

РЕЗУЛЬТАТЫ СОВМЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ТАБАЧНОЙ ПЫЛИ И БИОДЕСТРУКТОРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ

Плотникова Т.В.¹, канд. с.-х. наук, Сидорова Н.В.¹, Егорова Е.В.²

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий»,

²ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Российская Федерация, г. Краснодар

Аннотация. Разработан способ, повышающий плодородие почвы, основанный на совместном применении табачной пыли в дозах от 2-8 т/га с биодеструкторами, ускоряющими процесс разложения пыли - Стернифаг (80 г/га) и Биокомплекс БТУ (1 л/га) за месяц до предполагаемого посева или посадки сельскохозяйственных культур. Данный приём способствует повышению в почве содержания основных форм подвижных питательных элементов и её биологической активности, проявляемой увеличением нитрифицирующей способности, целлюлозоразрушающей активности, продуцирования углекислоты и снижению микопатогенной нагрузки.

Ключевые слова. Табачная пыль, утилизация, органическое удобрение, биодеструктор, Стернифаг, Биокомплекс БТУ, питательные элементы, биологическая активность, микопатогены.

RESULTS OF UTILIZING TOBACCO DUST IN COMBINATION WITH BIODESTRUCTORS FOR IMPROVING FERTILITY OF SOIL

Plotnikova T.V.¹, Cand. Sc. (Agric.), Sidorova N.V.¹, Egorova E.V.²

¹FSBSI All-Russian Scientific Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products, Russian Federation, Krasnodar

²FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin», Russian Federation, Krasnodar

Abstract. New method for improving fertility of soil has been elaborated. It is based on utilizing tobacco dust in quantity 2-8 t/ha in combination with biodestructors Sternifag (80g/ha) and Biocomplex BTU (1 l/ha), which increase dust degradation. This combination should be applied one month before sowing or transplanting. This method leads to increasing basic mobile nutrients content in the soil, its biological activity, observed by increasing nitrification and cellulose destruction ability, carbon dioxide production and decreasing mycopathogens.

Keywords. Tobacco dust, utilization, organic fertilizer, biodestructor Sternifag, nutritive elements, biological activity, mycopathogens.

По последним данным Росстата, в 2017 г. в табачной отрасли РФ произведено порядка 246,3 млрд шт. сигарет [1], при этом промышленных отходов, согласно расчетам, образовалось около 7,8 тыс. тонн из которых порядка 6,8 тыс. тонн табачной пыли с содержанием минеральных примесей, относящейся к умеренно опасному веществу (3 класс опасности). Утилизацию данно-

го отхода проводят на специальных полигонах или сжигают, что является серьезным фактором загрязнения окружающей среды. Однако такая пыль имеет в своём составе ценные питательные элементы, необходимые растениям, это азот (1,84-2,3 %), фосфор (0,24-0,37 %) и калий (2,14-3,72 %) [2, с. 18-30]. Поэтому использование отхода табачного производства в качестве удобрительного средства является наиболее приемлемым вариантом, т.к. агропромышленные отходы являются альтернативой неорганическим удобрениям [3, pp. 91-99]. Минеральные удобрения, выпускаемые химической промышленностью, способны обеспечить растения необходимым количеством питательных веществ для роста растений, но не улучшают физическое состояние почвы. Сельскохозяйственные отходы, имеющие в своём составе органические вещества, способствуют при внесении в почву улучшению её агрегации, увеличению водоудерживающей способности, пористости, проницаемости, стимулированию микробного разнообразия и их активности, минерализации питательных веществ доступных для растений, что приводит в конечном итоге к повышению плодородия почв [4, pp. 159-166].

Табачная пыль в данном случае не исключение. Её в качестве добавочного удобрения к навозу в дозе 2-3 т/га использовали в России ещё с начала прошлого столетия [5, с. 74]. В качестве органического удобрения табачные отходы в чистом виде в настоящее время применяют при выращивании томатов (Индия), фикуса (Югославия), кукурузы (Бразилия) [6, pp. 759-763; 7; 8, pp. 236-241]. На Филиппинах отход табачного производства используют при выращивании рыбы в прудах в качестве моллюскоцида, параллельно она служит удобрением для стимулирования роста водорослей – натурального рыбного корма [9]. В Пакистане пыль рекомендуют применять при выращивании органической сельскохозяйственной продукции [10, pp. 117-121]. Во ВНИИГТИ установлено, что табачная пыль при правильном применении (в дозах 2-5 т/га за месяц до высадки или посева сельскохозяйственных культур с обязательным её увлажнением) помимо повышения плодородия является фактором оздоравливающим почву от микопатогенов и снижающим численность вредителей [11, с. 525-527].

