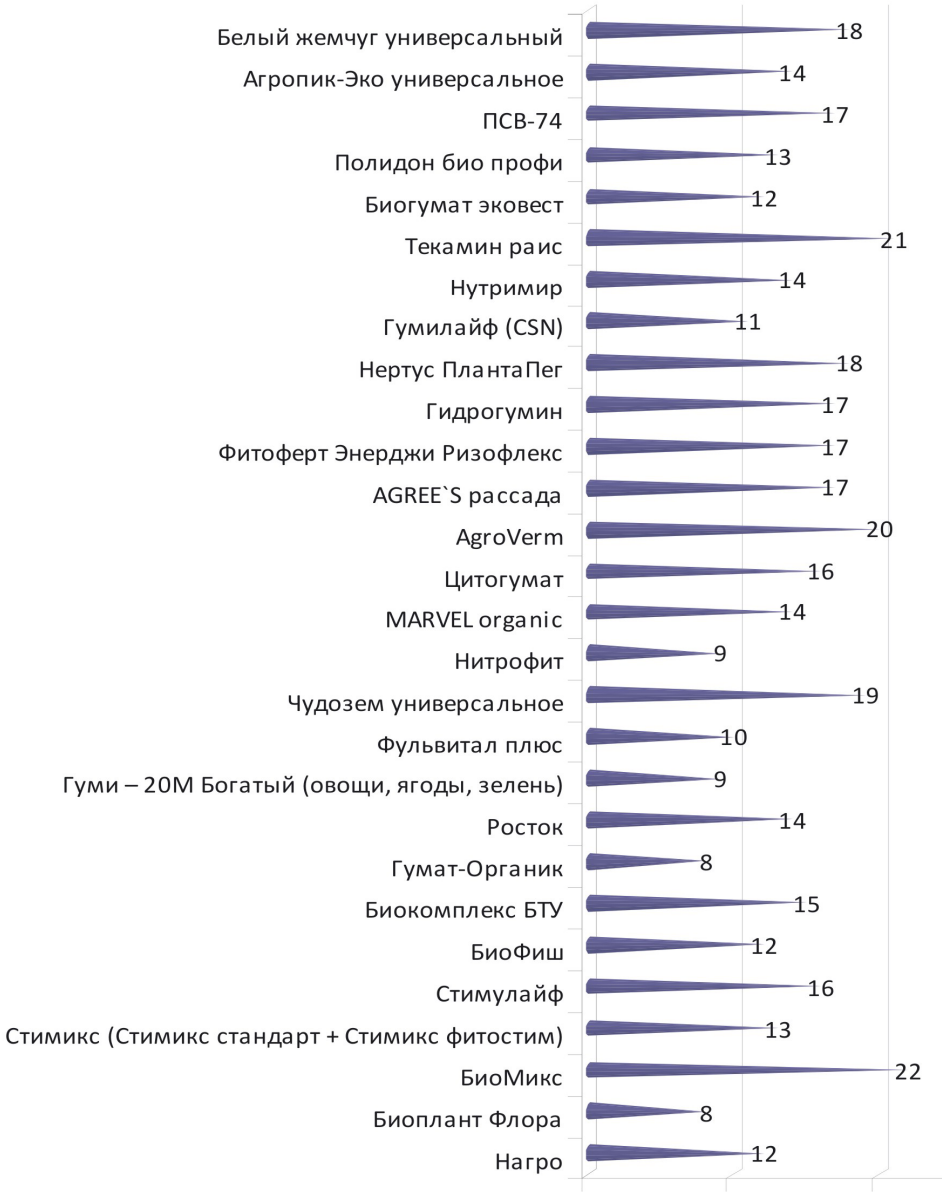



Рис. 2. Влияние органических и органоминеральных удобрений, применяемых в рассадный период, на повышение урожайности табака, %

Высокоэффективным приёмов в технологии возделывания табака, является применение регуляторов роста растений (РРР). Важным условием их внесения в защищенный грунт является обеспеченность питательного субстрата на 50% основными питательными элементами ($N_{35}P_{30}K_{35}$). За последние годы в лаборатории проведены испытания более чем 15-ти стимуляторов для установления эффективной концентрации и времени воздействия семян табака с препаратом. Среди них Аг-

ропон С (выделена эффективная концентрация водного раствора 0,00001%, при экспозиции 40 минут), Вэрва (0,05%, 3 часа), Регоплант (0,0001%, 6 часов), Эмистим С (0,00001%, 3 часа), Мелафен (0,05%, 3 часа), Лигногумат марки АМ калийный (0,5%, 12 часов), Энергия-М, ТС + Энергия-М, ТР (концентрация 0,001% для замачивания семян на 40 минут и обработка 0,0001% раствором), Зеребра Агро (0,00001%, 3 часа), Райкат Старт (0,0001%, 6 часов), Амицид (0,0001%, 12 часов), Stimax (для семян) (0,05%, 6 часов) + Stimax Универсал для обработки рассады (0,05%), Cultimar (0,001%, 3 часа), Grow-B (0,05%, 6 часов), Фульвигрейн Классик (0,005%, 3 часа), Рибав-Экстра (0,001%, 6 часов), Разер (0,005%, 3 часа). Замачивание семян, а затем двукратная или трехкратная обработка рассады названными стимуляторами в фазы «крестик», «ушки» и «годная к высадке рассада», т.е. перед выборкой рассады, повышает выход стандартной рассады к оптимальному сроку высадки её в поле, практически полностью убирает проблему заболевания рассады гнилями за счет повышения иммунитета растений и в дальнейшем позволяет получить прибавку к урожаю от 2,0 до 9,0 ц/га, а это от 10 до 36%. По результатам применения стимуляторов роста производству предлагаются 7 рекомендаций: «Рекомендации по применению регулятора роста растений Регоплант при обработке семян и выращивании рассады табака», «Рекомендации по применению регулятора роста растений Эмистим С при обработке семян и выращивании рассады табака», «Рекомендации по применению регулятора роста растений Райкат старт при возделывании табака» и др. По данному направлению новизна исследований и полученных данных подтверждена патентами РФ на изобретение № 2806586 «Способ стимуляции роста и повышения иммунитета растений табака к поражению грибными патогенам» и № 2840812 «Способ стимулирования роста и защиты растений табака от рассадных гнилей».

Стоит также отметить, что применение удобрений и регуляторов роста, помимо ростостимулирующих способностей также оказывают положительное влияние на повышение курительных достоинств табачного сырья, проявляемое снижением содержания в нём белков и повышением углеводов. Также вышеописанные приёмы можно использовать и для восстановления деградированного в результате длительного несменяемого использования питательного субстрата в рассадниках. В случае несоблюдения рекомендаций (смены смеси не реже 1 раза в 4 года) в питательном грунте снижается содержание необходимых для роста растений основных минеральных элементов, накапливается патогенная инфекция, все это сопровождается поражением растений рассадными гнилями и недополучением запланированного выхода рассады с заданной площади парника. В создавшихся условиях, необходимо согласно рекомендациям довнести в субстрат недостающие питательные элементы на основе агрохимических анализов в виде современных минеральных удобрений и РРР.

Для предотвращения перерастания табачной рассады в 2020–2021 гг. прошли испытания следующие препараты: ретардант Атлет, ВР (д.в. х*лормекватхлорид,* 600 г/л, ООО Фирма «Зеленая Аптека Садовода», Россия) в дозах 2,5; 3,0 и 3,5 мл/м$^2$ и фосфорно-калийное удобрение Cultifort Raiz (Культифорт Раиз) (Испания) в дозе 3,0 мл/м$^2$ [1]. Необходимость в данных препаратах может возникнуть при невозможности высадить табачную рассаду в поле в оптимальные сроки, например, при ухудшении погодных условий либо при применении поэтапной высадки рассады в поле.

Второе направление в работе лаборатории агротехнологии строится на разработках систем защиты от вредных агентов. Предлагаемые системы направлены на сохранение урожая, качества табачного сырья и благоприятного состояния окружающей среды. Для этих целей отбираются экологичные средства и методы защиты растений. Для снижения засоренности в защищенном грунте при выращивании табака испытаны и рекомендованы к применению малоопасные почвенные гербициды Командж, КЭ (*кломазон*, 480 г/л) (в норме расхода 0,01–0,02 мл/м$^2$) и Стомп, КЭ (*пендиметалин*, 330 г/л) (в норме расхода 0,18–0,23 мл/м$^2$). Гербициды применяют за 1–2 недели до посева табака, после внесения заделывают в почву и при отсутствии в перспективе атмосферных осадков проводят полив питательного субстрата в количестве не менее 10–15 л воды на м$^2$. Рекомендуемым фоном для внесения гербицида является фон со 100% обеспеченностью основными питательными элементами ($N_{70}P_{60}K_{70}$). Гербициды эффективны к таким сорнякам как портулак огородный (*Portulaca oleracea* L.), марь белая (*Chenopodium album* L.), канатник Теофраста (*Abutilon theophrasti* Medik.), щетинники (*Setaria* L.) и др. Редко встречающийся сорняк щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.) проявляет устойчивость к гербициду Командж и поэтому удаляется вручную [2]. Для предотвращения угнетающего действия гербицида в начальный период роста табака рекомендуется совместное применение гербицида Командж с удобрениями и регуляторами роста растений, ранее показавшими хорошие результаты. При этом рекомендовано совместное применение с удобрениями ОМУ (100 г/м$^2$), Исполин (80 г/м$^2$), Росток (1 мл/м$^2$), Стимулайф (5 мл/м$^2$), Чудозём универсальное (0,6 мл/м$^2$), Цитогумат (0,3 мл/м$^2$), MARVEL organic (1 мл/м$^2$) и регуляторами роста Мелафен (концентрация рабочего раствора 0,05%), Эмистим С (0,00001%), Амицид (0,0001%) и Зеребра Агро (0,00001%). Рекомендуемым фоном для внесения стимулирующих препаратов после гербицида является фон с 50% обеспеченностью основными питательными элементами ($N_{35}P_{30}K_{35}$). Эффективность антидотных препаратов проявляется стимуляцией роста рассады табака, повышением выхода стандартной рассады, урожайности и качества табачного сырья за счет пролонгированного действия препаратов. По данным разработкам подготовлены для производителей табака: «Рекомендации по совместному применению почвенного гербицида Командж и удобрения Цитогумат «Professional»

при выращивании рассады табака», «Рекомендации по совместному применению почвенного гербицида Комманд и органического удобрения с рострегулирующими свойствами Амицид при выращивании рассады табака» и др., а также получен патент РФ на изобретение № 2710725 «Способ снижения засоренности посевов и ингибирующего действия гербицида при выращивании рассады табака».

В полевой период для контроля численности первостепенных вредителей на табаке предлагаются биологизированные системы защиты с применением феромонов. Контроль численности личинок жуков-щелкунов – проволочников проводится с 2007 года и основан на массовом отлове самцов с помощью ловушек «Эстрон» с синтетическим феромоном в дозе 10 мг на диспенсер, доминирующего в условиях центральной зоны Краснодарского края вида – щелкуна крымского *Agriotes tauricus* Heyd. В условиях Краснодарского края период лёта щелкуна крымского на табачных полях начинается с I декады июня и иногда растягивается до III декады сентября. В первый (2007) год применения массового отлова щелкуна крымского отловлено 4482 жуков с 1 гектара посадок табака. В 2013 г. и 2021 г. также отловлено большое количество жуков 530 и 673 экз./га соответственно, в другие годы количество варьировало от 39 до 341 экз./га (рис. 3).

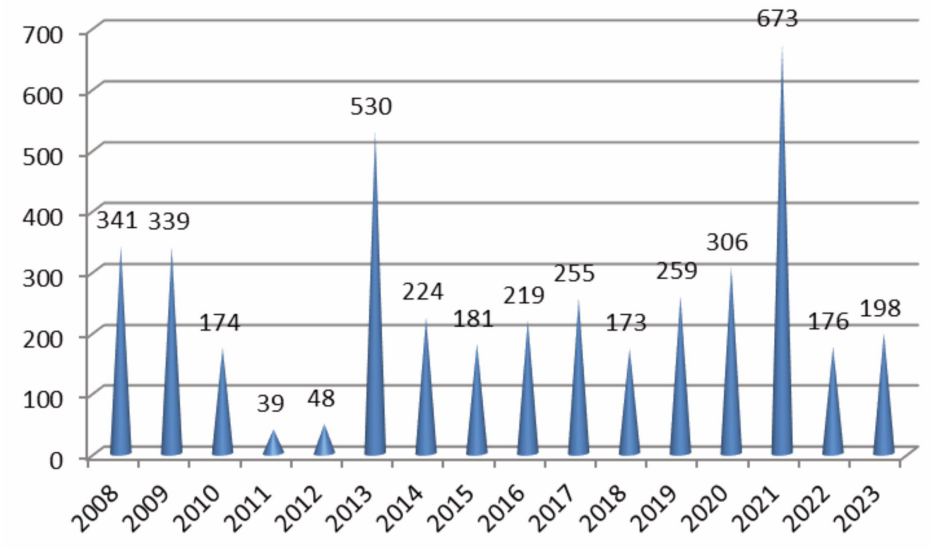



Рис. 3. Количество отловленных самцов щелкуна крымского с 1 гектара посадок табака (экз./га) при внедрении разработанной системы, по годам

Для снижения численности личинок жуков-щелкунов – проволочников всех видов, живущих и питающихся на участке табачного агроценоза, рекомендуется проводить прикорневое внесение биологических препаратов на основе грибов *Metarrhizium anisopliae, Beauveria bassiana*

и *Bacillus thuringiensis* (титр 2,9 – 3,5 х $10^9$ спор/г) при посадке табака в норме расхода 5 л/га совместно с поливной водой. Применяемая смесь биоинсектицидов также способствует снижению численности гусениц подгрызающих совок, которые в отдельные годы приносят серьёзный ущерб высаженным в поле растениям табака. Разработанная система позволяет сократить за 3–4 года численность вредящей стадии личинок жуков щелкунов – проволочников до экономически неощутимого уровня и поддерживать численность фитофага на уровне и ниже ЭПВ, который на табаке составляет 0,3–0,4 личинки/$м^2$. При этом поврежденность растений табака проволочниками на участке, где применяются данные приёмы, не превышает 2–7 % [3].

Контроль численности и вредоносности хлопковой совки *Helicoverpa armigera* Hbn. на опытно-селекционном участке института с применением «метода самцового вакуума» начат с 2011 г. Для отлова бабочек совок на 1 гектаре при высокой численности вредителя рекомендуется применять от 5-ти до 20-ти феромонных ловушек «Аттракон АА», от 70 до 106 шт. клеевых вкладышей и около 90 мг синтетического феромона, при норме 2 мг в диспенсере со сроком действия 30 суток. При проведении массового отлова бабочек хлопковой совки за периоды лёта с 1 гектара посадок табака отловлено от 74 до 1505 экз./га.

Для повышения эффективности метода массового отлова самцов хлопковой совки рекомендуется проводить посев ловчей культуры – кукурузы, которая в более ранние сроки привлекает вредителя к кормовым растениям. Также в первые годы внедрения системы, в период отрождения массового количества гусениц хлопковой совки, необходимо проводить обработки биологическими препаратами. При высокой концентрации вредителя (более 1 гусеница на растение) эффективными являются обработки растений биопрепаратами на основе вируса ядерного полиэдроза хлопковой совки ФермоВирин ХС (4,0 г/га) или Хеликовекс (0,2 л/га) [4]. При необходимости проводят до трех обработок. При низкой численности вредителя (до 1 гусеницы на растении) эффективны отечественные инсектициды Битоксибациллин (на основе *Bacillus thuringiensis* var. thuringiensis) (2 л/га), Лепидоцид (*Bacillus thuringiensis* var. kurstaki) (3 л/га) при однократной обработке гусениц младших возрастов [5]. Биологизированная система контроля численности хлопковой совки технологично встраивается в процесс получения семян на семенных участках табака, подразумевающий изоляцию соцветий. Обработки биопрепаратами возможно проводить при оценке завязывания семян, которую осуществляют селекционеры несколько раз, снимая изолятор с растения.

В снижении численности хлопковой совки высокую эффективность показал метод автостерилизации, основанный на привлечении самцов вредителя феромонными ловушками, оснащенными синтетическим аналог ювенильного гормона, нарушающего рост и развитие вредных насекомых – инсектицида Адмирал, КЭ (100 г/л) (д.в. *пирипрокси-*

*фен*). Количество ловушек для метода стерилизации устанавливают из расчета 5–10 шт./га [6].

Контроль численности наземных видов совок: озимой (*Scotia* (*Agrotis*) *segetum* Schiff.) и восклицательной (*Scotia exclamationis* L.), несмотря на небольшую численность, проводится ежегодно, начиная с 2017 г. с помощью массового отлова вредителя. При проведении массового отлова бабочек озимой совки за периоды лёта с 1 гектара посадок табака отловлено от 34 до 209 экз./га (рис. 4).

С 2022 г. на опытно-селекционном участке проводится массовый отлов трипсов, а именно западного цветочного или калифорнийского трипса (*Frankliniella occidentalis* Pergande) и нового инвазивного вида фитофага из семейства клопов-щитников – мраморного клопа (*Halyomorpha halys* Stal.). Проведенный массовый отлов мраморного клопа на синтетический половой феромон в 2022–2023 гг. оказался эффективным приёмом управления численностью фитофага. За период 2023 г. отловлено 239 клопа на гектаре посадок табака, в 2022 г. – 405 особей/га.

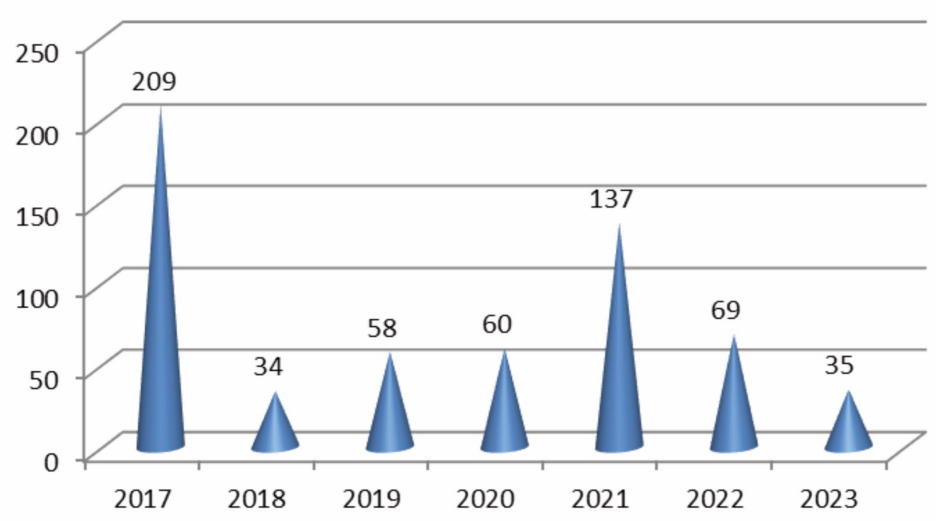



Рис. 4. Количество бабочек озимой совки, отловленное с помощью феромонных ловушек за период лёта в посадках табака по годам, экз./га

Важным приёмом защиты растений табака от вирусных инфекций является регулирование численности сосущих насекомых (тли, трипсы, клопы), питающихся на табаке. Наиболее распространённым вредителем среди перечисленных является персиковая тля *Myzodes persicae* Sulz. Для контроля численности данного фитофага рекомендуется обработка биологическими препаратами Бикол, Биостоп или Рапсол с интервалом 10–14 дней [7].

Третье направление в работе лаборатории связано с разработками по безопасной утилизации табачных отходов. Предлагаемые

разработки направлены на сохранение благоприятного состояния окружающей среды. Для этих целей предлагаются направления по вовлечению табачных отходов в хозяйственный оборот в качестве вторичных ресурсов, а именно использование табачной пыли в качестве средства защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, а также в качестве удобрительного средства. По результатам научной работы в 2014 г. предложен способ приготовления эффективного экодружественного средства защиты растений, основанный на экстракции табачной пыли в горячем мыльном растворе [8]. Проведена оценка эффективности применения инсектицида по снижению численности персиковой тли на табаке, обыкновенного паутинного клеща на огурцах, растительноядных трипсов на винограднике, незары зеленой на томатах и др. [9]. Предложены разработки по применению табачной пыли в качестве органического удобрения в чистом виде, а также совместно с деструкторами (Стернифаг, Биокомплекс БТУ) или другими отходами (сахарный дефекат, птичий помет). По данной теме получены патенты РФ на изобретение № 2646053 «Способ повышения плодородия почв с использованием табачной пыли», № 2710727 «Способ повышения плодородия почвы с использованием смеси табачной пыли и птичьего помёта» и № 2747930 «Способ повышения плодородия почвы с использованием смеси табачной пыли и сахарного дефеката». В настоящее время начата работа по разработке способа компостирования табачных отходов.

С 2016 г. сотрудниками лаборатории проводится поисковая работа по изучению возможности выращивания махорки в условиях Краснодарского края. Изучено 17 сортов махорки. Определено, что способы подготовки растений к уборке (вершкование и пасынкование) позволяют увеличить площадь листьев махорки, повысить содержание никотина, сухого вещества в листьях и улучшить химический состав махорочного сырья. Наиболее высокий никотин установлен после вершкования и пасынкования в махорочном сырье сортов Высокорослая зелёная (содержание никотина 11,0%), Алжир (9,7%), Шведе (9,3%), Красный Кут (9,2%), Эльман (9,1%), Абисиная (9,1%), Глазновская (9,1%). Лучшими по урожайности (от 9,5 до 10,4 ц/га) в условиях Краснодарского края отмечены сорта махорки Эльман, Шведе, Красный Кут и Абисиная [10].

Таким образом, в настоящее время сотрудниками лаборатории агротехнологии в составе 7 человек осуществляется НИР по трем основным и по одной поисковой темам. Основная задача лаборатории заключается в усовершенствовании технологии возделывания и защиты растений табака и махорки, а также безопасной утилизации табачных отходов, не причиняя вреда окружающей среде и человеку.

## Литература

1. Плотникова Т.В., Гвоздецкая С.В. Роль и эффективность применения ретардантов в технологии выращивания табака // Агрохимия. 2023. № 1. С. 57–65. DOI: 10.31857/S0002188123010106.

2. Соболева Л.М., Плотникова Т.В. Борьба с сорной растительностью при выращивании рассады табака с помощью гербицидов Стомп и Комманд // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2018. № 4 (53). С. 33–38.

3. Плотникова Т.В. Система защиты табачных посадок от личинок жуков щелкунов – проволочников // Защита растений от вредных организмов: матер. IX междунар. науч.-практ. конф. (17–21 июня 2019 г.). Краснодар: КубГАУ, 2019. С. 204–206.

4. Плотникова Т.В., Саломатин В.А., Ишмуратов Г.Ю., Исмаилов В.Я. Рекомендации по защите сельскохозяйственных культур от хлопковой совки в органическом земледелии (на примере табачного агроценоза) / ФГБНУ ВНИИТТИ. Краснодар, 2019. 23 с.

5. Плотникова Т.В., Розинцев К.Е. Применение биологизированных средств в системе защиты табака от хлопковой совки // Аспирант. 2016. № 1. С. 52-55.

6. Плотникова Т.В., Исмаилов В.Я., Ишмуратов Г.Ю., Санин М.Ю. Контроль численности и вредоносности хлопковой совки *Helicoverpa armigera* Hbn. в табачном агроценозе методом автостерилизации на основе применения феромона и ювеноидного препарата // Вестник КрасГАУ. 2023. № 7. С. 86-95. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-7-86-95.

7. Соболева Л.М., Плотникова Т.В. Вредоносность сосущих вредителей на табаке и способы борьбы с ними в условиях центральной зоны Краснодарского края // Фитосанитарная безопасность: угрозы, вызовы и пути решения: матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию основания института (14–15 декабря 2023 г., г. Алматы, Республика Казахстан). Алматы, 2023. С. 160-165.

8. Патент № 2535496. Способ приготовления инсектицидного водного экстракта из табачной пыли / Т.В. Плотникова, Т.А. Дон, В.А. Саломатин, А.Г. Миргородская. Заявл. 21.11.2012; опубл. 27.05.2014, Бюл. № 15.

9. Плотникова Т.В., Миргородская А.Г., Шкидюк М.В., Шураева Г.П. Оценка эффективности использования экологичного инсектицидного экстракта на основе табачной пыли для защиты сельскохозяйственных культур от вредителей // Естественные и технические науки. 2016. № 9 (99). С. 10-17.

10. Пестова Л.П., Соболева Л.М., Саломатин В.А., Плотникова Т.В. Изучение возможности выращивания махорки в условиях Краснодарского края // Труды КубГАУ. 2023. № 1. С. 135-140. DOI: 10.21515/1999-1703-103-135-140.

УДК 633.71:631.811

# РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СПОСОБА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ И ОЗДОРОВЛЕНИЯ ДЕГРАДИРОВАННОГО ПИТАТЕЛЬНОГО СУБСТРАТА В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РАССАДЫ ТАБАКА

**Сидорова Н.В., Плотникова Т.В.,** *канд. с.-х. наук*

Важной составляющей для получения качественной рассады табака является правильно приготовленная питательная (рассадная) смесь, основные компоненты которой перегной, почва и песок. При этом смена питательной смеси является высокозатратным фактором и производители часто выращивают рассаду табака на длительно несменяемом субстрате, что приводит к его деградации, потере подвижных форм питательных элементов, накоплению микопатогенной инфекции в ризосферно-прикорневой зоне и появлению рассадных гнилей. Все это ставит под угрозу получение здоровой и качественной стандартной рассады. Устранить указанные негативные факторы монокультурного агроценоза помогают органические удобрения. В сельском хозяйстве для быстрого восстановления естественного плодородия почвы, в том числе и в защищенном грунте, используют биогумус, который является комплексным органическим удобрением пролонгированного действия, а также препараты с большим содержанием микроэлементов.

Ранее для восстановления исходной несменяемой питательной смеси на основании агрохимических анализов рекомендовали вносить однокомпонентные минеральные удобрения: аммиачную селитру, двойной суперфосфат и сульфат калия до оптимальной для выращивания рассады табака дозы: $N_{70}P_{60}K_{70}$. Однако на фоне с оптимальным содержанием азота, фосфора и калия, но с отсутствием микроэлементов наблюдалось быстрое перерастание рассады и поражение растений рассадными гнилями [1]. Для снижения деградационных процессов в несменяемом в течение 3–4 лет субстрате рассадника также предлагалось применять мульчу (еловую хвою или полову, или сено) непосредственно после посева табака [2]. Однако данный способ способствовал снижению всхожести семян. Применяли для восстановления смеси и биогумус в дозе 300 г/м$^2$, что не оказало существенного влияния на рост, развитие и качество рассады табака, так как биогумус вносили в исходную деградированную смесь без использования минерального фона [3]. Поэтому целью исследований являлось разработать экологичный и ресурсосберегающий способ восстановления деградированного субстрата с созданием оптимального минерального фона, а также с довнесением удобрения, богатого микроэлементами.

В опыте для восстановления несменяемого субстрата в рассадниках применяли два препарата: БиоГумус – конский компост (произво-

дитель ООО «Экохарвест», Россия), с содержанием в своём составе до 40% гумуса, макроэлементы (N – 0,2%; P – 0,9%; K – 1,8%), микроэлементы (Mg, Ca, S, Na, Fe, Mn, Zn, Si) в доступной растениям форме, комплекс полезных микроорганизмов. А также органическое удобрение BIO FISH, изготовленное на основе рыбной эмульсии с содержанием макро- (N, P, K, Mg, Ca) и микроэлементов (B, Mo, Zn, Co, Fe, Mn), витаминов, фульвокислот и аминокислот.

БиоГумус – конский компост вносили в рассаднике на предварительно созданный фон с содержанием основных питательных элементов $N_{35}P_{30}K_{35}$ (50% от оптимально необходимой дозы) в дозе 250–750 г/м$^2$ за 5–7 суток до посева семян табака с последующей заделкой в субстрат за 3–5 суток и перед выборкой рассады вносили удобрение BIO FISH в дозе 3 мл/м$^2$ внекорневым способом с поливной водой из расчёта 1 л/м$^2$.

Отбор проб почвы для агрохимического анализа и определения состава грибной микофлоры осуществляли через 30 суток после внесения БиоГумуса – конский компост. Почвенные образцы отбирали из горизонта (0–10 см). В них определяли биологическую активность: нитрифицирующую способность по методу Кравкова, целлюлозоразрушающую активность, интенсивность дыхания по методике Штатнова, содержание нитратного азота по методу Мещерякова, содержание аммиачного азота с реактивом Несслера. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова. Для выявления микологического состава почвенных микромицетов применяли метод Н.А. Наумовой. Идентификация и учет колоний грибов велся с помощью микроскопа «Биолам» в лабораторных условиях КубГАУ.

Опытами установлено, что внесение органического удобрения БиоГумус – конский компост перед посевом семян табака способствует процессу оздоровления деградированной питательной смеси, за счет очищения субстрата от патогенных грибов и, следовательно, наблюдается снижение или отсутствие поражения растений табака стеблекорневыми инфекциями. Микологический анализ образцов питательной смеси в контрольном варианте опыта обнаружил грибы из условно-патогенной группы рода *Alternaria* spp. (3,0 тыс. КОЕ/г абсолютно сухой почвы), *Mucor* spp. (0,5 тыс. КОЕ/г), условно-супрессивной группы рода *Penicillium* spp. (2,7 тыс. КОЕ/г), *Verticillium* spp. (2,5 тыс. КОЕ/г), представитель сапротрофной группы рода *Rhizopus* spp. (1,5 тыс. КОЕ/г) (табл. 1).

