

РИСОВОДСТВО RICE GROWING



РИСОВОДСТВО
RICE GROWING



3 / 2003

Научно-производственный журнал

Адрес редакции: 350921, г. Краснодар, пос. Белозерный, ВНИИ риса, тел. (8612) 29-47-60

СОДЕРЖАНИЕ

Догадаев В. От нашего поля – к нашему столу.....	3
Зеленский Г.Л. Перспективы создания сортов риса с высокой продуктивностью и адаптивными качествами.....	7
Лось Г.Д., Третьяков А.Р. Создание исходного материала для селекции риса.....	12
Авакян Э.Р. Селекция нового типа растения риса.	14
Гончарова Ю.К. Взаимосвязь продуктивности и показателей фотосинтетической активности риса.....	18
Супрун И.И., Мухина Ж.М., Ильницкая Е.Т. Системы молекулярного ДНК-маркирования и их использование в селекционно-генетических исследованиях риса.....	25
Лукиянова И.В. Современная концепция причин полегания растений риса.....	30
Савенко Е.Г., Глазырина В.А. Влияние фитогормонов на процессы прямой регенерации растений из пыльников риса.....	34
Остапенко Н.В. Структура изменчивости урожайности сортов риса конкурсного испытания.....	39
Волкова С.А., Мухина Ж.М. Биотехнологические подходы к изучению пирикулярриоза риса.....	44
Лось Г.Д. Метод прерывания покоя свежесобраных семян гибридов первого поколения.....	47
Костина С.С., Туманьян Н.Г. Признаки качества сортов риса, обусловленные сроками уборки.....	49

Ладатко В.А., Воробьев Н.В, Ладатко М.А. Поглощение азота и фосфора сортами риса в зависимости от уровня минерального питания.....	52
Попов В.А., Квасинин Л.Д. Регламентирующая роль транспирации и слоя воды в реакциях риса на возрастающие дозы минеральных удобрений.....	61
Тараненко В.В. Влияние лабораторной всхожести семян на жизнеспособность сортов риса.....	67
Туманьян Н.Г., Сорочинская Е.М. Биохимические и антиалиментарные свойства зерновки российских сортов риса в связи с парбойлингом.....	70
Лоточникова Т.Н., Туманьян Н.Г. Признаки качества сортов риса Лиман и Регул	74
Ольховой С.А. Исследования чекового гидроавтомата сифонного типа с подвижным гребнем.....	77
Фанян Г.Г., Власов В.Г., Любичева А.В., Шеуджен А.Х. Биологическая очистка оросительной воды в чеке в период вегетации риса.....	80
Власов В.Г., Фанян Г.Г., Шеуджен А.Х. Новые виды водорослей, обнаруженные на рисовых полях Кубани.....	84
Агарков В.Д., Мырзин А.С., Гершунина В.Я., Картомышева О.П., Бобырь А.И. К истории совершенствования ассортимента гербицидов в отрасли рисоводства.....	90
Уджуху А.Ч., Очкас Н.А., Бобко Н.М., Вожегова Р.А. Озимая пшеница в рисовых севооборотах Краснодарского края.....	96
Правила оформления представляемых в редакцию рукописей.....	102

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ СОРТОВ РИСА С ВЫСОКОЙ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ И АДАПТИВНЫМИ КАЧЕСТВАМИ

Г.Л. Зеленский, д.с.-х.н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

В рамках проекта “Супер Рис” (Super Rice), предусматривающего выведение сортов с урожайностью 15-17 т/га (1, 2, 3), селекционеры многих рисопроизводящих стран ведут работы по созданию высокопродуктивных растений этой культуры нового типа (New Plant Type). Так, в Австралии уже создан и проходит испытание сорт риса с урожайностью 16,5 т/га и вегетационным периодом в 162 дня. В Китае ведутся исследования по созданию высокопродуктивных гетерозисных гибридов риса. Создан гибрид с потенциальной урожайностью 17 т/га. О продолжительности вегетационного периода авторы, правда, не сообщают.

Одна из основных задач селекции – повышение продуктивности растения. На разных этапах селекционной работы этого удавалось добиться за счет улучшения отдельных признаков – продуктивной кустистости, устойчивости к болезням и полеганию, а также высоких морфологических показателей метелки (озерненности, крупности, веса зерна).

Однако ряд ученых считают, что селекция на указанные выше признаки исчерпала свои резервы, а потому необходимо искать новые признаки. По мнению А.И. Носатовского (4), А.А. Ничипоровича (5,6,7), С. Дональда (8), существенное значение в повышении урожайности могут иметь размеры и положение листовых пластинок.

Известно, что урожайность зависит от густоты растений и их индивидуальной продуктивности. Последняя представляет собой произведение – число метелок на массу зерна с метелки. Количество растений и метелок на единице площади регулируется агротехническими приемами. Эти признаки обладают высокой модификационной изменчивостью и низкой наследуемостью. Следовательно, основная роль в повышении урожайности сорта принадлежит продуктивности метелки (9).

Наша селекционная практика показала, что и в условиях России (где климатические условия ограничивают период вегетации риса до 125 дней) биологический потенциал рисового растения значительно превышает продуктивность возделываемых в стране сортов. Полученная еще в 1983 году гибридная форма риса БЗ-600 в разреженном посеве имела массу зерна с главной метелки 14 г (в то время как у растений большинства сортов этот показатель не превышает 2,5 – 3,5 г). Однако, с одной стороны, мучнистый эндосперм зерновок лишал перспективы прямого ее использования на крупу, а с другой – при увеличении густоты посева продуктивность растений резко снижалась. Поэтому БЗ-600 использовали в качестве родительской формы в многочисленных гибридных комбинациях, из которых был отобран разнообразный селекционный материал (10). Помимо этого, ценность БЗ-600 заключалась и в том, что в процессе работы с этой формой мы пришли к выводу, что урожайность риса в России можно значительно увеличить селекционным путем. Но существующий морфотип растений возделываемых сортов является одним из лимитирующих факторов в решении этой задачи. У большинства из них листовые пластинки отходят от стебля под углом 30° и более. В плотном стеблестое к моменту цветения они затеняют друг друга и поэтому продуктивно работать могут только верхние 2-3 листа, а остальные постепенно отмирают. Следовательно, необходимо изменить морфотип растения так, чтобы значительно уменьшить конкуренцию растений за свет при загущении.

Анализ результатов селекции полевых культур (9) позволил сделать вывод, что урожайность современных сортов пшеницы, ячменя, риса, сорго, кукурузы повысилась главным образом за счет перераспределения сухой массы между вегетативной и генеративной

частями растения. Урожайность общей биомассы растения осталась на уровне старых сортов, лишь увеличен уборочный индекс, отбор на повышение которого достиг своего предела. Дальнейшее увеличение урожайности риса, по мнению А.Г. Ляховкина (9), возможно за счет увеличения биомассы. К такому мнению склоняются и индийские исследователи. Они считают, что необходимо увеличить биомассу сортов риса до 25 т/га и повысить индекс урожая с 0,5 до 0,6 (2).

Важное значение при этом придается повышению интенсивности фотосинтеза. Однако решение этой задачи осложняется тем, что современные сорта риса практически не превосходят по активности фотосинтез диких форм (11). К тому же, в противовес общему мнению появились данные, что продуктивность ценоза и отдельного растения прямо не связана с размерами листового ассимиляционного аппарата (12). Кроме того, увеличение площади листовой поверхности противоречит основному свойству высокопродуктивного ценоза, в котором при возрастании числа растений необходимо сохранить высокую продуктивность каждого из них. Увеличение листовой поверхности растений резко ухудшает световые условия фотосинтеза (13). При этом форма листовых пластинок играет существенную роль в затенении. Показано, что фотосинтетическая поверхность желобчатых листьев на проектируемую листовую поверхность значительно выше, чем прямых (14).

Учитывая, что при затенении растения риса конкурируют за свет, для посевов существует такая величина индекса листовой поверхности, которая является оптимальной для продуктивности ценоза. При индексе, превосходящем оптимальный, листья настолько затеняют друг друга, что расход сухого вещества на дыхание превосходит прирост сухого вещества в процессе фотосинтеза. Однако японский исследователь Йошида (15) показал, что эта концепция применима к традиционным сортам с поникшими листьями и полегающими соломинами. Для полукарликовых сортов с выпрямленными листьями не установлено оптимальное значение индекса листовой поверхности и сделан вывод, что такие растения имеют фотосинтез, превосходящий дыхание (15). Возможно, в условиях рассадной культуры риса не была достигнута такая плотность стеблестоя, которая наблюдается при посеве риса семенами.

В связи с тем, что в нашей стране принят посевной тип культуры риса, и урожай биомассы формируется главным образом за счет густоты растений, морфотип сорта должен быть таким, чтобы значительно уменьшить конкуренцию растений за свет при их загущении. Наш многолетний опыт селекционной работы показал, что существующий морфотип возделываемых сортов и большинства коллекционных образцов является одним из лимитирующих факторов в решении задачи по повышению урожайности риса в России до 15-17 т/га. Мы считаем, что растения российского "Super Rice" должны иметь эректоидное расположение листьев, высоту до 90 см, отличное качество зерна и высокую устойчивость к полеганию, болезням и вредителям. Именно такой тип растения может нести крупную метелку с большой озерненностью, которая не должна существенно уменьшаться в густых посевах. При этом размер метелки у нового растения должен достигать 35-40 процентов от общей длины стебля (16).

Как известно, лист является одним из важных органов, с помощью которого формируется продуктивность растения. Размеры листьев и расположение их в пространстве влияют на урожайность и другие признаки сельскохозяйственных культур.

Чтобы с максимальной эффективностью улавливать падающую солнечную радиацию, ассимилирующая поверхность должна полностью покрывать почву в течение всей вегетации. Под полным покрытием понимают такую густоту стояния растений, когда на поверхность почвы попадает не более 5 процентов солнечной радиации, падающей на посев. Однако большинство посевов не создают такого покрытия. Сомкнутый посев может достичь этих величин за счет развития двух или трех ярусов горизонтальных листьев или,

наоборот, за счет существенно большей площади листьев при их наклонном, почти вертикальном расположении.

Группа ученых показывает, что при таком (вертикальном) расположении листьев свет лучше проникает внутрь посева и более равномерно освещает листья разных ярусов и стебли. Так, по данным Ю.К. Росс, В.К. Росс (17), Ю.К. Росс (18) пропускание света внутрь посева в этом случае увеличивается в 2,0-2,5 раза.

Растения с вертикальными листьями в утренние и вечерние часы облучаются потоком прямой и рассеянной радиации. Наибольшую интенсивность при малых высотах Солнца (до 45° над уровнем горизонта) получают листья, которые ориентированы почти перпендикулярно к прямым лучам Солнца, тогда как горизонтальные листья их почти не получают, даже при одиночном стоянии растений. Лучи как бы скользят вдоль них, а при сплошном посеве лучи к ним практически не доходят.

Растения с подобной ориентацией листьев представляют наиболее оптимальный тип геометрической структуры листового аппарата, позволяющий максимально использовать радиацию в течение всего дня. Суммарный фотосинтез у таких форм наиболее высок по сравнению с формами, имеющими обычное расположение листьев.

Именно такой тип растений может нести крупную метелку с большой озерненностью, которая не будет сильно уменьшаться в густых посевах. При этом размер метелки у нового типа растений должен достигать 35-40 процентов общей длины стебля. У районированных сортов этот показатель значительно ниже: у Краснодарского-424 – 15, Спальчика – 20 процентов. Наша селекционная практика подтвердила возможность реализации модели нового морфотипа растений.

В результате многолетней ступенчатой гибридизации и повторных отборов нам удалось выделить ряд селекционных линий, каждая из которых имела признаки, необходимые для создания растений нового типа. С одной стороны, были получены образцы с вертикальными эректоидными листьями, хорошо выдерживающие плотные посева, и с другой – образцы с крупными метелками и большой озерненностью, которые обладали зерном отличного качества, но имели обычное расположение листьев и отрицательно реагировали на загущение. После гибридизации между ними путем многократных отборов нам удалось получить растения, сочетающие эректоидность листьев с высокоозерненными метелками (таблица 1).

Таблица 1

Характеристика высокопродуктивных форм риса в сравнении с районированными сортами, 1997 г.

Форма, сорт	Тип листьев	Высота растений, см	Главная метелка		Доля длины метелки в стебле, %
			длина, см	число зерен, шт.	
Олин-1	Эректоидный	92	40	702	43,5
Олин-2	Эректоидный	90	36	670	40,0
Г-29-500	Обычный	125	29	500	23,2
БЗЛ-97	Обычный	85	18	580	21,2
Славянец	Обычный	85	18	186	21,1
Краснодарский 424	Обычный	115	22	125	12,0

Среди изученных образцов выделяются формы Олин-1 и Олин-2, у растений которых показатели продуктивности значительно выше, чем у сортов, возделываемых в про-

изводстве – короткостебельного Славянец и высокорослого Краснодарский 424. Особо следует отметить показатель “доля метелки в общей длине стебля” – у Олин-1 он составляет 43,5 процента, а у Олин-2 – 40 процентов. Обе формы имеют стекловидный эндосперм, не полегают, не осыпаются, устойчивы к болезням. Однако их вегетационный период превышает 130 дней, что в условиях России неприемлемо.

Последующее изучение потомства этих форм позволило нам выделить несколько биотипов высокопродуктивных растений (Олин-1-1, Олин-2-1), которые различаются плотностью и степенью пониклости метелок. Среди растений этих образцов проведены многочисленные повторные отборы для продолжения изучения их в схеме селекционного процесса.