Несмотря на полученные положительные результаты применения табачной пыли в чистом виде в качестве органического удобрения, есть мнение, что отход в течение одного вегетационного сезона разлагается незначительно – не более 10%, что может привести к интоксикации почвы, гибели полезной биоты и в дальнейшем к деградации агроценоза. Поэтому поиск путей ускоренного разложения пыли до нетоксичного отхода является актуальным направлением. Одно из них - получение органического удобрения способом биокomпостирования. Компостирование в данном случае служит способом снижения уровня никотина и общего органического углерода в табачных отходах.

Влияние компоста из табачных отходов и навоза в количестве 50 т/га, внесенного в почву при различных соотношениях, на выход салата-латука оценено в Турции [3, pp. 91-99]. Исследованы компосты табачных отходов совместно с куриным помётом и биогумусом, а также в смеси с виноградным жомом и с отходами, полученными при производстве оливкового масла [12, pp. 7-12;

13, pp. 1124-1133]. Предложен способ биокомпостирования табачной пыли (40-60 %) с торфом низинным (10-30 %) и почвой (20-40 %) [14, с. 117-121; 15].

Работая в направлении ускоренного разложения табачной пыли во ВНИИГТИ предложен способ совместного применения отхода с биодеструктором. Опыт осуществляли на опытно-селекционном участке института. Отходы вносили весной в дозах 2, 5 и 8 т/га в чистом виде и совместно с биодеструкторами Стернифаг (80 г/га) и Биокомплекс БТУ для стерни и почвы (1 л/га). С этой целью (из расчёта на 1 га) в 300 л воды разводили 3 кг аммиачной селитры, добавляли биодеструктор, смесь перемешивали и готовый рабочий раствор равномерно наносили на участок с внесённой пылью и заделывали в почву на глубину 5-10 см. Площадь учётной делянки 5 м². Повторность трехкратная. Отбор проб почвы для агрохимического анализа и определения состава грибной микофлоры проводили через 30 суток после внесения отходов табачного производства. Почвенные образцы отбирали из горизонта (0-20 см) методом конверта, по 2 образца из каждой точки массой по 0,1 кг с последующим усреднением образцов и отбора средней пробы массой 0,3 кг (для определения влажности почвы – 10 г, аммиачного и нитратного азота – 10 г, фосфора и калия – 4 г, нитрифицирующей способности – 10 г, целлюлозоразрушающей активности – 100 г, «дыхания» почвы – 100 г, микологического состава – 7 г). В почвенных образцах определяли биологическую активность: нитрифицирующую способность [16, с. 16], целлюлозоразрушающую активность [17, с. 99-100], интенсивность дыхания [18, с. 27-30], содержание нитратного и аммонийного азота [19, с. 124-131], подвижного фосфора и обменного калия [20, с. 464]. Микологический состав почвы устанавливали стандартным методом [21, pp. 1171-1172]. За период от внесения до отбора проб выпало 75 мм осадков (2015 г.) и 50 мм осадков (2016 г.).

В результате проведенных экспериментов по применению табачной пыли (ТП) в качестве средства для повышения плодородия почвы установлено увеличение содержания в почве доступных питательных элементов. Так, обеспеченность почвы питательными элементами на контрольном варианте за годы исследований находилась на низком уровне: нитратный азот 3,8-6,0; аммонийный 1,0-2,4; подвижный фосфор 8,2-8,7; обменный калий 8,0-13,5 мг/100 г почвы (таблица 1). Внесение ТП в чистом виде способствовало увеличению аммонийных форм азота по дозам внесения до уровня 3,1-4,5 мг/100 г почвы (2015 г.) и 1,7-1,9 мг/100 г почвы (2016 г.), при совместном применении пыли и биодеструктора Стернифаг до 3,6-4,8 мг/100 г почвы (2015 г.) и 2,3-3,9 мг/100 г почвы (2016 г.), совместно с препаратом БТУ до 2,5-6,4 мг/100 г почвы и 2,0-3,6 мг/100 г соответственно. Содержание нитратов на участке с использованием ТП в чистом виде достигло уровня 6,3-9,4 мг/100г почвы (2015 г.) и 3,5-4,6 мг/100 г почвы (2016 г.), совместно с биодеструкторами данные увеличились 7,8-17,4 и 5,9-7,9 мг/100 г почвы соответственно.