В варианте опыта, где вносили БиоГумус – конский компост отмечается снижение видового разнообразия грибов и количества их колоний в сравнении с контролем, появляются грибы рода *Trichoderma* spp., которые являются антагонистами для многих патогенов и положительно влияют на супрессивность, т.е. здоровье почвы. Положительным фактом применения БиоГумуса – конского компоста является отсутствие на делянках пораженных растений стеблекорневыми гнилями, тогда как на контроле было обнаружено в среднем 5% пораженных растений.

*Таблица 1*

**Содержание микромицетов в образцах питательной смеси рассадника на фоне применения органического удобрения БиоГумус – конский компост**

| Вариант | Вид микромицета | Количество КОЕ в 1 г абсолютно сухой почвы, тыс. |
|---|---|---|
| Контроль $N_{35}P_{30}K_{35}$ – фон | *Alternaria* spp.<br>*Penicillium* spp.<br>*Verticillium* spp.<br>*Rhizopus* spp.<br>*Mucor* spp. | 3,0<br>2,7<br>2,5<br>1,5<br>0,5 |
| БиоГумус – конский компост, 250 г/м$^2$ | *Alternaria* spp.<br>*Penicillium* spp.<br>*Trichoderma* spp. | 1,8<br>0,5<br>единичные колонии |
| БиоГумус – конский компост, 500 г/м$^2$ | *Alternaria* spp.<br>*Trichoderma* spp.<br>*Rhizopus* spp. | 1,5<br>0,5<br>0,5 |
| БиоГумус – конский компост, 750 г/м$^2$ | *Penicillium* spp.<br>*Verticillium* spp.<br>*Rhizopus* spp.<br>*Trichoderma* spp. | 2,5<br>2,2<br>1,0<br>0,2 |

Установлено, что использование удобрения Биогумус – конский компост в рассаднике способствует улучшению агрохимических свойств парниковой смеси, проявляемое насыщением питательной смеси подвижными питательными элементами: нитратного азота на 90–110%, аммиачного азота на 63–90%, подвижного фосфора на 40–42% и обменного калия на 38–68% по сравнению с контрольными показателями (табл. 2). Удобрение повышает интенсивность дыхания субстрата на 108–186%, микробиологическую целлюлозоразрушающую активность – на 109–133%, процесс нитрификации – на 98–170% (табл. 3). БиоГумус – конский компост способствует улучшению роста и развития табака: длина до точки роста превысила контроль на 43–56%, до конца вытянутых листьев – на 31–39%, масса стеблей – на 68–85%, масса корней на 30–61%, диаметр стебля рассадных растений у корневой шейки на 0,9–1,2 мм (табл. 4).

При этом лучшие данные зафиксированы на делянках с использованием дозы БиоГумуса – конского компоста – 500 г/м$^2$, где получена наиболее качественная рассада. Повышение дозы удобрения несколько угнетало рассаду табака.

Растения, выращенные на фоне применения БиоГумуса – конского компоста имели хорошо развитые корни, что подтверждает косвенная оценка степени развития корневой системы растений перед высадкой в поле (табл. 5).

*Таблица 2*

**Влияние органического удобрения БиоГумус – конский компост на содержание подвижных форм главных питательных элементов в парниковой смеси**

| Вариант | Содержание мг на 100 г смеси | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $NH_4$ | $NO_3$ | $P_2O_5$ | $K_2O$ |
| Контроль $N_{35}P_{30}K_{35}$ (фон) | 3,34 | 10,01 | 12,15 | 14,5 |
| БиоГумус – конский компост, 250 г/м$^2$ | 5,46 | 19,12 | 17,04 | 20,0 |
| БиоГумус – конский компост, 500 г/м$^2$ | 6,05 | 20,00 | 17,11 | 21,5 |
| БиоГумус – конский компост, 750 г/м$^2$ | 6,33 | 21,01 | 17,30 | 24,5 |

*Таблица 3*

**Влияние органического удобрения БиоГумус – конский компост на показатели биологической активности питательной смеси**

| Вариант | Нитрификационная способность почвы, мг $NO_3$ на кг | Интенсивность выделения углекислоты почвой, мг $CO_2$/кг в сутки | Активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов, % |
|---|---|---|---|
| Контроль $N_{35}P_{30}K_{35}$ (фон) | 5,9 | 11,0 | 12,0 |
| БиоГумус – конский компост, 250 г/м$^2$ | 11,7 | 22,9 | 25,1 |
| БиоГумус – конский компост, 500 г/м$^2$ | 12,9 | 28,6 | 28,0 |
| БиоГумус – конский компост, 750 г/м$^2$ | 15,2 | 26,4 | 27,7 |

*Таблица 4*

**Влияние органического удобрения БиоГумус – конский компост на биометрические показатели рассады табака**

| Вариант | Длина (см) до | | Количество листьев, шт. | Диаметр стебля, мм | Масса (г) 25 сырых | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | точки роста | конца вытянутых листьев | | | стеблей | корней |
| Контроль $N_{35}P_{30}K_{35}$ (фон) | 7,0 | 16,1 | 5 | 4,0 | 103,0 | 4,6 |
| БиоГумус – конский компост, 250 г/м$^2$ + BIO FISH | 10,0 | 21,1 | 5 | 4,9 | 173,0 | 6,0 |
| БиоГумус – конский компост, 500 г/м$^2$ + BIO FISH | 10,9 | 22,4 | 5–6 | 5,2 | 190,0 | 7,4 |
| БиоГумус – конский компост, 750 г/м$^2$ + BIO FISH | 10,2 | 21,3 | 5 | 5,0 | 173,5 | 7,1 |



*Таблица 5*

**Влияние органического удобрения БиоГумус – конский компост на выход стандартной рассады табака и косвенную оценку степени развития корневой системы**

| Вариант | Масса 25 растений, г | | Разница (вес почвы), г | Выход стандартной рассады, шт./м$^2$ |
|---|---|---|---|---|
| | с почвой | без почвы | | |
| Контроль $N_{35}P_{30}K_{35}$ (фон) | 203,6 | 143,6 | 60,0 | 680 |
| БиоГумус – конский компост, 250 г/м$^2$ + BIO FISH | 288,3 | 179,5 | 108,8 | 872 |
| БиоГумус – конский компост, 500 г/м$^2$ + BIO FISH | 326,2 | 197,4 | 128,8 | 918 |
| БиоГумус – конский компост, 750 г/м$^2$ + BIO FISH | 300,3 | 180,1 | 120,2 | 889 |

Предпосевное применение БиоГумуса – конского компоста способствует активному нарастанию корневой системы табачной рассады. Корни удобренных растений после выборки были способны удерживать количество питательной смеси в 1,8–2,1 раза больше, чем на контроле. Хорошо развитая корневая система играет важную роль, так как это способствует лучшему приживанию растений в поле после высадки из парников.

Выход стандартной рассады к моменту высадки в поле составил на учетных делянках опыта 872–918 шт./м$^2$, что превысило значение контроля на 28–35%.

Табачная рассада, высаженная с удобренного фона, лучше приживалась и быстрее адаптировалась к внешним воздействиям. На контроле наблюдалась задержка в росте и развитии растений. В результате разница по высоте между контрольными и удобренными растениями через 60 суток после посадки составила 6–8 см, в конце уборки – 12–17 см (табл. 6). Удобрение оказало ростостимулирующее влияние и на размеры листьев табака, отмечено увеличение площади листьев на 14–21%.

По количеству технических листьев, убранных с одного растения, разница между удобренными и контрольными растениями составила 1–2 листа.

Испытанное удобрение способствовало сокращению числа недоразвитых растений в вариантах опыта, а также повышению семенной продуктивности табака, выраженное ускорением формирования соцветий и, как следствие, увеличением количества продуктивных семенных растений (имеющих соцветия с побуревшими коробочками и плодоножкой бурого цвета) на 5–10% (табл. 7).

Наибольшая урожайность табачного сырья получена с растений на делянках с использованием в рассаднике органического удобрения БиоГумус – конский компост в дозе 500 г/м$^2$ совместно с препаратом BIO FISH. Достоверная прибавка урожая составила 6,1 ц/га (21%) ($НСР_{05}$ = 1,95 ц/га) (табл. 8). На фоне дозы 250 г/м$^2$ получена прибавка к урожайности 4,3 ц/га (14%), на фоне 750 г/м$^2$ – 4,8 ц/га (16%).

Важным показателем, определяющим величину и качество урожая, является материальность технически зрелых листьев (содержания сухого вещества в единице площади листьев табака). Анализ полученных данных показывает, что у растений, выращенных на фоне с применением БиоГумуса – конского компоста, материальность табачных листьев увеличилась в сравнении с контролем на 3,9–7,3%. Установлено положительное влияние агроприёма на курительные достоинства табачного сырья. БиоГумус – конский компост несколько снизил крепость сырья, но увеличил число Шмука (углеводно-белковое соотношение – основной показатель качества) за счет повышения содержания углеводов на 2–15% и снижения белков на 7–18% в листьях табака (табл. 9).

*Таблица 6*

**Влияние органического удобрения БиоГумус – конский компост на динамику роста растений табака и размеры листьев**

| Вариант | Высота растений, см | | | Площадь листа среднего яруса, $см^2$ | Число технических листьев на растении, шт. |
|---|---|---|---|---|---|
| | через 60 дней | в период интенсивного роста | в конце уборки | | |
| Контроль | 42 | 78 | 140 | 410 | 37 |
| Биогумус – конский компост, 250 г/$м^2$ + BIO FISH | 46 | 86 | 152 | 466 | 38 |
| Биогумус – конский компост, 500 г/$м^2$ + BIO FISH | 48 | 89 | 157 | 494 | 39 |
| Биогумус – конский компост, 750 г/$м^2$ + BIO FISH | 47 | 87 | 154 | 470 | 38 |



*Таблица 7*

**Влияние органического удобрения БиоГумус – конский компост на развитие растений табака и семенную продуктивность**

| Вариант | Среднее количество растений | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | на учетной делянке, шт. | нормально развитых | | недоразвитых | | цветущих, % | с побуревшими коробочками, % |
| | | шт. | % | шт. | % | | |
| Контроль | 62 | 56 | 90 | 6 | 10 | 24 | 10 |
| БиоГумус – конский компост, 250 г/$м^2$ + BIO FISH | 69 | 65 | 94 | 4 | 6 | 33 | 15 |
| БиоГумус – конский компост, 500 г/$м^2$ + BIO FISH | 70 | 67 | 96 | 3 | 4 | 36 | 20 |
| БиоГумус – конский компост, 750 г/$м^2$ + BIO FISH | 70 | 67 | 96 | 3 | 4 | 32 | 16 |

*Таблица 8*

**Влияние органического удобрения БиоГумус – конский компост на урожайность табака**

| Вариант | Урожайность, ц/га | Прибавка | |
|---|---|---|---|
| | | ц/га | % |
| Контроль | 29,7 | - | - |
| Биогумус – конский компост, 250 г/м$^2$ + BIO FISH | 34,0 | 4,3 | 14 |
| Биогумус – конский компост, 500 г/м$^2$ + BIO FISH | 35,8 | 6,1 | 21 |
| Биогумус – конский компост, 750 г/м$^2$ + BIO FISH | 34,5 | 4,8 | 16 |
| *НСР$_{05}$* | | *1,95* | |

*Таблица 9*

**Влияние органического удобрения БиоГумус – конский компост на химический состав и материальность табачных листьев**

| Вариант | Содержание в табачном сырье, % | | | Число Шмука | Матери-альность листьев, г/дм$^2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | никотина | углеводов | белков | | |
| Контроль | 1,9 | 5,3 | 5,9 | 0,90 | 0,5966 |
| Биогумус – конский компост, 250 г/м$^2$ + BIO FISH | 1,4 | 5,4 | 5,2 | 1,04 | 0,6200 |
| Биогумус – конский компост, 500 г/м$^2$ + BIO FISH | 1,7 | 5,8 | 5,0 | 1,16 | 0,6402 |
| Биогумус – конский компост, 750 г/м$^2$ + BIO FISH | 1,4 | 6,1 | 5,5 | 1,11 | 0,6264 |

Таким образом, органическое удобрение Биогумус – конский компост, вносимое до посева табака в дозах 250–750 г/м$^2$ на фон с 50% содержанием основных питательных элементом $N_{35}P_{30}K_{35}$ совместно с однократным внекорневым внесением комплексного удобрения на основе рыбной эмульсии BIO FISH (3 мл/м$^2$) для полноценного обеспечения растений табака микроэлементами является эффективным средством для восстановления деградированного парникового субстрата, проявляемое увеличением содержания основных питательных элементов, повышением биологической активности, снижением плотности патогенной микофлоры и полного отсутствия поражения растений гнилями. При этом отмечается увеличение выхода стандартной рассады, а при высадке крепких растений в поле с удобренного фона наблюдается увеличение роста растений, площади листьев, повышение их материальности, урожайности и качества табачного сырья на фоне сохранения экологически благоприятной среды в агроценозе. По данной разработке получен патент РФ на изобретение № 2813767. «Способ выращивания рассады табака на несменяемом субстрате» [4].

## Литература


1. Алёхин С.Н., Сидорова Н.В. Оптимальное соотношение подвижных форм NPK в питательной смеси // Технические культуры. 1993. № 1. С. 20-22.
2. Патент на изобретение № 2366155 Способ выращивания рассады табака / Т.П. Михайлова, С.Н. Алёхин, И.И. Мурзинова. № 2008111699/12; заявл. 26.03.2008; опубл. 10.09.2009, Бюл. № 25.
3. Алёхин С.Н., Мурзинова И.И., Сидорова Н.В. Совершенствование технологии выращивания рассады табака в России // Сб. науч. тр. института. Вып. 178. Краснодар, 2009. С. 226-240.
4. Патент на изобретение № 2813767. Способ выращивания рассады табака на несменяемом субстрате / Т.В. Плотникова, В.А. Саломатин, Е.В. Егорова, Н.В. Сидорова. № 2023104341; заявл. 22.02.2023; опубл. 16.02.2024, Бюл. № 5.


УДК 633.71+ 631.8

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРА РОСТА РАСТЕНИЙ ЗЕРЕБРА АГРО ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ТАБАКА

**Тютюнникова Е.М., Плотникова Т.В.,** *канд. с.-х. наук*

В настоящее время для повышения урожайности многих культур и защиты растений от патогенов широко используют препарат Зеребра Агро – продукт совместной разработки сотрудников химического факультета МГУ им. Ломоносова и Группы компаний «АгроХимПром», в состав которого входит коллоидное серебро [1].

Зеребра Агро – регулятор роста с фунгицидным, бактерицидным и элиситорным (иммунизирующим) эффектом, применяется для обработки семян, клубней, растений. Действующее вещество – 500 мг/л коллоидного серебра в водном растворе, поверхность частиц которого модифицирована водорастворимым полимером полигексаметиленбигуанида гидрохлоридом в концентрации 100 мг/л. Механизм фунгицидного и бактерицидного действия комплексный, это прямое биоцидное воздействие серебра на патогены, и косвенное иммунизирующее на растение, при котором увеличивается содержание в тканях активных форм кислорода [2]). Мощный противопатогенный эффект препарата Зеребра Агро позволяет снизить дозировки фунгицидов или вообще их отменить, а ростостимулирующее действие способствует увеличению энергии прорастания, всхожести семян, урожайности и повышению качества сельхозпродукции [3].

Наночастицы серебра закрепляются и удерживаются на клеточных стенках болезнетворных микроорганизмов, высвобождаясь, ионы серебра нарушают работу мембранных транспортных белков, что приводит к гибели патогена, а постепенное окисление наночастиц обеспечивает пролонгированное (в течение 1–2-х месяцев) действие препарата [4]. Медленное высвобождение серебра, с одной стороны, поддерживает необходимую его концентрацию в клетках растений, а с другой – предотвращает от токсичного действия этих частиц. Серебро может ингибировать ряд ферментов, ответственных за разрушение многих биологически активных соединений, а это приводит к накоплению в тканях растений ауксинов, полифенолов, аскорбиновой кислоты и изменениям в метаболизме растений [5]. За счёт увеличения концентрации ауксинов, стимулируется рост надземной части, развитие мощной корневой системы, повышается коэффициент использования влаги и элементов питания. Коллоидное серебро уменьшает чувствительность к этилену, гормону старения, предотвращает преждевременное увядание растений [6].

Для снижения пестицидной нагрузки в Алтайском крае при проявлении болезней на яровой пшенице и сое, проводили опрыскивание посевов препаратом Зеребра Агро в дозе 0,1 л/га, в результате отмечено снижение поражения растений пшеницы бурой ржавчиной от 16,5 до 50%, мучнистой росой от 18 до 38%, препарат снизил инфекционный фон на посевах сои, что послужило увеличению числа клубеньков и урожая культуры [7]. Включение стимулятора Зеребра Агро в технологию обработки семян озимых колосовых позволяет повысить всхожесть на 7–9%, проростки при этом имеют мощную корневую систему, что в дальнейшем приводит к формированию более сильного и развитого растения уже на начальных этапах роста, значительно возрастает фотосинтетическая активность листьев растений. Обработка культуры в фазах «кущения» и «флагового листа» защищает от болезней, снимает стресс и стимулирует рост растений [8].

Эффективность действия препарата Зеребра Агро подтвердили в опытном хозяйстве «Бейсуг» Брюховецкого района Краснодарского края. На сорте озимой пшеницы Юка отмечалось интенсивное развитие снежной плесени, септориоза, корневых гнилей, мучнистой росы. Применение стимулятора в дозе 0,1 л/га в смеси с фунгицидом и гербицидом в фазу кущения снизило проявление этих заболеваний до 88–94%, отмечено так же улучшение развития вторичной корневой системы, увеличение ассимиляционной поверхности листьев, урожайность возросла на 10 ц/га [9].

Исследования по изучению Зеребра Агро на агробиологические и технологические показатели винограда сорта Виорика были проведены и в Анапо-Таманской зоне, которые показали, что трёхкратная обработка препаратом в норме расхода 200 мл/га увеличила среднюю массу грозди на 11,5%, количество ягод на 12,6%, урожай с куста на 11,8%, а урожайность насаждений на 1,17 тонн, при этом снизилась гибель центральных почек зимующих глазков в 2,5 раза, повысился коэффициент плодоношения [10].

Эффективность и безопасность применения препарата Зеребра Агро на различных культурах послужила интересу к его изучению на табаке с целью определения влияния на посевные свойства семян сорта Юбилейный новый 142, ростовые и формообразовательные процессы табачной рассады и растений полевого периода, а также способность снижать природные стрессовые факторы, патогенную нагрузку, при этом обеспечивая максимальную экологизацию окружающей среды.

По результатам испытаний регулятора роста Зеребра Агро на табаке, проводимых в 2018–2019 гг. на базе ФГБНУ ВНИИТТИ, получен патент РФ на изобретение № 2740812 «Способ стимулирования роста и развития табака от рассадных гнилей», рекомендующий применять препарат в виде предпосевной обработки семян табака путем замачивания в водных растворах препарата с концентрациями 0,0001–0,00001% в течение 1–3 часов, и опрыскивание растений регулятором роста в основные фазы ее формирования: «ушки» и «годная к высадке рассада» в таких же концентрациях (дозой 1 л/м$^2$) [11].

Влияние регулятора роста Зеребра Агро на посевные свойства семян табака сорта Юбилейный новый 142 изучали в лабораторных условиях в широком диапазоне концентраций от 1 – 0,00001% и 0,5 – 0,00005%, время экспозиции – 1, 3, 6, 12 часов. Контролем служили семена, замоченные в воде. В результате установлены две наиболее эффективные концентрации препарата – 0,0001% – 1 час и 0,00001% – 3 часа, которые впоследствии использованы и для опрыскивания рассады табака в парниковый период в фазы «ушки» и «годная к высадке рассада» (перед выборкой).

В рассадный период испытывали препарат на площади учётной делянки 1 м², повторность – четырехкратная, расположение делянок – рендомизированное. Семена перед посевом замачивали в водных растворах 0,0001% – 1 час и 0,00001% – 3 часа. При появлении на семенах около 60% ростков в виде белых точек их высевали в парники из расчёта 0,3 г/м$^2$.

Обработку регулятором Зеребра Агро в парнике проводили в фазы «ушки» и «годная к высадке рассада» – перед выборкой с помощью лейки в количестве 1 л/м$^2$ до полного смачивания наземной части растений водными растворами препарата 0,0001% и 0,00001%.

В рассадный период определяли качество технически зрелой рассады по следующим показателям: длина рассады до точки роста и до конца вытянутых листьев, толщина стебля у корневой шейкой, сырая масса 25 стеблей растений, сырая масса корней 25 растений, выход стандартной рассады с единицы парниковой площади, поражение растений основными болезнями (корневыми и стеблевыми гнилями).

Полевые опыты проводили на опытно-селекционном участке института. Почва западно-предкавказский чернозём выщелоченный. Повторность – четырёхкратная, густота стояния растений 70 х 25 см. В поле были высажены варианты в строгом соответствии с парниковым периодом. Для характеристики интенсивности роста табака под влиянием регулятора Зеребра Агро в поле, проводили измерение высоты растений через 30 дней после посадки, в фазу интенсивного роста и при цветении 70–85% растений. Для определения средней площади листа на каждой делянке отбирали 50 типичных листьев, каждый лист измеряли по длине от стебля до верхушки пластинки и по ширине – в наиболее широком месте. Площадь листа определяли по таблицам Губенко. Затем взвешивали их, закрепляли на шнуры и высушивали до воздушно-сухого состояния, определяли массу сухих листьев. Далее коэффициент усушки сырья применяли для расчета урожайности табака с учётной площади делянки (28 и 21 м$^2$) в сухом весе. При пересчёте урожайности с варианта на 1 га использовали количество растений на варианте и пересчитывали из расчёта 55 тыс. растений на 1 га. Урожай убирали вручную по ломкам по мере созревания листьев. В полученном табачном сырье в лаборатории химии и контроля качества определяли количество никотина, белков, углеводов. Достоверность полученной прибавки к урожаю рассчитывали методом статистической обработки результатов по Доспехову с применением компьютерной программы однофакторного дисперсионного анализа *Microsoft Excel*.

В результате проведённых лабораторных исследований установлено, что наибольшая масса проростков семян табака сорта Юбилейный новый 142 под действием препарата Зеребра Агро была достигнута при замачивании в концентрации водного раствора препарата 0,00001% в течение 3-х часов – 0,1630 г, что больше массы семян проростков в контрольном варианте на 27% (табл. 1).

На втором месте по эффективности, вариант опыта с использованием 0,0001%-ной концентрации раствора и временем экспозиции 1 час – 0,1469 г, что в сравнении с контролем выше на 14%. Время пребывания семян табака в растворах регулятора роста Зеребра Агро 6 и 12 часов положительного эффекта на массу проростков семян табака не оказало, а даже наоборот, произошло некоторое ингибирование процесса прораста-

ния. Эффективные концентрации препарата Зеребра Агро использованы для замачивания семян табака перед посевом в парник, а также для дальнейших обработок рассады в основные фазы развития и оценки этих приёмов на качество и выход стандартной рассады табака.

*Таблица 1*

**Влияние регулятора роста Зеребра Агро на массу проростков семян табака**

| Вариант | Масса 12-дневных проростков, г | | | |
|---|---|---|---|---|
| | время экспозиции, час | | | |
| | 1 | 3 | 6 | 12 |
| Контроль ($H_2O$) | 0,1288 | 0,1288 | 0,1288 | 0,1288 |
| 1% | 0,1245 | 0,1260 | 0,1019 | 0,1102 |
| 0,1% | 0,1345 | 0,1449 | 0,1110 | 0,1018 |
| 0,01% | 0,1198 | 0,1547 | 0,1110 | 0,1092 |
| 0,001% | 0,1183 | 0,1465 | 0,1278 | 0,1104 |
| **0,0001%** | **0,1469** | 0,1406 | 0,1248 | 0,1342 |
| **0,00001%** | 0,1411 | **0,1630** | 0,1234 | 0,1138 |
| 0,5% | 0,1303 | 0,1296 | 0,1022 | 0,1060 |
| 0,05% | 0,1249 | 0,1220 | 0,0961 | 0,1041 |
| 0,005% | 0,1337 | 0,1199 | 0,1064 | 0,1055 |
| 0,0005% | 0,1285 | 0,1138 | 0,1345 | 0,1171 |
| 0,00005% | 0,1141 | 0,1274 | 0,1040 | 0,1120 |
| *$НСР_{05}$* | *0,0096* | *0,0142* | *0,0122* | *0,0105* |

Рассада табака под действием стимулятора Зеребра Агро лучше росла и развивалась, чем растения без обработки, это отмечено даже при визуальной оценке состояния парниковых опытов. Так, при проведении биометрической оценки качества полученной табачной рассады установлено, что трёхчасовое пребывание семян табака в водном растворе препарата 0,00001% и двукратное опрыскивание рассады в фазы «ушки» и «годная к высадке рассада» таким же раствором увеличило длину рассады до точки роста в сравнении с контролем на 18% (на 1,7 см), до конца вытянутых листьев на 15% (на 2,6 см), диаметр стебля у корневой шейки вырос на 31% (этот показатель очень важен для табачной рассады, так как благодаря крепкому и устойчивому стеблю, растение легче переносит стрессовые условия при пересадке в поле, а также увеличивается количество корневых волосков, что благоприятно сказывается при приживаемости и сокращении периода укоренения), сырая масса стеблей 25 растений увеличилась на 80%, а корневой системы на 85% (табл. 2).

*Таблица 2*

**Влияние регулятора Зеребра Агро на качество табачной рассады**

| Вариант | Высота растений, см | | Диаметр стебля у корневой шейки, см | Сырая масса, г | |
|---|---|---|---|---|---|
| | до точки роста | до конца вытянутых листьев | | стеблей 25 растений | корней 25 растений |
| Вода | | | | | |
| Контроль ($H_2O$) | 9,6 | 17,9 | 0,33 | 56,4 | 3,3 |
| Зеребра Агро | | | | | |
| Семена 0,00001% (3 ч) | 9,9 | 19,0 | 0,39 | 78,3 | 5,6 |
| **Семена 0,00001% (3 ч) и «ушки» и «годная к высадке рассада» 0,00001%** | **11,3** | **20,5** | **0,43** | **101,2** | **6,1** |
| Семена 0,0001% (1 ч) | 9,8 | 18,9 | 0,38 | 73,6 | 3,9 |
| Семена 0,0001% (1 ч) и «ушки» и «годная к высадке рассада» 0,0001% | 10,3 | 19,4 | 0,39 | 94,5 | 4,3 |

Заключительным этапом рассадного периода является учёт выхода стандартной рассады табака с единицы парниковой площади. Применение данного стимулятора по схеме: предпосевная обработка семян 0,00001% – 3 часа совместно с опрыскиванием рассады в фазы «ушки» и «годная к высадке» 0,00001% раствором, способствовало получению выхода 855 штук растений с 1 $м^2$ парниковой площади, что превышает вариант без применения препарата на 37% (рис. 1).

В связи с тем, что производители препарата позиционирует его как фунгицид, следует также отметить, что на опытных делянках, был зафиксирован только один очаг корневой гнили диаметром 15 $см^2$, на варианте с простым замачиванием семян в концентрации 0,0001% в течение 1 часа, тогда как на контрольном варианте образовалось 2 участка с поражением рассадной гнилью: 17 и 23 $см^2$ в диаметре. На вариантах с дополнительным опрыскиванием в основные фазы развития рассады препаратом Зеребра Агро очагов поражения болезнями отмечено не было (рис. 2). Этот факт можно объяснить тем, что коллоидное серебро, входящее в состав препарата, достаточно прочно закрепилось на клеточных стенках растений, способствуя выработке значительного количества активных форм кислорода (является одним из главных факторов неспецифического иммунитета растений), который, в свою очередь, помог растениям табака выработать системную устойчивость к бактериальным и грибным заболеваниям [12].

Табачную рассаду для дальнейшего изучения влияния регулятора, в соответствии со схемой парникового опыта, пересаживали в поле. Ранняя высадка табачных растений в полевые условия (с достаточным количеством влаги в почве) с хорошо сформированной корневой системой под влиянием стимулятора Зеребра Агро, несомненно, отразилась на лучшей приживаемости (до 93%) опытных растений, в сравнении с контрольными (до 89%).

Значительный ростостимулирующий эффект от препарата Зеребра Агро у растений наблюдался на протяжении всего вегетационного периода, и к его окончанию (при цветении 75–80%). Интенсивному росту табака также способствовало большое количество выпавших осадков в июле, которое составило 160 мм, при норме 56 мм. Табачные растения при этом не пострадали, а накопившаяся в почве влага благоприятно отразилась на росте растений, что наблюдалось при учёте конечной высоты.

Первый учёт высоты растений проводили через 30 дней после посадки, который показал, что все опытные растения превышают контроль по этому показателю, но в большей степени это проявилось при использовании регулятора Зеребра Агро в концентрации 0,00001% – 10,4 см, что больше необработанных растений на 17%. На протяжении всего роста растений в поле выделенный вариант опыта также превышал высоту необработанных растений и в конце вегетационного периода этот показатель составил 189,3 см, что выше контрольных растений на 10% или 16 см. Количество листьев на растении, в результате применения регулятора возросло на 9 шт., а площадь листовой поверхности (средний ярус, 3 – ломка) увеличилась на 127,3 $см^2$ или 21% (табл. 3).