Для расширения генетического разнообразия селекционного материала с эректоидным расположением листьев в 2002 году проведена серия прямых и обратных скрещиваний выделенных форм с сортами риса, различающимися по ряду морфобиологических признаков.

В каждой гибридной комбинации получено по 150 – 180 зерновок, что вполне достаточно для дальнейшей селекционной работы.

Таким образом, в результате многолетней селекционной работы в нашей стране созданы формы риса с новым морфотипом растения. Они позволяют не только расширить представление о биологическом потенциале этой культуры в условиях юга России, но и послужат основой для создания сортов риса нового поколения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Pulver E.L., Nguyen V.N., Sustainable rice production issues for the third millennium // *Proceed. of the 19th Session of the Intern. Rice Commission.* – Rome, 1999. – P. 32-43.
2. Paroda R.S. Genetic diversity, productivity, and sustainable rice production // *Proceed. of the 19th Session of the Intern. Rice Commission.* – Rome, 1999. – P. 51-63.
3. Meeting of the IRC Steering Committee// *Intern. Rice Commission Newslet.* – Rome, 2000. – Vol. 49.- P. 77-81.
4. Носатовский А.И. О положении листовой пластинки к солнечным лучам // *Тр. Краснодар. ин-та пищевой пром-ти.* – Краснодар, 1947. – Вып.2. – С.3-44.
5. Ничипорович А.А. О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений в посевах // *Фотосинтез и вопросы продуктивности растений* – М., 1963. – С.5-36.
6. Ничипорович А.А. О свойствах растений как оптическая система // *Физиология растений*, 1961. – Вып.5. – С.536-546.
7. Ничипорович А.А. Теория фотосинтетической продуктивности растений и рациональное направление селекции на повышение продуктивности // *Биологические основы повышения продуктивности зерновых культур.* – М., 1975. – С.5-14.
8. Дональд С. Конкуренция за свет у сельскохозяйственных культур // *Механизмы биологической конкуренции.* – М., 1964.- 350 с.
9. Ляховкин А.Г. Мировое производство и генофонд риса. – Ханой, 1992. – 344 с.
10. Зеленский Г.Л. Биологический потенциал рисового растения // *Докл. ВАСХНИЛ*, 11, 1985. – С.16-18.
11. Chang T.T., Oka H.I. Genetic variability in the climatic adaptation of rice cultivars//*Prec. Symp. Climate and Rice.* – Manila, 1976. – P.87-111.
12. Насыров Ю.С. Генетика фотосинтеза и селекция. – Москва, 1982. – 64 с.
13. Нальборчик Э. Роль различных органов фотосинтеза в формировании урожая зерна хлебных злаков // *Вопросы селекции и генетики зерновых культур.* – Москва, 1983. – С. 224-230.

14. Sasahava T., Cheng H.C., Seno K., Photosynthetic capacity and inheritance of V-type leaf in rice// Jap. J. Breed. – Tokyo, 1989. – Vol. 39/ 1. – P.15-22.
15. Алешин Е.П., Алешин Н.Е. Рис. – Москва, 1993.- 504 с.
16. Зеленский Г.Л., Новые высокопродуктивные формы риса// Докл. РАСХН, 1998.- Вып. 4. – С.14-15.
17. Росс Ю.К., Росс В.К. Пространственная ориентация листьев в посевах // Фотосинтетическая продуктивность растительного покрова. – Тарту,1969. – С.60-82.
18. Росс Ю.К. Радиационный режим и архитектура растительного покрова. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 342 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ СОРТОВ РИСА С ВЫСОКОЙ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ И АДАПТИВНЫМИ КАЧЕСТВАМИ

Г.Л. Зеленский

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

В статье рассматриваются методы повышения продуктивности риса путем изменения архитектуры растения. Приводится описание высокопродуктивных растений с эректоидным расположением листьев, селекционная работа над которыми ведется во ВНИИ риса.

PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT OF RICE VARIETIES WITH HIGH PRODUCTIVITY AND ADAPTIVE QUALITIES

G.L. Zelensky

All-Russian Rice Research Institute

SUMMARY

Ways of improving of rice productivity due to the change of plant architectonics are studied in the article. The description of high productive plants with erectoid leaves position, developed in ARRI, is given.

СОЗДАНИЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ РИСА

Г. Д. Лось, к. с.-х. н., А. Р. Третьяков

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Внутривидовая гибридизация с последующим индивидуальным отбором из гибридного материала являются основным методом селекции риса во ВНИИ риса. Успех метода определяется подбором родительских пар. Родительские формы подбирают в соответствии с поставленной задачей и учетом закономерностей наследования признаков.

При гибридизации особое внимание уделяется скрещиванию сортов, принадлежащих к разным экологическим группам и различающихся по хозяйственным и биологическим признакам. Широко используются ступенчатые скрещивания, что дает возможность получать гибриды со сложной генеалогией и широким спектром расщепления. На последнем этапе привлекается сорт или селекционный номер с хорошо выраженными признаками, которые необходимо усилить у гибрида.

В качестве родительских форм используются лучшие образцы из рабочей коллекции ВНИИ риса, образцы из других стран, а также сорта нашей селекции, находящиеся в государственном сортоиспытании. За 20 последних лет в гибридизацию были включены свыше 250 образцов из 15 стран (Австралии, Индии, Италии, Франции, Китая, Кореи, Турции, Болгарии, Венгрии, Румынии и др.) и 115 образцов – из стран ближнего зарубежья (Украины, Узбекистана, Казахстана).

При ведении селекции на солеустойчивость, устойчивость к пирикулярриозу, нематоду проводятся серии беккроссов. В качестве доноров используются сорта и линии с генами устойчивости, образцы с полевой устойчивостью, солеустойчивые образцы. В основном проводим укороченные беккроссы (три скрещивания), что позволяет перестроить генотип на 93 %.

Важной задачей при гибридизации риса является разработка методов гибридизации, обеспечивающих повышение процента завязывания гибридных зерен и снижение затрат ручного труда.

Наиболее эффективными методами гибридизации являются: пневмокастрация и опыление «твел»-методом (1).

Способ кастрации цветков риса, включающий в себя обрезание цветковых чешуй на 1/3 и последующее удаление пыльников с помощью вакуумной установки (компрессор), позволяет уменьшить повреждение рыльца и в два раза повышает производительность труда. Квалифицированный гибридизатор за два часа работы может с высоким качеством подготовить и кастрировать 20 метелок (300-500 цветков).

В целях повышения уровня завязываемости гибридных зерновок большое значение имеет правильный выбор колосков для кастрации. Наши наблюдения подтверждают общую схему последовательности их цветения на веточках первого и второго порядков метелки, когда первым зацветает верхушечный колосок, потом самый нижний, а затем цветение на веточке идет снизу вверх. Исходя из этого, на веточках первого порядка при разреживании цветков оставляют колоски: верхний, нижний и те, тычинки которых дошли до 2/3 длины колоска. К условиям, нарушающим последовательность цветения относятся сильный ветер, понижение температуры воздуха и почвы.

Использование для опыления «твел»-метода дало возможность значительно повысить количество завязавшихся гибридных зерновок. Ежегодно по 50-80 комбинациям (25-40 тыс. цветков) во ВНИИ риса получают 15-20 тыс. гибридных зерновок. Средняя завязываемость составляет 50-60 %. По некоторым комбинациям она достигает 90 % при высоком выходе истинных гибридов первого поколения (93,1-98,0 %).

За последние 20 лет во ВНИИ риса получен огромный и разнообразный гибридный материал: проведена гибридизация по 1855 комбинациям, получено около 300 тысяч гибридных зерновок, более 3,0 т семян гибридов первого поколения.

Важнейшим резервом ускорения селекционных работ по выведению сортов риса является искусственный климат. Использование стационарной теплицы и камер способствует переходу к круглогодичной гибридизации риса (2). Гибридизация в условиях искусственного климата в осенне-зимний и зимне-весенний периоды позволяет получить гибридные зерновки до начала полевых работ. Кроме того, она дает возможность вовлекать в скрещивания формы риса со значительной разницей в вегетационном периоде, отавные растения и превращает гибридизацию в строго планируемый и управляемый процесс, исключая срывы, наблюдаемые при проведении ее в естественных условиях из-за дождя, ветра, снижения температуры и т.п.

В результате многолетней практики выявлены оптимальные температуры и световые режимы для ускоренного роста растений и эффективной гибридизации. Наиболее благоприятным источником света оказались лампы типа ДРЛФ и ДРЛ, а характер теплового режима – имитирующий суточный ход температуры в естественных условиях.

Использование стационарной теплицы и камер искусственного климата (КВ – 2 рП) способствует ускорению селекционного процесса за счет получения трех поколений риса в год на начальных этапах селекции (3).

Для получения наибольшего количества гибридных семян внедрен также прием отавно-клонового размножения (4).

В условиях искусственного климата проводится гибридизация на родительских формах, срезанных на отаву. Это или повторные скрещивания для получения особо ценных комбинаций или способ для совмещения сроков цветения сильно различающихся по вегетационному периоду образцов.

При репродукции гибридов первого поколения используется прием клонирования. Из рассады риса, выращенной до полного кущения, получают от двух до четырех клонов. Этот прием в 1,5-3 раза повышает продуктивность гибридного растения (5).

ЛИТЕРАТУРА

1. Лось Г. Д. Перспективный способ гибридизации риса // Сельхозбиология. – 1987. – № 12. – С. 107-109.
2. Лось Г. Д. Использование теплицы и камер искусственного климата в гибридизации риса // БНТИ ВНИИ риса. – Краснодар, 1985. – Вып. XXXI. – С. 3-6.
3. Лось Г. Д. Три поколения риса в год // БНТИ ВНИИ риса. – Краснодар, 1981. – Вып. XXX. – С. 7-9.
4. Лось Г. Д. Отавное размножение исходного селекционного материала // БНТИ ВНИИ риса. – Краснодар, 1976. – Вып. XI. – С. 13-17.
5. Третьяков Р. В. Из одной гибридной зерновки – 500 тысяч зерен риса // Селекция и семеноводство. – 1978. – № 2. – С. 76.

СОЗДАНИЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ РИСА

Г. Д. Лось, А. Р. Третьяков

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

Авторы рассматривают приемы и методы создания исходного материала для селекции новых сортов риса.

DEVELOPMENT OF INITIAL MATERIAL FOR RICE BREEDING

G.D. Los, A.P. Tretyakov

All-Russian Rice Research Institute

SUMMARY

Authors study ways and methods of initial material development for new rice varieties breeding.

Прошлые успехи в увеличении потенциала урожайности риса являлись в основном результатом эмпирического подхода к селекции, т. е. селекции на урожайность как таковой (Loss & Siddique, 1994). В будущем увеличения потенциала урожайности трудно достичь, опираясь лишь на эмпирический подход к селекции, поскольку урожай всегда достигался за счет высокого потенциала урожайности (Slafer et al., 1996).

Donald (1968) предложил подход идиотипа в селекции растений. В подходе описан тип растения, который является теоретически эффективным, основанным на знании морфологии и физиологии и является первоначальным. Селекционеры сначала отбирают идиотип по признакам, а затем по урожайности. Концепция идиотипа концентрируется в первую очередь на морфологических признаках, как-то: поглощение света и ассимиляционное разделение, и затем уже проводятся исследования на биохимическом уровне (Hamblin, 1993).

Предполагается, что в течение нескольких десятилетий, генетическое улучшение потенциала урожайности будет ускорено использованием физиологических показателей как селекционного критерия (Shorter et al., 1991).

Полукарликовые формы риса продуцируют большое число непродуктивных побегов и чрезмерную листовую поверхность, что является причиной взаимного затенения и уменьшения фотосинтеза от затенения, и снижение акцепции, особенно, когда они растут в условиях прямого посева.

Моделирование форм показало, что увеличение потенциала урожайности на 25 % возможно при модифицировании следующих признаков для современного высокоурожайного типа растения (Dingkuhn et al., 1991): усиленный рост листьев с одновременным понижением побегообразования в течение раннего вегетативного развития; пониженный рост листьев при повышенной концентрации азота в них в последние фазы вегетации и репродуктивного роста; острый угол наклона вертикали градиента концентрации азота в листе с повышенным содержанием его в верхушке листа; усиленная накопительная способность стебля; улучшенная репродуктивная акцепторная способность в период налива зерна.

Чтобы преодолеть барьер потенциальной урожайности, ученые Международного института риса (IRRI) предложили модификации существующего высокоурожайного типа растения риса. Хотя предлагаемые характеристики нового идиотипа собраны из разных источников (Vergara, 1988; Ianoria, 1989; Dingkuhn et al. 1991) основные признаки были следующими: 1/ низкая способность побегообразования (3-4 побега при прямом посеве); 2/ уменьшение непродуктивных побегов; 3/ 200-300 зерен в метелке; 4/ очень крепкий (сильный неполегающий) стебель; 5/ темно-зеленые толстые и вертикально расположенные листья; 6/ мощная развитая корневая система и повышенный окислительно-восстановительный потенциал. Pend et al. (1994) изучили отдельные признаки, но глубокой научной оценки предполагаемому новому идиотипу они не дали.

Этот идиотип становится «новым типом растения», используемым в стратегии IRRI (IRRI, 1989a). Усилия селекционеров по усовершенствованию зародышевой плазмы стали основным звеном исследовательских проектов и рабочих программ (IRRI, 1989b) и продолжались в 1994-1998 гг. в промежуточных планах исследований (IRRI, 1993a). Целью исследований было создание нового типа растения (NPT) с более высоким потенциалом урожайности по сравнению с уже существующими в тропиках полукарликовыми.