ТП в чистом виде в дозах 2-8 т/га практически не повлияла на содержание подвижного фосфора, значение которого составило 9,0-10,3 мг/100 г, ТП с деструкторами увеличила показатели данного элемента до 10,0-16,8 мг/100 г почвы. Внесение табачной пыли в чистом виде увеличило содержание доступного

калия соответственно дозам до 9,7-17,8 мг/100 г почвы (2015 г.) и 16,3-20,5 мг/100 г почвы (2016 г.), при совместном применении пыли и биоде-структоров содержание обменного калия увеличилось в пределах 11,7-32,5 мг/100 г почвы за период исследований.

Таблица 1

Влияние табачной пыли, внесённой в качестве органического удобрения, на содержание доступных форм основных питательных элементов и на биологическую активность почвы

Вариант	Азот, мг/100 г		P ₂ O ₅ , мг/100 г	K ₂ O, мг/100 г	Нитрифицирующая способность почвы, мг/100 г	Степень разложения клетчатки, %	Продукция CO ₂ , мг/кг почвы в сутки
	NH ₄	NO ₃					
2015 год (75 мм осадков)							
Контроль	2,4	6,0	8,7	8,0	6,4	9,4	17,6
ТП 2 т/га	3,1	6,3	9,0	9,7	9,2	17,4	37,4
ТП 5 т/га	3,8	7,1	9,6	10,4	12,0	17,7	42,4
ТП 8 т/га	4,5	9,4	9,9	17,8	14,0	23,2	50,6
ТП 2т/га + Стернифаг	3,6	7,8	12,3	20,6	20,3	36,5	45,0
ТП 5т/га + Стернифаг	4,2	8,5	14,2	27,4	25,1	64,2	58,5
ТП 8 т/га + Стенифаг	4,8	12,6	16,8	32,5	30,2	85,4	70,7
ТП 2т/га + БТУ	2,5	11,6	10,0	11,7	17,0	26,0	52,8
ТП 5т/га + БТУ	4,1	12,5	10,4	13,8	17,9	27,8	55,0
ТП 8 т/га + БТУ	6,4	17,4	11,6	19,6	19,2	29,3	66,0
2016 год (50 мм осадков)							
Контроль	1,0	3,8	8,2	13,5	7,4	10,5	13,2
ТП 2 т/га	1,7	4,6	9,6	17,5	8,7	12,6	19,8
ТП 5 т/га	1,9	4,9	10,3	20,5	9,3	22,4	35,2
ТП 8 т/га	1,7	3,5	9,1	16,3	7,4	13,7	33,0
ТП 2т/га + Стенифаг	2,3	6,4	11,4	19,5	12,4	33,2	41,8
ТП 5т/га + Стернифаг	3,4	7,7	12,1	23,8	16,3	61,1	54,0
ТП 8 т/га + Стенифаг	3,9	7,9	12,8	26,5	19,6	78,7	66,0
ТП 2т/га + БТУ	2,0	5,9	10,0	18,3	9,7	20,1	30,8
ТП 5т/га + БТУ	3,2	6,2	11,8	22,3	11,5	25,3	43,0
ТП 8 т/га + БТУ	3,6	6,4	12,2	25,4	15,7	34,2	50,2

При внесении в почву ТП отмечено усиление её биологической активности. Так, интенсивность процесса нитрификации – способность почвы превращать аммонийные соли в нитратные, была одинаково высокой на вариантах с внесением ТП как в 1-ый год исследований, так и во 2-ой. Установлено, что в испытанных дозах ТП способствовала увеличению нитрифицирующей способности почвы до 9,2-14,0 мг NO₃/ 100 г почвы (2015 г.) и до 7,4-9,3 (2016 г.) по сравнению с контролем (6,4-7,4), где сложились менее благоприятные условия для деятельности нитрифицирующих бактерий из-за недостатка органического

вещества. Совместное применение пыли и биодеструкторов способствует увеличению процесса нитрификации. Так, показатели за годы исследований составили 9,7-30,2 мг NO₃/100 г почвы.