Вариант опыта с обработкой рассады табака препаратом Зеребра Агро



Контрольный вариант опыта

Рис. 1. Влияние регулятора роста Зеребра Агро на пораженность растений табака рассадными гнилями

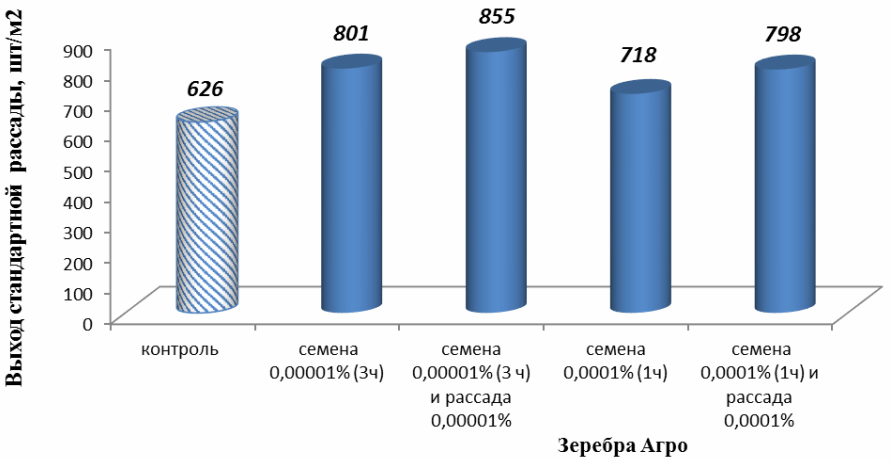



Рис. 2. Влияние регулятора Зеребра Агро на выход стандартной рассады

Основным показателем, определяющим эффективность того или иного агроприёма является урожайность табака, под действием препарата Зеребра Агро она в наибольшей степени увеличилась при использовании 0,00001%-ной концентрации раствора, как при замачивании семян, так и при обработке табачной рассады и составила 36,8 ц/га, что больше контроля на 33% (или на 9,1 ц/га) (рис. 3). Повышению продуктивности табачной культуры способствовал рост таких показателей как высота растений, площадь листовой поверхности, количество листьев на растении.

*Таблица 3*

**Влияние регулятора Зеребра Агро на рост, развитие и продуктивность табака в поле**

| Вариант | Высота растений, см | | | Количество листьев на растении, шт. | Площадь листовой поверхности, $см^2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | 30-й день после посадки | период интенсивного роста | фаза цветения | | |
| Контроль ($H_2O$) | 8,9 | 38,8 | 173,2 | 36 | 632,2 |
| Зеребра Агро | | | | | |
| Семена 0,00001% (3 ч) | 9,4 | 52,9 | 179,4 | 43 | 724,3 |
| **Семена 0,00001% (3 ч) и «ушки» и «годная к высадке рассада» 0,00001%** | **10,4** | **54,0** | **189,3** | **45** | **763,5** |
| Семена 0,0001% (1 ч) | 9,3 | 50,5 | 176,0 | 40 | 712,1 |
| Семена 0,0001% (1 ч) и «ушки» и «годная к высадке рассада» 0,0001% | 9,8 | 51,9 | 181,2 | 42 | 742,8 |

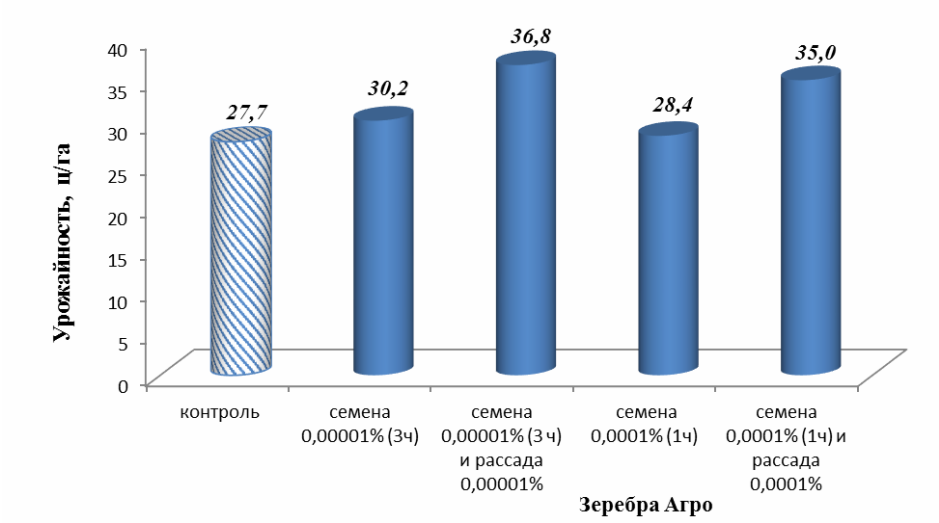



Рис. 3. Влияние регулятора Зеребра Агро на урожайность табака (ц/га)

Регулятор роста Зеребра Агро при замачивании семян в 0,00001%-ной концентрации в течение 3-х часов с дополнительным опрыскиванием в основные фазы «ушки» и «годная к высадке рассада» таким же раствором, снизил количество никотина на 10%, и выявлена тенденция к снижению содержания белка в сырье (на 2%, что является благоприятным явлением, так как большое его количество придаёт привкус «жжёного пера»), увеличил количество углеводов в сырье по сравнению с контролем на 67%, а также повысил число Шмука до 1,44 единиц, что говорит о сырье хорошего качества (число Шмука от 1 до 3 – сырье высококачественное), лучше варианта без обработки препаратом по этому показателю на 70% (табл. 4).

*Таблица 4*

**Влияние регулятора роста Зеребра Агро на химический состав табачного сырья**

| Вариант | Содержание, % | | | Число Шмука |
|---|---|---|---|---|
| | никотин | углеводы | белки | |
| Контроль ($H_2O$) | 1,1 | 4,5 | 5,3 | 0,85 |
| Семена 0,00001% (3ч) | 1,0 | 6,0 | 5,3 | 1,13 |
| **Семена 0,00001% (3ч) и «ушки» и «годная к высадке рассада» 0,00001%** | **1,0** | **7,5** | **5,2** | **1,44** |
| Семена 0,0001% (1ч) | 1,0 | 5,3 | 5,3 | 1,0 |
| Семена 0,0001% (1ч) и «ушки» и «годная к высадке рассада» 0,0001% | 1,2 | 7,3 | 5,2 | 1,40 |
| *$НСР_{05}$* | - | *0,52* | - | - |

Таким образом, эффективный способ применения регулятора роста растений Зеребра Агро на табаке включает: замачивание семян в 0,00001% – ном растворе регулятора в течение 3-х часов с последующей обработкой рассады табака в фазы «ушки» и «годная к высадке рассада» такой же концентрацией раствора. В результате такой схемы, увеличивается масса проростков семян табака на 27%, получается более крепкая и выравненная рассады с хорошими показателями качества: длина табачной рассады до точки роста возрастает на 18%, до конца вытянутых листьев на 15%, диаметр стебля у корневой шейки на 33%, масса сырой надземной готовой к высадке рассады на 80%, а масса корневой системы на 85%, повышается количество стандартной рассады на 37%, улучшается рост растений в поле на 10%, урожайность табака увеличивается на 33%. За счёт увеличения водорастворимых углеводов повышается качество табачного сырья сорта Юбилейный новый 142.

## Литература


1. Нанобиотех. URL: https://navigator.sk.ru/orn/1121792 (дата обращения 27.02.2024).

2. Фитоалексин – Викисловарь. URL: https://ru.wiktionary.org/wiki/%D1%84%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%BD (дата обращения 01.02.2024).

3. Жеребин П.М., Крутяков Ю.А. Стимуляторы роста, элиситоры, фунгибактерициды на основе коллоидного серебра // Биологически активные препараты для растениеводства: матер. XIV Междунар. науч.-практ. конф. daRostim 2018 (3–8 июля 2018 г.). Минск: БГУ, 2018. С. 28-31.

4. Механизм действия Зеребра Агро. URL: https://scs.technology/products/zerebra-agro/action/ (дата обращения 26.02.2024).

5. Шаповал О.А., Можарова И.П., Крутяков Ю.А. Зеребра Агро – регулятор роста нового поколения // Защита и карантин растений. 2017. № 6. С. 35–38.

6. Зеребра Агро – стимулятор роста / Список форумов. URL: https://ximia.ru/stimulyatory/zerebra-agro-agrohimprom (дата обращения 26.02.2024).

7. Долматова Л.С., Садовникова Н.Н., Пешков С.А. Эффективность использования биологических и химических средств защиты растений на яровой пшенице и сое. URL: https://sectormedia.ru/articles/effektivnost-ispolzovaniya-biologicheskikh-i-khimicheskikh-sredstv-zashchity-rasteniy-na-yarovoy-psh/ (дата обращения 28.02.2024).

8. Как получить дружные всходы озимых. URL: https://rynok-apk.ru/articles/plants/kak-poluchit-druzhnye-vshody-ozimyh/ (дата обращения 17.02.2024).

9. Препарат Зеребра Агро – ход конём, или как надёжно и экономно защитить озимые колосовые этой весной // Журнал «Рынок АПК». URL: https://rynok-apk.ru/articles/plants/zerebraagro-hod-konem/ (дата обращения 29.02.2024).

10. Радчевский А.В., Кандауров Ю.И., Чич А.А., Прах А.В., Скорубская О.И. Управление величиной и качеством урожая винограда сорта

Виорика путём применения регулятора роста Зеребра Агро. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-velichinoy-i-kachestvom-urozhaya-vinograda-sorta-viorika-putem-primeneniya-regulyatora-rosta-zerebra-agro (дата обращения 28.02.2024).

11. Патент № 2740812. Способ стимулирования роста и защиты растений табака от рассадных гнилей / Т.В. Плотникова, В.А. Саломатин, Е.М. Тютюнникова. № 2020128334; заявл. 24.08.2020; опубл. 21.01.2021, Бюл. № 3.

12. Коллоидное серебро в защите растений – новая эпоха агрохимикатов. URL: https://glavagronom.ru/articles/kolloidnoe-serebro-v-zashchite-rasteniy-novayaepohaagrohimikatov#:~:text=%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D0%BB%D0%BE%D0%B (дата обращения 06.03.2024).

УДК 633.71:631.82

# СНИЖЕНИЕ ФИТОТОКСИЧНОГО ДЕЙСТВИЯ ПОЧВЕННОГО ГЕРБИЦИДА КОММАНД С ПОМОЩЬЮ УДОБРЕНИЯ ЦИТОГУМАТ «PROFESSIONAL» ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РАССАДЫ ТАБАКА

**Соболева Л.М.,** *канд. с.-х. наук,* **Плотникова Т.В.,** *канд. с.-х. наук*

Важным звеном в технологии выращивания рассады табака является защита от засоренности посевов. Такие злейшие сорняки рассады как портулак огородный (*Portulaca oleracea* L.), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.), марь белая (*Chenopodium album* L.), канатник Теофраста (*Abutilon theophrasti* Medik.), щетинники (*Setaria* L.) и другие прорастают одновременно с табаком или даже раньше, что приводит к угнетению растений. Без устранения сорного компонента, невозможно получить качественную и здоровую рассаду в достаточном количестве. Ручная прополка возможна в условиях небольших площадей и является эффективным и экологичным способом, но при задаче выращивания рассады для высадки более чем на 1 га, этот процесс является долгим и трудоёмким. Поэтому целесообразнее использовать химический метод борьбы, который существенно дополняет и усиливает эффективность агротехнических приёмов, направленных на предупреждение массового распространения и эффективного подавления сорных растений.

Во ВНИИТТИ в течение нескольких лет испытан и адаптирован на табаке почвенный гербицид Комманд, КЭ (препаративная форма – концентрат эмульсии) (действующее вещество – *кломазон*, 480 г/л). Комманд, КЭ предназначен для борьбы с однолетними двудольными и некоторыми злаковыми сорняками, создан для уничтожения проросших сорняков и профилактики появления новых. Препарат впитывается из почвы

корневой системой сорных трав и по восходящим путям попадает в листья, где ингибирует выработку хлорофилла и каротина, приводя к прерыванию фотосинтеза и гибели растения. Гербицид широко используется более чем в 100 странах мира на посевах рапса, сои, табака, перца, моркови, картофеля, бахчевых, хлопчатника и других культур [1].

Высокоселективный гербицид Комманд, КЭ применяли в парниках перед посевом табака в дозах: 0,01 и 0,02 мл/м$^2$, в зависимости от засоренности. Биологическая эффективность гербицида в испытанных дозах за период многолетних учетов составила: по снижению количества сорняков 86–98%, по массе 87–89%. Однако отмечено ингибирующее действие препарата в начальной стадии роста рассады, так называемый эффект «гербицидной ямы» [2]. Поэтому, целесообразно использовать удобрения, положительно влияющие на устойчивость культурных растений к стрессовым факторам [3, 4]. Для исследований с целью получения качественной стандартной рассады табака в парниковом хозяйстве института на гербицидном фоне использовано хорошо зарекомендовавшее себя удобрение Цитогумат «Professional».

Цитогумат «Professional» – универсальный органоминеральный комплекс, в состав которого входят гуминовая и фульвовая кислоты. Комплекс также состоит из ненасыщенных жирных кислот, N, Mg, B, Cu, Mn, Mo, Zn, Al, Ba, Ni, обладает ярко выраженными хелатными свойствами – способностью захватывать и адаптировать для лучшего усвоения необходимые для роста вещества, полученные растением из почвы. Препарат подходит для самого широкого применения в растениеводстве – для обработки семян и рассады, корневой и внекорневой подкормки (опрыскивания) любых растений, выращиваемых, в том числе, на богаре, в закрытом грунте, по гидропонной технологии. Удобрение, при правильном применении, позволяет: снизить воздействие неблагоприятных климатических факторов; обеспечить устойчивость растений к заболеваниям; обеспечить детоксикацию почвы от нитратов, тяжелых металлов, гербицидов и других почвенных токсинов; повысить качество получаемой сельскохозяйственной продукции, за счет выведения из клеточной структуры растения вредных веществ. Успешно применяется на таких культурах как огурец, томат, морковь, свекла столовая, капуста и других овощных и плодовых культурах [5]. Использование удобрения Цитогумат «Professional» в парнике позволило увеличить выход стандартной рассады табака на 36% и, вследствие пролонгированного эффекта – увеличение урожайности сырья на 16%.

Гербицид Комманд, КЭ вносили в виде водного раствора (1 л рабочего раствора/м$^2$) в дозе 0,02 мл/м$^2$ с заделкой в почву за две недели до высева семян табака. При отсутствии осадков в период от внесения до посева, обработанный участок поливали в количестве 10–15 л воды/м$^2$. Испытываемое удобрение Цитогумат «Professional» в дозе 0,3 мл/м$^2$ вносили трижды в период вегетации рассады: перед посевом (за 3–5 дней), через 2 и 4 недели после посева семян с поливной водой

из расчёта 1 л/м$^2$. Фон опыта $N_{35}P_{30}K_{35}$ мг/100г почвы с обеспечением питательными элементами на 50% от оптимально необходимого количества. Дозу недостающих удобрений устанавливали по результатам агрохимического анализа парниковой питательной смеси. Недостаток компенсировали за счёт довнесения однокомпонентных минеральных удобрений за 5–7 дней до высева семян. Посев, выращивание рассады табака, обработки удобрением, учеты проводили в соответствии с «Технологией выращивания рассады табака на несменяемой смеси в парниках и пленочных теплицах» и «Методическим руководством по проведению агротехнических опытов с табаком в рассадниках» (2013). Качество рассады оценивали перед выборкой, брали по 25 растений с каждой делянки и измеряли по следующим биометрическим показателям: длина растений от корневой шейки до точки роста и до конца вытянутых листьев, количество листьев на растении, толщина стебля у корневой шейки, сырая масса надземной части и корневой системы. Определяли выход стандартной рассады.

Для дальнейшего изучения пролонгированного действия удобрения, вносимого в рассадный период, на продуктивность культуры, рассаду после выборки чётко по вариантам высаживали в поле с последующим наблюдением за ростом и развитием табака. Все учеты и наблюдения проводили по соответствующим методикам. Оценку влияния гербицида Комманд, КЭ и удобрения Цитогумат «Professional» на химический состав табачного сырья проводили в высушенном сырье.

Результатами опыта установлено, что трехкратное внесение удобрения Цитогумат «Professional» при выращивании рассады табака способствовало снижению фитотоксичного действия гербицида, это проявилось увеличением длины табачной рассады до точки роста на 23%, до конца вытянутых листьев – на 57% по сравнению с контрольными растениями. Масса наземной части обработанных растений превысила массу необработанных на 121%, массу корней – на 160% (табл. 1).

Выход стандартной рассады к моменту высадки в поле с использованием удобрения Цитогумат «Professional» увеличился относительно контроля на 48%, а относительно гербицида Комманд, КЭ – на 23% (табл. 2).

Использование удобрения в рассадный период имело пролонгированное действие на растения табака в полевой период. Это отразилось на площади листовой поверхности. Площадь листовой поверхности, как показатель, в значительной степени определяющий урожайность, увеличилась в варианте с применением удобрения Цитогумата «Professional» на 52% по сравнению с контрольными растениями, и как следствие, получена прибавка урожайности в размере 46% (рис.).

*Таблица 1*

**Влияние совместного применения гербицида Комманд, КЭ и удобрения Цитогумат «Professional» на качество стандартной рассады**

| Вариант | Длина рассады (см) до | | Диаметр стебля, см | Количество листьев, шт. | Сырая масса (г) 25 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | точки роста | конца вытянутых листьев | | | стеблей | корней |
| Контроль (без обработки) | 8,05 | 13,4 | 0,30 | 4,0 | 70,4 | 3,0 |
| Комманд, КЭ | 8,90 | 17,4 | 0,36 | 4,0 | 81,3 | 3,4 |
| Комманд, КЭ + Цитогумат «Professional» | 9,90 | 21,0 | 0,56 | 5,0 | 155,8 | 7,8 |

*Таблица 2*

**Влияние совместного применения гербицида Комманд, КЭ и удобрения Цитогумат «Professional» на выход стандартной рассады**

| Вариант | Выход стандартной рассады, шт./м$^2$ | Отношение к контролю, % |
|---|---|---|
| Контроль (без обработки) | 650 | - |
| Комманд, КЭ | 801 | 23 |
| Комманд, КЭ + Цитогумат «Professional» | 960 | 48 |

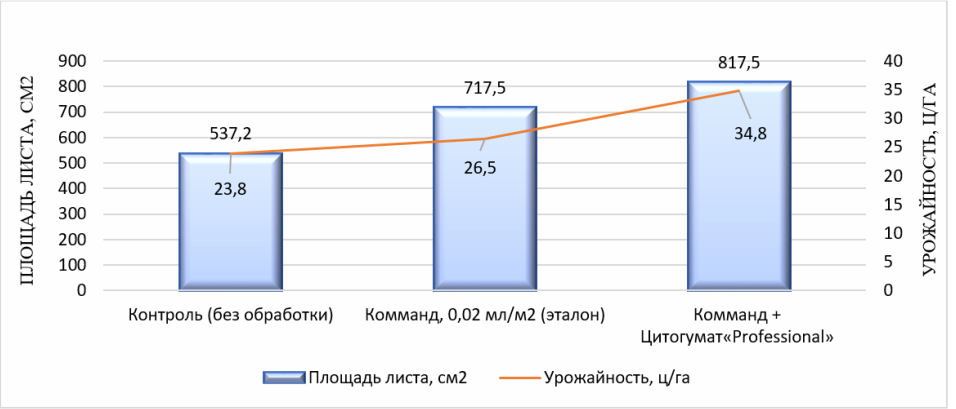



Рис. Влияние совместного применения гербицида Комманд, КЭ и удобрения Цитогумат «Professional» на продуктивность табака

При использовании препаратов в нормах расхода, обеспечивающих необходимую биологическую эффективность, необходимо знать влияние защитных мероприятий на химический состав табачного сырья, поскольку табачный лист является пищевкусовым продуктом. Проведенная химическая оценка табачного сырья, с применением удобрения Цитогумат на гербицидном фоне, показала, что содержание никотина в табаке в данном варианте (2,1%) существенно не отличалось от эталона (2,2%) и контроля (1,9%) (табл. 3).

Количество белков в варианте с использованием удобрения находилось чуть выше уровня эталона (Комманд, КЭ), но ниже контрольных значений (без обработок). Повышение количества углеводов на 75% относительно контроля и на 19% относительно эталона положительно отразилось на качестве сырьевой продукции. При совместном применении гербицида Комманд и агрохимиката Цитогумат «Professional» отмечено увеличение числа Шмука в 1,8 раза относительно контроля (углеводно-белковое соотношение).

*Таблица 3*

**Влияние совместного применения гербицида Комманд, КЭ и удобрения Цитогумат «Professional» на химический состав табачного сырья**

| Вариант | Содержание, % | | | Число Шмука |
|---|---|---|---|---|
| | никотин | углеводы | белки | |
| Контроль (без обработок) | 1,9 | 3,2 | 5,5 | 0,60 |
| Комманд, КЭ | 2,2 | 4,7 | 5,0 | 0,94 |
| Комманд, КЭ + Цитогумат «Professional» | 2,1 | 5,6 | 5,2 | 1,10 |

Таким образом, совместное применение почвенного гербицида Комманд, КЭ и современного удобрения Цитогумат «Professional» способствует снижению токсической нагрузки гербицида на агроценоз, позволяет повысить выход стандартной табачной рассады с единицы парниковой площади к оптимальному сроку высадки в поле на 48% и увеличить урожай табачного сырья оптимального качества на 46%.

## Литература

1. Гербицид Комманд. URL: https://fermercenter.com/komand480-fmc-5l (дата обращения 23.11.2020).

2. Соболева Л.М., Плотникова Т.В., Саломатин В.А. Результаты применения почвенных гербицидов Комманд и Стомп при выращивании рассады табака // Естественные и технические науки. 2018. № 4. С. 35-39.

3. Эффективность гербицидов в сочетании с удобрениями на яровой пшенице. URL: http://svetich.info/publikacii/agronauka/yeffektivnost-gerbicidov-v-sochetanii-s-.html (дата обращения 20.11.2018).

4. Соболева Л.М. Оптимизация применения гербицидов на посадках табака в южно-предгорной зоне Краснодарского края: дис. … канд. с.-х. наук. Краснодар, 2009. 144 с.

5. Биоудобрение «Цитогумат». URL: https://xn--36-6kcm9bfgbp.xn--p1ai/bioudobrenie-citogumat-agrofarmika/ (дата обращения 4.03.2024).

УДК 632.936.21: 633.71

# КОНТРОЛЬ ЧИСЛЕННОСТИ ХЛОПКОВОЙ СОВКИ *HELICOVERPA ARMIGERA* HBN. В ТАБАЧНОМ АГРОЦЕНОЗЕ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА АВТОСТЕРИЛИЗАЦИИ

**Плотникова Т.В.,** *канд. с.-х. наук,* **Санин М.Ю.**

Табачное растение, несмотря на свой химический состав, в который входит алкалоид никотин, активно повреждается многоядными фитофагами. Наиболее вредоносным объектом в настоящее время является хлопковая совка *Helicoverpa armigera* Hbn. Гусеницы вредителя предпочитают питаться генеративными органами растения, а именно цветами и завязывающими семенами, что часто не позволяет получить семенную продукцию. Также гусеницы совок активно поедают листья табака, ухудшая их курительные достоинства. Для контроля численности и вредоносности хлопковой совки на табаке в основном применяется биологические средства защиты культуры. Это связано, прежде всего, с тем, что при выращивании данной культуры применяется в основном ручной труд. Кроме того табак это пищевкусовой продукт и многие сегодняшние требовательные курильщики хотят курить качественное сырьё.

Поэтому целью наших исследований является разработка системы контроля численности опасного фитофага – хлопковой совки с применением малоопасных методов защиты табака, которые сохраняют экологическое благополучие окружающей среды, к таким относится метод автостерилизации насекомых. Предлагаемый метод основан на совместном применении синтетических феромонов хлопковой совки и синтетического аналога ювенильного гормона, нарушающего рост и развитие вредных насекомых – инсектицида Адмирал, КЭ (100 г/л) (д.в. *пирипроксифен*).

Известно применение метода автостерилизации с использованием феромонных стерилизующих ловушек в борьбе с основными вредителями яблоневого и сливового садов и виноградной лозы (*Grapholita funebrana* Tucceri, *Grapholita molesta* Busck, *Cydia pomonella* L., *Cemiostoma scitella* Zeller, *Lobesia botrana* Shiff.). В качестве хемостерилянтов здесь применяли аналог ювенильного гормона Адмирал, КЭ (100 г/л) (*пирипроксифен*) и ингибитор синтеза хитина Димилин, СП (250 г/кг) (*дифторбензурон*). Установлено, что данный метод превосходит по своей биологической эффективности действие химических инсектицидов, снижает экологическую опасность, финансовые и энергетические затраты на проведение защитных мероприятий. Отмечено, что в вариантах автостерилизации, на всех защищаемых культурах, численность энтомофагов из семейств *Coccinellidae, Chrisopidae, Arachnoidea* сохраняется на уровне контрольного варианта. Этот факт говорит об экологичности данного метода, способствующего сохранению биоразнообразия полезной энтомофауны в данных биоценозах [1]. Апробирован метод автостерилизации

на кукурузе гибридов Краснодарский 291 АМВ, ГС-370 и КСС-5230 против хлопковой совки. Для метода автостерилизации использовали специально разработанный оригинальный состав, включающий инсектициды с гормональной (для насекомых) активностью и наполнители, обладающие антииспарительным и пролонгирующим эффектами. Биологическая эффективность метода составила 83,3–93,5% [2].

Опыт по автостерилизации хлопковой совки на табаке сортов Берлей 122 и Трапезонд 25 проводили в центральной зоне Краснодарского края на опытно-селекционном участке ВНИИТТИ г. Краснодар (2020–2022 гг.). Схема опыта включала три варианта: метод автостерилизации (испытываемый вариант), метод элиминации (эталонный вариант) и контроль (без обработки). Площадь учетной делянки – 224 м$^2$ [3]. Началом эксперимента служили первые пойманные самцы хлопковой совки на сигнальную феромонную ловушку. Для осуществления метода автостерилизации в аттрактантно-стерилизующих ловушках использовали синтетический аналог ювенильного гормона Адмирал, КЭ (100 г/л) (д.в. *пирипроксифен*). Для предотвращения быстрого испарения ювеноид в количестве 1 мл смешивали с 1 г вазелина (в ловушках Атракон с размером донца 18 х 10 см) и наносили на вкладыш феромонной ловушки. На приготовленную смесь в середине вкладыша помещали диспенсер с синтетическим половым феромоном хлопковой совки. В зависимости от погодных условий эта инсектицидная композиция сохраняла активность в течение 2–3 недель. Затем проводили замену вкладыша. Количество ловушек Атракон в варианте опыта устанавливали из расчета 5–10 шт./га (1–2 шт./учетную делянку) исходя от численности вредителя. Для осуществления метода элиминации использовали феромонные ловушки Атракон с клеевым вкладышем. Количество ловушек в варианте составляет 10–20 шт./га (1–2 шт./учетную делянку) с размером клеевого вкладыша 18 х 10 см. Ловушки с феромонами размещали на Г-образных деревянных приспособлениях, в дальнейшем – на растениях табака. Продолжительность опыта: с середины июня и до окончания лёта бабочек совки. В опытах использовали резиновые испарители с синтетическим половым феромоном хлопковой совки [(11Z) – гексадеценаль: (9Z) – гексадеценаль = 95: 5] синтеза УфИХ УФИЦ РАН и ФГБУ «ВНИИКР» в дозе 2 мг на 1 диспенсер. Смену диспенсера осуществляли через 30 суток. Биологическую эффективность в опыте оценивали по количеству поврежденных гусеницами семенных коробочек из 200 просмотренных (просмотрено 4 партии по 200 коробочек в каждом варианте опыта). Эффективность метода определяли по формуле:

$$Э = 100\times(a - b)/a,$$

где Э – эффективность, выраженная процентом снижения поврежденности;
a – показатель средней поврежденности плодоэлементов в контроле;
b – показатель средней поврежденности плодоэлементов на экспериментальном участке [4].

Статистическую обработку результатов исследований выполняли по Б.А. Доспехову (1979), с применением компьютерной программы однофакторного дисперсионного анализа *Microsoft Excel*. Биологический урожай семян табака (кг/га) определяли расчетным путём с учётом процента повреждённых растений в вариантах опыта.

Работа по сокращению численности хлопковой совки на табаке с помощью применения феромонов проводится на опытно-селекционном участке ВНИИТТИ с 2011 года. С этого периода отрабатывался метод массового отлова бабочек самцов вредителя. В этот период отмечалось массовое заселение посадок табака гусеницами совки, численность вредителя варьировала от 4 до 10 особей на растение, повреждённость достигала 98% [5]. Для эффективного сокращения численности хлопковой совки совместно с методом феромонной элиминации применяли биоинсектициды на основе бакуловирусов ядерного полиэдроза хлопковой совки (2012–2013 гг.). С 2014 г. в табачном ценозе (4-й год исследований) применяли только метод «самцового вакуума», при этом поврежденность растений фитофагом значительно снизилась на фоне увеличения отловленных самцов вредителя. С этого времени, благодаря ежегодному массовому отлову самцов, численность совки на опытно-селекционном поле института составляла от 5 до 14 гусениц на 100 растений, незначительная повреждённость табака к концу вегетационного периода приближалась к 10–26%. За период отработки и проведения метода элиминации (2011–2022 гг.) с 1 гектара табачных посадок отловлено по годам от 74 до 1505 самцов (рис. 1).