Селекционные работы по NPT были начаты в 1989 г., когда около 2000 сортообразцов из Центра генетических ресурсов IRRI выращивали в сухой (DS) и дождливый (WS) сезоны с целью определения доноров по различным признакам (Khush, 1995). Был отобран материал с низким побегообразованием, большой метелкой, толстым и коротким стеблем, развитой корневой системой. Это были в основном булюс или яваника из Индонезии, которые относят к тропической яванике (Khush, 1995). Гибридизационные работы были проведены в 1990 г. в сухой сезон и потомства F_1 выращены в сезон дождей в том же году; потомства F_2 выращены в 1991 году в сухой сезон и размножены в 1991 году в сезон дождей. Затем было проведено более 1800 скрещиваний и получено 80000 линий pedigree. При этом были отобраны селекционные линии с целевыми признаками предполагаемого типа. Селекционные линии выращивали на научных посевах, проводя соответствующие обследования и наблюдения в начале 1993 г. в сезон дождей. Их физиолого-морфологические признаки были оценены еще в 1994 году в сухой сезон повторно в делянках в различных условиях эксперимента (Khush & Peng, 1996).

После оценки NPT-линии, полученной в течение трех сезонов в трех различных регионах Юго-Восточной Азии, было отмечено следующее:

1. NPT-линии были отселектированы из подвида японики менее чем за 5 лет; две протестированные NPT-линии не имели высокой урожайности из-за невыполненности зерновки. Но было оценено только некоторое количество NPT-линий. Проводили несколько скрещиваний и много NPT-линий из них представляли интерес. Селекционные исследования по решению проблемы хорошей выполненности зерновки будут проведены в ранних поколениях. Работы по NPT-линиям предусматривается продлить с целью преодоления барьера урожайности и увеличения разнообразия зародышевой плазмы.

2. Среди инбредных линий NPT-линия IR65598-112-2 проявляла себя лучше, чем другие. Величина акцепций была выше на 10-15 %, чем у контрольных инбредных линий *indica*. Большая выполненная метелка и другие физиолого-морфологические признаки подходили на идиотип, предложенный учеными IRRI в 1989 г., и его создание указывает на то, что основные аспекты NPT-замысла были верны;

3. Низкая биомасса, невыполненность зерновки и восприимчивость к вредителям — основные сдерживающие факторы урожайности NPT-линий. Определение причины и корреляции между низкой биомассой и невыполненностью требуют дальнейшего исследования. Невероятно, чтобы невыполненность зерновки обуславливалась низкой биомассой, поскольку скорость роста в фазу выметывания-цветения изучена так же хорошо, как и в фазу созревания;

4. Концентрация азота и скорость фотосинтеза по уровню в единичных листьях NPT-линий показали преимущество в сравнении с вариантами полукарликовых *indica*. Более низкая скорость фотосинтеза и продукции биомассы могут объяснить слабую кустистость. Слабая побегообразующая способность NPT-линий должна быть изменена;

5. Раннее старение флагового листа и листьев растения риса вообще может быть причиной малой величины и невыполненности зерновки. Раннее старение может быть преодолено внесением азота в фазу цветения. Селекция на большую метелку с сохранением увеличенной акцепции может частично улучшить выполненность зерновки NPT-линий.

6. Несинхронность побегообразования NPT-линий.

7. Размер метелки (т.е. число колосков) уменьшался больше в NPT-линиях, чем в полукарликовом варианте — *indica*, в котором число колосков выше. Этот результат частично объясняет невыполненность зерновки NPT-линий, полученной при прямом посеве по сравнению с рассадной культурой;

8. Следует сравнивать эффект ремобилизации углерода и азота (C-N) при накоплении в зерне между NPT-линиями и другими сортами. В данной ситуации нельзя исключить эффект лимитирования ассимиляционного потока в NPT-линиях.

9. Устойчивость к тунгро и (ВРН) коричневой цикадке должна быть инкорпорирована в генотип NPT-линий. Важно улучшить качество зерна. Доноры по этим признакам идентифицированы и используются в гибридизационных программах.

10. Проводятся работы по гибридизации между NPT-линиями и инбредными indica. Промежуточные линии между тропическими японика и индика позволят преодолеть некоторые проблемы в создании NPT-линий. Между тем некоторые NPT-линии будут содержать как предпосылку обедненную основу японики для дальнейшего развития indica/японика гибридов риса в F₁.

11. Другая стратегия — скрестить NPT-линии с сортами риса из Техаса (США). Поскольку эти сорта являются промежуточными между японика и индика и с ними не возникает проблем стерильности и барьера к рекомбинациям. Есть надежда, что некоторые агрономически ценные признаки техасских сортов (к примеру, высокий процент выполненности зерновки), могут быть перенесены в NPT-линии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Loss S.P., Siddique K.H.M. Morphological & physiological traits associated with wheat yield increases in Mediterranean environment. // *Adv. Agron.* — 1994. — Vol. 52. — P. 229-276.
2. Slafer G.A., Calderini D.F., Miralles D.I. Generation of yield components & compensation in wheat: opportunities for further increasing yield potential/ Increasing yield potential in wheat: breaking the barriers/Edited by Reynolds MP, Rajaram S., McNab A. — Mexico: Intern. Maize & wheat Improv. Cent. — 1996. — P. 101-133.
3. Donald C.M. The breeding of crop ideotypes. // *Euphytica.* — 1968. — Vol.17. — P. 385-403.
4. Hamblin I. The ideotypes concept: useful or out dated?/ *International crop science.* — Madison, Wis.: Crop Scien. Soc.of Am. — 1993. — Vol.1. — P.35.
5. Shorter R., Lawn R.I., Hammer G.L. Improving genotypic adaptation in crops: a role for breeders, physiologists & modellers. // *Exp. Agric.* — 1991. — Vol. 27. — P. 155-175.
6. Dingkuhn M. Penning de Vries FWT, De Datta SK, Van Laar H.H. Concepts for a new plant type for direct seeded flooded tropical rice/ *Direct seeded flooded rice in the tropics.* — Manila: IRRI. — 1991. — P. 17-38.
7. Vergara B.S. Raising the yield potential of rice. Phillipp. // *Tehnol.* — 1988. Vol. I. (13). — P. 3-9.
8. Lanoria M.P. A basic plant ideotype for rice // *Rice Res. Newsl.* — 1989. — Vol. 14. (3). — P. 12-13.
9. Peng S., Khush G.S., Cassman K.G. Evolution of the new plant ideotype for increased yield potential/ *Breaking the yield barriers/Edited by Cassman K.G.* — Manila: IRRI, 1994. — P. 5-20.
10. Khush G.S. Breaking the yield frontier of rice. // *Geojournal.* — 1995. — Vol. 35(3). — P. 329-332.
11. Khush G.S., Peng S. Breaking the yield frontier of rice/ *Increasing yield potential in wheat: Breaking the barriers/Edited by Reynolds MP, Rajaram S., McNab A.* — Mexico: Intern.Maize & Wheat Improv.Cent., 1996. — P. 36-51.
12. IRRI toward 2000 & beyond. — Manila: IRRI, 1989. — 146 p.
13. Implementing the strategy: work plan for 1990-1994. — Manila: IRRI, 1989/b. — P. 15-17.
14. Rice Research in a time of change: IRRI's mediumterm plan for 1994-1998.- Manila: IRRI, 1993/a.- P. 35-36.

СЕЛЕКЦИЯ НОВОГО ТИПА РАСТЕНИЯ РИСА. ОБЗОР

Э.Р. Авакян

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

В обзоре приведена концепция растения риса нового типа с повышенным потенциалом урожайности и возможные способы его создания.

BREEDING FOR THE NEW PLANT TYPE OF RICE. REVIEW

E.R. Avakyan

All Russian Rice Research Institute

SUMMARY

Concepts of a new ideotype rice plant for increased yield potential & possible methods of its creation have been given in review.

**ВЗАИМОСВЯЗЬ ПРОДУКТИВНОСТИ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ У РИСА***

Ю.К. Гончарова, к.б.н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

История изучения фотосинтетической активности. По меньшей мере, 90% биомассы высших растений накапливается за счет фотосинтетической ассимиляции CO_2 (Zelitch I., 1982), следовательно, роль фотосинтеза в увеличении биомассы несомненна. Сильная корреляционная взаимосвязь между фотосинтетическим потенциалом агрофитоценоза, биомассой продукции и урожаем зерна отмечена во многих работах (Cook M.G. and Evans L.T., 1983). Попытки найти связь между продуктивностью и фотосинтетическим потенциалом делались уже довольно давно, однако полученные данные были достаточно противоречивы. Так, в 1960-1970 годах интенсивно изучался фотосинтез отдельного листа. Эти исследования не внесли значительного вклада в увеличение урожайности культуры из-за низкой корреляции фотосинтетических показателей отдельного листа с продуктивностью агрофитоценоза при существующем в то время морфотипе растений (Nelson C.J., 1988).

Изучение сортовых различий по величине фотосинтеза на единицу площади листа и продуктивности коллекционных образцов показало, что основной вклад в различия по продуктивности между сортами вносит площадь поверхности листьев (70%). На долю различий по фотосинтетическому потенциалу отдельного листа приходится только 30 % межсортовых различий. Селекционерами был сделан вывод о необходимости увеличения площади поверхности листьев для более эффективного поглощения энергии света, что приводило к затенению листьев нижнего яруса, а фотосинтетическая продуктивность посевов оставалась неизменной. Прямая селекция на повышение фотосинтетической деятельности отдельного листа, без учета других показателей, во многих случаях приводит к уменьшению продуктивности (Evans L.T., 1990).

Возможность повышения урожайности культуры за счет изменения фотосинтетического потенциала агрофитоценоза. Фотосинтетический потенциал агрофитоценоза зависит от нескольких факторов: архитектоники листовой поверхности, фотосинтетической деятельности отдельного листа, индекса листовой поверхности.

Для зерновых культур характерно увеличение урожайности при увеличении индекса урожая, что достигается при изменении морфотипа растений и архитектоники стеблестоя (Austin R.B. et al, 1980) Современные высокоурожайные сорта подвита *jaronica* в тропиках при орошении имеют потенциал продуктивности 10 т/га, при индексе урожая 0,5. Дальнейшее повышение урожая посредством изменения индекса урожая для большинства культур достаточно сложно, но может быть достигнуто за счет увеличения биомассы продукции. Это утверждение подтверждается фактом, что урожай в 15,2 т/га получен в субтропических условиях провинции Юнань (Китай), при индексе урожая 0,47 (Ying J. et al, 1998). Дальнейшее увеличение биомассы продукции может быть достигнуто за счет повышения плотности посева.

Следующим направлением селекции на увеличение фотосинтетического потенциала агрофитоценоза стала программа "*Super Rice*", направленная на создание растений, адаптированных к более плотному посеву за счет меньшего угла наклона листьев, а, следова-

* Работа поддержана грантом РФФИ № 03-04-96763

тельно, и затенения листьев нижних ярусов. Программы по созданию подобных сортов были приняты в Японии в 1981 г., в Международном институте риса (IRRI) в 1989 г., позднее и в других странах (Khush G.S., 2000).

Направление селекции последних лет на сокращение площади листовой поверхности, а также на создание растений с новым морфотипом (узкие, короткие, эректоидные листовые пластинки), значительно увеличило долю влияния фотосинтетических показателей отдельного листа на продуктивность риса. Повысились требования к величине фотосинтетического потенциала вновь создаваемых сортов (Peng S, 2000.)

Повышение продуктивности риса посредством улучшения архитектоники растений проблематично, так как посевы большинства высокоурожайных сортов риса близки к оптимальной архитектонике стеблестоя (Austin R.V., 1993). На этом этапе только рост фотосинтетической активности отдельного листа может увеличить потенциал продуктивности культуры. Только после успешного отбора образцов с улучшенными характеристиками, селекция растений с новым морфотипом может быть эффективной. Оценка фотосинтетических функций и структур должна стать неотъемлемой частью изучения продуктивности селекционного материала.

Вариабельность фотосинтетической активности у риса. Различия фотосинтетических показателей между видами и подвидами риса существенны уже на стадии проростка (размах вариации 30,9%), однако различия по величине фотосинтеза флагового листа выше (размах вариации 51,4%) и достоверно коррелируют с продуктивностью.

Максимальные значения фотосинтеза установлены для проростков гибрида между подвидами *indica* и *japonica*, для этого же гибрида характерны и высокие показатели по фотосинтезу флагового листа. Для всех изученных образцов характерна большая скорость фотосинтеза на стадии проростка (таблица 1).

Существенные различия по фотосинтетической активности между сортами риса отмечены во многих работах. Интенсивность фотосинтеза сортов риса в зависимости от скорости потока CO_2 в мезофилле листа и его фиксации в центрах карбоксилирования, колеблется от 12 до 62 мг CO_2 /дм².ч. Общее содержание хлорофилла при изучении 26 сортов варьировало от 1,44 до 3,37 мг/г листа, хлорофилла "а" от 0,99 до 2,26 мг/г, хлорофилла "в" от 0,41 до 1,14 мг/г.

