

## НАПРАВЛЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ РИСА НА АДАПТИВНОСТЬ К СТРЕССАМ

Малюченко Е.А., м.н.с; Харитонов Е.М., научный руководитель института,  
академик РАН

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт риса»,  
г.Краснодар, п.Белозерный 3

**Аннотация.** Большая часть площадей, освоенных под рис в России, характеризуется неблагоприятными почвенными условиями: засолением различной степени и типа, осолонцеванием, недостатком элементов минерального питания, высокими и низкими температурами в период вегетации. Следовательно, увеличение производства культуры связано не столько с повышением потенциальной продуктивности, сколько со стабильностью урожая, и комплексной устойчивостью к стрессам.

**Ключевые слова:** рис, абиотические стрессы, засоление, высокие температуры.

При действии абиотических стрессоров наибольший урон несут сорта с высокой потенциальной продуктивностью. Именно по этой причине во многих странах мира растениеводство ориентируют не на максимальную, а на оптимальную, но устойчивую по годам урожайность [1]. Большая часть площадей, освоенных под рис в России, характеризуется неблагоприятными почвенными условиями: засолением различной степени и типа, осолонцеванием, недостатком элементов минерального питания, неполной водообеспеченностью. Кроме того, на Кубани в одном из самых северных регионов рисосеяния в период вегетации риса отмечены как высокие более 40 °С, так и низкие до 0 °С температуры. Селекция на высокую продуктивность или гетерозис без контроля устойчивости создаваемого селекционного материала к стрессовым факторам, снижающим продуктивность в районе, для которого создается сорт, бессмысленна.

Но необходимо учитывать, что при создании устойчивых образцов не только происходит селекция на устойчивость к целевому стрессовому фактору, но также создается комплекс генов, повышающих общую адаптивность. Среди физиологических, морфологических и фенологических признаков, вовлеченных в формирование адаптации к стрессам, надо назвать: пластичность развития, гормональную регуляцию, регуляцию осмотического давления, деятельность антиоксидантных систем и температуры в плотном посеве, прочность хлорофилл-белкового комплекса, устойчивое поддержание числа зерен на метелку, пластичность периода налива зерна и сохранение массы 1000 зерен, сохранение индекса урожая, относительную стабильность элементов структуры урожая.

По прогнозу ежегодно приблизительно 10 млн. га сельскохозяйственных угодий будут теряться вследствие засоления. Только выращивание риса позволяет вновь использовать эти земли в сельскохозяйственном производстве, так как при затоплении и последующем сбросе воды снижается уровень засоления. Устойчивость к засолению в разные фазы онтогенеза неодинакова. Рис относительно устойчив к засолению в период прорастания и активного кущения, созревания, но чувствителен в фазу проростков и во время цветения. Устойчивость к засолению в фазу проростков и на репродуктивных стадиях слабо связана, поэтому только образцы, проявляющие эти признаки на обеих стадиях развития, могут быть адаптивными к стрессу в течение вегетационного периода. Физиологические механизмы солеустойчивости в фазу проростков относительно хорошо изучены. К ним относятся: выделение излишков солей или низкое их потребление; компартиментализация ядовитых ионов в структурных образованиях клетки или так называемых старых тканях (листьях, стебле, листовых влагалищах и корнях); более высокая устойчивость тканей за счет компартиментализации солей в вакуолях. Также изменение в функционировании устьиц (у устойчивых образцов они закрываются быстрее после воздействия соли), что позволяет регулировать поступление солей через ризосферу, регуляция антиоксидантных систем, энергичный рост, позволяющий снизить концентрацию соли в растительных тканях, регуляция осмотического давления, детоксикация продуктов метаболизма при стрессе [2]. В репродуктивную фазу развития, устойчивые генотипы имеют тенденцию к исключению доступа соли к листьям, близко расположенным к метелке, особенно к флаговому листу и самой развивающейся метелке. Раннеспелые образцы имеют преимущества, поскольку поглощение солей идет менее продолжительный период, а также в областях, где засоление связано с засухой в поздние фазы развития. Анализ морфофизиологических характеристик сортов - доноров солеустойчивости показал, что при засолении для них характерно: сохранение высокой скорости роста, биомассы корней и стеблей, высокое относительное содержание хлорофилла, низкое накопление ионов  $\text{Na}^+$  и соотношение  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  в побегах по сравнению с неустойчивыми генотипами [3]. На устойчивость к засолению в значительной мере оказывают влияние условия внешней среды, так снижается она при высоких или низких температурах, недостаточном или несбалансированном питании. Дальнейшее увеличение потенциала устойчивости связано с объединением лучших аллелей, обеспечивающих толерантность к засолению, с помощью различных механизмов. Новые молекулярно-генетические подходы позволяют выявлять и вводить гены сложных адаптивных признаков в генотип образцов при одновременном сохранении высокого потенциала продуктивности [4].