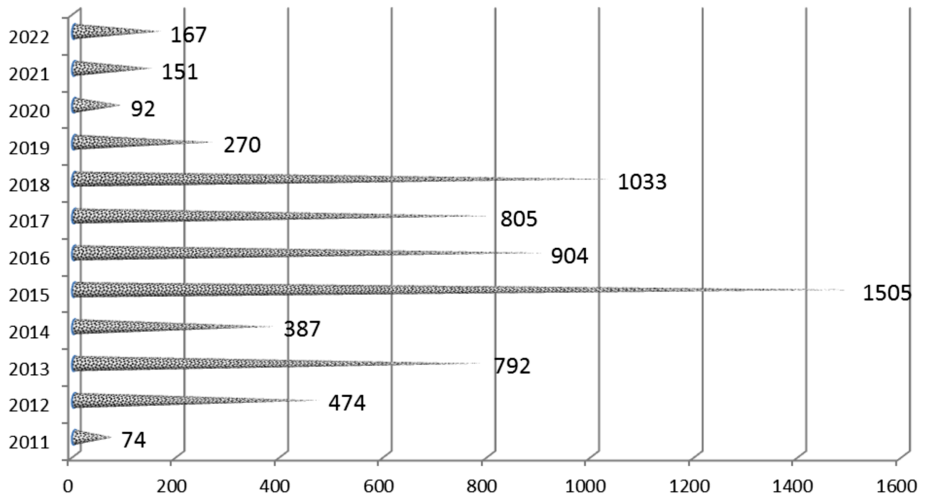



Рис. 1. Количество самцов хлопковой совки (экз./га), отловленных с помощью феромонных ловушек в посадках табака по годам

Значительное сокращение численности отловленных бабочек (несмотря на пространственную изоляцию участков в вариантах опыта – не менее 120 м), отмечено с 2019 г., когда на опытно-селекционное поле института добавили участки, на которых отрабатывали метод автостерилизации, основанный на стерилизующем действии регулятора роста и развития насекомых – Адмирал, КЭ (100 г/л) на самцов хлопковой совки.

Включение метода автостерилизации в схему опыта на фоне сокращения количества отловленных самцов хлопковой совки, способствовало снижению поврежденности семенных коробочек на соцветии табака. Так, в первый год проведения исследований (2020 г.) среднее число поврежденных плодоэлементов из 200 просмотренных к концу опыта на сортах табака Берлей 122 и Трапезонд 25 составило 5,0–5,3 экз., а это 2,5–2,7% (табл. 1). При этом биологическая эффективность метода автостерилизации, выраженная снижением поврежденности семенных коробочек относительно контроля, составила 83–84%. Несколько выше, а именно 85–86% отмечена эффективность при проведении метода элиминации или массового отлова самцов хлопковой совки феромонными ловушками. В этом варианте опыта поврежденность плодоэлементов находилась в пределах 4,3–4,5 экз. (2,2–2,3%) из 200 просмотренных плодоэлементов. В контрольном варианте за этот год количество поврежденных коробочек составило 29,5–32,8 экз. (14,8–16,4%).

В 2021 г. поврежденность плодоэлементов на табачных растениях сортов Берлей 122 и Трапезонд 25 в варианте опыта с методом автостерилизации находилась в пределах 4,3–4,8 экз. (2,2–2,4%), при этом биологическая эффективность составила 81–83%. Эффективность метода массового отлова при поврежденности 3,8–4,5 экз. на 200 просмотренных семенных коробочек (1,8–1,9%) достигла уровня 86%. Поврежденность плодоэлементов в контроле находилась на уровне 25,0–25,8 экз./200 семенных коробочек (12,5–12,9%).

Метод автостерилизации в 2022 г. также показал свою высокую эффективность 80–81% на испытываемых сортах табака. При этом поврежденных гусеницами совки плодоэлементов в варианте опыта было 3,5–4,0 экз. (1,8–2,0%) на 200 просмотренных. Эффективность «самцового вакуума» находилась в пределах 85%. Поврежденность коробочек в данном варианте опыта составила к концу вегетации 2,8–3,3 экз. (1,4–1,7%). Поврежденность семенных коробочек в контроле достигла в среднем 18,5–21,5 экз. (9,3–10,8%) на 200 просмотренных.

За весь период опыта эффективность метода элиминации (эталонного варианта) несколько, но не значительно выше метода автостерилизации, предположительно это связано с тем, что самки в варианте опыта с ювеноидом, спариваются чаще, чем в варианте с массовым отловом самцов, что создаёт более благоприятные условия для откладки яиц вредителя и отрождения гусениц.

*Таблица 1*

**Биологическая эффективность метода автостерилизации в борьбе с хлопковой совкой по снижению поврежденности плодоэлементов на табаке**

| Вариант опыта | Среднее число поврежденных плодоэлементов из 200 просмотренных, экз. | Снижение поврежденности плодоэлементов относительно контроля, % |
|---|---|---|
| 2020 год | | |
| Сорт табака Берлей 122 | | |
| Метод автостерилизации | 5,0 | 83,0 |
| Метод элиминации (эталон) | 4,3 | 85,4 |
| Контроль | 29,5 | - |
| $НСР_{05}$ | *0,9* | - |
| Сорт табака Трапезонд 25 | | |
| Метод автостерилизации | 5,3 | 83,8 |
| Метод элиминации (эталон) | 4,5 | 86,2 |
| Контроль | 32,8 | - |
| $НСР_{05}$ | *1,2* | - |
| 2021 год | | |
| Сорт табака Берлей 122 | | |
| Метод автостерилизации | 4,3 | 83,3 |
| Метод элиминации (эталон) | 3,5 | 86,4 |
| Контроль | 25,8 | - |
| $НСР_{05}$ | *0,9* | - |
| Сорт табака Трапезонд 25 | | |
| Метод автостерилизации | 4,8 | 80,8 |
| Метод элиминации (эталон) | 3,8 | 84,8 |
| Контроль | 25,0 | - |
| $НСР_{05}$ | *1,1* | - |
| 2022 год | | |
| Сорт табака Берлей 122 | | |
| Метод автостерилизации | 3,5 | 81,0 |
| Метод элиминации (эталон) | 2,8 | 84,9 |
| Контроль | 18,5 | - |
| $НСР_{05}$ | *0,8* | - |
| Сорт табака Трапезонд 25 | | |
| Метод автостерилизации | 4,0 | 79,5 |
| Метод элиминации (эталон) | 3,3 | 84,6 |
| Контроль | 21,5 | - |
| $НСР_{05}$ | *0,9* | - |

В ходе проведённых экспериментов рассчитан потенциальный биологический урожай семян табака в опыте с учётом поврежденности плодоэлементов. С этой целью проводился учет семенной продуктивно-

сти сортов табака по годам для всего опыта, куда входил процент растений с вызревшими коробочками, а это 32–40% из расчета на гектар посадок табака (55 тыс. растений), количество вызревших семенных коробочек на одно растение, а это в среднем 61–78 шт. и вес семян в одной коробочке – 0,2397–0,2588 г, (табл. 2). Также рассчитан запланированный биологический урожай семян табака с учетом полученных данных, т.е. без учета потерь.

С учетом доли поврежденной семенной продукции, в результате питания гусениц хлопковой совки в 2020 г. в варианте опыта с методом автостерилизации ювеноидом Адмирал, КЭ (100 г/л) биологический урожай семян на сорте табака Берлей 122 составил 334,7 кг/га, потери в результате жизнедеятельности фитофага достигли 8,6 кг/га. В варианте опыта с методом элиминации получено 335,9 кг/га семян, потери в результате питания гусениц – 7,4 кг/га, в контроле соответственно 292,7 кг/га и 50,6 кг/га (рис. 2). На сорте табака Трапезонд 25 урожай семян в варианте с методом автостерилизации получен в количестве 424,9 кг/га с потерями 11,6 кг/га, в варианте с методом элиминации получено 426,7 кг/га семян с недобором 9,8 кг/га, в контроле – 364,9 кг/га и 71,6 кг/га, соответственно.

*Таблица 2*

**Характеристика сортов табака по семенной продуктивности в опыте**

| Показатель | Сорт табака | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Берлей 122 | | | Трапезонд 25 | | |
| | 2020 г. | 2021 г. | 2022 г. | 2020 г. | 2021 г. | 2022 г. |
| Среднее количество вызревших семенных коробочек, шт./растение | 65,2 | 60,6 | 64,5 | 78,3 | 74,0 | 76,2 |
| Средняя масса семян табака в семенной коробочке, г | 0,2588 | 0,2397 | 0,2432 | 0,2534 | 0,2518 | 0,2436 |
| Средняя (расчётная) масса семян табака на растение, г | 16,87 | 14,53 | 15,68 | 19,84 | 18,63 | 18,56 |
| Растения табака в опыте, с созревшими коробочками, % | 37 | 35 | 32 | 40 | 39 | 36 |
| Количество растений с созревшими семенными коробочками, шт./га (из расчета 55 тыс. растений/га) | 20350 | 19250 | 17600 | 22000 | 21450 | 19800 |
| Запланированный биологический урожай семян табака, кг/га | 343,30 | 279,70 | 275,97 | 436,48 | 399,61 | 367,49 |

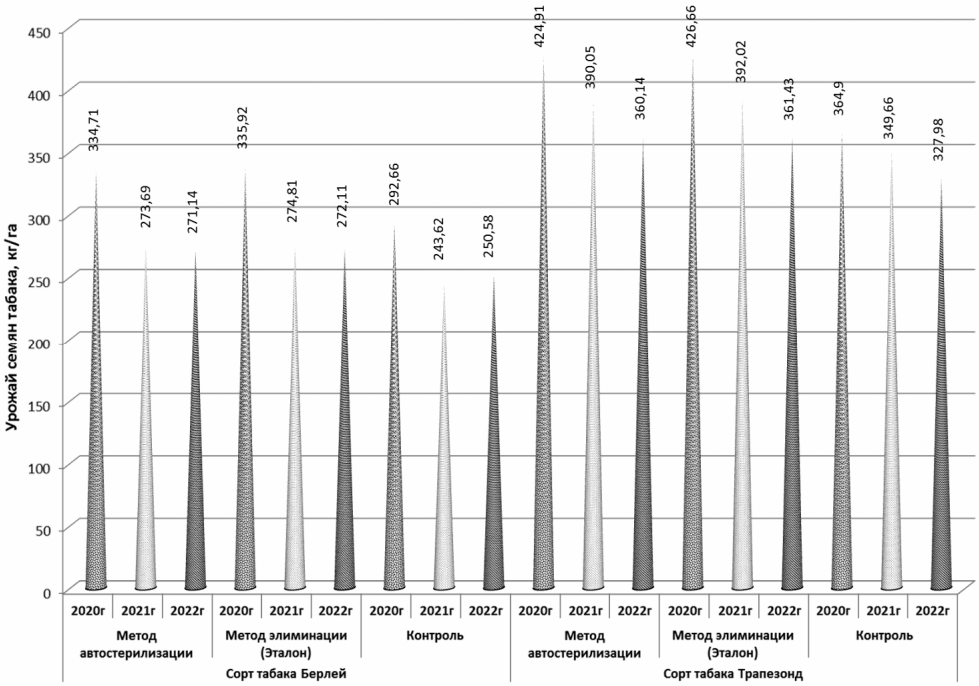



Рис. 2. Биологический урожай семян табака (кг/га) с учетом доли поврежденных плодоэлементов гусеницами хлопковой совки в вариантах опыта по годам

На сорте табака Берлей 122 в 2021 г. гусеницами хлопковой совки на контрольном варианте потери от вредителя на 1 гектаре составили 36,1 кг семян табака, биологический урожай приблизился к 243,6 кг. При применении метода автостерилизации в результате жизнедеятельности гусениц хлопковой совки ущерб составил 6,0 кг/га семян, расчетная урожайность семян табака достигла 273,7 кг/га. При применении метода элиминации удалось сохранить до 274,8 кг семян, при этом вредителем съедено 4,9 кг семян при перерасчете на гектар площади посадок. На сорте табака Трапезонд 25 в этом же голу биологический урожай семян табака в контрольном варианте составил 349,7 кг, потери составили 50,0 кг/га. Метод автостерилизации сохранил 390,1 кг/га семян на фоне ущерба – 9,6 кг/га. Метод «самцового вакуума» соответственно 392,0 кг/га и 7,6 кг/га.

В 2022 г. на сортах табака Берлей 122 и Трапезонд 25 в контрольном варианте опыта недобор семян табака из-за питания гусениц совки составил 25,4 кг/га и 39,5 кг/га, в варианте с ювеноидом – 4,8 и 7,3 кг/га, с массовым отловом самцов вредителя – 3,8 и 6,1 кг/га соответственно сортам. Рассчитанный биологический урожай семян табака соответственно составил 250,6 и 328,0 кг/га, 271,2 и 360,2 кг/га, 272,2 и 361,4 кг/га.

Таким образом, установлено, что метод автостерилизации является эффективным и экологичным приёмом управления численностью и

вредоносностью актуального на табаке фитофага – хлопковой совки. Применение данного метода способствует снижению поврежденности семенных коробочек фитофагом на растениях табака на 80–84%. Биологическая эффективность метода элиминации по снижению поврежденности плодоэлементов, являющегося в опыте эталоном, составила 85–96%. При сравнительно равной эффективности двух методов, преимущества метода автостерилизации в том, что контролировать численность хлопковой совки возможно меньшим количеством феромонных ловушек на единице площади, при снижении частоты посещения ловушек в поле для планового обслуживания, что подходит для внедрения данного метода на больших площадях.

Исследования выполнены совместно с Федеральным научным центром биологической защиты растений (ФГБНУ ФНЦБЗР) в лице В.Я. Исмаилова и Институтом органической химии Уфимского научного центра РАН (УфИХ УФИЦ РАН) в лице Г.Ю. Ишмуратова, за что авторы статьи выражают им огромную благодарность.

## Литература

1. Войняк В.И., Шляхтич В.А., Муслех М., Войняк И.А. Эффективность метода автостерилизации самцов основных вредителей яблони, сливы и виноградной лозы // Перспективы развития регионального производства и применения биологических средств защиты растений от вредителей и болезней: матер. междунар. семинара по случаю Междунар. года Здоровье растений – 2020 (Одесса, 10–11 сентября 2020 г.) / НААН Украины; ИТИ «Биотехника» НААНУ. С. 66-70.

2. Агасьева И.С., Нефедова М.В., Настасий А.С., Федоренко Е.В. Разработка основных элементов системы биологической защиты кукурузы для технологий органического сельского хозяйства // Земледелие. 2021. № 6. С. 44-48. DOI 10.24412/0044-3913-2021-6-44-48.

3. Сазонов А.П., Петрова М.О., Шамшев И.В., Селицкая О.Г., Степанычева Е.А. Методы испытаний феромонов насекомых в сельском хозяйстве / Под ред. И.Я. Гричанова. СПб.: ВИЗР, 2017. 73 с. (Приложения к журналу «Вестник защиты растений» № 22).

4. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве. СПб., 2004. 363 с.

5. Плотникова Т.В., Саломатин В.А., Ишмуратов Г.Ю., Исмаилов В.Я. Эффективность применения биологизированной системы защиты табака от хлопковой совки (*Helicoverpa armigera* Hbn.) // Естественные и технические науки. 2017. № 10 (112). С. 21-29.

УДК 632.936.21: 633.71

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОВМЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ТАБАЧНОЙ ПЫЛИ И ПТИЧЬЕГО ПОМЁТА В КАЧЕСТВЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ

**Плотникова Т.В.,** *канд. с-х. наук,* **Санин М.Ю.**

Процесс производства курительных изделий на табачных фабриках неизбежно связан с образованием больших объемов табачных отходов, из которых до 80% приходится на невозвратный отход – табачную пыль (ТП) с содержанием минеральных примесей. Данный отход относится к 3 классу опасности (умеренно опасные) и его утилизацию следует производить только на специальных полигонах. В птицеводстве также существует проблема образования отходов – птичьего помёта (ПП), который является серьёзным источником загрязнения окружающей среды. Так, в среднем одна курица-несушка выделяет до 60 кг помета в год. Проблема утилизации и обеззараживания отходов птицефабрик на сегодняшний день актуальна.

Данные отходы, согласно литературным источникам, рекомендуется применять в качестве органического удобрения. Возможность применения табачной пыли для улучшения плодородия почв рассматривается, прежде всего, с точки зрения содержания в ней ценных для растений питательных элементов: азота (1,84–2,3%), фосфора (0,24–0,37%) и калия (2,14–3,72%), при этом наличие в пыли токсикантов (свинец, кадмий, цинк и медь) при рекомендуемых нормах внесения не влияет на изменение баланса этих элементов в почве с учётом показателей ПДК и ОДК. Последние из перечисленных веществ являются необходимыми для нормальной жизнедеятельности живых организмов.

Применение отхода птицеводства в качестве удобрения также очевидно, так как в птичьем помете от взрослой птицы, при клеточном содержании в 1 т массы содержится, кг: органического вещества – 180; золы – 70; общего азота – 20; общего фосфора ($P_2 0_5$) – 7; общего калия ($К_2 0$) – 3.

ВНИИТТИ предложены способы повышения плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур с помощью применения табачной пыли в чистом виде, а также совместно с деструкторами (Стернифаг, Биокомплкс БТУ, сахарный дефекат) [1, 2]. За рубежом проводятся исследования по применению табачной пыли в качестве удобрительного средства. В Индии изучено влияние табачной пыли как удобрения на рост растений томатов [3], в Югославии – на растения фикуса [4], в Бразилии – на растения кукурузы [5]. В направлении снижения токсичности табачной пыли способом компостирования проводятся исследования в Турции, Индонезии, Греции и др. [6, 7, 8]. В качестве дополнительного к пыли природного компонента для улучшения разложения табачного отхода применяли торф, навоз и др.

Также известны способы эффективного применения куриного помёта в качестве удобрительного средства. Так, внесение одновременно с посевом зерновых термически высушенного куриного помёта – пудрета непосредственно в бороздки с нормой 120–360 кг/га обеспечивает прибавку урожайности зерна за счёт повышения общей и продуктивной кустистости яровой пшеницы, увеличения озернённости и массы зерна с одного колоса [9]. Есть данные о применении под различные сельскохозяйственные культуры птичьего помёта от 10 до 20 т/га, в том числе в виде удобрительного полива [10]. Рекомендуется и совместное применение отходов табачного производства способом компостирования совместно с куриным помётом [11, 12].

Целью научной работы является изучение применения смеси табачной пыли и птичьего помёта в качестве органического удобрения для повышения плодородия почвы, её оздоровления, увеличения урожайности сельскохозяйственных культур и безопасной утилизации отходов табачного производства и птицеводства.

Опыт по снижению токсичности отхода табачного производства при использовании его в качестве органического удобрения совместно с птичьим помётом для ускоренного разложения оценивали в полевой период на опытно-селекционном участке института. За месяц до предполагаемого посева или высадки сельскохозяйственных культур табачную пыль равномерно распределяли по поверхности почвы в дозах 2, 5 и 8 т/га и обрабатывали раствором птичьего помёта в количестве 3 т/га, который предварительно ферментировали микробиологическим препаратом Байкал М1 и разводили в воде в количестве 10–15 т/га. Внесённые отходы заделывали в почву с помощью тяпки на глубину 5–10 см. Площадь учётной делянки в опыте 5 м$^2$. Повторность трехкратная.

Отбор проб почвы для агрохимического анализа и определения состава грибной микофлоры осуществляли через 30 суток после внесения отходов и выпадения 100 мм осадков. Почвенные образцы отбирали из горизонта (0–20 см) методом конверта. В них определяли биологическую активность: нитрифицирующую способность по методу Кравкова, целлюлозоразрушающую активность, интенсивность дыхания по методике Штатнова, содержание нитратного азота по методу Мещерякова, содержание аммиачного азота с реактивом Несслера, определение полевой влажности и pH водной и солевой вытяжки, определение гумуса (органического вещества) в соответствии с «Методикой агрохимических исследований почв и растений». Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова. Для выявления микологического состава почвенных микромицетов применяли метод Н.А. Наумовой. Идентификация и учет колоний грибов велся с помощью микроскопа «Биолам» в лабораторных условиях КубГАУ. Оценивали эффективность использования отходов в качестве органического удобрения на урожайность томатов рассадных (сорт Дар Заволжья).

Контролем в опыте являлась почва без обработки (чернозём выщелоченный с низким содержанием подвижных форм основных питательных элементов $NH_4$ – 3,49 мг, $NO_3$ – 8,78 мг, $P_2O_5$ – 10,65 мг и $K_2O$ – 14,6 мг на 100 г почвы). На вариантах с применением табачной пыли и птичьего помёта за короткий период времени отходы полностью разложились, об этом свидетельствует повышение содержания в почве аммиачной формы азота на 31–44%, нитратного на 27–88%, фосфора на 19–41%, калия на 53–79% (табл. 1). Причем лучшие результаты получены при увеличении доз табачного отхода.

Биологическая активность – это один из основных показателей плодородия почвы и чувствительный агрономический и экологический индикатор изменения почвенной среды под воздействием различных агроприёмов. Один из основных процессов, происходящих при этом в почве, это накопление нитратного азота, т.е. нитрификационная способность. При внесении в почву табачной пыли и птичьего помёта за месяц до начала полевых работ во влажных условиях создаются благоприятные условия для деятельности бактерий, усваивающих минеральные формы азота, при этом процесс нитрификации в почве проходит на 120–250% интенсивнее в сравнении с контролем.

Целлюлоза основной компонент всех растительных остатков, в том числе и табачных, и она играет важную роль в почвенных процессах и формировании её положительных свойств. Разрушение целлюлозы происходит за счет жизнедеятельности целлюлозных микроорганизмов. При внесении отходов табачного производства в почву совместно с помётом отмечено повышение активности целлюлозоразрушающих микроорганизмов на 314–421% во всех вариантах опыта.

Жизненно важный процесс, происходящий в почве – это продуцирование углекислоты или «дыхание». При этом из атмосферы в почву поступает кислород и в результате сложного окислительного распада органических веществ выделяется углекислый газ, являющейся важным источником снабжения растений углеродом. Опытами установлено, что количество продуцированной $CO_2$ из почвы повышается на всех вариантах опыта, где вносили смесь отходов. Если в исходной почве это количество составило 11,5 мг $CO_2$ / 100 г. почвы, то в опыте с отходами наибольшее количество $CO_2$ выявлено в варианте, где применяли ТП в дозе 8 т/га, здесь интенсивность дыхания составила 38,9 мг $CO_2$ / 100 г. почвы, т.е. в опыте значение «дыхания» превышало данные контрольного варианта в пределах 178–238% в зависимости от применяемой дозы.

Биологическая активность почвы зависит не только от численности обитающих в ней живых микроорганизмов, но и от их видового состава. В ходе проведённых экспериментов установлено влияние смеси ТП и ПП на микологический состав почвы. Так, на контроле выявлено наибольшее разнообразие видового состава микромицетов. Встречаются грибы родов *Penicillium* spp., *Rhizopus* spp., *Mucor* spp., *Alternaria* spp. в количестве от 2,2 до 4,0 КОЕ на 1 г абсолютно сухой почвы (табл. 2).

*Таблица 1*

**Изменение содержания подвижных форм питательных элементов и биологической активности на различных фонах почвы, 2020 г.**

| Вариант | Содержание, мг/100г почвы | | | | Нитрифицирующая способность, мг NO3/100 г почвы | Активность целлюлозоразрушающих бактерий, % | Интенсивность дыхания, мг $CO_2$/ кг почвы в сутки |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $NH_4$ | $NO_3$ | $P_2O_5$ | $K_2O$ | | | |
| Контроль | 3,49 | 8,78 | 10,65 | 14,60 | 6,44 | 5,6 | 11,5 |
| ТП[1], 2 т/га + ПП[2], 3 т/га | 4,56 | 11,19 | 12,68 | 22,40 | 14,19 | 23,2 | 32,0 |
| ТП, 5 т/га + ПП, 3 т/га | 4,95 | 12,28 | 13,29 | 25,60 | 15,37 | 28,1 | 38,6 |
| ТП, 8 т/га + ПП, 3 т/га | 5,02 | 16,48 | 15,00 | 26,10 | 22,51 | 29,2 | 38,9 |

Примечание: ТП[1] – табачная пыль; ПП[2] – птичий помет.

*Таблица 2*

**Изменение видового состава почвенных микромицетов на фоне применения табачной пыли**

| Вариант | Вид микромицета | Количество КОЕ в 1 г абсолютно сухой почвы, тыс. |
|---|---|---|
| Контроль | *Penicillium* spp.<br>*Mucor* spp.<br>*Alternaria* spp.<br>*Rhizopus* spp. | 4,0<br>3,0<br>2,5<br>2,2 |
| ТП, 2 т/га + ПП, 3 т/га | колонии отсутствуют | - |
| ТП, 5 т/га + ПП, 3 т/га | колонии отсутствуют | - |
| ТП, 8 т/га + ПП, 3 т/га | колонии отсутствуют | - |

В вариантах, где в почву вносили ТП совместно с ПП колонии патогенных микромицетов отсутствовали. На данном опыте продемонстрирована возможность оздоровления почвы от микопатогенной инфекции посредством внесения отходов табачного производства совместно с отходами птицеводства.

Для установления влияния совместного применения ТП и ПП в качестве органического удобрения, на урожайность сельскохозяйственных культур были высажены томаты сорта Дар Заволжья. В результате установлено, что на контрольном варианте урожайность томатов за период вегетации составила в среднем 36,0 т/га, растения достигли высоты около 40 см (табл. 3).

*Таблица 3*

**Влияние совместного применения табачной пыли и птичьего помёта в качестве органического удобрения, на урожайность томатов рассадных (сорт Дар Заволжья)**

| Вариант опыта | Урожайность, т/га | | | | | % к контролю |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | по повторениям | | | | средняя | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| Контроль | 36,6 | 36,2 | 35,7 | 35,5 | 36,0 | - |
| ТП, 2 т/га + ПП, 3 т/га | 53,2 | 52,8 | 52,5 | 53,0 | 52,9 | 46,9 |
| ТП, 5 т/га + ПП, 3 т/га | 58,1 | 57,6 | 56,3 | 57,0 | 57,3 | 59,2 |
| ТП, 8 т/га + ПП, 3 т/га | 61,0 | 58,6 | 60,4 | 58,0 | 59,5 | 65,3 |
| $НСР_{05}$ | | | | | *1,79* | |

На вариантах, где применяли отходы табачного производства совместно с птичьим помётом урожайность составила 52,9–59,5 т/га, прибавка достигла 46,9–65,3%, высота растений приблизилась к отметке

65–70 см. Также на данных вариантах (ТП + ПП) отмечено снижение численности актуального вредителя томатов – незары зелёной.

Таким образом, применение установленных доз табачной пыли в пределах 2–8 т/га совместно с раствором птичьего помёта в дозе 3 т/га позволяет повысить плодородие почвы за счет увеличения содержания аммиачной формы азота на 31–44%, нитратной на 27–88%, доступного фосфора на 19–41%, калия на 53–79%, интенсивность процесса нитрификации на 120–250%, активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов на 314–421%, продуцирование углекислоты почвой на 178–238%, снизить количество микопатогенной инфекции, увеличить урожайность томатов на 46,9–65,3% и снизить численность фитофагов. При этом решается проблема безопасной утилизации отходов табачной промышленности и птицеводства.

## Литература


1. Плотникова Т.В., Саломатин В.А., Егорова Е.В. К вопросу об использовании отходов табачной промышленности в повышении плодородия почв // Аграрный вестник Верхневолжья. 2019. № 2. С. 31-37.
2. Сидорова Н.В., Егорова Е.В., Плотникова Т.В. Влияние совместного применения табачной пыли и дефекационной грязи на плодородие чернозема выщелоченного и продуктивность перца горького в условиях Краснодарского края // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2022. № 1 (94). С. 143-151. DOI: 10.21515/1999-1703-94-143-151.
3. Chaturvedi S., Upreti D.K., Tandon D.K., Sharma A., Dixit A. Biowaste from tobacco industry as tailored organic fertilizer for improving yields and nutritional values of tomato crop // Journal of Environmental Biology. 2008. № 29 (5). Pp. 759-763.
4. The influence of the waste tobacco's dust to the growth of Ficus sp. URL: https://agris.fao.org/search/en?query=The+influence+of+the+waste+tobacco%27s+dust+to+the+growth+of+Ficus+sp. (дата обращения 10.02.2024).
5. Marino José Tedesco, Márcio Henrique Lauschner, Clesio Gianello, Leandro Bortolon, Claudio Henrique Kray. Land disposal potential of tobacco processing residues // Ciência Rural, Santa Maria. 2011. Vol. 41. № 2. Pp. 236-241.
6. Sezai Delibacak, Ali Rıza. Ongun Influence of composted tobacco waste and farmyard manure applications on the yield and nutrient composition of lettuce (*Lactuca sativa* L. var. capitata) // Eurasian J. Soil Sci. 2016. № 5 (2). Pp. 132-138.
7. Abu Talkah. The cigarette factory waste vermicompost effect of Cucumis melol // International Journal of Advances in Engineering & Technology. 2013. Vol. 6. Issue 5. Pp. 1942-1947.
8. Tzavara S., Darras A.I., Assimakopoulou A. Tobacco dust waste as an alternative medium to grow geranium (Pelargonium x hortorum) plants // Advancesin Horticultura Science. 2019. № 33(2). Pp. 295-298. DOI: 10.13128/ahs-23986.
9. Милюткин В.А. Эффективность внесения органических удобрений (высушенный куриный помёт пудрет) одновременно с посевом в ря-

док // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. Вып. 2. С. 26-29.

10. Теучеж А.А. Применение птичьего помёта в качестве органического удобрения // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 128 (04). С. 1-18.

11. Binh The Nguyen, Duyen Hong Dinh, Nam Ba Hoang, Thang Trong Do, Paul Milham, Dung Thi Hoang, Son Truong Cao. Composted tobacco waste increases the yield and organoleptic quality of leaf mustard // Agrosystems, geosciences & environment. 2022. Vol. 5. № 3. DOI: 10.1002/agg2.20283.