Фотосинтетическая активность соцветия играет важную роль в формировании урожая, так как оно происходит в течение длительного времени, когда наблюдается интенсивное старение листьев. Существуют разные точки зрения по поводу позиции метелки по отношению к листьям верхнего яруса. Считается, что расположение метелки над флаговым листом, способствует снижению фотосинтетического потенциала за счет затенения листьев. Однако не изучено влияние снижения концентрации CO_2 за счет уменьшения вентиляции посевов на величину фотосинтеза, возможное повышение инфекционного фона, а также затенение самой метелки при расположении ее ниже флагового листа. Измерение поверхности зеленых частей соцветия сорта Краснодарский 424 показало, что суммарно она составляет около 35 см². Примерно такую же площадь имеет флаговый лист. Оси соцветия сохраняют фотосинтезирующую способность у некоторых сортов – до полного созревания. (Ляховкин А. Г., 1992). Вклад фотосинтетической деятельности метелки в урожай зерна – 20-30% (Imaizumi N. et al, 1990). Широкий размах варьирования признаков, обуславливающих высокий фотосинтетический потенциал среди сортов и коллекционных образцов, указывает на возможность результативной селекции в данном направлении.

Вариабельность фотосинтетических показателей у риса
(Cook M.G. and Evans L.T., 1983).

Классификация	Интенсивность фотосинтеза листа на стадии проростка,	Удельная плотность листа,	Интенсивность фотосинтеза флагового листа,
	мг CO ² /дм ² .ч мг CO ² /дм ² .ч		
<i>O. rufipogon</i>	35.2 ± 1.5	3.17 ± 0.11	28.5 ± 1.1
<i>O. nivara</i>	33.4 ± 0.6	2.66 ± 0.06	24.4 ± 2.2
<i>O. spontanea</i>	37.8 ± 2.9	3.46 ± 0.44	26.0
<i>O. sativa</i> L.			
<i>O. glaberrima</i> Steud.	30,8 ± 0,8	2.63 ± 0.03	18.8 ± 7.0
<i>O. barthii</i>	34.8 ± 0.5	2.65 ± 1.69	21.5 ± 3.1
<i>O. stapfii</i>	30.2 ± 2.3	2.51 ± 0.17	17.0 ± 1.3
Indica			
Старые сорта	37.6 ± 1.3	3.16 ± 0.08	27.9 ± 1.6
Новые сорта	39.2 ± 1.2	2.92 ± 0.07	29.8 ± 1.6
Indica x Japonica	43.7 ± 1.2	3.39 ± 0.06	30.1
Промежуточные сорта	41.0 ± 1,5	3,25 ± 0.09	27.8 ± 0.8
Тайваньские сорта	39.8 ± 1.5	2.94 ± 0.08	33.1 ± 0.5
Неорошаемый рис	34.2 ± 0.5	2.76 ± 0.05	24.5 ± 2.6
	41.0 ± 1.5	3.25 ± 0.09	27.8 ± 0.8
Japonica			
Старые сорта	41.1 ± 0.6	2.98 ± 0.09	27.9 ± 0.2
Новые сорта	40.5 ± 2.0	3.02 ± 0.07	24.8 ± 1.0
Javanica	34.9 ± 0.7	3.00 ± 0.03	16,1

Вариабельность фотосинтетических признаков на различных фазах развития. Фотосинтез не на всех фазах развития вносит одинаковый вклад в формирование высокой продуктивности. Сазаки, изучая вариабельность фотосинтетических признаков на различных стадиях развития, установил, что максимальные различия отмечены у растений на стадии созревания. Высокопродуктивные растения способны более длительное время сохранять фотосинтетические показатели (Sasaki H. et al, 1986). Отмечена взаимосвязь между высоким содержанием хлорофилла и продолжительностью работы фотосинтетического аппарата. Кроме того, показаны различия по фотосинтетической активности между гибридами и сортами. Установлено, что повышенная концентрация хлорофилла в листьях гетерозисных гибридов кукурузы обуславливает формирование более высокого урожая.

В работах, посвященных физиологическому базису гетерозиса, отмечено, что гетерозисные гибриды, как правило, обнаруживают гетерозис по фотосинтетической активности листьев и иногда по чистой продуктивности фотосинтеза. Еще одним доказательством справедливости заключения, сделанного Сазаки, является то, что гетерозисные гибриды в большинстве случаев имеют повышенные показатели фотосинтеза во время налива зерна, а также большую продолжительность фотосинтеза листовой поверхности (Абдуллаев Х.А., Каримов Х.Х., 2001). Справедливости ради необходимо отметить, что высокая

продуктивность может обеспечиваться за счет самых различных механизмов (большая эффективность минерального питания, систем аттракции, митохондриальной активности, активности ферментативных систем и т.д.). Однако закономерность, характерная как для высокопродуктивных сортов, так и для гетерозисных гибридов, несмотря на столь широкие возможности увеличения урожайности посредством других механизмов, указывает на важнейшее значение для селекции растений улучшения фотосинтетических характеристик.

Перспективы повышения фотосинтетического потенциала культуры посредством создания растений риса с C_4 типом фотосинтеза. По классификации рис отнесен к растениям с C_3 типом фотосинтеза, несмотря на наличие некоторых признаков, характерных для растений с C_4 типом (Hegde B.A. and Josni G.V., 1974; Imaizumi N. et al, 1990). В связи с этим одним из направлений работы биотехнологов и селекционеров является создание растений риса с C_4 типом фотосинтеза. Преимущества C_4 типа фотосинтеза в условиях затопления дискутируются во многих работах (Evans L.T., 2000). Основное преимущество C_4 растений заключается в уменьшении фотодыхания при высоких температурах (при температурах выше $30^{\circ}C$ фотодыхание у C_3 растений может превышать 30%). Для риса установлено снижение температуры внутри посевов на несколько градусов за счет транспирации, что позволяет менее значительно снижать эффективность фотосинтеза в полуденное время. Кроме того, содержание азота в листьях C_3 растений на 20-30% выше, что позволяет им мобилизовать больше ассимилятов на урожай зерна (Sage R.F., 2000).

Создание растений риса с C_4 типом фотосинтеза позволит увеличить интенсивность фотосинтеза культуры на 20%, а межсортовые и межподвидовые различия по активности и строению фотосинтетических систем у риса значительно выше, и их потенциал до сих пор не реализован в полной мере.

Состояние изученности наследования признаков, определяющих фотосинтетическую активность. Отмечена высокая наследуемость признаков, определяющих фотосинтетическую активность листьев 0,6-0,9 для видов рода *Nicotiana*. Подобные значения характерны и для других изученных видов и родов, что говорит о возможности результативного отбора по данным признакам.

Для риса показана передача хлоропластов по материнской линии, однако отмечено, что хлорофилльные мутации контролируются ядерными генами. Следовательно, для нормального функционирования хлоропластов необходимо взаимодействие обеих генетических систем. Установлено, что ядерная ДНК ответственна за формирование хлорофилл-белкового комплекса, а пластидная – за образование необходимых структурных и активирующих белков. Обе эти системы взаимодействуют при создании фотосинтетических систем, в частности ламелл. Характер этого взаимодействия еще полностью не изучен, но уже сейчас ясно, что главную роль играет ядерная ДНК (Авратовщук Н.А., 1980)

Большая часть генетических исследований, касающихся фотосинтетических показателей риса, связана с изучением хлорофилльных мутаций с фенотипическим эффектом. Для риса описано 16 типов хлорофилльных мутаций, многие из них локализованы.

По наследованию большинства фотосинтетических признаков у риса имеются отрывочные и подчас противоречивые данные. Нами проведено изучение наследования некоторых признаков, определяющих морфотип и продолжительность фотосинтетической деятельности листьев (таблица 2).

Изучение наследования признака "Продолжительность работы листовой поверхности" показало: контроль над изучаемым признаком осуществляется полигенами. Домини-

рование в популяции при наследовании признака направлено в сторону увеличения значения. Корреляция между средним значением родителей и суммой – низкая $r = 0.16$, что говорит о ненаправленном доминировании, следовательно, в популяции есть как доминантные, так и рецессивные гены, увеличивающие данный признак. Установлено неполное доминирование большего значения признака при значительном влиянии межлокусного взаимодействия (комплементарный эпистаз).

В наследовании признаков "Длина и ширина флагового листа" основную роль играют аддитивные эффекты генов. Отмечено влияние как межлокусных (комплементарный эпистаз), так и внутрилокусных взаимодействий (неполное доминирование). Доминирование в популяции направлено в сторону увеличения признака.

Аддитивные эффекты генов играют основную роль и при наследовании признаков, определяющих угол наклона флагового листа и трех следующих за ним листьев. Доминирование при наследовании всех вышеперечисленных признаков направлено в сторону уменьшения признака. Однако признаки "Угол наклона флагового листа" и "Угол наклона трех следующих за ним листьев" контролируются разными генетическими системами.

Таблица 2

Генетическая система признаков, определяющих морфотип и фотосинтетическую активность растений риса

Признаки	Межгенные взаимодействия	Внутрилокусные взаимодействия	Направление доминирования	Корреляция между (Wr+Vr)
Длина флагового листа	комплементарный эпистаз	неполное доминирование	увеличение значения признака	-0,46
Ширина флагового листа	комплементарный эпистаз	неполное доминирование	увеличение значения признака	0,39
Угол между флаговым листом и стеблем	комплементарный эпистаз	аддитивное действие	уменьшение значения признака	0,83
Угол между 1-3 листом и стеблем	комплементарный эпистаз	сверхдоминирование	уменьшение значения признака	0,62
Выход метелки	комплементарный эпистаз	неполное доминирование	уменьшение значения признака	0,08
Продолжительность фотосинтетической деятельности листьев	комплементарный эпистаз	неполное доминирование	увеличение значения признака	0,16

Если на первый признак основное влияние оказывают аддитивные эффекты генов, влияние межлокусного взаимодействия (комплементарный эпистаз) незначительно, то на второй признак сильное влияние оказывает внутрилокусное взаимодействие, приводящее к сверхдоминированию меньшего значения признака.

По признаку "Выход метелки в популяции" есть как доминантные, так и рецессивные гены, увеличивающие признак. Показано неполное доминирование меньшего значения признака при значительном влиянии межлокусного взаимодействия (комплементарный эпистаз). В дальнейшем работа должна быть направлена на изучение наследования и

сортовой специфики признаков, таких как: содержание хлорофилла, хлоропластов, CO_2 проводимость листа, продолжительность фотосинтетической деятельности листового аппарата, удельная поверхность плотности листа, а также функциональной активности пигментных систем. Полученные данные позволяют эффективнее создавать линии с высоким потенциалом фотосинтетической активности отдельного листа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуллаев Х.А., Каримов Х.Х. Индексы фотосинтеза в селекции хлопчатника – Душамбе: Дониш, 2001. – 247 с.
2. Авратовщуква Н.А. Генетика фотосинтеза- М.: Колос, 1980. – 102 с.
3. Ляховкин А.Г. Мировое производство и генофонд риса. – Ханой: Сельское хозяйство, 1992. – 345 с.
4. Austin R.B. Crop photosynthesis: Can we improve on nature? // International crop science .Madison. Wis. //Crop Science Society of America. – 1993.-P. 697-701.
5. Austin R.B., Bingham J., Blackwell R.D., Evans L.T., Ford M.A., Morgan C.L., Taylor M. Genetic improvements in winter wheat yields since 1900 and associated physiological changes // Agricultural. Science. –Cambridge, 1980. –Vol.94. – P.675-689.
6. Cook M.G., Evans LT. Some physiological aspects of the domestication and improvement of rice // Field Crops Research. -1983. –Vol.6.- P.219-238.
7. Makino A., Mae T., Ohira K. Variations in the contents and kinetic properties of ribulose-1.5-bisphosphate carboxylase among rice species // Plant Cell Physiology. -1987. – Vol.28.-P.799-804.
8. Nelson CJ. Genetic associations between photosynthetic characteristics and yield: review of the evidence// Plant Physiology. Biochemistry. -1988. – Vol.26 – P.543-554.
9. Peng S. Single-leaf and canopy photosynthesis of rice // Redesigning rice photosynthesis to increase yield. – Philippines, 2000.- P.213-228.
10. Sasaki H., Ishii R., Kumura A. Studies on varietal difference of leaf photosynthesis in rice. The leaf photosynthesis in different growth stage // Presentation at 182nd Ann. Meet. Crop Science Society. – Japan, 1986. – P.132-135.
11. Evans L.T. Raising the ceiling to yield: the key role of synergisms between agronomy and plant breeding // New frontiers in rice research. -Hyderabad (India), 1990. –P.13-107.
12. Hegde B.A., Joshi G.V. Pattern of photosynthesis in a saline indica var. of rice Kalarata // Proceedings of the symposium on use of radiation and radioisotopes in studies of plant productivity. – Pantnagar (India), 1974. – P. 357-358.
13. Imaizumin N., Usuda H., Nakamoto H., Ishihara K. Changes in the rate of photosynthesis during grain filling and the enzymatic activities associated with the photosynthetic carbon metabolism in rice panicles// Plant Cell Physiology.- 1990.- Vol. 31(6)-P.835-843.
14. Ying J., Peng S., He Q., Yang H., Yang C., Visperas R.M., Cassman K.G. Comparison of high-yield rice in a tropical and subtropical environment. Determinants of grain and dry matter yields// Field Crops Res. -1998.-Vol. 57(1). – P.71-84.
15. Zeitch I. The close relationship between net photosynthesis and crop yield // Biology Science –1982. –Vol. 32. – P.796-802.
16. Khush G.S. Strategies for increasing the yield potential of rice // Redesigning rice photosynthesis to increase yield / Ed. by Khush G.S. – New Delhi (India): Science Publishers, Inc. – 2000. – P. 207-212.