Интенсивность процесса разложения клетчатки в опыте колебалась в довольно широких пределах: от 17,4 до 78,7 %. Заметное оживление деятельности целлюлозоразрушающих микроорганизмов отмечено при внесении биодеструктора Стернифаг. Снижение активности отмечено при внесении ТП в дозе 8 т/га во второй год исследований при меньшем количестве выпавших осадков.

Дыхание почвы может служить показателем интенсивности биологических процессов и, таким образом, почвенного плодородия. Продуцирование углекислоты почвой заметно увеличивается при внесении ТП в качестве удобрения и составляет 19,8-50,6 мг/кг почвы в сутки в зависимости от дозы применения, а при добавлении биодеструкторов показатели повышаются до 30,8-70,7 мг/кг.

Внесение ТП, а также препаратов Стернифаг и Биокомплекс БТУ оказали изменение на состав и количество почвенных грибов. При микологическом анализе контрольного образца выявлены колонии микопатогенов рода *Fusarium spp.*, *Alternaria spp.*, *Curvularia spp.* и представителя супрессивной группы гриба рода *Penicillium spp.* (до 6 тыс. КОЕ (колониеобразующих единиц) / 1 г абсолютно сухой почвы). Рост колоний почвенного микромицета супрессивной группы рода *Trichoderma spp.* был замечен в слабой степени (1 тыс. КОЕ / 1 г) (таблица 2).

Таблица 2

Влияние табачной пыли, применённой в качестве органического удобрения, на комплекс микромицетов в почве (2015-2016 гг.)

Варианты	Вид микромицета	Количество колониобразующих единиц (КОЕ) на 1 г абсолютно сухой почвы
Контроль	<i>Fusarium spp.</i>	6 тыс.
	<i>Alternaria spp.</i> <i>Curvularia spp.</i> <i>Penicillium spp.</i>	2 - 6 тыс.
	<i>Trichoderma spp.</i>	1 тыс.
	<i>Fusarium spp.</i>	1-3 тыс.
ТП 2-8 т/га	<i>Alternaria spp.</i> <i>Curvularia spp.</i> <i>Penicillium spp.</i>	1-2 тыс.
	<i>Trichoderma spp.</i>	2-3 тыс.
	<i>Fusarium spp.</i> <i>Alternaria spp.</i> <i>Penicillium spp.</i>	единично
ТП 2-8т/га + Стернифаг	<i>Trichoderma spp.</i> <i>Humicola spp.</i>	3-5 тыс.
	<i>Fusarium spp.</i> <i>Alternaria spp.</i> <i>Penicillium spp.</i>	единично
ТП 2-8т/га + БТУ	<i>Trichoderma spp.</i>	3-4 тыс.

В вариантах с применением ТП отмечены единичные колонии микромицетов родов *Alternaria spp.*, *Penicillium spp.* и *Curvularia spp.* (до 2 тыс. КОЕ / 1 г). Рост колоний грибов рода *Fusarium spp.* не превышал 3 тыс. КОЕ / 1 г. Наблюдался активный рост колоний гриба рода *Trichoderma spp.* (до 3 тыс. КОЕ / 1 г).

Наиболее эффективное угнетение патогенной микофлоры установлено при внесении ТП совместно с биодеструкторами, здесь преобладающим определён гриб рода *Trichoderma spp.* (до 4-5 тыс. КОЕ / 1 г почвы), являющийся природным деструктором. Грибы рода *Fusarium spp.*, *Alternaria spp.* и *Penicillium spp.* выявлены единично, а обнаруженный микромицет рода *Humicola spp.* на фоне ТП с биодеструктором Стернифаг свидетельствует о достаточно высоком уровне почвенного плодородия.

Таким образом, повысить плодородие почвы возможно при совместном применении табачной пыли в дозах 2-8 т/га и биодеструктора Стернифаг (80 г/га) или Биокомплекс БТУ (1 л/га) за месяц до начала проведения весенних полевых работ при достаточном количестве выпавших осадков – 50-75 мм. Данный способ увеличивает содержание основных подвижных форм питательных элементов, биологическую активность почвы и снижает её микопатогенную нагрузку. Приём позволяет частично решить проблему безопасной утилизации опасного для окружающей среды отхода табачной промышленности.