12. Bangxi Zhang, Tianhong Fu, Chung-Yu Guan, Shihao Cui, Beibei Fan, Yi Tan, Wenhai Luo, Quanquan Wei, Guoxue Li, Yutao Peng. Environmental Life Cycle Assessments of Chicken Manure Compost Using Tobacco Residue, Mushroom Bran, and Biochar as Additives // Sustainability. 2022. Vol. 14 (9). Pp. 49–76. DOI: 10.3390/su14094976.

УДК 633.71.002.612

# ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЁМОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО МАХОРОЧНОГО СЫРЬЯ, ПОЛУЧЕННОГО В УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

**Пестова Л.П.,** *канд. техн. наук,* **Соболева Л.М.,** *канд. с.-х. наук,*
**Плотникова Т.В.,** *канд. с.-х. наук*

Махорка – растение семейства паслёновых *Salanaceae,* вид *Nicotiana,* род *Nicotiana rustica*, дающее сырьё для изготовления курительных изделий, жевательной и нюхательной продукции. Ценность данного растения в накоплении никотина. Наличие его высокого содержания в махорочном сырье – главное требование, предъявляемое к курительным изделиям. Никотин образуется в корневой системе растения махорки и поступает во все надземные органы, за исключением зрелых семян. Наибольшее его количество содержится в ткани листьев, наименьшее – в стеблях. Количество накапливаемого алкалоида зависит от почвенно-климатических условий, сортовых особенностей, агротехники возделывания, сроков уборки и др. [1, 2].

Почвенно-климатические условия играют основную роль в жизни растения. Наиболее важными из них является почва, степень ее плодородия, количество осадков и их распределение за период вегетации растений. Выращивать махорку возможно на разных почвах при условии хорошего обеспечения её питательными элементами. Однако наиболее высокое содержание никотина в махорке получают на гумусированных суглинистых черноземах. В типичных для культуры зонах выращива-

ния в годы с влажным летом никотина в махорке накапливается меньше, чем в годы с сухими погодными условиями [1, 3, 4].

Соблюдение технологии возделывания махорки позволяет получать высокие урожаи махорочного сырья требуемого качества. Среди агроприёмов, с помощью которых целенаправленно можно регулировать качество сырья, в том числе содержание никотина, являются вершкование и пасынкование растений махорки [5, 6]. Данный приём может осуществляться как вручную, так и с помощью химических веществ [7, 8]. Влияние вершкования на урожай зависит от фазы его проведения. Есть данные, что лучшим состоянием растения для проведения вершкования является стадия появления соцветия, т.е. фаза бутонизации [9]. Если растение не вершкуется, то с момента образования цветочных почек и до созревания семенных коробочек, питательные вещества из листьев устремляются к соцветию и в верхние молодые листочки. При этом происходит отток веществ из продуктивных листьев основных ярусов, которые теряют массу, плотность и становятся «пустыми» [10]. Такое же влияние на качество махорки оказывают и пасынки (боковые побеги). Помимо механического удаления пасынков, отмечено угнетающее воздействие кокосового масла на рост пасынков, при нанесении его на пазушные почки над верхними листьями [11]. Вершкованные и пасынкованные растения сохраняют способность накапливать в листьях питательные вещества до конца уборки.

Наиболее высокий урожай возможно получить у махорки, выращенной в областях благоприятных для её выращивания – Липецкая, Воронежская и Тамбовская области [12]. Здесь традиционно возделывается данная культура на приусадебных участках, а также в фермерских хозяйствах. Курящее население нетрадиционных районов для возделывания махорки, также желает освоить опыт её выращивания. В связи с этим целью работы являлось изучение возможности выращивания махорки в условиях Краснодарского края. При этом в задачу исследований входил подбор сортов махорки по урожайности, крепости сырья, а также изучение влияния агротехнических приёмов (вершкование, пасынкование) на формирование структурного элемента урожайности махорки – площадь листьев, накопление сухого вещества и качество махорочного сырья (химический состав).

Научные исследования проводили в полевых условиях на опытно-селекционном участке, в лабораториях агротехнологии, машинных агропромышленных технологий, химии и контроля качества ВНИИТТИ в 2016–2019 гг. в центральной зоне Краснодарского края. Посев и выращивание рассады махорки осуществляли в соответствии с «Методическим руководством по проведению агротехнических опытов с табаком в рассадниках» (2013). Рассаду махорки выращивали в необогреваемых парниках на фоне с оптимальным обеспечением питательными элементами $N_{70}P_{60}K_{70}$. Норма высева семян махорки – 2 г/м$^2$ с глубиной заделки 0,4–0,5 см.

Высадку рассады махорки в поле проводили в оптимальные для зоны сроки (I и II декада мая). Почва опытно-селекционного участка западно-предкавказский чернозём выщелоченный, характеризующийся средним содержанием гумуса (3,3–3,8%), тяжёлым гранулометрическим составом и низкой обеспеченностью основными питательными элементами: $NH_4$ – 1,2–1,9 мг, $NO_3$ – 7,2–14,2 мг, $P_2O_5$ – 7,3–8,3 мг и $K_2O$ – 16,8–17,5 мг на 100 г почвы. Повторность в полевых опытах четырёхкратная, густота стояния растений 70 х 20 (71 тыс. растений на 1 га).

Материалом для проведения исследований служили 12 сортов махорки: Эльман, Шведе, Подгорная, Высокорослая зеленая, Красный Кут, Армения Доран, Грининская, Абисиная, Глазновская, Абхазия Сухуми, Памир и Алжир. Агротехнические приёмы (вершкование и пасынкование) проводили вручную по мере необходимости. Махорку убирали полистно в состоянии технической зрелости в один приём на 40-й день после начала приёма вершкования (III декада июля).

Площадь листьев махорки определяли по формуле (1):

$$S = L \times Ш \times 0{,}6098, \text{ см}^2 \quad (1)$$

где $L$ – длина листа, см
$Ш$ – ширина листа, см
0,6098 – коэффициент для черешковых листьев табака или махорки.

Массу единицы поверхности листа махорки определяли по формуле (2):

$$M\ ед.пов. = \frac{m}{F}, \text{ г/м}^2 \quad (2)$$

где $m$ – масса сухого листа, г
$F$ – площадь листа, см$^2$

Содержание сухого вещества в свежеубранных листьях махорки определяли по формуле (3):

$$M\ сух.в. = 100 - W\ св.убр., \% \quad (3)$$

где $W\ св.убр.$ – влажность свежеубранного листа, %

Влажность листьев махорки определяли по формуле (4):

$$W = \frac{m_1 - m2}{m_1} \times 100, \% \quad (4)$$

где $m_1$ – масса листа до высушивания, г
$m_2$ – масса листа после высушивания, г.

Определение химического состава в высушенном махорочном сырье проводили в лаборатории химии и контроля качества ВНИИТТИ.

Погодные условия в период исследований в основном оказались благоприятными для роста и развития махорки в условиях Краснодарского края. Температура за годы проведения экспериментов превышала среднемноголетние данные на +0,1 – +6,1ºС. Атмосферные осадки в 2016 г. выпали с превышением норм в мае и июне на +29,8 и +68,0 мм соответственно, значительный дефицит влаги установлен в июле (-47,2 мм при норме 56,7 мм). В 2017 г. осадков выше нормы выпало в мае (+36,4 мм) и июле (+39,8 мм). В 2018 г. количество выпавших осадков в мае и июле отмечено с превышение на +63,1 и +86,3 мм, в июне наблюдался дефицит влаги в количестве – 60 мм. В 2019 г. дефицит осадков в мае составил -2,2 мм, в июне -31,6 мм, превышение средней многолетней величины на +102,2 мм отмечено в июле.

Несмотря на то, что погодные условия центральной зоны Краснодарского края малопригодны для выращивания махорки, за годы исследований удалось в среднем получить относительно хороший урожай махорочного сырья, а именно в пределах 7,1–10,4 ц/га на вершкованных и 5,4–7,2 ц/га на невершкованных растениях (рис.).

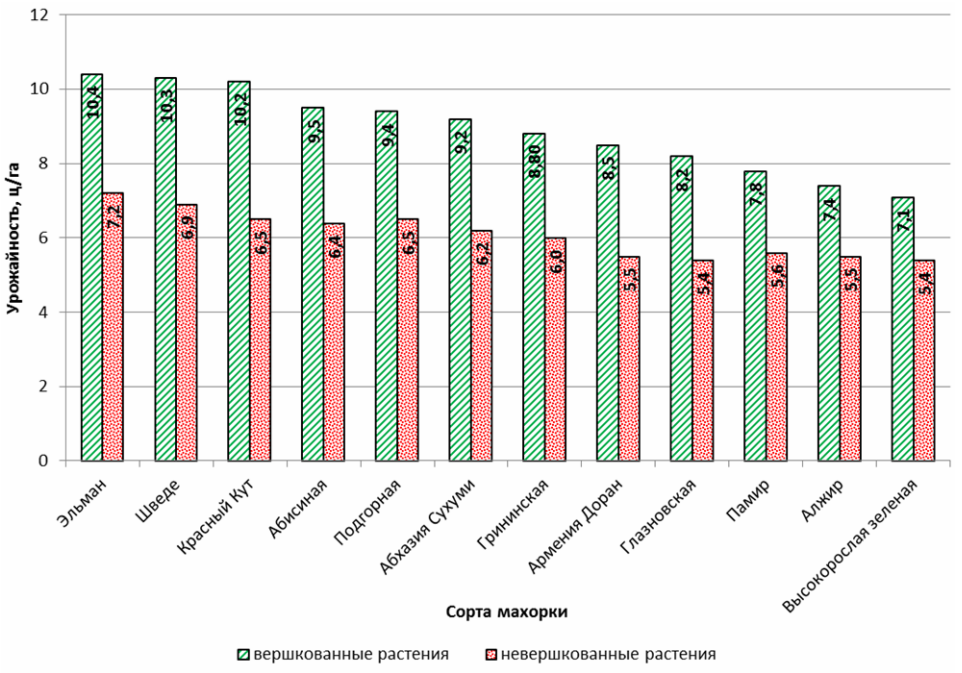



Рис. Влияние агротехнических приёмов вершкования и пасынкования на урожайность сырья различных ботанических сортов махорки (среднее, 2016–2019 гг.)

Лучшие показатели по урожайности установлены на сортах махорки Эльман, Шведе, Красный Кут и Абисиная. Благодаря проведённым агроприёмам, удалось увеличить урожайность махорочного сырья на

31–56%. Сорт махорки Красный Кут максимально – на 56% увеличил урожай сырья за счет проведения вершкования и пасынкования растений.

Одним из параметров, благодаря которому увеличивается урожайность махорки, является площадь листьев. Проведенные агротехнические приёмы позволили значительно увеличить площадь листовой поверхности в сравнении с невершкованными растениями. Наиболее отзывчивыми на агроприём по данному показателю оказались сорта махорки Грининская, Алжир, Подгорная и Шведе. Увеличение площади листовой поверхности составило на данных сортах 27–29%. У остальных сортов махорки этот показатель улучшился на 19–25% (табл. 1).

*Таблица 1*

**Влияние агротехнических приёмов вершкования и пасынкования на изменение площади листьев различных ботанических сортов махорки (среднее, 2016–2019 гг.)**

| № | Ботанический сорт | Площадь листа, $см^2$ | | Увеличение площади листьев за счет агроприёма, % |
|---|---|---|---|---|
| | | вершкованные растения | невершкованные растения | |
| 1 | Эльман | 265,4 | 218,8 | 21,3 |
| 2 | Шведе | 223,2 | 176,3 | 26,6 |
| 3 | Красный Кут | 151,1 | 122,4 | 23,4 |
| 4 | Абисиная | 142,7 | 115,1 | 23,9 |
| 5 | Подгорная | 131,4 | 103,7 | 26,7 |
| 6 | Абхазия Сухуми | 127,0 | 102,3 | 24,1 |
| 7 | Грининская | 124,6 | 96,6 | 28,9 |
| 8 | Армения Доран | 115,5 | 91,0 | 26,9 |
| 9 | Глазновская | 104,8 | 88,3 | 18,6 |
| 10 | Памир | 101,9 | 82,4 | 23,7 |
| 11 | Алжир | 98,2 | 76,9 | 27,6 |
| 12 | Высокорослая зеленая | 92,6 | 74,0 | 25,1 |

В ходе исследований установлено, что приёмы вершкования и пасынкования растений махорки повышают процентное соотношение в листьях сухого вещества (материальность листьев). Полученные данные по содержанию сухого вещества показывают, что наибольшее его значение отмечено после проведения данных агротехнических приёмов в махорочном сырье сортов Абхазия Сухуми, Подгорная, Абисиная, Памир (табл. 2). В этих сортах выявлено повышение содержания сухого вещества на 16,5–30,5%. У других сортов накопление сухого вещества составило 1,6–16,3%.

Анализ данных химического состава махорочного сырья изучаемых сортов показал, что использование агроприёмов вершкования и пасынкования позволяет значительно повысить показатели качества сырья, что доказывалось и ранее [13]. Так, проведение данных агротехнических приёмов повышает крепость махорочного сырья, при этом содержание никотина увеличивается в зависимости от сорта на 65–179%. Самый большой показатель алкалоида выявлен у сортов вершкованной махорки Высокорослая зеленая (11,0%), Алжир (9,7%) Шведе (9,3%) (табл. 3).

Остальные сорта махорки также имели высокий уровень никотина, который колебался в пределах 8,1–9,2%. Стоит отметить, что по литературным данным в листьях махорки может накапливаться от 2 до 15% алкалоидов [14]. Сырье махорки, полученное с невершкованных растений, по содержанию никотина значительно уступает сырью с вершкованных растений, его содержание в изучаемых сортах находилось в пределах 3,2–4,9%.

Установлено положительное влияние предуборочных агротехнологических приёмов (вершкование и пасынкование) на содержание в махорочном сырье воднорастворимых углеводов. Так, после их проведения содержание углеводов в сырье махорки увеличилось на 41–107%. Если в сырье вершкованных растений содержание углеводов находилось в пределах 1,0–6,8%, то в сырье невершкованных растениях – 0,7–3,5%.

На курительные достоинства махорочного сырья большое влияние оказывают белки. Чем выше содержание белковых соединений в махорочном сырье, тем хуже вкусовые достоинства дыма. Высокое содержание белков придаёт горечь сырью и неприятный запах при курении. Исследованиями установлено, что содержание белков также зависит от агротехнических мероприятий. Так, в опыте агроприёмы вершкования и пасынкования снижают количество белков в сырье на 4–15%. Наибольшее количество белков содержится в сырье без вершкования, здесь данный показатель находится в пределах 7,2–9,5%. При проведении вершкования установлено снижение количества белков до 6,8–8,3%.

Таким образом, исследования доказали возможность производства махорочного сырья в условиях Краснодарского края. Наиболее отзывчивыми на неблагоприятные для выращивания махорки условия, являлись сорта махорки Эльман, Шведе, Красный Кут и Абисиная. Данные сорта выделились по полученной максимальной урожайности в среднем 10 ц/га при условии вершкования растений. С целью получения высокого никотина (от 9,1 до 11,0%) подходят для возделывания на Кубани сорта махорки Высокорослая зеленая, Алжир, Шведе, Красный Кут, Эльман, Абисиная и Глазновская. Доказано, что агроприёмы: вершкование и пасынкование увеличивают размеры листьев махорки на 18,6–28,9%, повышают их материальность на 2–31% и крепость махорочного сырья, за счет увеличения содержания никотина на 65–179%.

*Таблица 2*

**Содержание сухого вещества и вес единицы поверхности свежеубранных листьев махорки различных ботанических сортов в зависимости от агротехнических приёмов (вершкование и пасынкование) (среднее, 2018–2019 гг.)**

| № | Ботанические сорта | Вершкованные растения | | Невершкованные растения | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | вес единицы поверхности, г/м$^2$ | сухое вещество, % | вес единицы поверхности, г/м$^2$ | сухое вещество, % |
| 1 | Эльман | 152,00 | 16,30 | 98,80 | 13,80 |
| 2 | Шведе | 162,38 | 17,43 | 119,2 | 15,40 |
| 3 | Красный Кут | 191,50 | 18,80 | 124,50 | 18,30 |
| 4 | Абисиная | 178,70 | 20,04 | 81,20 | 15,70 |
| 5 | Подгорная | 192,40 | 20,83 | 102,24 | 17,20 |
| 6 | Абхазия Сухуми | 222,00 | 21,80 | 109,70 | 16,70 |
| 7 | Грининская | 168,90 | 18,50 | 101,70 | 16,90 |
| 8 | Армения Доран | 171,10 | 18,90 | 111,20 | 18,60 |
| 9 | Глазновская | 182,90 | 17,10 | 83,10 | 16,07 |
| 10 | Памир | 200,00 | 19,98 | 134,06 | 15,50 |
| 11 | Алжир | 229,60 | 18,50 | 149,70 | 17,90 |
| 12 | Высокорослая зеленая | 158,50 | 18,72 | 81,30 | 16,10 |

*Таблица 3*

**Влияние агротехнических приёмов (вершкование и пасынкование) на химический состав махорочного сырья, 2019 г.**

| Ботанический сорт | Способ подготовки растений к уборке | Содержание в махорочном сырье, % | | |
|---|---|---|---|---|
| | | никотин | углеводы | белки |
| *1* | *2* | *3* | *4* | *5* |
| Эльман | вершкованные | 9,1 | 1,4 | 7,9 |
| | невершкованные | 4,2 | 0,8 | 8,4 |
| Шведе | вершкованные | 9,3 | 2,4 | 7,2 |
| | невершкованные | 3,6 | 1,7 | 7,6 |
| Подгорная | вершкованные | 8,9 | 3,0 | 7,2 |
| | невершкованные | 4,1 | 1,8 | 7,9 |
| Высокорослая зеленая | вершкованные | 11,0 | 4,0 | 6,8 |
| | невершкованные | 4,3 | 2,2 | 7,2 |
| Красный Кут | вершкованные | 9,2 | 2,9 | 8,3 |
| | невершкованные | 3,3 | 1,8 | 9,5 |
| Армения Доран | вершкованные | 8,2 | 5,0 | 7,8 |
| | невершкованные | 3,2 | 2,7 | 8,6 |
| Грининская | вершкованные | 8,1 | 4,9 | 6,8 |
| | невершкованные | 4,9 | 3,0 | 7,8 |
| Абисиная | вершкованные | 9,1 | 4,3 | 7,0 |
| | невершкованные | 4,0 | 2,2 | 7,6 |
| Глазновская | вершкованные | 9,1 | 2,9 | 7,3 |
| | невершкованные | 4,6 | 1,4 | 7,8 |

*Окончание табл. 3*

| *1* | *2* | *3* | *4* | *5* |
|---|---|---|---|---|
| Абхазия Сухуми | вершкованные | 8,6 | 6,8 | 7,5 |
| | невершкованные | 4,3 | 3,5 | 8,1 |
| Памир | вершкованные | 8,4 | 2,2 | 8,1 |
| | невершкованные | 4,6 | 1,5 | 8,4 |
| Алжир | вершкованные | 9,7 | 1,0 | 7,0 |
| | невершкованные | 4,1 | 0,7 | 8,0 |

## Литература


1. Алёхин С.Н. Особенности возделывания махорки в России. Часть 1 // Tobacco – РЕВЮ. 2013. № 4. С. 56-59.

2. Псарёв Г.М. Культура махорки. М.: Сельхозгиз, 1947. 188 с.

3. Алёхин С.Н. Особенности возделывания махорки в России. Часть 2 // Tobacco – РЕВЮ. 2014. № 2. С. 40-43.

4. Дмитриев М.Ф. Фёдоров Н.Т., Губанова М.М. Совершенствование технологии возделывания и сушки махорки // Совершенствование организации и технологии производства табака и махорки: сб. науч.-исслед. работ / ВИТИМ. Краснодар, 1986. Вып. 174. С. 34-40.

5. Власов В.И. Пути и методы управления содержанием никотина в табаке, махорке и их дыме (обзор). М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1975. 32 с.

6. Amanda Thompson, William T. Willian, Rebecca Gilfillen, Byron Sleugh. Efficacy of Sucker Control Method and Effect of Topping Height on Axillary Bud Growth in Dark Fire-Cured Tobacco // Western Kentucky University. 2001. 25 p.

7. Shahram Biglar Poor Sadri, Hamid Dehghan Zade. Effects of topping and suckericide on leaf quality of tobacco (Nicotiana tabacum) // International journal of Advanced Biological and Biomedical Research. 2014. Vol. 2. Issue 3. P. 723-731.

8. Mitchell D. Richmond. Chemical topping burley tobacco. Theses and Dissertations-Plant and Soil Sciences, 2018. 128 p. URL: https://uknowledge.uky.edu/pss_etds/103/ (accessed 26 January 2021).

9. Санин М.Ю., Плотникова Т.В. Вершкование и пасынкование растений табака. Значение, механизмы и химические средства (обзорная статья) // Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции: матер. III Междунар. науч.-практ. конф. (8–19 апреля 2019 г., г. Краснодар). Ч. 1. С. 362-270. URL: http://vniitti.ru/conf/conf2019/sbornik_conf_2019_.pdf.

10. Дмитриев М.Ф. Пути повышения содержания никотина в махорочном сырье // Табак. 1987. № 3. С. 36-39.

11. Chandnani J.J., Thomas A.I. Preliminary studies on topping and suckering in hookah tobacco (*Nicotiana rustica*) // Indian Journal of Agronomy. 1960. Vol. 4. P. 144-147.

12. Практическое руководство по возделыванию махорки (*Nicotiana rustica*): Пособие для начинающих. Краснодар, 2015. 27 с.

13. Bolsunov I. Results of topping and pruning trials with Austrian tobacco varieties // Fachliche Mitteilungen der Osterreichischen Tabakregie. 1953. P. 17-23.

14. Сорта табака и махорки отечественной и зарубежной селекции / под ред. В.И. Новосилетского, В.Г. Каменобродской. Кишинев: ШТИИНЦА, 1984. Часть III. С. 3.

УДК 631.358: 633.71

# СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТАБАЧНОГО СЫРЬЯ

**Виневская Н.Н.,** *канд. техн. наук,* **Огняник А.В.,** *канд. техн. наук,* **Ульянченко Е.Е., Бубнов Е.А.,** *канд. техн. наук,* **Чернов А.В., Лопатин В.С.**

Одним из основных направлений научной деятельности лаборатории машинных агропромышленных технологий является разработка современных средств механизации для производства табака, табачного сырья и промышленной его переработки с целью получения высококачественной табачной продукции и эффективного применения в ресурсо- и энергосберагающих технологиях.

В отечественной и зарубежной практике для обработки почвы широкое распространение получили рабочие органы в виде Г-образных ножей. Такие ножи не только рыхлят почву, но и хорошо подрезают сорняки. Процесс работы ножей характеризуется положением оси вращения ротора и направлением вращения по отношению к поступательному движению машины.

В лаборатории машинных агропромышленных технологий разработан рабочий орган «Мостовое шасси», предназначенный для использования на типовых механизированных парниках при выращивании рассады для выполнения различных технологических операций посредством сменных рабочих органов, фрезерного культиватора, гидравлической сеялки, устройства для полива.

Проведены исследования и обоснованы параметры и режимы работы, фрезерного культиватора с реверсивным режимом работы для механической обработки почвы в парниках (рис. 1).



Рис. 1. Положение оси ротора с фрезами, испытание фрезерного культиватора

При реверсивном режиме, если в процессе работы нож начинает отрезать почвенную стружку с поверхности поля, то вращение ротора называют прямым, если от дна борозды к поверхности поля, то вращение ротора называют обратным. Для анализа параметров и режимов работы активных рабочих органов воспользовались показателем кинематического режима λ.

$$\lambda = \frac{U_{\text{фрез}}}{V_{\text{м}}},$$

где $U_{\text{фрез}}$ – окружная скорость вращения рабочих органов фрезы, м/с;
$V_{\text{м}}$ – скорость движения рабочего органа (мостового шасси).

При обосновании параметров машин для обработки почвы с активными рабочими органами кинематический показатель λ принимают, исходя из энергетических затрат и степени крошения почвы, зависящей от подачи на нож.

По результатам исследований при прямом и обратном вращении ножей ротора фрезерного культиватора построены номограммы определения высоты гребней на дне борозды в зависимости от кинематического показателя λ и радиуса фрезы. Сравнительный анализ влияния кинематического показателя λ и направления вращения ножей на высоту гребней на дне борозды при радиусе ножа R = 0,15 м, представлен на рисунке 2.

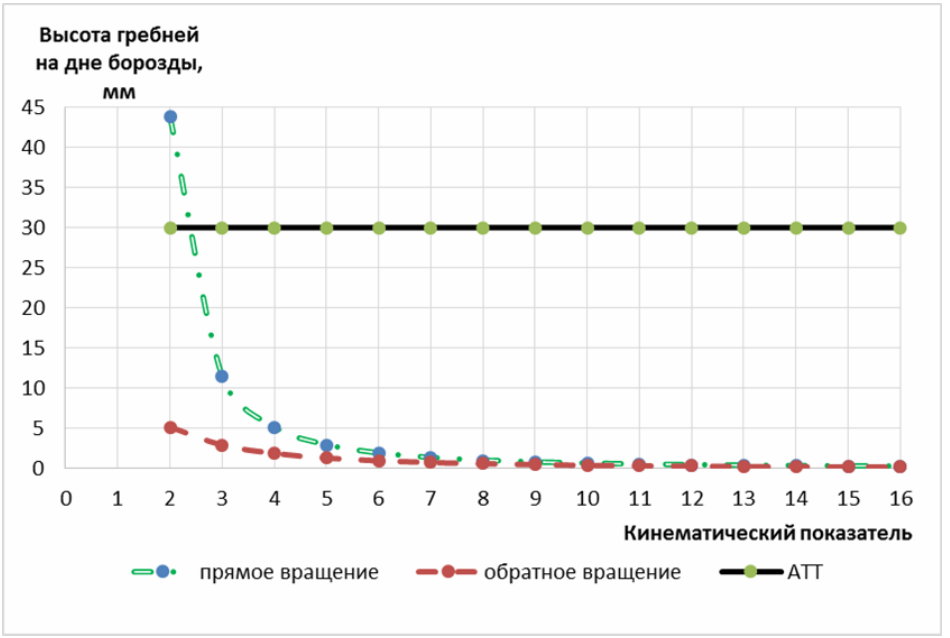
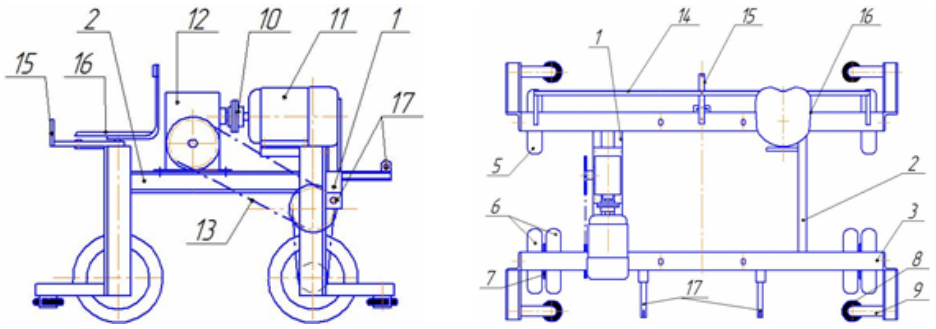



Рис. 2. Влияние кинематического показателя λ и направления вращения ножей на высоту гребней на дне борозды при радиусе ножа R = 0,15 м

Установлено, что режим вращения активных рабочих органов с горизонтальной осью вращения по кинематическому показателю λ, следующий: при критическом λ = 2,5 высота гребней на дне борозды при прямом вращении в 10,7 раза больше, чем при обратном вращении; при λ = 4 высота гребней при прямом вращении в 2,7 раза больше, чем при обратном вращении; равенство высоты гребней $h_{\text{гр.прям.вращ.}} = h_{\text{гр.обр.вращ.}} = 0{,}38$ мм наблюдается при кинематическом показателе λ > 10. Выбор прямого или обратного режима работы фрез зависит от технологической задачи (прополка или чистовое рыхление почвы).

В процессе испытания фрезерного культиватора были выявлены следующие недостатки: недостаточная устойчивость при увеличении нагрузки на опорные колеса, отсутствие рулевого управления, необходимого при перемещении шасси с парника на парник и по территории парников, что вызвало в дальнейшем необходимость доработки конструкции мостового шасси. С целью увеличения мобильности и устойчивости мостового шасси, задние опорные колеса были выполнены сдвоенными и приводными, за счет перестановки приводной балки со звездочкой для цепной передачи от привода, передние опорные колеса были выполнены поворотными, управляемыми рычажным механизмом, закрепленным на мостовой балке, мостовую балку оснастили элементами крепления сидения оператора, для создания противовеса при движении шасси с консольно – расположенным фрезерным культиватором (рис. 3).




1, 2, 3, 4 – мостовая балка с поперечными и продольными брусьями,
5 – передние опорные колеса, 6, 7 – сдвоенные задние опорные колеса
со звездочкой, 8, 9 – стабилизирующие колеса, 10, 11, 12, 13 – привод шасси,
14, 15 – рычажный механизм, 16 – сидение оператора

Рис. 3. Мостовое шасси (вид сбоку и вид сверху)

Новизна и практическая значимость модернизированной конструкции шасси подтверждена патентом РФ на изобретение [1].