17. Sage R.F. C₃ versus C₄ photosynthesis in rice: ecophysiological perspectives // Redesigning rice photosynthesis to increase yield / Ed. by Khush G.S. – New Delhi (India): Science Publishers, Inc. – 2000. – P.13-35.

18. Takano Y., Tsunoda S. Light reflection, transmission and adsorption rates of rice leaves in relation to their chlorophyll and nitrogen content // Agricultural Research.- 1970. – Vol. 21. – P.111-117.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПРОДУКТИВНОСТИ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У РИСА

Ю.К. Гончарова

Всероссийский научно-исследовательский институт риса.

РЕЗЮМЕ

В статье проведен анализ эффективности селекции и состояния изученности наследования признаков, определяющих фотосинтетические показатели у риса, а также возможность дальнейшего повышения урожайности культуры путем создания линий с высоким потенциалом фотосинтетической деятельности отдельного листа. Описана генетическая система признаков, определяющих некоторые фотосинтетические показатели и морфотип растения риса.

INTERCONNECTION OF RICE PRODUCTIVITY AND PHOTOSYNTHETIC INDICES

Yu. K. Goncharova

All-Russian Rice Research Institute

SUMMARY

Analysis is carried out of breeding efficiency and level of study of inheritance traits determining rice photosynthetic indices as well as possibility of further yield improvement of this culture by means of developing lines with high potential of photosynthetic activity of separate leaf. Genetic system of traits determining some photosynthetic indices and morphotype of rice plant is described.

СИСТЕМЫ МОЛЕКУЛЯРНОГО ДНК-МАРКИРОВАНИЯ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ РИСА. ОБЗОР

И.И. Супрун, аспирант, Ж.М. Мухина, к.б.н., Е.Т. Ильницкая, аспирант.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Разработка методов молекулярной генетики в последнее десятилетие привела к появлению нового класса молекулярных маркеров — фрагментов ДНК, соответствующих нуклеотидным последовательностям, которые входят непосредственно в структуру агрономически важного гена, интересующего селекционеров, или сцеплены с этим геном. Возможности ДНК-маркеров во много раз превосходят потенциал изоферментов или запасных белков. Кроме того, нейтральное проявление таких молекулярных маркеров по отношению к фенотипу, не является тканеспецифичным, и их можно обнаружить на любой стадии развития растений [2].

Вот почему появление ДНК-маркеров радикально изменило методы оценки генетического разнообразия, паспортизации и классификации сортов, картирования и определения физической природы генов, интрогрессии новых генов и генетического мониторинга в селекции и семеноводстве риса.

В настоящее время существует много подходов к выявлению полиморфизма на уровне ДНК. Ниже приводим некоторые из них.

Полиморфизм длины рестриктивных фрагментов ДНК, или RFLP-метод, включает получение фрагментов рестрикции (процесс, в результате которого ДНК разрывается ферментами рестриктазами в определенных точках, называемых сайтами рестрикции) их электрофоретическое разделение, перенос на фильтр с последующей гибридизацией специфических проб с полученными фрагментами ДНК. Проба — относительно короткая последовательность клонированной ДНК с определенным уровнем гомологии и способностью гибридизоваться с соответствующим участком геномной ДНК. При наличии подходящих проб метод может быть использован для скрининга генетического разнообразия так же как и для картирования генома, маркирования многих биологически и экономически важных признаков.

RAPD (Randomly Amplified of Polymorphic DNA) — технология основана на анализе случайно амплифицированной полиморфной ДНК (в основе процесса амплификации лежит полимеразная цепная реакция, протекающая по принципу естественной репликации с участием специально подобранных проб-праймеров). Во всех случаях полиморфизм определяется как присутствие–отсутствие в электрофоретических спектрах специфических фрагментов ДНК и обусловлен различиями последовательностей ДНК в местах посадки праймеров. Подход методически относительно прост и может применяться для изучения разнообразия на внутривидовом уровне, включая популяционные исследования и идентификацию генетических ресурсов [1].

Многочисленными исследованиями было показано, что одна из наиболее информативных ДНК-систем молекулярного маркирования сельскохозяйственных культур — так называемые микросателлитные последовательности ДНК (SSRP). В геномы эукариот сплошь встроены простые последовательности, которые могут состоять из 4, 3, 2 и даже одного нуклеотида. Позже эти регионы были названы «микросателлитами» [10]. Микросателлитные последовательности распространены повсеместно в ДНК высших растений. Они были обнаружены у 34 видов. Средняя частота встречаемости на ДНК — каждые 50 килобаз. Наиболее часто встречаются динуклеотидные повторы типа (AT)_n, среди тринуклеотидных повторов преобладают (TAT)_n. Эксперименты по изу-

чению генетического разнообразия культурного риса обнаружили до 25 аллелей на один микросателлитный локус.

Источник полиморфизма этих последовательностей – в сайт-специфическом варьировании длины повтора, что в свою очередь обусловлено различием в числе единиц повтора. Они стабильны в соматических клетках, их наследование носит кодоминантный характер. Указанные характеристики делают микросателлиты незаменимыми маркерами как для популяционно-генетических исследований, так и для прикладных селекционных программ.

Результаты скрининга геномной библиотеки риса позволили оценить общее количество микросателлитов – 5700-10000, причем относительная частота встречаемости различных повторов уменьшается с увеличением размера повтора [13]. Уровень полиморфизма, выявляемого микросателлитами, позволяет проводить идентификацию генотипа, QTL-анализ (анализ локусов количественных признаков), скрининг крупных инсерционных библиотек, осуществлять маркерную селекцию у риса.

Технология AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) основана на оценке полиморфизма длины амплифицированных фрагментов и представляет собой нечто промежуточное между RFLP и RAPD – анализом. Эта технология позволяет определять генетические изменения, вызванные точечными мутациями в сайтах рестрикции или в участках рестрикции. AFLP-маркеры (фрагменты, распознаваемые AFLP-анализом) распределены по всей длине хромосом и наследуются в соответствии с законами Менделя, что явилось предпосылкой к их применению в селекции.

Рассмотрим примеры применения систем ДНК-маркирования при оценке генетического разнообразия и маркировании агрономически важных признаков.

При сравнении двух подвидов *Oryza sativa* – *indica* и *japonica* методами RAPD, AFLP, SSRP – анализа маркеры по-разному оценивали полиморфизм, но совершенно одинаково кластеризовали формы риса в проведенных исследованиях. Было выявлено, что сорта подвида *indica* обладают большей генетической полиморфностью по сравнению с сортами подвида *japonica*. AFLP-анализ показал полиморфизм на 15% выше, чем RAPD, несмотря на то, что оба анализа были эффективными в оценке генетического разнообразия [7].

Zhu et al. [14] при проведении ДНК-фингерпринта 57 образцов из генбанка IRR1 с помощью AFLP-метода с использованием 179 полиморфных проб выявил группы генетического родства и определил количество маркеров, необходимое для классификации генплазмы и проведения оценки внутри и между группами, сформированными по принципу генетического родства.

В исследованиях такого характера наряду с RAPD и AFLP широко применяется и RFLP-маркерная система. Так, при скрининге 111 сортов подвида *indica* и *japonica* с использованием полиморфизма 92 RFLP-проб была выявлена корреляция при выполнении кластеризации по данным RFLP-анализа и исследования морфологических характеристик. Из 92 проб 41 была идентифицирована как локусы с высокой степенью сцепленности с различиями между подвидами *indica* и *japonica*. И их рассматривают как диагностические маркеры [12].

Для идентификации генов полевой устойчивости к пирикуляриозу S.Fukuoka и K. Okuno [8] провели оценку QTL и для их картирования использовали RFLP- и SSR-анализ. Они определили 2 QTL на хромосоме 4, и по 1 QTL на хромосомах 12 и 9. Ген устойчивости, обозначенный *pi 21* был картирован на хромосоме 4 как одиночный рецессивный ген, расположенный между RFLP-маркерными локусами G271 и G317 на расстоянии 5,0 и 8,5 сантиморганид соответственно. Эти данные о распределении

QTL устойчивости к пирикулярриозу использовались в дальнейшем при проведении селекции на устойчивость к данному патогену с привлечением маркерных систем.

Вопросу устойчивости риса к пирикулярриозу было посвящено исследование Liang-Wang et al. [9], в котором он проанализировал 127 полиморфных RFLP-проб применительно к 281 инбредным линиям. В результате работы было картировано два доминантных локуса устойчивости к пирикулярриозу Pi-5 и Pi-7 на хромосоме 4 и 11 соответственно, которые затем в ходе селекционной программы были внедрены в геном сорта реципиента.

Микросателлиты выявленные на 5' конце Waxy гена (дистальный конец короткого плеча хромосомы 6) показали высокий уровень полиморфизма и в исследованиях Ayres N.M. et al. [3]. Было обнаружено, что они могут быть ценными при предварительной оценке на качество крахмала в коммерческой селекции. На хромосоме 7 два микросателлитных локуса, обнаруженные при исследовании, оказались тесно сцепленными с геном *ge^s*, который контролирует увеличение размера зародыша и повышение содержания протеина и витаминов в зерновке риса.

В работе выполненной Blair и McCouch [4], было выявлено 3 микросателлитных локуса, сцепленных с геном устойчивости к бактериальному ожогу, которые в дальнейшем использовались в комплексе с RFLP-маркерами для выполнения более точного картирования гена, контролирующего этот признак.

При анализе QTL некоторых признаков урожайности удалось локализовать 2 микросателлитных маркера, которые были сцепленными с данными QTL на хромосоме [5].

В селекционно-генетических исследованиях X. Chen et al. [5], проводимых на ди-гаплоидных линиях и межвидовых гибридах риса выявили 29 микросателлитных локусов, которые в комплексе с уже существующими RFLP-маркерами, позволили более четко отслеживать характер наследования некоторых признаков, исследуемых в данной работе.

В последние годы микросателлитные маркеры широко используются при изучении генетических ресурсов риса, их систематизации и составлении корневых коллекций, выполненных с учетом генетического родства по данным микросателлитного анализа.

Выборка из 430 сортов риса из европейской коллекции генетических ресурсов была описана с использованием 50 фенотипических (агрономических, морфологических и технологических) признаков и 16 генотипических (микросателлитные или SSR) маркеров. В данном исследовании, проводимом французским научно-исследовательским центром CIRAD, по результатам анализа морфологических признаков, с одной стороны, и технологических характеристик зерновки, с другой, было четко идентифицировано 3 основных группы: *indica*, "традиционная" *japonica* и "североамериканская" *japonica*. Оценка генетического разнообразия исследуемых образцов была выполнена на основе данных микросателлитного анализа с использованием метода *Neibor-joining* (метод ближайшего связывания) и очень четко разделила тип *indica* и *basmati*, противопоставив их всем типам *japonica* [6].

В другой работе, проведенной на 419 сортах риса из генбанков пяти европейских стран, использовали генетический полиморфизм 16 микросателлитных локусов. Эти исследования проводили в сравнении с 57 азиатскими сортами. Уровень полиморфизма микросателлитов оказался высоким, со средним значением 9,1 аллелей на локус. Микросателлитный анализ показал, что 82 сорта проявляют межвидовой полиморфизм. Все сорта были определены и классифицированы в пределах своей аллельной принадлеж-

ности. Группировка по признаку сортового родства была проведена с использованием иерархической классификации на основе данных микросателлитного анализа [11].

На основании вышесказанного можно судить о молекулярных маркерах, как об эффективном инструменте генетических исследований риса, вносящем существенный вклад в изучение природы классических генов и локусов количественных признаков, картирование генов и QTL, а также в изучение генетического полиморфизма. Однако практическое применение их в отечественном рисоводстве пока еще отстает от потенциальных возможностей описанных выше методов. По нашему убеждению, целесообразно внедрить их в российскую систему селекции и семеноводства риса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Конарев В.Г. Морфогенез и молекулярно-биологический анализ растений. - Санкт-Петербург: ВИР. - 1998. - 370с.
2. Хавкин Э.Е. Молекулярные маркеры в растениеводстве // Сельскохозяйственная биология. - 1997. №5. - С.3-19.
3. Ayres N.M., McClung A.M., Larkin P.D. et al. Microsatellites and a single nucleotide polymorphism differentiate apparent amylose classes in an extended pedigree of US rice germplasm // Theor Appl Genetic. - 1997. - Vol. 94. - P. 773-783.
4. Blair M., McCouch S.R. Microsatellite and sequence-tagged site markers diagnostic for the bacterial blight resistance gene *xa-5* //Theor Appl Genetic.- 1997. - Vol. 95. - P.174-184.
5. Chen X., Temnykh S., Xu Y. et al. Development of a microsatellite framework map providing genome wide coverage in rice (*Oryza sativa* L.)// Theor Appl Genetic. - 1997. - Vol.95 - P.553-567.
6. Feyt H., Dubois C., Clement G. et al. Analysis of the diversity of rice genetic resources for use in Europe-determination of a core collection // Proceeding of Eurorice 2001 Symposium. 3-8 September 2001, p. 52-68.
7. Fuentes J.L., Escobar F., Alvares A. et al. Analysis of genetic diversity in Cuban rice varieties using isozyme, RAPD, and AFLP markers// Euphytica. - 1999. - Vol.109. - P.107-115.
8. Fukuoka S., Okuno K. QTL-analysis and mapping of *pi21*, a recessive gene for field resistance to rice blast in Japanese upland rice// Theor Appl Genetic. - 2001. - Vol.103. - P.185-190.
9. Liang-Wang D., Mackill D.J., Bonman M. et al. RFLP mapping of genes conferring complete and partial resistance in a durably resistance rice cultivar// Genetics.- 1994. - Vol. 136. - P.1422-1433.
10. Litt M., Luty J.A. A hypervariable microsatellite revealed by in vitro amplification of a dinucleotide repeat within the cardiac muscle actin gene// Am.J.Hum.Genet.-. 1989. - Vol.44. - P.388-396.
11. Luce C., Noyer J.L., Tharreau D. et al. The use of microsatellite markers to examine the diversity genetic resources of rice (*Oryza sativa* L.) adapted to european conditions // Proceeding of the international symposium on molecular markers for characterizing genotypes and identifying cultivars in horticulture, March 6-8, 2000. Italy. - P.221-235.
12. Renhua L., Jiang T.B., Xu C.G. et al. Relationship between morphological and genetic differentiation in rice (*Oryza sativa* L.)// Euphytica. - 2000.- Vol. 114. - P.1-8.
13. Rice Biotechnology Quaterly.- 1997. - Vol.32. - P.5.
14. Zhu J., Gale M.D., Quarre S. AFLP markers for the study of rice biodiversity// Theor Appl Genetic.- 1998. - Vol. 96. - P.602-611.