Литература

1. Оценка состояния Российского рынка. – URL: <http://tabakprom.ru/statistika/ocenka/> (дата обращения 15.04.2018).
2. Кротов В.Г., Кротова Е.А. Возможность использования табачной пыли в качестве источника органических удобрений в сельском хозяйстве // *Тобacco-РЕВЮ*. 2007. № 4. С. 18-30.
3. Nur Okur, Huseyin Husnu Kayikciolu, Bulent Okur, Sezai Delbacak. Organic Amendment Based on Tobacco Waste Compost and Farmyard Manure: Influence on Soil Biological Properties and Butter-Head Lettuce Yield // *Turkish Journal of Agriculture & Forestry*. 2008. Vol. 32. Pp. 91-99.
4. Gostkowska K., Szwed A., Wyczolkowski A. Proba kompostowania odpadów tytoniowych. Cz. III. // *Wpływ stosowania szczepionki na rozwój mikroorganizmów i niektóre właściwości chemiczne kompostu z odpadów tytoniowych*. Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol. 1996. Vol. 437. Pp. 159-166.
5. Котельников Г.Н. Приёмы возделывания табака-махорки в условиях Полтавской губернии. Спб., 1913. 74с.
6. Chaturvedi S., Upreti D.K., Tandon D.K., Sharma A., Dixit A. Bio-waste 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.
7. The influence of the waste tobacco's dust to the growth of *Ficus sp.* URL: <http://agris.fao.org/agris> (дата обращения: 25.10.2017).
8. Marino José Tedesco, Márcio Henrique Lauschner, Clesio Gianello, Leandro Bortolon, Claudio Henrique Kray. Land disposal potential of tobacco pro-

- cessing residues // *Ciência Rural*, Santa Maria. 2011. Vol. 41, № 2. Pp. 236-241.
9. Tobacco dust as organic molluscicide. URL: <http://www.philstar.com/agriculture/769593/tobacco-dust-organic-molluscicide> (дата обращения: 17.10.2017).
10. Sarah Shakeel Consideration of Tobacco Dust as Organic Amendment for Soil: A Soil & Waste Management Strategy // *Earth Sciences*. 2014. Vol. 3, № 5. Pp. 117-121.
11. Плотникова Т.В. Влияние табачной пыли на агробиологические свойства чернозёма выщелоченного и продуктивность сельскохозяйственных культур // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. по матер. V Междунар. науч. экол. конф. (28-30 марта 2017г.) / сост. В.В. Корунчикова; под ред. И.С. Белюченко. Краснодар: КубГАУ, 2017. С. 525-527.
12. Melis Cercioğlu, Bülent Okur, Sezai Delibacak, Ali Riza Ongun. Changes in physical conditions of a coarse textured soil by addition of organic wastes // *Eurasian Journal of Soil Science*. 2014. № 3. Pp. 7-12.
13. Hüseyin Hüsnu Kayıkçioğlu, Nur Okur. Evolution of enzyme activities during composting of tobacco waste // *Waste Management & Research*. 2011. № 29 (11). Pp. 1124-1133.
14. Филипчук О.Д., Тонконог М.Д. Эффективность органического удобрения из отходов табачной промышленности // *Агро XXI*. 2014. № 7-9. С. 117-121.
15. Способ получения биоорганического удобрения. Патент 2520730 / О.Д. Филипчук, М.Д. Тонконог. № 2012106987/13; заявл. 27.02.2012; опубл. 10.09.2013. Бюл. №25.
16. Методические указания по определению нитрификационной способности почв. – М.: ВПНО Сельхозхимия, 1984. 16 с.
17. Агрохимические методы исследования почв /под ред. А.В.Соколова. – М.: изд-во «Наука», 1975. С. 99-100.
18. К методике определения биологической активности почв // Доклады ВАСХНИЛ. М., 1952. Вып. 6. С. 27-30.
19. Мещеряков А.М., Тетерина М.В. Извлечение и определение нитратов и аммония в почвах сероземной зоны Таджикистана // *Агрохимия*. 1972 №6. – С. 124-131.
20. Чириков Ф.В. Агрохимия калия и фосфора. М.6 Изд-во АН СССР, 1956. 464 с.
21. Easton G. D., Nagle M. E., Bailey D. L. A method of estimating *Verticillium albo-atrum* propagules in field soil and irrigation waste water. // *Phitopatology*. 1969. Vol. 59. № 8. Pp. 1171-1172.