Известно выращивание рассады классическим способом, принятым в хозяйствах, например, в парниках. Для выращивания рассады табака за рубежом, а также различных рассадных культур в РФ широкое применение получили ячеистые кассеты, их применение создает пред-

посылки для полной механизации процесса посадки рассады посредством рассадопосадочных машин, и тем самым освободить сажальщиков от утомительного и монотонного ручного труда на операции подачи рассады в захваты посадочного аппарата, а также позволяет повысить производительность и качество посадки рассады.

По направлению механизации процесса высадки рассады из такого рода кассет, сотрудниками лаборатории машинных агропромышленных технологий проведены теоретические исследования, разработана схема и экспериментальный образец автоматического устройства подачи рассады, выращенной в кассетах, к рассадопосадочной машине.

Проведены испытания на разработанном единичном узле выталкивателя экспериментального образца автоматического устройства подачи рассады, определены основные параметры работы устройства, проведена их оптимизация с расчетом многофакторного эксперимента по усилию выталкивания рассады из ячейки кассеты (рис. 4).



Рис. 4. Кассета и единичный узел выталкивателя

Получено уравнение регрессии усилия на выталкивание:

$$Y = -0{,}02237X_1^2 + 0{,}0005X_2^2 - 0{,}41653X_3^2 + 0{,}00057X_1X_2 + \\ + 0{,}0058X_1X_30{,}2494X_2X_3 + 1{,}69499X_1 - 0{,}24749X_2 + 3{,}8366X_3 - \\ - 36{,}2258,$$

где $X$ – масса земли в ячейке, г
$X_2$ – скорость хода штока, мм/с
$X_3$ – диаметр выталкивателя, мм

Оптимизированы значения режимных параметров выталкивателя:
- масса земли в ячейке 39,5 г;
- скорость хода толкателя 59,7 мм/с;
- диаметр выталкивателя 6,67 мм.

Изобретательский уровень, новизна и практическая значимость разрабатываемого устройства подтверждена патентом РФ на изобретение [2].

Проводится разработка экспериментального образца автоматического устройства подачи рассады по полученным и оптимизированным основным параметрам усилия выталкивания.

Экспериментальная установка для конечной очистки семян табака, разработанная лабораторией машинных агропромышленных технологий, представлена на рисунке 5.



Рис. 5. Установка для конечной очистки семян табака

Экспериментально обоснована оптимальная конструкция всасывающего сопла для конечной очистки семян табака. Установка используется для очистки семян лабораторией селекционно-генетических ресурсов.

На экспериментальной установке рабочего органа для обмолота соцветий табака проведены исследования дифференцированного многократного обмолота соцветий (рис. 6).

Проведены экспериментальные исследования по обоснованию способа дифференцированного обмолота соцветий табака с неодновременно созревающими семенами, заключающегося в учете различных значений усилий излома и отрыва коробочек с различной степенью зрелости.

По результатам экспериментальных исследований выведено аналитическое выражение для определения минимальной частоты вращения битера рабочего органа для многократного обмолота соцветий, получено аналитическое выражение для определения пропускной способности устройства для сбора семян табака и разработана номограмма, исследованы факторы, влияющие на количество воздействий бичей битера на соцветия, обоснованы параметры процесса сепарации семян в устройстве. Теоретические и экспериментальные исследования позволили усовершенствовать экспериментальный образец рабочего органа для обмолота соцветий табака (рис. 7). Новизна и практическая значимость усовершенствованного устройства подтверждена патентом РФ на изобретение [3].

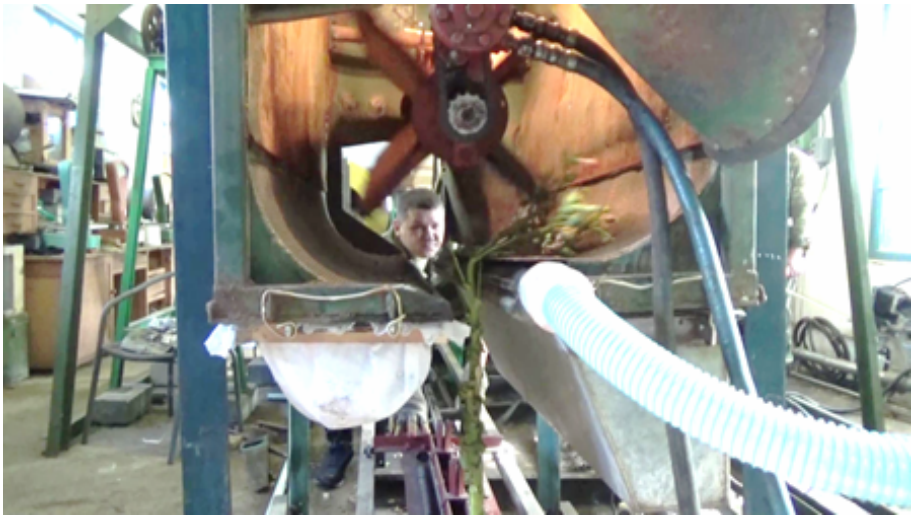


Рис. 6. Лабораторные испытания рабочего органа для обмолота соцветий табака

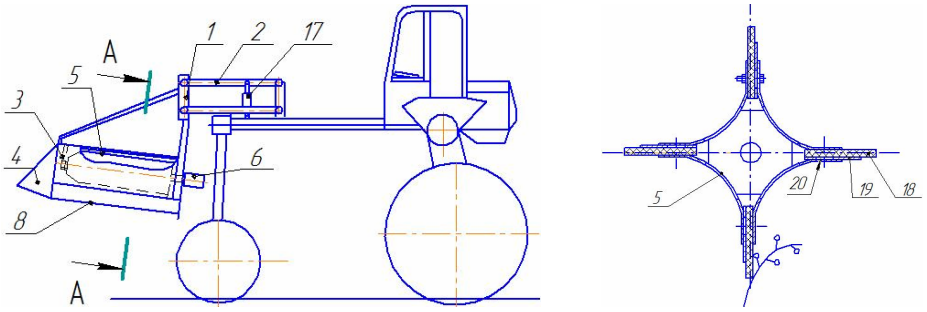
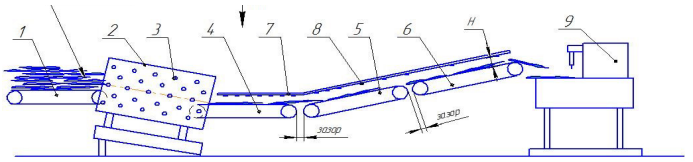



Рис. 7. Агрегат для сбора семян табака, лопастной битер

Устройство для сбора семян табака содержит раму, корпус, в котором размещен лопастной очесывающий битер, бункер из двух отсеков, установленный под рабочей зоной сетки корпуса, поворотный воздуховод с щелевым соплом, направленным в сторону рабочей зоны. Лопастной битер оснащен сменными эластичными бичами, имеющими различную жесткость, которая дополнительно регулируется выдвижными пластинами. Сменные бичи битера различной жесткости обеспечивают качество и полноту очеса семян по мере их созревания при многократном сборе.

Производство табачного сырья – трудоемкая и длительная по времени технология. Основная масса времени при получении сырья приходится на сушку листьев. В естественных погодных условиях сроки высушивания листьев достигают до 25–30 суток, особенно для крупнолистных сортов табака с массивной средней жилкой. Поиск физических методов ускорения сушки листьев табака, по примеру раститель-

ного сырья и фруктов, является актуальной задачей. В лаборатории исследован метод магнитной обработки листьев при подготовке их к сушке. Исследования проводили на модернизированном, путем установки устройства для обработки листьев магнитным полем, экспериментальном оборудовании «Линия подготовки табака к сушке» (рис. 8). Технология и устройство защищено патентом РФ на изобретение [4].




1 – подающий транспортер; 2, 3 – барабан расщипки; 4 – выносной транспортер; 5, 6 – растягивающие транспортеры; 7, 8 – экран с магнитами; 9 – табакопришивная машина

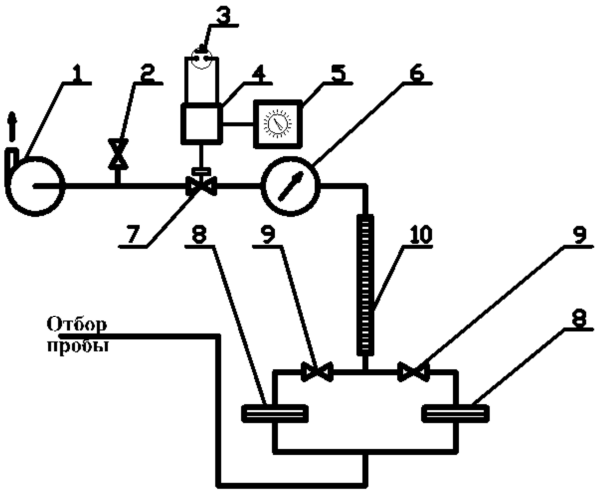


Рис. 8. Линия подготовки табака к сушке с устройством для обработки листьев магнитным полем, размещение линий магнитов над транспортерами

В ходе многочисленных экспериментов изучено влияние градиентного воздействия постоянного магнитного поля (ГВПМП) и установлены эффективные режимы обработки листьев табака на экспериментальной линии подготовки табака к сушке в границе частот 3,3 Гц, 16,0 Гц, 19,2 Гц, при которых при постоянной напряженности поля и перепадах частот по линиям магнитов установлено: интенсификация процесса сушки в фазе томления листьев достигает 15%, происходит улучшение курительных свойств, за счет повышения углеводно-белкового соотношения, и технологических свойств, с сохранением или снижением расхода сырья при производстве курительных изделий. При этом не отмечено ухудшения товарного качества при интенсификации химических преобразований в листьях в процессе ускоренной сушки.

Для проведения лабораторных исследований по прокуриванию и сбору влажного конденсата дыма кальяна необходимы условия, обеспечивающие более однородные условия сбора конденсата. Для решения этой задачи в лаборатории разработано устройство, включающее последовательно соединенные между собой вакуумный насос, вентиль, газосчетчик, ротаметр, фильтр-ловушки с вентилями и электромагнитный клапан, установленный между вентилем и газосчетчиком, содержащий блок управления с реле времени, запускаемый кнопкой управления. Устройство, таким образом, обеспечивает необходимые условия и автоматизацию управления процессом (рис. 9).

Новизна и практическая значимость устройства подтверждена патентом РФ на полезную модель [5].




1 – вакуумный насос, 2 – вентиль, 3 – кнопки управления, 4 – блок управления, 5 – реле времени, 6 – газосчетчика, 7 – электромагнитный клапан, 8 – фильтр-ловушка, 9 – вентилиь, 10 – ротаметр

Рис. 9. Схема устройства для сбора влажного конденсата дыма кальяна

## Литература

1. Патент на изобретение № 2816220. Мостовое шасси / И.Б. Поярков, Н.Н. Виневская, А.В. Огняник, Г.И. Чаленко, В.С. Лопатин. Заявка № 2023124228; опубл. 27.03.2024, Бюл. № 9.

2. Патент на изобретение № 2800822. Автомат для подачи рассады к посадочному аппарату / Е.И. Виневский, В.С. Лопатин, А.А. Шухов, И.Б. Поярков, В.А. Саломатин, Л.П. Пестова, Н.Н. Виневская. Заявка № 2022121834; опубл. 28.07.2023, Бюл. № 22.

3. Патент на изобретение № 2737884. Устройство для сбора семян табака и махорки / И.Б. Поярков, В.А. Саломатин, О.В. Трощий, Е.И. Виневский. Заявка № 2020122453; опубл. 04.12.2020, Бюл. № 34.

4. Патент на изобретение № 2753311. Технологическая линия подготовки табака к сушке / Е.И. Виневский, А.В.Чернов, В.А. Саломатин, Е.Е. Ульянченко, Л.П. Пестова. Заявка № 2020132335; опубл. 13.08.2021, Бюл. № 23.

5. Патент на изобретение № 212802. Устройство для сбора влажного конденсата дыма кальяна / Е.А. Бубнов, С.В. Гвоздецкая. Заявка № 2022102274; опубл. 09.08.2022, Бюл. № 22.

УДК 663.97.051.1

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ СУШКИ ЛИСТЬЕВ ТАБАКА

**Виневская Н.Н.,** *канд. техн. наук,* **Ульянченко Е.Е.,**
**Огняник А.В.,** *канд. техн. наук*

Российский рынок табака входит в пятерку крупнейших в мире по объему потребления и продаж, но производство отечественного табачного сырья в промышленных масштабах ограничено, что ставит под угрозу продовольственную безопасность страны. В рамках реализации общей программы импортозамещения в РФ, следует особое внимание уделить возможности возрождения отечественного табаководства и использование в курительных изделиях сортов восточных табаков российского производства, обуславливающих высокое качество готовой продукции за счет своих естественных вкусо-ароматических особенностей, снижение использования искусственных и химических заменителей табака. Производство табачного сырья – трудоемкая, материально и энергозатратная технология. Поиск методов снижения ресурсов и сроков производства табачного сырья на стадии послеуборочной обработки с сохранением качества сырья, является актуальной задачей.

Одним из перспективных направлений является сокращение сроков процесса сушки за счет использования различных физических методов воздействия на лист и среднюю жилку путем разрушение эпидермиса средней жилки, магнитной обработки, применения СВЧ-излучения. Такие методы обработки широко применяются на различном сельскохозяйственном сырье. Адаптация их применительно к производству табачного сырья имеет высокие перспективы и требует научно-исследовательских подходов по данному направлению.

Целью исследований являлось совершенствование технологии подготовки свежеубранных листьев табака к сушке и непосредственно сушки за счет применения физических методов обработки листьев для интенсификации процесса сушки, снижения трудовых и энергетических затрат и улучшения качества табачного сырья.

В процессе исследований методов и способов интенсификации сушки растительных материалов, овощей и фруктов, а так же табачных листьев опирались на опыт ученых – исследователей различных областей перерабатывающей отрасли, в том числе ученых нашего института А.Г. Петренко, В.В. Ченникова, А.И. Ястребовой, Г.В. Наливко, Е.А. Тимошенко, В.В. Ивченко, А.И. Петрий, Е.И. Виневского и др.

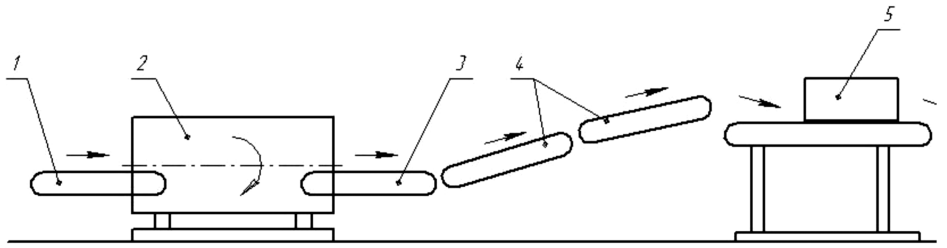
Исследования проводили по направлению применения физического метода – приема прорезания средней жилки свежеубранного листа.

В ходе исследований изучали влияние применения физического метода обработки листьев на сокращение времени сушки листьев, из-

менение качества табачного сырья, снижение при этом трудовых и энергетических затрат.

Выбор того или иного физического метода воздействия в зависимости от условий производства определяется возможностью его применения в действующей технологии без нарушения единого технологического процесса.

При усовершенствовании технологической схемы послеуборочной обработки листьев в едином потоке предусматривали использование технологического оборудования, на котором можно было бы применить метод прорезания средней жилки, путем его модернизации и установки соответствующих узлов, обеспечивающих выполнение указанного метода. В качестве такого «базового» оборудования был использован опытный образец технологической линии подготовки табака к сушке с высокой производительностью – 370 кг/ч, осуществляющей основные технологические операции на соответствующих элементах линии: подачу массы листьев на транспортер 1, очистку листьев в барабане 2, подачу с выравниванием потока и ориентацией единичных листьев на транспортерах 3, 4, подачу листьев на табакопришивную машину 5 для закрепления на шнур (рис. 1).




1 – подающий транспортер, 2 – барабан расщипки, 3 – консольный выносной транспортер, 4 – растягивающие транспортеры, 5 – табакопришивная машина

Рис. 1. Технологическая схема базовой технологической линии для подготовки табака к сушке на шнурах

В зависимости от поставленных задач в процессе исследований устройство линии претерпело ряд модернизаций, с целью осуществления технологических приемов и методов, которые были зарегистрированы в качестве изобретений и получены патенты [1, 2, 3].

При исследовании метода прорезания средней жилки на «базовой» технологической линии подготовки табака к сушке решались следующие задачи:

– обосновать целесообразность процесса предварительного томления свежеубранных листьев табака перед загрузкой на технологическую линию;

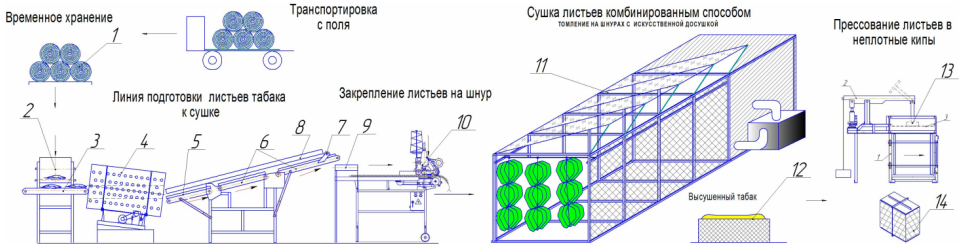
– исследовать применение приема прорезания средней жилки на линии листьев различных сортов и ярусов уборки;

– установить влияние приема прорезания средней жилки листьев на интенсификацию процесса их сушки и качественные показатели табачного сырья;

– установить наиболее эффективный способ сушки листьев крупнолистных сортов табака с прорезанной средней жилкой;

– определить влияние прорезания средней жилки на усилие ее расплющивания в высушенном сырье.

При решении каждой задачи проводили соответствующие исследования и модернизировали базовую технологическую линию подготовки табака к сушке, которая была встроена в технологическую схему послеуборочной обработки листьев в едином потоке (рис. 2).



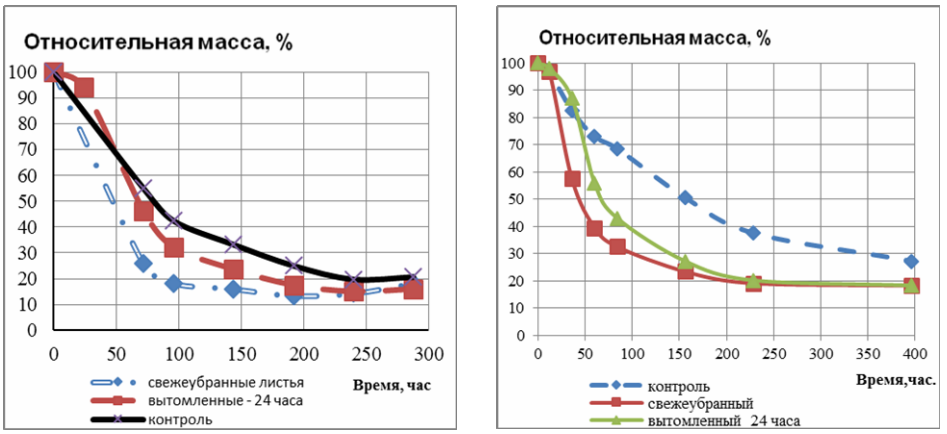

1 – рулоны с листьями, 2 – устройство разгрузки рулона, 3 – транспортер подачи, 4 – барабан расщипки и очистки листьев от минеральных примесей, 5 – транспортер выгрузки, 6 – растягивающие транспортеры, 7 – прорезатель, 8 – экран с магнитами, 9 – сборный транспортер, 10 – табакопришивная машина, 11 – установка для комбинированной сушки листьев на шнурах, 12 – бункер, 13 – пресс, 14 – кипа табака

Рис. 2. Технологическая схема послеуборочной обработки листьев табака

Целесообразность процесса предварительного томления свежеубранных листьев табака перед загрузкой на технологическую линию обусловлена тем, что при прорезании жилки на свежеубранном листе идет разбрызгивание сока на пластинку листа, что снижает качество сырья. При разработке технологической схемы послеуборочной обработки листьев, было рациональным связать в едином потоке уборку и подготовку к сушке, и при этом решить технологическую задачу предварительного томления листьев. Такой способ был найден. Процесс предварительного томления листьев было предложено осуществить при транспортировании и кратковременном хранении перед загрузкой на линию подготовки табака к сушке, в накопителе рулонного типа во влаговпитывающем, воздухопроницаемом материале. Исследованиями подтверждено, что кратковременное хранение листьев в рулонном накопителе возможно до 2-х суток, без снижения качества, со снижением их влагосодержания на 8–12%. Частично вытомленные и потерявшие тургор листья при прорезании жилки устраняли проблему активного соковыделения. Для решения технологической задачи предварительного томления и применение метода прорезания средней жилки на базо-

вой технологической линии для подготовки табака к сушке были разработаны: устройство для разгрузки рулонов поз. 2 и узел прорезателя, установленный в конце транспортеров поз. 6 (рис. 2).

Проводили исследования прорезания средней жилки на линии листьев сорта Трапезонд 204 1–2 и 3–4 ломки с последующей их сушкой естественным, комбинированным и искусственным способами. Изучали динамику убыли влаги в процессе сушки по убыли относительной массы листьев (рис. 3) и определяли влияние метода прорезания средней жилки на изменение качественных показателей табачного сырья (табл. 1, табл. 2).




1–2 ломка 3–4 ломка

Рис. 3. Динамика убыли относительной массы листьев в процессе естественной сушки табака сорта Трапезонд 204

Обоснована целесообразность томления свежеубранных листьев табака в процессе их транспортирования и кратковременного хранения (1 сутки) в транспортно-технологической емкости рулонного типа с последующим прорезанием средней жилки листьев в едином технологическом процессе подготовки листьев табака к сушке. Доказано, что прием прорезания жилки по сравнению с существующей технологией способствует интенсификации процесса сушки в 2,5 раза (рис. 3).

Прорезание жилки на вытомленном листе улучшает товарную сортность на 8–12%, не ухудшает технологические свойства в сравнении с контролем, не повышает условный расход сырья, а на 1–2 ломке при прорезании свежеубранного листа увеличивается выход волокна и снижается расход сырья на 8–10% (табл. 1).

Прорезание средней жилки способствует улучшению курительных свойств, повышается углеводно-белковое соотношение в химическом составе сырья в 1,1–4,6 раза за счет интенсификации сушки и сохранения при этом уровня углеводов, снижает уровень никотина, следовательно, уменьшается токсичность полученного табачного сырья (табл. 2.).

*Таблица 1*

**Товарное качество и технологические свойства табака сорта Трапезонд 204**

| № образца | Наименование | Выход I сорта, % | Фракционный состав, среднее значение, % | | | Средняя влажность при резании Wcp, % | Удельный объём, $см^3/г$ | Условный расход, г на 1000 шт. сигарет |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | волокно, % | мелочь % | пыль, % | | | |
| 1–2 ломка | | | | | | | | |
| 1 | Трапезонд 204, контроль | 88,33 | 90,27 | 8,82 | 0,97 | 19,27 | 4,57 | 857,76 |
| 2 | Трапезонд 204, прорезанный, свежеубранный | 75,01 | 93,18 | 10,25 | 1,20 | 19,32 | 5,22 | 751,62 |
| 3 | Трапезонд 204, прорезанный, вытомленный 1 сутки | 77,39 | 87,96 | 10,66 | 1,37 | 19,12 | 4,7 | 834,0 |
| 3–4 ломка | | | | | | | | |
| 4 | Трапезонд 204, контроль | 96,0 | 94,19 | 5,46 | 0,33 | 20,57 | 5,2 | 753,8 |
| 5 | Трапезонд 204, прорезанный, свежеубранный | 79,3 | 92,83 | 6,84 | 0,32 | 21,06 | 4,59 | 854,0 |
| 6 | Трапезонд 204, прорезанный, вытомленный 1 сутки | 92,2 | 94,05 | 5,51 | 0,43 | 21,46 | 5,03 | 779,7 |

*Таблица 2*

**Химический состав сырья табака сорта Трапезонд 204**

| № образца | Сорт | Никотин, % | Углеводы, % | Белки, % | Хлор, % | Число Шмука | Дегустационная оценка, балл |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1–2 ломка | | | | | | | |
| 1 | Трапезонд 204, контроль, свежеубранный | 1,4 | 1,6 | 6,5 | 0,9 | 0,24 | 65 |
| 2 | Трапезонд 204, прорезанный, свежеубранный | 1,2 | 7,7 | 7,0 | 0,6 | 1,10 | 65 |
| 3 | Трапезонд 204, прорезанный, вытомленный 1 сутки | 1,0 | 5,0 | 7,4 | 1,0 | 0,67 | 60 |
| 3–4 ломка | | | | | | | |
| 4 | Трапезонд 204, контроль, свежеубранный | 2,2 | 1,8 | 6,4 | 0,7 | 0,28 | 70 |
| 5 | Трапезонд 204, прорезанный, свежеубранный | 1,7 | 3,1 | 6,7 | 0,5 | 0,46 | 73 |
| 6 | Трапезонд 204, прорезанный, вытомленный 1 сутки | 2,1 | 2,4 | 7,0 | 0,6 | 0,34 | 72 |

*Таблица 3*

**Основные показатели качества сорта Юбилейный Новый 142 при естественной, искусственной и комбинированной сушке**

| № образца | Наименование | I сорт, % | Волокно, % | Удельный объем, $см^3/г$ | Условный расход, г на 1000 шт. | Никотин, % | Углеводы, % | Число Шмука |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Юбилейный Новый 142, естественная сушка, контроль | 85,2 | 86,71 | 5,22 | 751 | 1,2 | 4,2 | 0,70 |
| 2 | Юбилейный Новый 142, естественная сушка, прорезанный | 79,8 | 92,96 | 5,12 | 766 | 1,1 | 3,4 | 0,50 |
| 3 | Юбилейный Новый 142, искусственная сушка, контроль | 95 | 86,44 | 5,82 | 674 | 1,6 | 4,2 | 0,55 |
| 4 | Юбилейный Новый 142, искусственная сушка, прорезанный | 97 | 91,46 | 6,10 | 643 | 1,4 | 4,2 | 0,60 |
| 5 | Юбилейный Новый 142, комбинированная сушка, контроль | 96 | 80,82 | 6,04 | 649 | 1,3 | 1,9 | 0,33 |
| 6 | Юбилейный Новый 142, комбинированная сушка, прорезанный | 98 | 94,02 | 6,10 | 643 | 0,8 | 7,3 | 1,06 |

Обоснован наиболее эффективный способ сушки листьев крупнолистных сортов табака с прорезанной средней жилкой на примере сорта Юбилейный новый 142 (табл. 3).

Сравнительный анализ показателей качества при сушке естественным, комбинированным и искусственным способами показал значительное повышение качества и снижение токсичности в условиях его комбинированной сушки: в сравнении с естественной сушкой, выход I товарного сорта увеличился на 22%; условный расход сырья на единицу курительных изделий снизился на 20%; углеводно-белковое соотношение в химическом составе сырья выше в 2,1 раза, в связи с чем, предложена технологическая схема послеуборочной обработки листьев табака в едином потоке комбинированным способом (рис. 2).

Прорезанием средней жилки разрушается ее структура и при тепло-влажностной обработке она становится более эластичной. Выдвинута гипотеза, что прием прорезания жилки, изменяющий структуру, снизит энергозатраты при ее плющении и резке для использования в составе мешки курительных изделий. Проведены исследования по определению усилий плющения высушенной жилки (рис. 4).

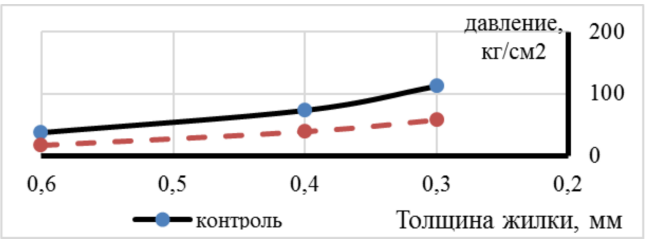



Рис. 4. Зависимость усилия плющения и толщины расплющивания жилки

Установлено, что разрушающая нагрузка при равновесной влажности у прорезанной жилки меньше в 2,2 раза в сравнении с контролем, что позволит снизить энергетические затраты при плющении.

Экономическая эффективность применения приема прорезания в усовершенствованной технологии подготовки табака к сушке позволит снизить прямые эксплуатационные затраты в расчете строительства сушильного комплекса на 1 га 400 тыс. руб./тонну сырья, удельные капитальные затраты в 1,9 раза, трудозатраты в 1,18 раза и увеличить оборачиваемость сушильных сооружений.

## Литература

1. Патент на изобретение № 2696873. Линия загрузки листьев табака из рулонных накопителей в контейнер / Н.Н. Виневская, Е.Е. Ульянченко, И.Б. Поярков, Е.И. Виневский, В.А. Саломатин, Л.П. Пестова. Заявка № 2018141506; опубл. 07.08.2019, Бюл. № 22.

2. Патент на изобретение № 2608149. Линия загрузки листьев табака в контейнер / Е.И. Виневский, Е.Е. Ульянченко, В.А. Саломатин. Заявка № 2015149536; опубл. 03.03.17, Бюл. № 7.

3. Патент на изобретение № 2641866. Линия загрузки листьев табака в контейнер / И.Б. Поярков, Е.И. Виневский, Е.Е. Ульянченко, В.А. Саломатин, И.И. Кащеев. Заявка № 2017118828; опубл. 22.01.2018, Бюл. № 2.

4. База данных № 2020621489. Эффективность применения физического метода прорезания средней жилки табачных листьев на различных сортах табака для интенсификации процесса сушки / Е.Е. Ульянченко, Е.И. Виневский, Н.Н. Виневская, А.В. Огняник. Заявка № 2020621394/69; заявл. 12.08.2020; опубл. 20.08.2020, Бюл. № 8.