СИСТЕМЫ МОЛЕКУЛЯРНОГО ДНК-МАРКИРОВАНИЯ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ РИСА

И.И. Супрун, Ж.М. Мухина, Е.Т. Ильницкая
Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

В обзоре рассматриваются наиболее широко используемые системы молекулярного ДНК-маркирования и их применение в различного рода генетических исследованиях риса.

MOLECULAR DNA-MARKING SYSTEMS AND THEIR APPLICATION IN RICE BREEDING – GENETIC RESEARCH. SURVEY

I.I. Suprun, Zh.M. Mukhina, E.T. Ilnitskaya
All-Russian Rice Research Institute

SUMMARY

Most widely used molecular DNA-marking systems, their application in different rice genetic researches are studied in the survey.

УДК 581.143.5

ВЛИЯНИЕ ФИТОГОРМОНОВ НА ПРОЦЕССЫ ПРЯМОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ РАСТЕНИЙ ИЗ ПЫЛЬНИКОВ РИСА

Е.Г.Савенко, В.А. Глазырина

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Фитогормоны оказывают действие на физиологические процессы в крайне низких концентрациях, причем для каждого процесса существуют определенные пределы концентраций, в которых фитогормоны выступают как стимуляторы.

Изменение концентраций фитогормонов, а также использование фитогормонов различной природы (цитокинины, ауксины, гиббереллины) приводит к изменению качества ответной реакции растительного объекта.

Цель исследования. Определить качественные и количественные соотношения фитогормонов, стимулирующих процессы прямой регенерации интактных растений непосредственно на каллусогенной среде из пыльников риса *in vitro*. Прямая регенерация растений имеет ряд преимуществ по сравнению с классической схемой андрогенеза:

- снижается вероятность гаметоклональной изменчивости, так как растения образуются на каллусообразующей среде;
- технологический процесс получения дигаметоидных растений сокращается на 2-3 месяца, в результате чего снижаются энергозатраты.

Материалы и методы исследования. Использовали пыльники 11 гибридных комбинаций риса с величиной гетерозиса 15%, любезно предоставленных нам лабораторией генетики ВНИИ риса. После холодной предобработки (8⁰С в течение 8-10 суток) пыльники инокулировали на МС-среду (MS, 1962) с различными комбинациями α -НУК (α -нафтилуксусная кислота), кинетина, БАП (бензиламинопурина), АБК (абсцизовая кислота), а также обогащенную дополнительными стимуляторами регенерации растений в культуре тканей – нитратом серебра, аминокислотами. Исследовано 11 вариантов сред с различным сочетанием фитогормонов. Часть пыльников культивировали на свету, часть – в термостате (в темноте) при температуре 25-28⁰С.

Результаты. Пыльники риса индуцировали каллус на всех вариантах сред. На вариантах, находящихся на свету и содержащих комплекс фитогормонов, процесс каллусообразования наступил на 30-40 сутки. Каллус образовался плотный структурированный от белого до светло-желтого цвета. Частота каллусообразования колебалась от 0,8 до 46,7% в зависимости от генотипа. На 60-70 сутки каллусообразование сопровождалось стеблевым и корневым органогенезом. Процессы морфогенеза имели место при следующих сочетаниях фитогормонов:

- 1 вариант – 4,0 мг/л БАП + 2,0 мг/л α -НУК + 1,0 мг/л АБК + 4,0 мг/л AgNO₃;
- 2 вариант – 2,0 мг/л БАП + 1,0 мг/л α -НУК + 0,5 мг/л АБК;
- 3 вариант – 6,0 мг/л БАП + 2,0 мг/л α -НУК + 0,5 мг/л АБК + 2,0 мг/л AgNO₃;
- 4 вариант – 6,0 мг/л БАП + 1,0 мг/л α -НУК + 1,0 мг/л АБК + 6,0 мг/л AgNO₃

и колебались от 1,3 до 24,0% от числа посаженных пыльников у различных генотипов риса. Более 40% побегов имели летальную мутацию – albino (табл. 1).

**Влияние комплекса фитогормонов на процессы каллусогенеза и органогенеза из пыльников риса *in vitro*,
культивируемых на свету**

Комбинация	Количество посаженных пыльников	1 вариант				2 вариант				3 вариант				4 вариант			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Лиман/Хазар	120	11	9,16	–	–	1	0,8	–	–	4	3,3	–	–	7	5,8	–	–
Хазар/Фонтан	30	5	16,7	–	–	9	3,3	1з	3,3	13	43,3	1з, 1а	6,7	6	20,0	1з	3,3
Хазар/Лиман	75	9	12,0	–	–	14	18,7	1а	1,3	9	12,0	1з	1,3	25	33,3	–	–
ВНИИР7718/ВНИИР7887	45	9	20,0	6з.	13,3	21	46,7	–	–	10	24,4	11з	24,0	11	24,4	4з, 1а	11,1
Хазар/Изумруд	60	12	20,0	1з, 4а	8,3	10	16,7	2а	3,3	11	18,3	5з	8,3	8	13,3	–	–
ВНИИР7877/ВНИИР7718	75	16	21,3	2а	2,7	18	24,0	–	–	31	26,7	4з, 3а	9,3	20	26,7	–	–

Примечание: 1 – количество полученного каллуса;
 2 – процент каллусообразования;
 3 – количество полученных растений;
 4 – процент регенерации.
 з – зеленое растение;
 а – альбиносное растение

Влияние комплекса фитогормонов на процессы каллусогенеза и органогенеза из пыльников риса *in vitro*,
культивируемых в темноте

Комбинация	Количество посаженных пыльников	1 вариант				2 вариант				3 вариант				4 вариант			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Фонтан/Хазар	210	4	1,9	5з	2,4	27	12,9	–	–	16	7,6	2а	0,9	15	7,1	3з,3а	2,4
Лиман/Фонтан	90	16	17,8	–	–	23	25,6	–	–	14	15,6	–	–	20	22,2	1а	1,1
Хазар/ВНИИР 7887	285	41	14,4	–	–	45	15,8	2а	0,7	28	9,8	1а	0,7	10	3,5	1з	0,4
Изумруд/Хазар	285	30	10,5	17а	5,9	28	9,8	–	–	38	13,3	2з,1а	1,1	12	4,2	–	–
Хазар/Лиман	30	2	6,7	–	–	1	3,3	–	–	2	6,6	1а	3,3	1	3,3	–	–

Примечание: 1 – количество полученного каллуса;
2 – процент каллусообразования;
3 – количество полученных растений;
4 – процент регенерации.
з – зеленое растение;
а – альбиносное растение

Пыльники, находящиеся в темноте, индуцировали каллус на 30-40 сутки, затем этот каллус выставляли на свет, и на 25-30 сутки наблюдалось образование побегов и корней (0,4-5,9% от числа посаженных пыльников) (табл.2), а также образование корней без побегов (45%). Каллус, не сопровождающийся органогенезом, далее культивировали на среде МС, содержащей БАП + α -НУК + АБК с добавлением янтарной и глютаминовой кислот. На 6-8 сутки отмечались процессы стеблевого и корневого органогенеза. Однако 80% регенерантов были альбиносами.

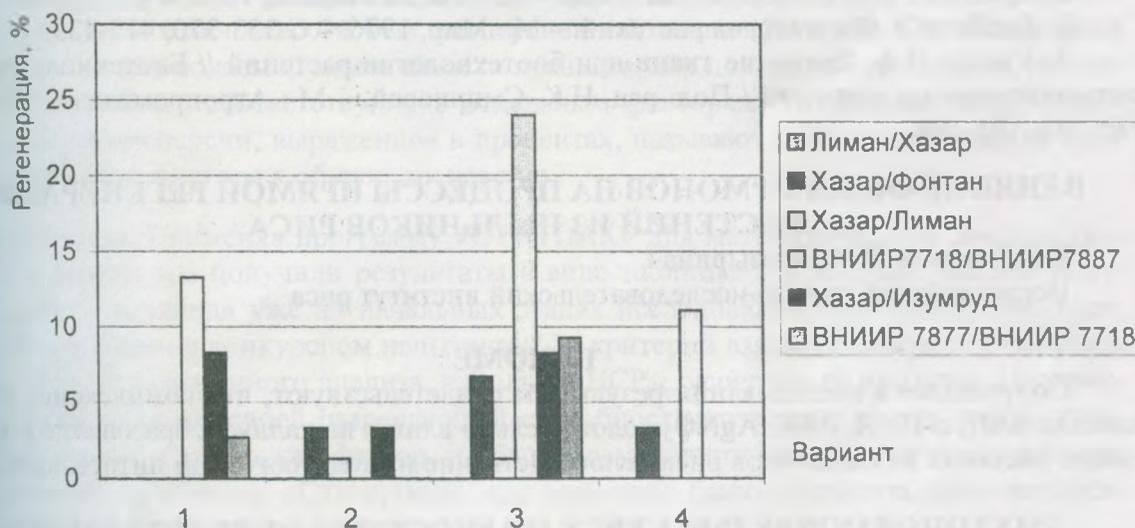
Высокие дозы $AgNO_3$ (от 1 до 5 г на 1 литр питательной среды) негативно влияли на процессы каллусообразования. На таких средах не получено ни одного каллуса, вследствие ингибирующего влияния таких доз данного вещества.

Выводы. Результаты, полученные в данном исследовании, и экспериментальные данные, имеющиеся в литературе, свидетельствуют, что эффективность каллусо- и органогенеза определяются видом, концентрацией и соотношением ауксинов и цитокининов, а также генотипом растений.

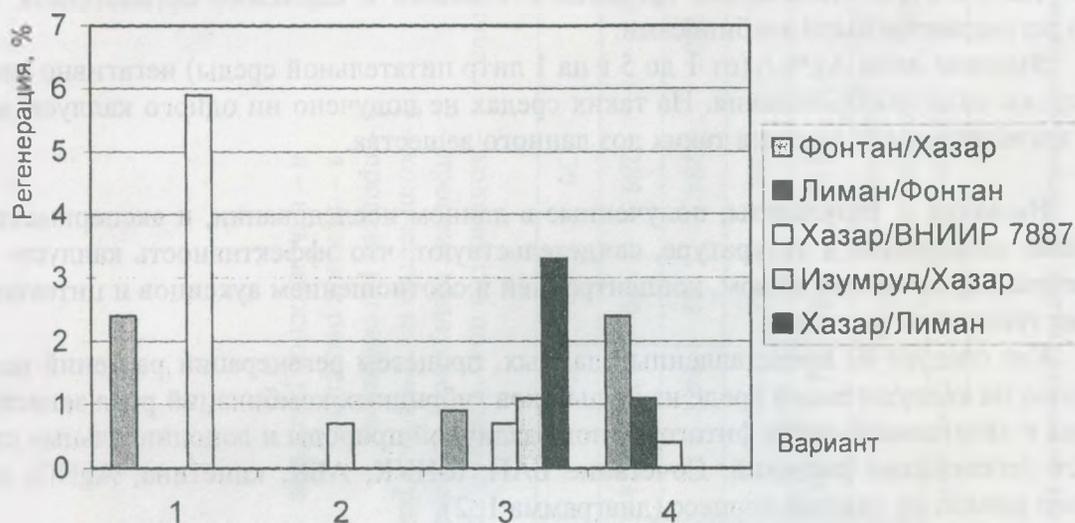
Как следует из представленных данных, процессы регенерации растений непосредственно на каллусогенной среде из пыльников гибридных комбинаций риса зависят от наличия в питательной среде фитогормонов различной природы и дополнительных стимуляторов регенерации растений. Сочетание БАП, α -НУК, АБК, кинетина, $AgNO_3$ положительно влияло на данный процесс (диаграмма 1, 2).

Диаграмма 1

Влияние комплекса фитогормонов на процессы органогенеза из пыльников риса *in vitro*, культивируемых на свету



Влияние комплекса фитогормонов на процессы органогенеза из пыльников риса *in vitro*, культивируемых в темноте



ЛИТЕРАТУРА

1. Батыгина Т.Б. Хлебное зерно. Атлас. – Л.: Наука, 1987. – С.68-76.
2. Кретович В.Я. Биохимия растений. – М.: Высшая школа, 1980. – С.333-340.
3. Либберт Э. Физиология растений. – М.: Мир, 1976. – С.353-370, 417-433.
4. Уизерс Л.А. Хранение ткани при биотехнологии растений // Биотехнология сельскохозяйственных растений / Под. ред. Н.К. Смирновой. – М.: Агропромиздат, 1987. – С. 186-188, 195-196.