Анализ данных последних тридцати лет (АМС, п. Белозерный, ФГБНУ «ВНИИ риса») показал, что температурный режим изменился. Отклонение средней температуры воздуха от среднемноголетней за период вегетации риса в годы исследований составило 2,3 °С. В большей степени возросло число дней с температурами более 35 °С, в наиболее опасный для риса период – цветение. Также была отмечена рекордная за последние 30 лет температура 40,5°С.

Жароустойчивость различных видов обусловлена различными механизмами (интенсивной транспирацией, отражательными свойствами поверхности, способностью усиливать биосинтез белков «теплового шока», активностью транскрипционно – трансляционной системы и т.д.

У риса есть несколько фаз, в которые температура оказывает наиболее сильное влияние на продуктивность. Одна из них - период перед дифференциацией конуса нарастания, другая - фаза цветения. В первую фазу при изменении температуры меняется количество колосков на метелке, во вторую – число выполненных колосков [5]. При постоянной дневной температуре 35 °С в фазу цветения (ночные температуры - 20-22 °С) продуктивность почти у всех изучаемых образцов уменьшалась, однако реакция растений разных сортов была неодинаковой. Так, в среднем пустозерность повысилась на 35,8 %, у семи сортов значения этого показателя превысили 90 %, а у группы образцов не зафиксировали его достоверного увеличения при высоких температурах. Повышение показателя сопровождалось снижением массы 1000 зерен. В среднем снижение массы 1000 зерен при повышении температуры составило 20,6 % (2 - 48 % в зависимости от сорта). Масса зерна с главной метелки растения у всех сортов уменьшилась по сравнению с контролем в среднем на 62,1 % (16-98 % в зависимости от сорта) [6-8]. Как показали проведенные исследования, время воздействия стресса значительно изменяет не только интенсивность, но и направление его воздействия. Так, при действии стресса в фазы кущение - выметывание, выметывание - созревание продуктивность растения снижалась, причем в фазу цветения воздействие было максимальным. В фазу проростков высокие температуры оказывают закалывающее воздействие на большинство исследуемых образцов, что приводит к снижению влияния фактора в последующие фазы вегетации.

По всем изученным признакам у российских сортов риса отмечен широкий как внутрисортной, так и межсортной полиморфизм. Установлено влияние цитоплазматической ДНК на устойчивость гибрида к воздействию высокой температуры.

В лизиметрических опытах показана более высокая адаптивность устойчивых к высоким температурам линий в условиях засоления, недостаточного минерального питания, загущения. Это позволяет рекомендовать отбор при воздействии температурного стресса как метод отбора генетически наиболее сбалансированных семей.

## **Литература**

1. Харитонов Е.М., Гончарова Ю.К. Механизм солеустойчивости российских сортов риса. Аграрный вестник Урала. - 2010. - 8(74):45-47.
2. Харитонов Е.М., Гончарова Ю.К. О генетико-физиологических механизмах солеустойчивости у риса (*Oryza sativa* L.) (обзор) // Сельскохозяйственная биология. - 2013.- № 3, С. 3-11.

3. Харитонов Е.М., Гончарова Ю.К., Брус А.Г. Физиолого-генетические механизмы солеустойчивости российских образцов риса // Наука Кубани. - 2011. - № 3. С. 44-49.
4. Харитонов Е.М., Гончарова Ю.К. Взаимосвязь между устойчивостью к высоким температурам и стабильностью урожаев у риса // Аграрная Россия. -2008. - № 3. - С. 22-24.
5. Харитонов Е.М., Гончарова Ю.К., Малюченко Е.А., Очкас Н.А., Бруяко В.Н., Бушман Н.Ю. Перспективные направления селекции на адаптивность к стрессам и повышение экологичности производства риса в РФ. Труды Кубанского государственного аграрного университета. - 2016. - № 60. - С. 314-320.
6. Харитонов Е.М., Гончарова Ю.К. Показатели продуктивности у сортов риса отечественной селекции при повышенных температурах в связи с проблемой глобального изменения климата // Сельскохозяйственная биология. Серия: Биология растений. Серия: Биология животных. - 2009. - № 1. - С. 16-20.
7. Гончарова Ю.К. Воздействие температурного стресса на продуктивность риса // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. - 2009. - № 2. - С. 40-42.
8. Гончарова, Ю.К. Генетические основы повышения устойчивости к высоким температурам у риса // Аграрная наука. 2009. - №9. - С. 35-37.