УДК 339.13:663.97 (470)

## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ РОССИЙСКОГО РЫНКА ТАБАКА

**Саломатин В.А.,** *д-р экон. наук,* **Романова Н.К.,** *канд. экон. наук*

Впервые научно-исследовательские работы по экономике и организации труда в табаководстве начаты в 1929 г., когда в Краснодаре на базе Екатеринодарской лаборатории опытного табаководства (1914 г.) создан Центральный институт опытного табаководства (1926 г.), преобразованный в Государственный институт табаковедения (1927 г.).

В этот период зарождения отечественного табаководства научному обеспечению экономики и организации коллективного табачного производства было уделено особое значение. Статистический материал по экономике табаководства в СССР и капиталистических странах послужил началом разработки научных основ организации крупного сельскохозяйственного табачного производства.

В 1940 г. организован отдел экономики и организации табачно-махорочного производства, который на основе обобщения практики передовых хозяйств разрабатывал рациональные формы организации труда по возделыванию и обработке табака и махорки.

В послевоенное время, по заданию Министерства пищевой промышленности СССР, отдел экономики принимает участие в разработке перспективного плана развития сырьевой базы табачной промышленности и, в первую очередь, путём введения культуры табака в сельское хозяйство Средней Азии и Закавказья.

Начиная с 1965 г., в экономических исследованиях важное место занимают проблемы изучения современного состояния экономики табаководства в регионах страны, выявления тенденций и закономерностей развития отрасли в условиях интенсификации сельского хозяйства, разработки и обоснования приоритетных направлений укрепления экономи-

ки и повышения экономической эффективности табачного производства. Впервые за всю историю табаководства институт создал фонд статистических данных о табаководстве СССР, вплоть до отдельных хозяйств.

Отечественное табаководство более чем на 90 % обеспечивало потребности страны в табачном сырье.

В 90-е годы прошлого столетия в связи с образованием Российской Федерации и переходом сельского хозяйства к рыночной экономике коренным образом изменились направления научных исследований по экономике и организации табачного производства в России. В 1988 г. институт был объединён с Краснодарским научно-исследовательским институтом пищевой промышленности (КНИИПП), где успешно и эффективно велись исследования по экономике табачной промышленности и табачно-ферментационного производства. В этот период рыночного формирования экономики табачного производства научные исследования сосредоточивались на проблеме изучения организационно-экономических основ теории и практики хозяйствования в условиях формирования рыночных отношений.

Начиная с 2000 г., ведётся мониторинг экономики табачного производства, обосновываются технико-экономические параметры сельскохозяйственного табачного производства и его промышленной переработки, структурные сдвиги в формировании потребительского табачного рынка [1].

Рассматривая итоги научных исследований по экономико-организационным проблемам зарождения и развития табачной отрасли следует отметить, что они выполнялись на необходимом организационно-методическом уровне и направлялись на решение актуальных проблем укрепления экономики табаководства и табачной промышленности.

Сложившиеся новые экономические отношения привели к появлению на табачном рынке России транснациональных табачных компаний. В результате сегодня в России и, в первую очередь, на Кубани, нет собственной табачной промышленности, полностью ликвидирована сырьевая база, закрыты почти все российские табачные фабрики, лидирует частное производство зарубежных компаний, расположенных на территории Российской Федерации.

Используя накопленный опыт, в настоящее время проводится комплексный анализ текущего состояния российского рынка табака, особое внимание уделено вопросам законодательного регулирования табачного рынка и трендов в нём.

Конъюнктура современного рынка табака в Российской Федерации претерпела сильные изменения в последние годы. Современное развитие табачной отрасли в России проходит в сложных условиях хозяйствования при усилении экономических санкций со стороны США и коллективного Запада и ограничения потребления табачных изделий и других никотинсодержащих продуктов, что основывается на «Концепции осуществления государственной политики противодействия по-

треблению табака и иной никотинсодержащей продукции в Российской Федерации на период до 2035 года и дальнейшую перспективу» [2]. Согласно Концепции, число курильщиков среди взрослого населения к 2035 г. должно снизиться до 21 %. За исходные данные приняты значения по итогам 2018 г., согласно которым в РФ зафиксировано 29 % курильщиков среди взрослого населения. Планируется, что к 2025 г. показатели должны снизиться до 26%, к 2030 г. – до 23,5 %. Также должна сократиться розничная продажа сигарет на душу населения, которая, по итогам 2018 г., составила 1,6 тыс. шт., к 2035 г. показатель должен снизиться до 1,0 тыс. шт.

Содержащиеся в Концепции положения развивают правовые основы Федерального закона «Об охране здоровья от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака», 15-ФЗ от 23.02.2013 г. [3]. Основу Концепции составляют основные положения «Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года», утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р, Указ Президента РФ от 20 января 2020 г. № 20 [4].

Согласно «Прогнозу долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 г.», разработанного Минэкономразвития России, акцент государственной демографической политики направлен на формирование здорового образа жизни, осуществление мер по снижению потребления табачной продукции и профилактику курения табака [5].

При сравнительно успешном решении проблемы ограничения потребления табака и изделий из него, в табачной отрасли назревают предпосылки экономического кризиса и, в первую очередь, из-за потери Россией своей табачной независимости. При полном выполнении программы импортозамещения табачного сырья страна, в последнее время, пришла к импортозависимому табачному производству.

В современных условиях хозяйствования экономика табачной отрасли России стратегически направлена на выполнение социальной политики государства по ограничению вредных последствий потребления табака на здоровье населения, не снижая при этом доходы отрасли. В табачной отрасли страны, особенно в последние несколько лет, при стабильном уровне доходов от производства и реализации табачных товаров (сигарет, папирос, сигар и других видов никотиносодержащей продукции) наблюдается явление депрессии при отсутствии стабильного подъёма экономики табачного производства.

В 2023 г. Президент РФ Владимир Путин подписал закон о комплексном регулировании рынка табака. Федеральный закон № 203-ФЗ от 13.06.2023 г. «О государственном регулировании производства и оборота табачных изделий, табачной продукции, никотинсодержащей продукции и сырья для их производства» был разработан для совершенствования государственного регулирования производства и оборота

табачной продукции, никотинсодержащей продукции и сырья для их производства в РФ с установлением специализированного контроля (надзора) в этой сфере [6]. Документом предусматривается лицензирование деятельности в сфере производства и оборота табачной продукции и сырья, установка требований к оборудованию для их производства, в том числе, обязанность по его госрегистрации и консервации в случае неиспользования, регулирование учета продукции и сырья, которое будет основано на системе маркировки «Честный знак». Кроме того, вводится специализированный госконтроль в данной сфере, а также пресечение незаконного производства и оборота продукции и сырья. В частности, предусмотрены основания для их изъятия и последующего уничтожения продукции и оборудования. Помимо этого, закон содержит положения о государственном регулировании цен на табачную и никотинсодержащую продукцию. Для предотвращения незаконного производства табачных изделий, табачной и никотинсодержащей продукции и сырья предлагается установить требования к основному технологическому оборудованию для их производства. Вводится обязанность по его обязательной государственной регистрации. Для учета объема производства и оборота табачной продукции документом предусматривается использование государственной информационной системы мониторинга за оборотом товаров, подлежащих обязательной маркировке средствами идентификации (ГИС МТ). Изъятые из незаконного оборота или конфискованные табачные изделия, табачная продукция, сырье, никотинсодержащая продукция, упаковка, этикетки вывозятся с места изъятия и уничтожаются по решению суда. Оборудование также подлежит утилизации после решения суда. Федеральным органом по контролю и надзору станет Росалкогольрегулирование. Закон наделяет Росалкогольрегулирование полномочиями по контролю (надзору) в области производства и оборота табачных изделий, табачной и никотинсодержащей продукции, а также сырья для их производства. В законе указано на то, что производство и оборот табачной и никотинсодержащей продукции должны осуществляться только с нанесенной на такую продукцию маркировкой.

Таким образом, законодательная база изготовления табачной продукции в стране с каждым годом ужесточается, соответственно, остаётся меньше возможностей у компаний, занимающихся производством табачной продукции, тем не менее, рынок табачной промышленности увеличивается, появляются инновационные продукты, которые востребованы на табачном рынке.

Распространение получают новые виды курительных табачных изделий, потребляемых с помощью социально разработанной курительной принадлежности – устройства для нагревания табака, а также иной никотинсодержащей продукции.

Под никотинсодержащей продукцией понимается продукция, содержащая никотин и предназначенная для потребления никотина любым

способом (за исключением лекарственных средств, зарегистрированных в соответствии с законодательством Российской Федерации), а также устройства для потребления такой продукции. Такая продукция приобрела популярность, особенно среди молодёжи, в том числе ранее не потреблявшей никотинсодержащую продукцию. В стране в настоящее время наблюдается рост потребления такого вида никотинсодержащей продукции, как электронные системы доставки никотина (ЭСДН), в том числе среди подростков. Рынок ЭСДН составлял в 2023 г. более 200 млрд руб., 5–6 млн совершеннолетних пользователей или 18 % от числа всех курильщиков. Следует отметить, что доля нелегального рынка более 70 % от всего рынка ЭСДН [7].

В процессе изучения состояния и экономического развития табачной отрасли России установлено, что отечественная табачная промышленность развивается в условиях крупного бизнеса транснациональных корпораций, в которых, по итогам 2021 г., сосредоточено 94,9 % производства, имеющих устойчивые финансовые результаты [8–10]. Лидеры табачных компаний имели рентабельность на уровне: АО «Филип Моррис Ижора» – 31,6 %; ООО «Петро» – 15,1 %; АО «Бритиш Американ Тобакко Спб» – 5,4 % соответственно. Совокупный объём выручки этих трёх компаний составил 227,2 млрд руб.

Среди них первое место по результатам деятельности занимает АО «Филип Моррис Ижора» с долей 51,3 % – 130,9 млрд руб. и уровнем рентабельности 31,6 %.

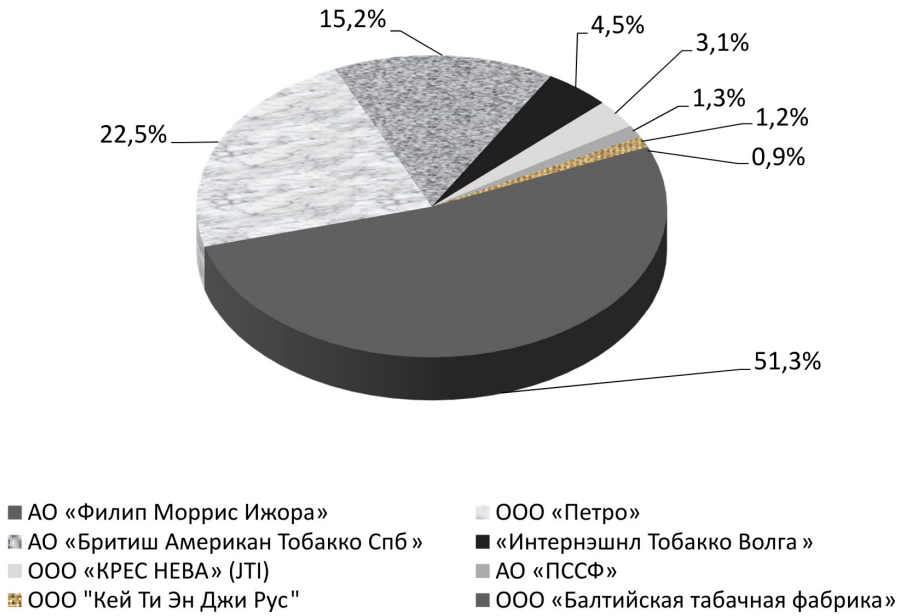



Рис. 1. Доля в табачной выручке крупных табачных компаний, работающих в Российской Федерации, 2021 г., %

*Таблица 1*

**Результативность деятельности табачных компаний, работающих на территории Российской Федерации, млрд руб.**

| Табачные компании | 2020 г. | | 2021 г. | |
|---|---|---|---|---|
| | выручка, млрд руб. | рентабельность, % | выручка, млрд руб. | рентабельность, % |
| АО «Филип Моррис Ижора» | 115,7 | 23,6 | 130,9 | 31,6 |
| ООО «Петро» | 52,3 | 21,3 | 57,4 | 15,1 |
| АО «Бритиш Американ Тобакко Спб» | 34,6 | 12,2 | 38,9 | 5,4 |
| «Интернэшнл Тобакко Групп Волга» | 11,1 | 14,5 | 11,4 | 16,3 |
| ООО «КРЕС НЕВА» (JTI) | 8,0 | 17,7 | 7,9 | 5,3 |
| АО «ПССФ» | 2,8 | 46,4 | 3,4 | 39,4 |
| ООО «Кей Ти Эн Джи Рус» | 2,8 | 3,2 | 3,0 | 4,0 |
| ООО «Балтийская табачная фабрика» | 2,9 | 12,2 | 2,4 | 11,6 |
| Доля в табачной выручке РФ, % | 78,2 | | 94,9 | |

Между тем, внешнеэкономические санкции продолжают ужесточаться. Табачные компании рассматривают варианты реконструкции своего бизнеса в России, включая возможную передачу активов, объявляют о приостановке запланированных инвестиций. Логистические трудности и изменения в регуляторной среде привели к закрытию в России 5 крупных табачных фабрик: Imperial Tobacco Group в Ярославле, British American Tobacco в г. Саратове, «БАТ-Ява» и «Лиггетт-Дукат» в г. Москве, «Philip Morris» в г. Краснодаре. В 2023 г. из-за наложенных санкций, британский владелец фабрики «Империал Тобакко-Волга» решил прекратить бизнес в России. Японская корпорация JTI в 2022 г. приостановила инвестиции и маркетинговую деятельность в России, а позже объявила о намерении продать российский бизнес.

Следует отметить, что отрасль является высококонцентрированной, тесно связана с мировым потребительским рынком на основе осуществления импортно-экспортных операций с учётом необходимой сырьевой ёмкости потребительского табачного рынка.

Наблюдается отрицательная динамика объёмов импорта табачной продукции в Российскую Федерацию.

Мониторинг импорта табачной продукции в России показывает, что объём табака и курительных изделий достиг максимума в 2010 г., когда стоимостной объём импорта табака и курительных изделий составил 1208,9 млрд руб. (рис. 2). В последние годы наблюдается устойчивая тенденция сокращения объёмов импорта табака в стоимостном и физическом выражении. В 2021 г. стоимостной объём импорта табака и курительных изделий в Россию снизился до 840,9 млн долл. США. Импорт сократился по сравнению с 2010 г. на 30,5 % в стоимостном выражении и на 31,2 % в весовом выражении. По сравнению с 2020 г. стоимость российского импорта табака в 2021 г. сохранилась на том же уровне, импорт сократился на 0,3 % [11, 12].

В 2024 г. прогнозируется дальнейшее сокращение импорта табачной продукции, что является определённым следствием принятых в стране законодательных мер, направленных на снижение воздействия табачного дыма и последствий потребления табака на окружающую среду и инновационного развития рынка, альтернативной продукцией которого являются различные виды систем доставки никотина (электронные системы доставки никотина, электрические системы нагревания табака). Масштабные закрытия табачных фабрик зарубежных табачных компаний также повлияли на снижение объёмов импорта табачного сырья.

Следует отметить, что основной статьёй импорта табачной продукции в России всё ещё остаётся табачное сырьё (рис. 3). В 2021 г. доля стоимостного объёма импорта табачного сырья в Россию составляла 72 %, доля импорта сигар и сигарет – 11 %, прочего табака – 17 % от общего стоимостного объёма импорта табачной продукции.

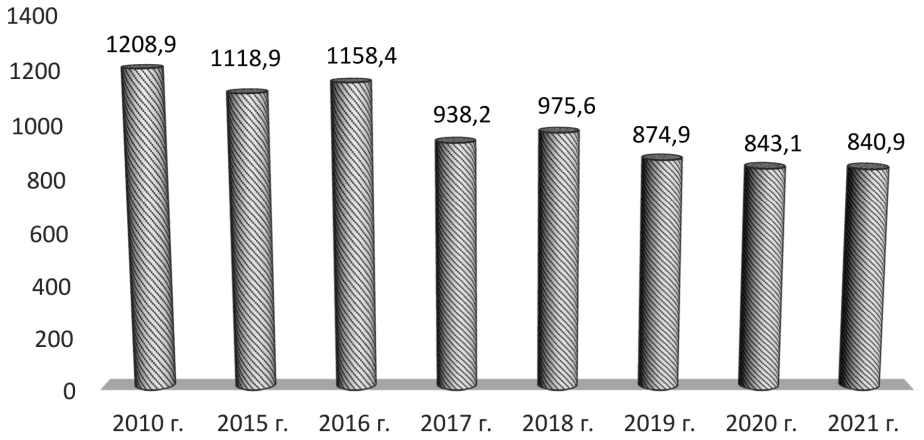



Рис. 2. Импорт табака и курительных изделий на территорию Российской Федерации в динамике за 2010–2021 гг., млн долл. США

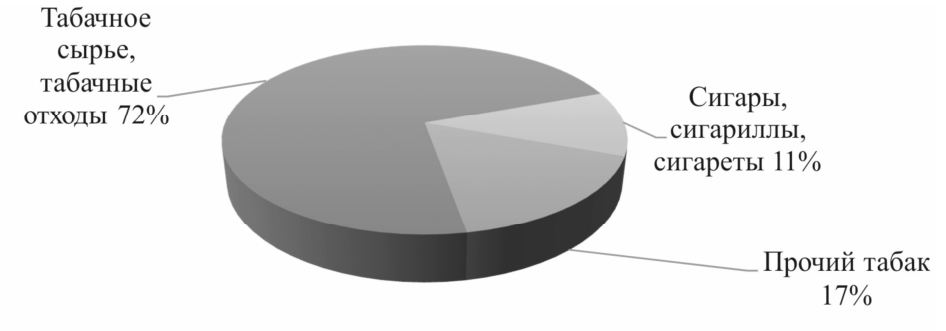



Рис. 3. Товарная структура импорта табачной продукции Российской Федерацией, 2021 г.

Внешнеторговый оборот импорта табака оценивался в 2021 г. Российской Федерации в 607,9 млн долл. США (рис. 4). Импорт в стоимостном выражении сократился на 41,1 % по сравнению с 2010 г. В весовом выражении импорт табачного сырья снизился на 70,9 тыс. т или на 40,5 %.

Анализ импорта табачной продукции показал, что импорт табачного сырья на территорию России осуществляется преимущественно из Бразилии, Малави, Индии, Китая, США и Турции. В 2021 г. наибольшие физические объёмы импорта табачного сырья из Бразилии – 26,0 %, на втором месте Малави – 12,0 %, далее Индия – 10,0 %, Китай – 6,0 % и США – 6,0 % от общего объёма импорта. Примечательно, что наибольшие импортные поставки табачного сырья в 2021 г. в весовом выражении из Северной и Южной Америки – 38 %. Доля импорта табачного сырья в физическом выражении импорта из Азии на втором месте – 27 %.

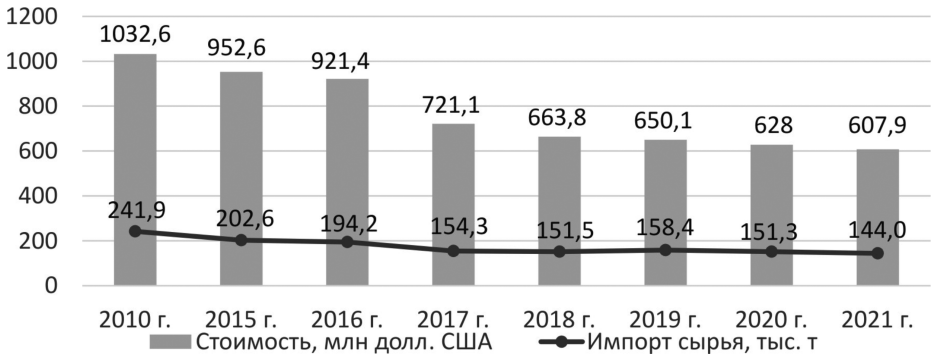



Рис. 4. Импорт табачного сырья на территории Российской Федерации в динамике за 2010–2021 гг.

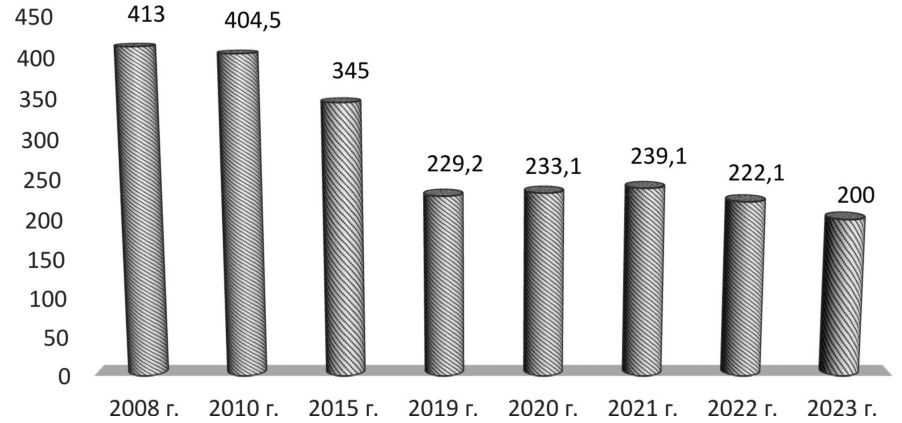



Рис. 5. Производство сигарет и папирос на территории Российской Федерации в динамике за 2008–2023 гг., млрд шт.

Как видно из рис. 5, производство табачных изделий достигло максимального значения в 2008 г., когда производство сигарет и папирос составило 413 млрд шт., в том числе 410 млрд шт. сигарет. В последующие годы наблюдается тенденция к уменьшению производства табачных изделий на территории Российской Федерации. По данным Росстата, в 2022 г. в России произведено 222 млрд шт. сигарет, что на 7,1 % меньше, чем в 2021 г. За 2021 г. произведено 239 млрд шт. сигарет, в 2022 г. снижение производства составило 17 млрд шт. сигарет [13, 14]. Наибольший спад производства сигарет произошёл в 2023 г., когда производство сигарет сократилось, по оценкам, до 200,0 млрд шт. Объём производства сигарет с 2008 г. по 2020 г. сократился на 210 млрд шт. или в 2,1 раза. В 2024 г., по прогнозам, ожидается отрицательная динамика производства. В производстве сигарет и папирос произошли значительные структурные изменения: доля папирос уменьшилась и в 2022 г. составила 0,07 % или 149 млн шт. В то время, как удельный вес папирос в 2008 г. составлял 6,3 %. Следует отметить, что в 1970 г. удельный вес папирос составлял 54,2 %.

Потребление курительных изделий в целом по России за период с 2010–2022 гг. имеет тенденцию к снижению, при этом среднедушевое потребление сократилось с 2,4 тыс. шт. в 2010 г. до 2,0 тыс. шт. в 2022 г. (табл. 2).

*Таблица 2*

**Продажа населению сигарет и папирос**

| | 2000 г. | 2010 г. | 2015 г. | 2020 г. | 2021 г. | 2022 г. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Сигареты и папиросы всего, млрд шт. | 355,4 | 371,8 | 299,5 | 221,0 | 216,0 | 214,0 |
| На душу населения | 2,4 | 2,6 | 2,0 | 1,5 | 1,5 | 2,0 |

Установлено, что финансовые результаты и эффективность деятельности табачных предприятий и табачной промышленности в целом во многом зависят от доходов продаж за продукцию. Анализ показал, что снижение производства и потребления табачных изделий не сказалось на объёмах доходов от розничной торговли, благодаря применению ценовой и акцизной политики. Впервые за последние 10 лет развития табачной отрасли объёмы розничной продажи сигарет и папирос превысили 1,1 трлн руб. в 2021 г. Розничная продажа сигарет и папирос в Российской Федерации в 2022 г. составила 1,2 трлн руб. [15, 16]. Увеличение объёма розничной продажи сигарет в стоимостном выражении, по сравнению с 2021 г. составило 100 млрд рублей или 10,9 %. Акцизы, которые составляют 70 % в цене пачки сигарет, принесли в федеральный бюджет России в 2021 г. около 740 млрд руб. [17]. По оценкам, объём акцизных поступлений в 2022 г. более 800 млрд руб.

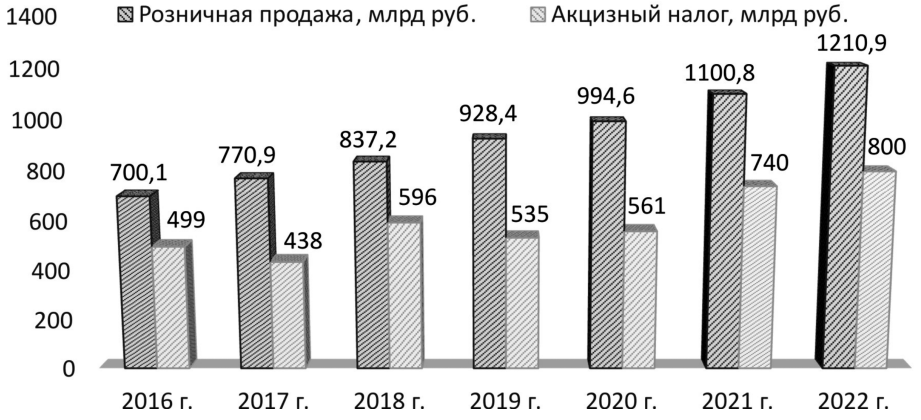



Рис. 6. Динамика изменения объёмов розничной продажи табачных изделий и акцизных поступлений, 2016–2022 гг., млрд руб.

В последние годы на табачном рынке наблюдалась нежелательная тенденция увеличения доли потребления курильщиками нелегальных сигарет, что наносит материальный ущерб государству. Стремительное увеличение акцизов и снижение реальных доходов населения оказывает негативное влияние на легальные продажи и обуславливает увеличение доли нелегальной табачной продукции и прямых потерь в экономике отрасли [18]. По оценке агентства Kantar TNS Russia, доля нелегальных сигарет на рынке достигла максимального значения в 2019 г. – 15,6 % [19]. В 2020 г. показатели доли нелегальной табачной продукции снизились до 12,7 %, в 2021 г. объём незаконного оборота табачной продукции продолжил снижаться до уровня 10,7 % или на 2,0 % по сравнению с 2020 г. Снижение показателей доли незаконного оборота обусловлено внедрением государственной системы мониторинга за оборотом табачной продукции в России, подлежащей обязательной маркировке, что оказало ощутимые результаты в снижении объёма незаконного оборота табачной продукции. Доля незаконного оборота табачной продукции снизилась с 15,6 % в 2019 г. до 10,7 % в 2021 г. или на 4,9 %.

В текущих условиях сохранения и усиления контроля на таможенной территории и введение обязательной маркировки табачных товаров позволят удержать долю нелегального рынка при снижении прямых потерь экономики отрасли. По данным агентства FEDOTOV.GROUP, доля нелегальных сигарет на рынке РФ за 2022 г. составила 12,2 %, изъяли из оборота 1 млрд шт. нелегальных сигарет [20].

По оценке департамента системы цифровой маркировки товаров Минпромторг, в 2022 г. ущерб бюджету России от нелегального оборота табака составил 81,5 млрд руб. Эти подсчеты – оценка Национального научного центра компетенций в сфере противодействия незаконному обороту промышленной продукции (АНО «ННЦК»). По оценкам крупнейших производителей, эта цифра превышает 100 млрд руб. [21]. По данным ННЦК, доля незаконного оборота никотинсодержащей продукции, по итогам 2022 г., составила 79 %, жидкостей – 93 %. Это еще добавляет в «копилку потерь» бюджета, по оценкам экспертов отрасли, 30 млрд руб.

Заметно возросла активность незаконной торговли табачными изделиями в сети Интернет.

Group-IB – международная компания, специализирующаяся на предотвращении кибератак и расследовании высокотехнологичных преступлений, впервые оценила объем нелегального онлайн – рынка табачной продукции и электронных сигарет в Рунете – который в 2020 г. превысил 500 млн руб. [22]. Ущерб, нанесенный производителям и государству, в виде недополученных прибыли и налогов за акцизный сбор и НДС оказался еще выше – 1,1 млрд рублей. По данным Group-IB Digital Risk Protection (DRP), самым ходовым товаром в интернете в 2019 г. были «классические» сигареты – на их онлайн-продажи приходится 73,6 % «черного» рынка, на табачные стики – 25,1 %, а на электронные сигареты – 1,3 %.

На фоне запрета дистанционной продажи сигарет в России специалисты Group-IB DRP обнаружили в Рунете более 700 сайтов, реализующих продажу табачной продукции в обход действующего законодательства. Сетка самого масштабного табачного онлайн-магазина, которую удалось обнаружить, насчитывала 180 связанных доменов.

По оценкам аналитиков Group-IB DRP, в среднем, сеть одного табачного интернет-магазина объединяет минимум 3 сайта, дублирующих друг друга. Такие «зеркала» позволяют масштабировать нелегальный бизнес или оперативно «переезжать» с одного домена на другой в случае блокировки. Кроме традиционных онлайн-магазинов, бойкая торговля идет и в популярных мессенджерах – исследователями Group-IB обнаружено около 100 каналов с общим количеством подписчиков свыше 430 тыс. и в социальных сетях выявлено более 320 групп и аккаунтов с общим количеством подписчиков свыше 100 тысяч.