ВЛИЯНИЕ ФИТОГОРМОНОВ НА ПРОЦЕССЫ ПРЯМОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ РАСТЕНИЙ ИЗ ПЫЛЬНИКОВ РИСА

Е.Г.Савенко, В.А. Глазырина

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

Полученные в исследовании результаты свидетельствуют, что комплексное использование БАП, α -НУК, АБК, $AgNO_3$ положительно влияет на каллусообразование и регенерацию растений из пыльников риса непосредственно на каллусогенной питательной среде.

PHYTOHORMONES INFLUENCE ON PROCESSES OF PLANTS DIRECT REGENERATION FROM RICE ANTHEAS

E.G. Savenko, V.A. Glazyrina

All-Russian Rice Research Institute

SUMMARY

Results, received in the research, show that complex application of БАП, α -НУК, АБК, $AgNO_3$, positively influences callus formation and plants regeneration from rice anthers directly in callus nutrition medium.

**СТРУКТУРА ИЗМЕНЧИВОСТИ УРОЖАЙНОСТИ СОРТОВ РИСА
КОНКУРСНОГО ИСПЫТАНИЯ**

Н.В. Остапенко, к. с.-х. н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Методикой, принятой во ВНИИ риса, конкурсное испытание определяется как конечный этап в создании сорта. Оно проводится в целях сравнительной оценки перспективных сортов в течение трёх или, как исключение, двух лет на общепринятом фоне минерального питания при норме высева 7 млн. всхожих зёрен на 1 гектар в сравнении со стандартами [1]. Специфическая реакция каждого сорта на условия выращивания при этом не изучалась, и требовалось проведение дополнительных опытов по сортовой агротехнике, что сопряжено со значительными затратами труда, времени и т. д.

Во ВНИИ риса в течение двух различных по метеоусловиям лет проводили конкурсное испытание семи новых сортов риса и двух стандартов на обычном ($N_{150}P_{90}K_{60}$) и повышенном ($N_{210}P_{90}K_{60}$) фоне азотного питания при трёх нормах высева семян: 4 млн. всхожих зёрен на гектар – разреженный посев; 7 млн. – обычный; 10 млн. – загущенный. Повторность в опыте пятикратная. Размер делянок – 10 м². Посев проводили селекционной сеялкой центрального высева в полях рисового селекционного севооборота.

Математическую обработку полученных результатов осуществили на ПК в программе «СТАТПАК» и «Статистика for Windows 5,0».

Цель работы. Всесторонне охарактеризовать новые сорта, проанализировав структуру изменчивости их урожайности, сделать выбор лучшего способа анализа урожайности сортов в многофакторном полевом эксперименте.

Методы исследований. Изучить структуру изменчивости означает дать количественную оценку эффектов основных её источников – факторов. Основным методом исследования структуры изменчивости был дисперсионный анализ [2; 3; 4]. Он обеспечивал разложение всей наблюдаемой изменчивости признака, т.е. полной его дисперсии, на слабые (компоненты), соответствующие отдельным факторам. Отношение этих компонентов к общей дисперсии, выраженное в процентах, называют либо долей влияния фактора, либо вкладом фактора в общую дисперсию.

Результаты. Применяя программу «СТАТПАК» для математического анализа урожайности в опыте, мы получили результаты в виде таблицы 1. Проблема анализа полученных данных возникла уже на начальных этапах исследований. Как определить сорт, оказавшийся лучшим в конкурсном испытании? За критерий взяли урожайность, опираясь на результаты дисперсионного анализа, используя $НСР_{05}$, усреднив её по годам. Программа, выбранная нами, по своей разрешающей способности позволяла делать только трехфакторный анализ, где год как фактор, не было возможности учесть. Тогда мы попытались применить программу «Статистика», где возможно было проводить даже четырехфакторный дисперсионный анализ.

Простейшая (однофакторная) модель дисперсионного анализа (табл. 2) позволяет разложить общую дисперсию (δ^2) на две составляющие: факториальную дисперсию (δ^2_f) и остаточную ($\delta^2_.$). Первая из них оценивает эффект изучаемого фактора, а вторая аккумулирует в себе эффекты всех прочих факторов, вызывающих изменчивость признака.

Из таблицы 2 видно, что на изменчивость урожайности статистически достоверное влияние оказывают все перечисленные факторы. Наибольшим вкладом отличается фактор

А – генотип сорта (18,9%). Несколько меньшим – фактор В – условия года выращивания (10,3%); ещё меньшим – факторы С и D (3,5% и 6,2%, соответственно).

Гораздо более информативно соотношение вкладов факториальной и остаточной дисперсии в общую, так как именно оно характеризует полноту выявления структуры изменчивости. Для всех четырёх факторов вклад остаточной дисперсии высок: от 81,1% до 96,5%.

Таблица 1

Урожайность сортов риса конкурсного испытания по результатам трёхфакторного дисперсионного анализа, ц/га

Сорт, фактор А	Норма высева, фактор В	Год 1991-й		Год 1992-й	
		N150, фактор С	N210, фактор С	N150, фактор С	N210, фактор С
СП-36-88	4	42,2	41,5	35,0	40,0
	7	41,2	46,0	30,8	41,6
	10	37,8	45,5	30,4	38,6
СП-300-89	4	70,0	52,5	46,8	42,4
	7	70,2	57,8	50,8	53,2
	10	70,0	70,2	48,4	55,0
Кулон	4	47,5	50,8	35,2	45,2
	7	53,8	63,8	42,8	46,4
	10	58,2	58,8	42,8	61,6
Спальчик	4	36,2	44,2	34,0	43,6
	7	47,8	53,2	40,0	44,8
	10	39,5	44,8	44,4	47,2
ВНИИР6814	4	53,0	50,2	42,0	38,8
	7	48,5	55,5	41,0	44,8
	10	58,5	63,5	45,2	51,2
ВНИИР6868	4	42,5	26,0	39,2	47,6
	7	37,5	39,5	47,6	44,8
	10	59,0	50,5	48,4	58,4
ВНИИР6870	4	41,2	53,2	43,2	46,8
	7	49,0	43,2	46,8	50,4
	10	46,8	42,5	39,6	50,0
ВНИИР9240	4	44,8	51,2	44,0	37,6
	7	55,0	50,8	45,6	44,0
	10	52,5	65,0	44,0	57,2
Д.77	4	49,5	46,0	45,6	56,8
	7	44,0	45,8	48,4	50,0
	10	42,5	35,0	44,4	65,2
HCP _{05(A)}		3,07*		4,5*	
HCP _{05(B)}		1,60*		2,5*	
HCP _{05(C)}		1,31		2,0*	
HCP _{05(AB)}		5,32*		7,8	
HCP _{05(AC)}		4,35*		6,4	
HCP _{05(BC)}		2,27		3,5*	
HCP _{05(ABC)}		7,53*		11,0	

* – имеются существенные различия

Таблица 2

Результаты однофакторного дисперсионного анализа изменчивости урожайности сортов риса в конкурсном испытании

Изменчивость	df	mS	F	δ^2	Вклад в общую дисперсию, %
Фактор А – генотип сорта					
Факториальная	8	1217,6	14,0*	20,3	18,9
Остаточная	477	86,9	–	86,9	81,1
Фактор В – условия года выращивания					
Факториальная	1	2945,8	25,6*	11,7	10,5
Остаточная	484	99,6	–	99,6	89,5
Фактор С – фон удобрений					
Факториальная	1	1022,7	9,9*	3,8	3,5
Остаточная	484	103,6	–	103,6	96,5
Фактор D – норма высева семян					
Факториальная	2	1192,3	11,8*	6,7	6,2
Остаточная	483	101,0	–	101,0	93,8

df – число степеней свободы; mS – средний квадрат; F – фактическое значение критерия Фишера (величины больше стандартного для 5%-го уровня значимости обозначены *)

Таблица 3

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа изменчивости урожайности сортов риса в конкурсном испытании

Источники изменчивости, (факторы)	df	mS	F	δ^2	Вклад в общую дисперсию, %
Факторы: генотип сорта, условия года выращивания					
A	8	1328,7	19,5*	23,3	17,7
B	1	2945,8	43,2*	11,8	9,0
AB	8	818,2	12,0*	27,8	21,2
E	468	68,2	–	68,3	52,1
Факторы: генотип сорта – фон азотных удобрений					
A	8	1217,6	14,7*	21,0	18,7
C	1	1022,7	12,3*	3,7	3,3
AC	8	203,8	2,4*	4,5	4,0
E	468	82,9	–	82,9	74,0
Факторы: генотип сорта – норма высева семян					
A	8	1217,6	15,6*	21,1	18,7
D	2	1192,3	15,3*	6,9	6,1
AD	16	207,9	2,7*	7,2	6,4
E	459	77,8	–	77,8	68,8

Причина состоит в следующем: в том случае, когда эффективны все четыре контролируемые в опыте фактора, при проведении однофакторного анализа три из них оказываются в составе остаточной дисперсии. С этих позиций ясна необходимость использования более сложных моделей дисперсионного анализа: двух-, трёх- и четырёхфакторных. Дей-

ствительно, чем больше факторов исследуется одновременно, тем большая часть дисперсии изымается из остаточной.

Уже при использовании двухфакторной модели вклад остаточной дисперсии в общую снижается до 52,1% – 74,0% (табл. 2). Однако главное достоинство многофакторных моделей состоит в том, что они позволяют оценивать не только собственные эффекты факторов, но и эффекты их взаимодействия.

Особенно характерна в этом смысле структура изменчивости урожайности, полученная при одновременном учете эффектов генотипа сорта и условий года выращивания. Действительно, собственный вклад генетического разнообразия сортов составляет 17,7%, собственный вклад различий условий года – 9%, а вклад их взаимодействия – 21,2%. Совершенно очевидно, что сорта по-разному реагируют на изменения условий года выращивания.

Меньшее по силе, но статистически достоверное взаимодействие, установлено и для двух других пар факторов: «генотип сорта – фон удобрений» и «генотип сорта – норма высева». При переходе от двух – к трехфакторному анализу вклад остаточной дисперсии продолжает сокращаться.

Наиболее полно структура изменчивости урожайности раскрывается в четырехфакторном дисперсионном анализе (табл. 4) [5].

Таблица 4

Результаты четырехфакторного дисперсионного анализа изменчивости урожайности сортов риса в конкурсном испытании

Источники изменчивости (факторы)	df	mS	F	δ^2	Вклад в общую дисперсию, %
А	8	1328,7	29,3*	23,8	14,3
В	1	2445,8	65,2*	9,9	6,0
С	1	807,2	17,8*	3,1	1,9
Д	2	1194,8	26,4*	7,0	4,2
АВ	8	818,2	18,1*	28,6	17,2
АС	8	215,1	4,7*	6,2	3,7
ВС	1	920,4	20,4*	7,2	4,3
АД	16	225,3	5,0*	10,0	6,0
ВД	2	7,6	0,2	0,0	0,0
СД	2	140,7	3,1*	1,2	0,7
АВС	8	118,6	2,6*	5,4	3,2
АВД	16	95,1	2,1*	5,4	3,2
АСД	16	69,5	1,5	0,0	0,0
ВСД	2	131,4	2,9*	2,1	1,2
АВСД	16	94,1	2,1*	10,9	6,6
Е	378	45,2	-	45,2	27,5

О полноте выявления структуры свидетельствует уже достаточно малый размер остаточной дисперсии – 27,5%. Это означает, что четыре контролируемые фактора обуславливают подавляющую долю изменчивости урожайности и в этом смысле являются основными её источниками. Поэтому мы считаем, что полученные в работе данные об изменчивости урожайности можно считать достаточными для объективной сравнительной оценки сортов.

В различии реакции сортов риса на все варьирующие в опыте факторы заключается сложность анализа результатов конкурсного испытания.

Обращают на себя внимание не только парные взаимодействия факторов, но и более сложные их сочетания. Особое внимание в таблице 4 следует обратить на достоверный эффект взаимодействия всех четырёх факторов (АВСД) – 6,6%. Он означает, что разные сорта риса в различные годы выращивания по-разному реагируют на сочетание фона удобрений и нормы высева. Отмечается высокий вклад взаимодействия «генотип сорта – условия года выращивания» – 17,3%. Как и в случае двухфакторного анализа (см. табл. 3), его размер оказался даже выше, чем величина межсортовых различий.

Выводы. Целесообразно проводить конкурсное испытание сортов риса по схеме многофакторного полевого опыта, что позволит охарактеризовать сорта наиболее полно.

Математический анализ урожайности сортов желательнее проводить методом четырёхфакторного дисперсионного анализа в программе «Статистика», с учётом вклада каждого изучаемого фактора в опыте в общую дисперсию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сметанин А. П., Дзюба В.А., Апрод А.И. Методики опытных работ по селекции, семеноводству и контролю за качеством семян риса. – Краснодар, 1972. – 155 с.
2. Фишер Р.А. Статистические методы в исследований. – М.: Госстатиздат, 1958. – 268 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351с.
4. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1980. – 292 с.
5. Глотов Н.В., Рахман М. И. Компоненты дисперсии количественных признаков в популяции/Успехи современной генетики. – 1989. – Вып. 16. – С. 107-122.