Из семи сотен сайтов лишь 84 ресурса торговали в интернете оригинальной табачной продукцией, причем часть сайтов принадлежали локальным курьерским службам по доставке продуктов и товаров, в том числе и сигарет, из магазинов. Еще на 260 сайтах можно свободно купить как контрафактные сигареты, так и ввезенную в Россию контрабанду.

При том, что с 1 июля 2020 г. продажа сигарет без цифрового кода (Data Matrix) в России запрещена – фактически сейчас это основной признак подделки, эксперты Group-IB DRP зафиксировали 166 сайтов, продающих контрафактные сигареты. Мошенники подделывают около 200 известных брендов производителей и марок сигарет, причем 22 % из них – российские. Учитывая среднее количество заказов в интернет-магазинах и стоимость одной поддельной пачки сигарет – 44 руб., доход продавцов контрафакта этих интернет-магазинов за 2020 г. составил порядка 325 млн руб.

Эксперты Group-IB обнаружили в Рунете 31 сайт, который торгует контрабандным табаком. Учитывая, что онлайн-торговля начинается с мелкого опта – от 100 пачек или 10 блоков сигарет, а стоимость одной контрабандной пачки составляет в среднем 50 руб., доходы всех онлайн-продавцов этих ресурсов составляют около 28,4 млн руб. в год. Еще три сайта торгуют контрабандными стиками – и этот теневой бизнес гораздо выгоднее, чем сигаретный – ежегодный доход превысил 78 млн руб. В целом, оборот всей онлайн-продажи контрабандной табачной продукции и электронных сигарет, по оценкам Group-IB, в 2020 г. превысил 106 млн рублей. Эксперты подчеркивают, что нелегальная продажа табачной продукции и электронных сигарет чревата финансовыми потерями не только для правообладателей табачных брендов, но и лишает государство получению налогов за акцизный сбор и НДС. В 2020 г. из-за незаконной интернет-торговли недополученная прибыль производителей электронных сигарет и государства, в виде налогов составила порядка 1,1 млрд руб.

Таким образом, анализ динамики импорта табачной продукции на территорию России показал, что оборот внешнеэкономической деятельности сокращается, импорт табачной продукции имеет тенденцию к снижению. На снижение объёмов импорта табачного сырья повлияли масштабные закрытия табачных фабрик зарубежных табачных компаний, а также санкции против России со стороны иностранных государств и ужесточение российского законодательства.

Наблюдается отрицательная динамика производства табачной продукции в России. Спад производства связан с принятием в стране законодательных мер, направленных на снижение воздействия табачного дыма и последствий потребления табака на окружающую среду и инновационного развития рынка, альтернативной продукцией которого являются различные виды систем доставки никотина.

В результате анализа установлено, что снижение производства табачных изделий не сказалось на объёмах доходов от розничной торговли, благодаря применению ценовой и акцизной политики. При этом выделена проблема нелегального рынка табачных изделий. Вопрос нелегальных поставок является острой проблемой для экономики Российской Федерации, его решение сократит потери федерального бюджета, которые исчисляются миллиардами.

Важно отметить, что российскую отечественную табачную отрасль необходимо возродить как часть пищевой и перерабатывающей промышленности. Одна из основных целей определяется в создании устойчивой эффективности предпринимательской деятельности на табачных предприятиях страны.

## Литература

1. Развитие научных исследований в табачной отрасли (к 90-летию образования Всероссийского научно-исследовательского института табака, махорки и табачных изделий). Краснодар, 2004. 400 с.

2. Концепция осуществления государственной политики противодействия потреблению табака и иной никотинсодержащей продукции в Российской Федерации на период до 2035 года и дальнейшую перспективу от 18.11.2019 г. № 2732-р // Правительство РФ. URL: http://government.ru/docs/all/124703 (дата обращения 11.03.2024).

3. Федеральный закон от 23.02.2013 № 15-ФЗ «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_142515/ (дата обращения 11.03.2024).

4. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р, Указ Президента РФ от 20 января 2020 г. № 20 // Правительство России. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82134/28c7f9e359e8af09d7244d8033c66928fa27e527/ (дата обращения 11.03.2024).

5. Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года / Министерство экономического развития Российской Федерации. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_144190/e59d0198a6b86d35269590004bc1bb4d18c9fa29/ (дата обращения 11.03.2024).

6. Федеральный закон от 13.06.2023 г. № 203-ФЗ «О государственном регулировании производства и оборота табачных изделий, табачной продукции, никотинсодержащей продукции и сырья для их производства». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_449350 (дата обращения: 11.03.2024).

7. Доход от табачных акцизов перераспределят в регионы. URL: https://rg.ru/2022/06/10/dohod-ot-tabachnyh-akcizov-pereraspredeliat-v-regony.html (дата обращения 15.03.2024 г.).

8. Саломатин В.А., Романова Н.К., Саввин А.А. Конъюнктура и состояние табачного рынка России в современных условиях // Состояние и перспективы мировых научных исследований по табаку, табачным изделиям и инновационной никотинсодержащей продукции: сб. научных трудов II междунар. науч. конф. (22 июня 2023 г.). Краснодар, 2023. С. 99-103. DOI: 10.48113/496_2023_99-103. URL: http://vniitti.ru/conf/conf2023/sbornik_conf220723.pdf (дата обращения 14.03.2024).

9. Крупнейшие компании России. Табачная промышленность России – крупнейшие компании. URL: https://www.oborudunion.ru/russia/company/tabachnaya-promyshlennost (дата обращения 14.03.2024).

10. Рынок табачной продукции. Итоги 2020 // 3DPROINFO. 2020. URL: https://3dpro.info/site/reviews/tobacco-market-2020/ (дата обращения 14.03.2024).

11. Федеральная таможенная служба. URL: https://customs.gov.ru/ (дата обращения 14.03.2024).

12. Романова Н.К., Саломатин В.А., Саввин А.А. Современные тенденции развития экономики рынка табака России // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. № 9(135). URL: https://research-journal.org/archive/9-135-2023-september/10.23670/IRJ.2023.135.83 (дата обращения 11.03.2024).

13. Российский статистический ежегодник. 2023: Стат. сб. / Росстат. – Р76. М., 2023. 701 с.

14. Оперативные данные производства табачных изделий. URL: https://rosstat.gov.ru/enterprise_industrial/ (дата обращения 01.03.2024 г.).

15. Федеральная служба государственной статистики России. URL: http://www.gks.ru (дата обращения 14.03.2024).

16. ЕМИСС государственная статистика. Розничная продажа основных товаров. URL: https://fedstat.ru/indicator/57699 (дата обращения 14.03.2024).

17. Минфин рассчитывает на сокращение вдвое нелегального рынка табака // Tobacco – Review international. 2023. 28 сент. – 6 окт. URL: https://www.tobaccoreview.com/breaking-news (дата обращения 15.03.2024).

18. Акцизы и нелегальный рынок // Табачный магазин. М., 2022. № 1–2. С. 8–9.

19. Бюллетень Счётной палаты Российской Федерации // Акцизы на табак. 2021. № 11 (288). 149 с.

20. Цифры 2023 Fedotov Group: табачное консалтинговое агентство. URL: https://fedotov.group/tpost/ep90j25vi1-30-iyunya-mi-proveli-tsifri-biznes-konfe (дата обращения 15.03.2024).

21. Результаты полевых исследований рынков табачной никотинсодержащей продукции по определению доли незаконного оборота в Российской Федерации // Национальный научный центр компетенций в сфере противодействия незаконному обороту промышленной продукции. URL: https://info@nnck.gov.ru (дата обращения: 15.03.2024).

22. Дым над Рунетом: нелегальный рынок онлайн-продаж табака в 2020 году превысил 500 млн рублей. URL: http://www.group-ib.ru/media/illegal-tobacco-market-2020 (дата обращения 15.03.2024).

УДК 339.13: 663.97 (470)

# ФОРМИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННОГО ТАБАЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА РОССИИ

**Саввин А.А., Саломатин В.А.,** *д-р экон. наук*

В современных условиях хозяйствования экономика табачной отрасли России стратегически направлена на выполнение социальной политики государства по ограничению вредных последствий потребления табака на здоровье населения, не снижая при этом доходы отрасли.

Впервые за последние 10 лет развития табачной отрасли при работе в новых условиях рыночного хозяйствования на постсоветском пространстве страны, объёмы розничной продажи сигарет превысили 1,2 трлн руб. (2021 г.) и их уровень с 2018–2020 гг. вырос на 13,2%. В статданных Росстата по разделу сегмент продукции питания, куда включены напитки и табачные изделия, доходы возросли и превысили 11 %, достигли 18,4 трлн руб. В то же время потребление табака снизилось до 27,2–30,0 млн человек и сократилось по сравнению с прошлым периодом (2015 г.) на 20% [1, 2].

Современное развитие табачной отрасли в России проходит в сложных условиях хозяйствования при усилении экономических санкций и ограничению потребления табачных изделий и др. никотинсодержащих продуктов, что основывается на «Концепции осуществления государственной политики противодействия потреблению табака и иной никотинсодержащей продукции в Российской Федерации на период до 2035 года и дальнейшую перспективу» [3].

Содержащиеся в Концепции положения составляют и развивают правовые основы Федерального закона «Об охране здоровья от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления таба-

ка» [4], Конституции Российской Федерации, Федеральных законов «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации», «О стратегическом планировании в Российской Федерации», «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака», Указа Президента Российской Федерации от 31 декабря 2015 г. № 683 «О стратегии национальной безопасности Российской Федерации», Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р, Указа Президента РФ от 20 января 2020 г. № 20 [5].

Согласно «Прогнозу долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 г.», который разработан Министерством экономического развития РФ, акцент государственной демографической политики направлен на формирование здорового образа жизни, осуществление мер по снижению потребления табачной продукции и профилактику курения табака.

Согласно результатам проведённого в 2016 г. глобального опроса взрослого населения о потреблении табака в условиях реализации ФЗ-15 «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака» отмечено снижение потребления табака в стране.

Вместе с тем, в последние годы распространение получают новые виды курительных табачных изделий, некурительная продукция (жевательного и нюхательного табака), а также такая никотинсодержащая продукции, как ЭСДН (электронные средства доставки никотина) и ЭСНТ (электрические системы нагревания табака).

В настоящее время доля потребляющих некурительный табак составляет 0,9%, среди постоянно потребляющих табак.

Никотинсодержащей продукцией является продукция, содержащая никотин и предназначенная для потребления никотина любым способом (за исключением лекарственных средств, зарегистрированных в соответствии с законодательством Российской Федерации), а также с использованием устройства для потребления такой продукции.

Такая продукция приобрела популярность, особенно среди молодёжи, в том числе ранее не потреблявшей никотинсодержащую продукцию. В настоящее время в России наблюдается рост потребления электронных систем доставки никотина, в том числе среди детей и подростков. Распространённость потребления такого вида никотинсодержащей продукции среди лиц 18–24 лет составляет 19,1%, что более чем в 10 раз выше, чем во всех остальных возрастных группах.

Развитие производства и распространение табачных изделий и иной никотинсодержащей продукции противоречит национальным целям в области здорового образа жизни, определённым Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных

целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».

Исследование показывает, что экономические преимущества от снижения потребления табака и последующего уменьшения заболеваемости и смертности от болезней, ассоциированных с его потреблением, существенно превосходят любые потенциальные налоговые и иные поступления от реализации табачной продукции. Такие преимущества заключаются в снижении затрат на выявление и лечение заболеваний, вызванных потреблением табака, увеличение трудоспособного возраста и продолжительности здорового периода жизни.

Промышленное производство табачных изделий в России в последние годы проходит при структурном изменении территориальной организации табачного производства и рынка табачной продукции.

В последние годы количество табачных производственных предприятий значительно уменьшилось. Если в 2014 г. их насчитывалось 50 и выше, то в 2021–2022 гг. их количество сократилась до 8–12. При этом в 2022 г. в г. Краснодаре была закрыта и переведена в Ленинградскую область компания «Филип Моррис Кубань».

Большинство действующих на территории Российской Федерации табачных фабрик находятся в собственности зарубежных транснациональных компаний (ТНК): Philip Morris (PMI), Japan Tobacco (JTI), British American Tobacco (BAT) и Imperial Tobacco (ITG) их доля в выпуске сигарет и других табачных товаров составляет 97 % [6]. Некоторые из них, такие как, например, Philip Morris (PMI), Imperial Tobacco (ITG), British American Tobacco (BAT) рассматривают вариант ухода с российского табачного бизнеса.

Снижаются и объемы производства курительной продукции (сигарет). Так, по данным Росстата, в 2022 г. в России произведено 222,1 млрд штук сигарет, что на 6,6 % меньше, чем в 2021 г. За 2021 г. произведено 237,7 млрд шт. сигарет, в 2022 г. снижение производства составило 15,6 млрд шт. (рис. 1, 2) [7, 8].

По данным Федеральной службы государственной статистики, в 2023 г. производство сигарет в России составило 200 млрд шт. В 2021 г. было произведено 237 млрд шт., что на 15,7% больше, чем в 2023 г. Снижение производства составило 37 млрд шт. На рисунке 3 представлено помесячное производство сигарет.

Розничная продажа табачных изделий по федеральным округам в динамике за 2020–2022 гг. представлена на рисунке 4.

В России основными потребителями сигарет и прочих табачных товаров остаются регионы Центрального (32,4 %), Приволжского (18,0 %), Северо-Западного и Сибирского федеральных округов (10,4–10,5 %). Вся их долю в потребительском балансе табачной продукции достигает 71,3 % от розничной торговли. Продажа табачных изделий в Центральном и Приволжском федеральных округах составляет 50% от общего объёма в стране.

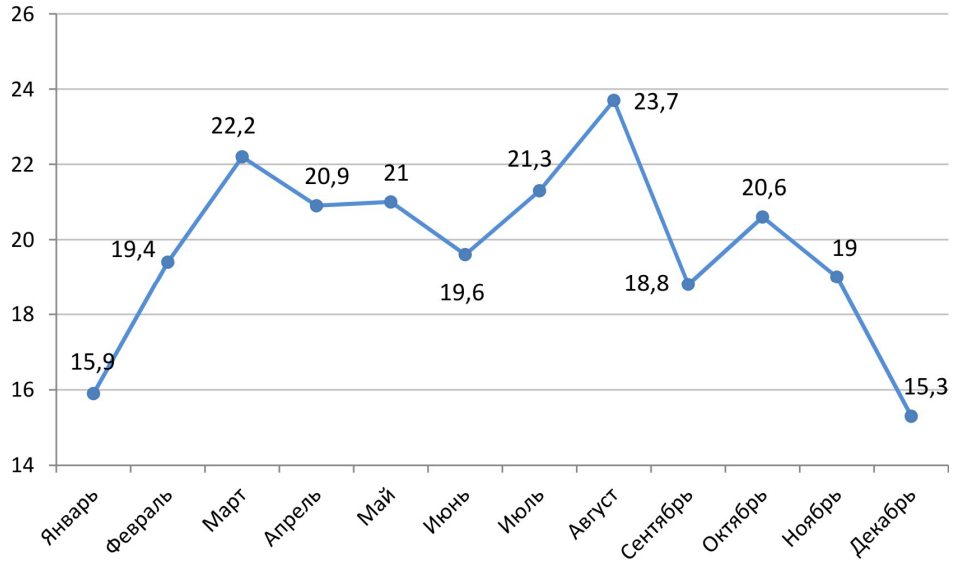



Рис. 1. Производство сигарет помесячно, 2021 г, млрд шт.

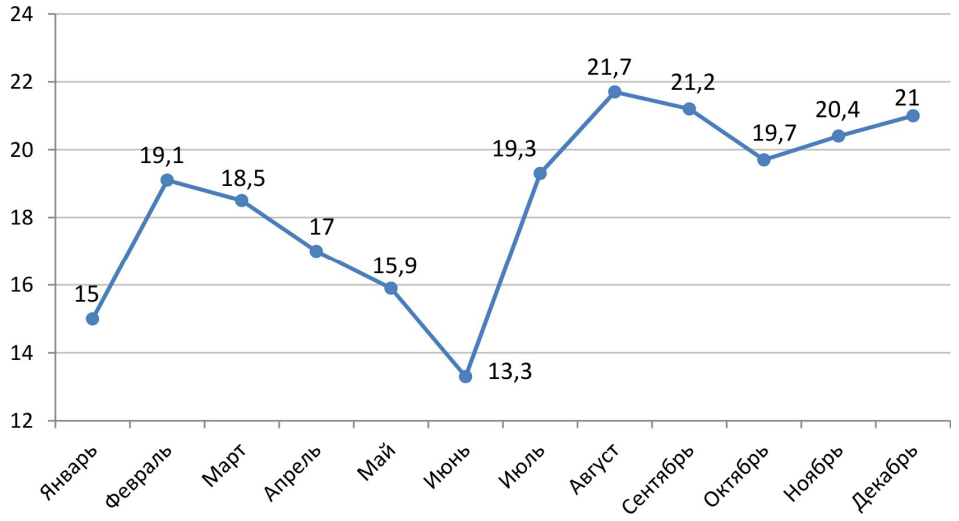



Рис. 2. Производство сигарет помесячно, 2022 г, млрд шт.

Доля расходов на покупку сигарет в Москве и Московской области равнялась – 129,5 млрд руб. или 18,7 % (2020 г.). На 1-м месте стоит Санкт-Петербург – 33,5 млрд руб. или 3,1 %, Свердловская область (39,4 млрд руб. или 3,7 %), Тюменская область (36,6 млрд руб. или 3,4 %), на юге России, соответственно, Краснодарский край (39,8 млрд руб. или 3,2 %).

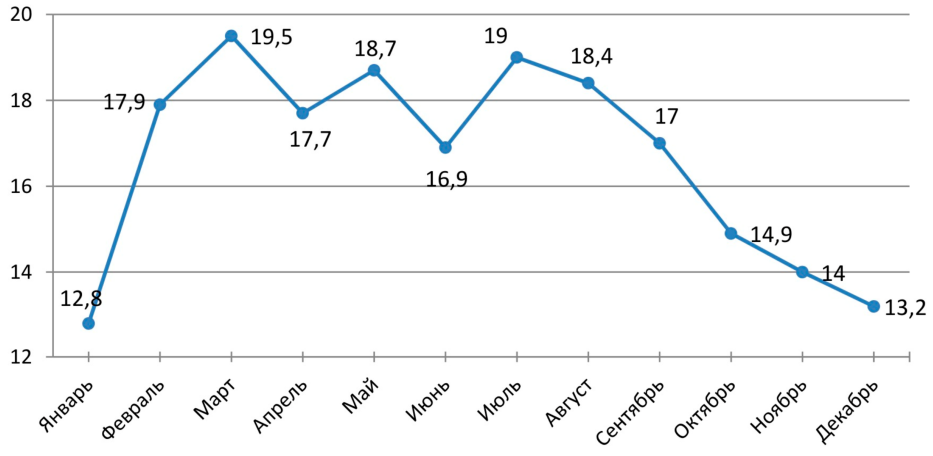



Рис. 3. Производство сигарет помесячно, 2023 г., млрд шт. [8]

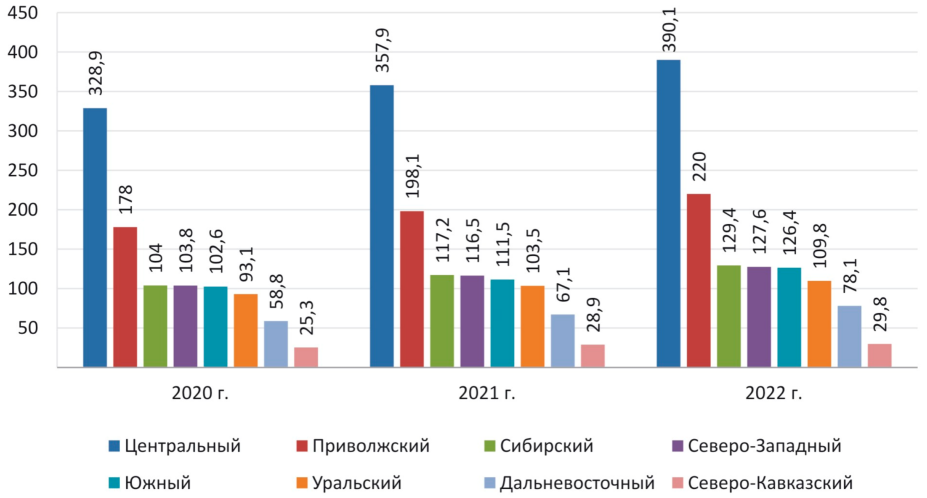



Рис. 4. Розничная продажа сигарет по федеральным округам 2020–2022 гг., млрд руб.

В Центральном федеральном округе было продано сигарет на сумму – 390,1 млрд руб. за 2022 г., что на 32,1 млрд руб. больше по сравнению с 2021 г. и на 61,2 млрд руб. по сравнению с 2020 г.

Основную долю розничной продажи сигарет в Центральном федеральном округе в 2022 г. составляют: г. Москва – 124,6 млрд руб.; Московская область – 99,6 млрд руб.; Воронежская область – 21,2 млрд руб.; Владимирская область – 17,0 млрд руб.; Тульская область – 14,2 млрд руб.; Курская область – 12,9 млрд руб. Их доля от общей суммы розничных продаж сигарет в Центральном округе составляет – 74,22%.

На втором месте находится Приволжский федеральный округ. В 2022 г. продано сигарет на сумму – 220,0 млн руб. В 2021 г. было продано сигарет на 21,9 млн руб. меньше, и на 42 млн руб. меньше по сравнению с 2020 г.

Основную долю розничной продажи сигарет в Приволжском федеральном округе в 2022 г. составляли: Республика Татарстан – 30,1 млрд руб.; Нижегородская область – 28,9 млрд руб.; Самарская область – 22,6 млрд руб.; Пермский край – 22,2 млрд руб.; Республика Башкортостан – 18,0 млрд руб. Их доля от общей суммы розничных продаж сигарет в Приволжском округе составила – 55,37%.

В Сибирском федеральном округе, в 2022 г. продано сигарет на сумму 129,4 млрд руб., что на 12,2 млрд руб. больше по сравнению с 2021 г. и на 25,3 млрд руб. по сравнению с 2020 г.

Основную долю розничной продажи сигарет в Сибирском федеральном округе в 2022 г. составляли: Новосибирская область – 31,0 млрд руб.; Красноярский край – 22,3 млрд руб.; Иркутская область – 19,1 млрд руб.; Алтайский край – 15,7 млрд руб.; Кемеровская область – Кузбасс – 14,8 млрд руб. Их доля от общей суммы розничных продаж сигарет в Сибирском округе составила – 79,51%.

В Северо-Западном федеральном округе в 2022 г. продано сигарет на сумму 127,6 млрд руб., что на 11,1 млрд руб. больше по сравнению с 2021 г. и на 23,8 млрд руб. по сравнению с 2020 г.

Следует отметить, что основную долю розничной продажи сигарет в Северо-Западном федеральном округе в 2022 г. составляли: г. Санкт-Петербург – 38,2 млрд руб.; Ленинградская область – 22,56 млрд руб.; Архангельская область – 14,1 млрд руб.; Калининградская область – 10,1 млрд руб.; Республика Коми – 8,9 млрд руб. Их доля от общей суммы розничных продаж сигарет в Северо-Западном федеральном округе составляла – 66,5%.

В Южном федеральном округе в 2022 г. продано сигарет на сумму 126,4 млрд руб., что на 14,8 млрд руб. больше по сравнению с 2021 г. и на 23,8 млрд руб. по сравнению с 2020 г. В Южном федеральном округе компания групп «Волга» получила от продажи табачных изделий 11,4 млрд руб., из них чистой прибыли – 1,8 млрд руб., что обеспечило её рост более чем в 2,5 раза с 0,7 до 1,8 млрд руб.

Основную долю розничной продажи сигарет в Южном федеральном округе в 2022 г. составляли: Краснодарский край – 47,0 млрд руб.; Ростовская область – 39,5 млрд руб.; Волгоградская область – 15,5 млрд руб.; Республика Крым – 10,7 млрд руб. Их доля от общей суммы розничных продаж сигарет в Южном федеральном округе составила – 89,17%.

В Уральском федеральном округе в 2022 г. продано сигарет на сумму 109,8 млрд руб. что на 6,3 млрд руб. больше по сравнению с 2021 г. и на 16,7 млрд руб. по сравнению с 2020 г.

Основную долю розничной продажи сигарет в Уральском федеральном округе в 2022 г. составляли: Свердловская область – 39,4 млрд руб.;

Тюменская область – 39,0 млрд руб. Их доля от общей суммы розничных продаж сигарет в Уральском федеральном округе составила – 71,4%.

В Дальневосточном федеральном округе в 2022 г. продано сигарет на сумму 78,1 млрд руб. что на 11,0 млрд руб. больше по сравнению с 2021 г. и на 19,2 млрд руб. по сравнению с 2020 г.

Основную долю розничной продажи сигарет в Дальневосточном федеральном округе в 2022 г. составляли: Хабаровский край – 15,1 млрд руб.; Приморский край – 14,8 млрд руб.; Амурская область – 12,7 млрд руб.; Республика Бурятия – 9,3 млрд руб. Их доля от общей суммы розничных продаж сигарет в Дальневосточном федеральном округе составила – 66,38%.

В Северо-Кавказском федеральном округе в 2022 г. продано сигарет на сумму 29,8 млрд руб., что на 0,8 млрд руб. больше по сравнению с 2021 г. и на 4,4 млрд руб. по сравнению с 2020 г.

Основную долю розничной продажи сигарет в Северо-Кавказском федеральном округе в 2022 г. составляли: Ставропольский край – 23,2 млрд руб. Его доля от общей суммы розничных продаж сигарет в Северо-Кавказском федеральном округе составила – 78,19% [10].

На рисунке 5 представлено процентное соотношение розничной продажи сигарет по федеральным округам.

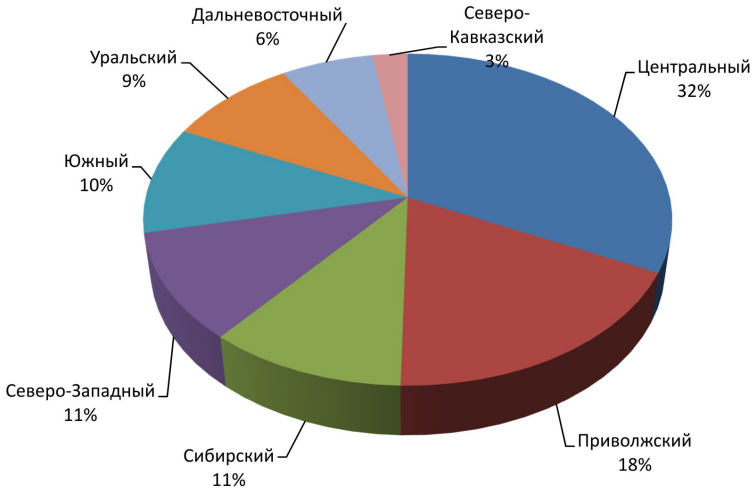



Рис. 5. Доля розничной продажи сигарет по федеральным округам, %

Таким образом, можно сделать вывод о том, что табачная отрасль является бюджетообразующей составной экономики России. Несмотря на постоянное снижение выпуска сигарет, начиная 405 млрд шт. в 2010 г. до 200,0 млрд шт. в 2023 г., доходы от розничной продажи возросли с уровня 700,1 млрд руб. в 2016 г. до 1100,0 млрд руб. в 2023 г. при снижении численности «условных» курильщиков в стране до 30 млн чел. по сравнению с 42,3 млн чел. в 2016 г.

## Литература

1. Российский статистический ежегодник. 2023: Стат.сб. / Росстат. М., 2023. 701 с.

2. Официальный сайт Министерства сельского хозяйства Российской Федерации. URL: https://www.msx.ru (дата обращения 02.11.2023 г.).

3. Концепция осуществления государственной политики противодействия потребления табака и иной никотинсодержащей продукции в Российской Федерации на период до 2035 года и дальнейшую перспективу / Утверждено распоряжением правительства РФ от 18 ноября 2019 г. № 2732. URL: https://base.garant.ru/73043536 (дата обращения 22.10.2022 г.).

4. Федеральный закон от 23.02.2013 № 15-ФЗ «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_142515/ (дата обращения 11.03.2024).

5. Указ Президента РФ от 21 января 2020 № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации». URL: https://www.garant.ru (дата обращения 22.10.2021 г.).

6. Михайлов Е.А. Россия: Внезапный перекур после стабильной работы // Тобакко-РЕВЮ. 2022. № 2-3. С. 20-35.

7. Дробышевская Л.Н., Исаева Л.А., Саввин А.А., Саломатина Е.В. Экономическое развитие табачной промышленности в условиях снижения выпуска товарной продукции // Экономика устойчивого развития. 2022. № 3(51). С. 28-31.

8. Промышленное производство в России. Стат. сб. / Росстат. М., 2021. 305 с.

9. Федеральная служба государственной статистики. URL: https://rosstat.gov.ru/ (дата обращения 04.04.2024).

10. ЕМИСС государственная статистика // Розничная продажа основных товаров. URL: https://fedstat.ru/indicator/57699 (дата обращения 02.03.2024).

# ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ И АКТУАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ ТАБАЧНОЙ ОТРАСЛИ: 2019–2023 гг.

Коллективная монография

Публикуется в авторской редакции

Подписано в печать 08.10.2024. Формат 70×100 1/16.
Печать цифровая. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 26,12. Тираж 500 экз. Заказ № 24139.

Издательство ООО «Просвещение-Юг»
350080, г. Краснодар, ул. Бородинская, 160/5. Тел.: 212-61-82.

Тираж изготовлен в типографии ООО «Просвещение-Юг»
с оригинал-макета заказчика.
350080, г. Краснодар, ул. Бородинская, 160/5. Тел.: 239-68-31.