СТРУКТУРА ИЗМЕНЧИВОСТИ УРОЖАЙНОСТИ СОРТОВ РИСА КОНКУРСНОГО ИСПЫТАНИЯ

Н.В. Остапенко

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

Целесообразно проводить конкурсное сортоиспытание риса по схеме многофакторного полевого опыта. Математический анализ урожайности сортов при этом осуществлять методом дисперсионного анализа на ПК в программе «Статистика».

STRUCTURE OF YIELD VARIABILITY OF COMPETITIVE VARIETAL TESTING

N.V.Ostapenko

All-Russian Rice Research Institute

SUMMARY

On the basis of carried out researches author comes to the conclusion about the expediency of competitive rice varietal testing according to multifactor field testing scheme. He recommends to carry out mathematic yield analysis of varieties by dispersive analysis method on PC using program "Statistica".

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ПИРИКУЛЯРИОЗА РИСА

С.А. Волкова, аспирант, Ж.М. Мухина, к.б.н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

В последние десятилетия произошли значительные изменения в составе фитопатогенных грибных болезней. Это связывают с интенсификацией производства культур, предусматривающей создание высокого агрофона для растений, что, однако, благоприятно также для развития многих грибных болезней. Кроме того, использование сортов интенсивного типа создает в травостое посева благоприятный микроклимат для многих фитопатогенных микроорганизмов. На изменение популяций патогенов существенное влияние оказывает применение пестицидов, регуляторов роста, использование сортов с устойчивостью, основанной на одних и тех же эффективных генах, а также, вероятно, глобальное изменение климата (1).

Рис поражается более чем 30 грибными болезнями, из которых одной из наиболее вредоносных считается пирикуляриоз, вызываемый аскомицетом *Pyricularia oryzae* Cavara (L.) и распространенный по всему миру. Возбудитель поражает, помимо риса, более 80 видов культурных и дикорастущих растений (2).

В настоящее время активно ведется поиск биотехнологических подходов к борьбе с пирикуляриозом. За время совместной эволюции паразита и хозяина, *Pyricularia oryzae* Cavara (L.) и *Oryza sativa* (L.), выработались механизмы расоспецифического взаимодействия на генетическом уровне: каждому гену устойчивости риса [*Oryza sativa* (L.)] соответствует ген авирулентности пирикулярии. Гены этого типа устойчивости препятствуют завершению жизненного цикла несовместимых рас *Pyricularia oryzae* Cavara (L.). Нерасоспецифическая устойчивость обусловлена более сложным генетическим контролем и обеспечивается сложным взаимодействием так называемых качественных генов со значительным фенотипическим эффектом и количественных локусов, которые уменьшают споруляцию патогена при его совместимом взаимодействии с *Oryza sativa* (L.) (5). У риса идентифицировано, по меньшей мере, 30 локусов устойчивости к пирикуляриозу, из которых 20 генов расоспецифической устойчивости и 10 предполагаемой нерасоспецифической устойчивости (5). Генетический анализ показал, что многие сорта несут несколько генов устойчивости. Сложность генетической основы устойчивости к пирикуляриозу многих сортов *Oryza sativa* (L.) затрудняет определение и анализ отдельных генов традиционными методами.

Возможны два подхода к решению этой проблемы:

1. Изучение генома *Oryza sativa* (L.), генов устойчивости (как расоспецифической так и нерасоспецифической), их молекулярное маркирование для ускорения селекции;
2. Изучение генома *Pyricularia oryzae* Cavara (L.), генов вирулентности, их маркирование для мониторинга популяций паразита на расовый состав.

Несмотря на то, что давно признана необходимость комбинирования нескольких генов и желательно обоих типов устойчивости, в селекции риса сложно добиваться этого с предсказуемым результатом. Технология молекулярного маркирования позволяет решить эту проблему. Во-первых, молекулярные маркеры могут улучшить эффективность и решающую способность генетического анализа, особенно когда многочисленные гены устойчивости присутствуют в одном сорте. Генетический анализ с использованием молекулярных маркеров уже способствовал определению и картированию генов, несущих как расоспецифическую, так и нерасоспецифическую устойчивость, и обеспечил проникновение в генетические основы нерасоспецифической устойчивости (5). Во-вторых, молеку-

лярные маркеры, сцепленные с генами устойчивости, дают инструмент, облегчающий селекцию линий *Oryza sativa* (L.), несущих гены устойчивости в желательной комбинации.

Как отмечалось выше, появление новых рас *Pyricularia oryzae* Cavara постоянно обходит лучшие достижения селекционеров в создании устойчивых к пирикулярриозу сортов. Расы, преодолевающие устойчивость, могут происходить из:

а) новых рас, интродуцированных в данный географический ареал;

б) местных рас, которые встречались с низкой частотой, но их количество возросло из-за выращивания монокультуры одного сорта, обладающего комплементарными генами устойчивости;

в) мутационные изменения генов вирулентности местной популяции патогена (5).

В поисках методов ускорения и упрощения генетических исследований возбудителя пирикулярриоза широко применяются методы молекулярного маркирования (RFLP, RAPD, AFLP), которые позволили получить важные знания о популяционном разнообразии и генетической структуре этого вида на различных уровнях. Знания о генетическом и патогенетическом разнообразии, а также структуре локальной популяции гриба, весьма важны для определения наиболее подходящего типа устойчивости растения-хозяина (6). В качестве таких молекулярных маркеров могут быть использованы микросателлиты – простые последовательности нуклеотидов, распространенные повсеместно в ДНК эукариот. Микросателлитные маркеры чрезвычайно эффективны в силу своей локуспецифичности и кодоминантного характера наследования. Уже идентифицированы и характеризованы микросателлитные локусы *Pyricularia oryzae* Cavara, которые успешно применяются для анализа генетической структуры и динамики 5 различных географических популяций в Таиланде (4).

В лаборатории биотехнологии ВНИИ риса начата работа по изучению отечественных популяций *Pyricularia oryzae* Cavara из разных зон рисосеяния при помощи 24 микросателлитных маркеров. Это позволит привести в соответствие информацию о ДНК-фингерпринте изолятов патогена и их генах вирулентности, что в свою очередь позволит анализировать генотип вирулентности популяций возбудителя, не прибегая к фитопатологическому тесту с использованием сортов-дифференциаторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дорофеева Л.Л., Кодяков А.А., Кратенко В.И. и др. Грибные болезни риса. – Ташкент: Фан, 1992. – 96 с.
2. Коваленко Е.Д., Горбунова Ю.В., Ковалева А.А. и др. Методические указания по оценке устойчивости сортов риса к возбудителю перикауляриоза – М., 1988. – 63 с.
3. Мухина Ж.М., Ковалев В.С., Супрун И.И., Костылев П.И. Генотипирование российских сортов риса микросателлитными маркерами // Рисоводство.- 2002.- №2. – С. 32-35.
4. Kaye C., Milazzo J., Rozenfeld S., Lebrun M.-H., Tharreau D. The development of simple sequence repeat (SSR) markers for *Magnaporthe grisea* and their integration into an established molecular linkage map// *Advances in rice blast research*. – Netherlands, 2000. – P. 167-181.
5. McCouch S.R., Nelson R.J., Tohme J., Zeigler R.S. Mapping of blast resistance genes in rice // *Advances in rice blast research*. – Netherlands, 2000. – P. 167-181.
6. Soubabere O., Tharreau D., Diou W., Lebrun M. H., Notteghem J.L. Comparative continental variation in the rice blast fungus using sequence characterized amplified region markers // *Advances in rice blast research*. – Netherlands, 2000. – P. 209-213.

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ПИРИКУЛЯРИОЗА РИСА

С.А. Волкова, Ж.М. Мухина

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

Показана эффективность метода молекулярного маркирования для совершенствования методов традиционной селекции, в том числе и на устойчивость к пирикуляриозу, и перспективность его использования в отечественной селекции.

BIOTECHNOLOGICAL APPROACHES AT RICE BLAST STUDY

S.A.Volkova, Zh.M. Mukhina

All-Russian Rice Research Institute

SUMMARY

Molecular marking method efficiency is shown for traditional breeding methods improving, including blast resistance and perspectives of its application in Russian breeding.

МЕТОД ПРЕРЫВАНИЯ ПОКОЯ СВЕЖЕУБРАННЫХ СЕМЯН ГИБРИДОВ ПЕРВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Г. Д. Лось, к. с.-х. н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса.

Период времени, затрачиваемый на выведение и размножение новых сортов риса, — обычно не менее 10-12 лет. С целью ускорения этого процесса используются условия искусственного климата, с помощью которых удастся получить три поколения риса в год. Трудность, с которой мы сталкиваемся при этом, это торможение прорастания свежееубранных гибридных зерен. Необходимость немедленного высева свежееубранных семян гибридов первого поколения исключает сухое хранение или послеуборочное дозревание, которые ослабляют покой. Эту трудность мы попытались преодолеть, разрабатывая рациональные методы предпосевной обработки свежееубранных семян, ускоряющие их прорастание.

Согласно «Методике опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса» (Краснодар, 1972) для прерывания покоя сухие семена гибридов первого поколения необходимо прогреть при 50°C в течение 10-15 минут или дважды просушить после суточных замочек в воде. Кроме того, одним из методов рекомендуется нарушение семенной и плодовой оболочек зерновки. Последний способ очень трудоемок и применяется очень редко на небольших образцах.

Обработанные гибридные зерновки по первому способу проращиваются в термостате на влажной фильтровальной бумаге при температуре $28-30^{\circ}\text{C}$. В большинстве случаев свежееубранные гибридные зерновки первого поколения прорастают очень медленно и не полностью (всхожесть 40-60 %).

Чтобы не потерять ценный гибридный материал, предлагается эффективный способ стимулирования прорастания гибридных зерновок, многократно проверенный нами на практике.

Гибридные зерновки, полученные после скрещивания, погружались в горячую воду с температурой $60,70$ и 80°C на 5-10 минут, потом вода сливалась, а зерна проращивались на влажной фильтровальной бумаге в чашках Петри в термостате при температуре $28-30^{\circ}\text{C}$. Через неделю производили подсчет проростков.

Таблица 1

Всхожесть свежееубранных гибридных зерен (F_1), обработанных горячей водой, %

Время замачивания, минут	Температура замачивания, градус		
	60°	70°	80°
5	60	65	50
7	60	70	48
10	63	70	45

Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что при замачивании зерновок в воде, подогретой до температуры 60°C , и дальнейшем проращивании в термостате, время экспозиции почти не влияет на процент всхожести.

Увеличение температуры до 70°C увеличивает всхожесть на 5-13 %, а горячая вода (80°C) снижает всхожесть на 10-18 %. Следовательно, наиболее эффективной оказалась обработка зерновок горячей водой (70°C).

Чтобы еще более повысить эффективность, зерновки после замачивания в горячей воде подвергались прогреванию в течение суток при температуре 40⁰ С, а в дальнейшем проращивались при 28-30⁰ С.

Последующее прогревание гибридных зерновок, замоченных в горячей воде, в течение суток при температуре 40⁰ С, повышает их всхожесть. Особенно эффективным является способ обработки зерновок горячей водой (70⁰ С) в течение 10 минут и последующим прогреванием их в течение суток при температуре 40⁰ С. Всхожесть повышается до 98 %. Горячая вода с температурой 80⁰ С значительно снижает всхожесть (таблица 2).

Таблица 2

Всхожесть свежесобранных гибридных зерен (F₁) при обработке горячей водой и последующем прогревании при 40⁰ С, %

Время замачивания, минут	Температура замачивания + прогревание при 40 ⁰		
	60 ⁰	70 ⁰	80 ⁰
5	70	80	80
7	80	95	50
10	82	98	50

Следовательно, прерывание покоя свежесобранных гибридных зерновок, полученных при скрещиваниях, достигается путем прогревания их сначала в горячей воде (70⁰ С) в течение 7-10 минут, а потом в термостате при 40⁰ С в течение суток. Дальнейшее проращивание проходит при 28-30⁰ С. Предполагается, что повышенные температуры ускоряют время набухания семян, ускоряют физиолого-биохимические процессы в них.

Данный метод эффективно используется в лаборатории исходного материала ВНИИ риса с 1998 года на 40-50 гибридных комбинациях (F₁), включающих 100-250 гибридных зерновых каждая.

МЕТОД ПРЕРЫВАНИЯ ПОКОЯ СВЕЖЕСОБРАННЫХ СЕМЯН ГИБРИДОВ ПЕРВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Г. Д. Лось

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

Автор рассматривает новый метод прерывания покоя свежесобранных зерен риса, полученных при скрещиваниях, с целью их ускоренного размножения.

DORMANCY BREAKING METHOD OF HARVESTED F1 HYBRID SEEDS

G.D. Los

All-Russian Rice Research Institute

SUMMARY

Author studies new dormancy breaking method of harvested rice grains received in result of crossing with the aim of their accelerated mutiplication.

ПРИЗНАКИ КАЧЕСТВА РИСА, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ СРОКАМИ УБОРКИ

С.С. Костина, Н.Г. Туманьян, к.б.н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Рост производства риса на основе внедрения новых селекционных сортов и использования сортовых технологий выращивания должен сопровождаться повышением качества зерна. Одним из важнейших путей получения высококачественного риса является организация контроля качества зерна в процессе уборки и послеуборочной обработки [3]. Неблагоприятные условия уборки зерна могут привести к снижению всех преимуществ даже наиболее ценных сортов [4].

Формирование качественных характеристик зерна риса, а также рисовой крупы начинается в период созревания зерна и продолжается до наступления полной спелости. Накопление основных питательных веществ – крахмала и белка – начинается спустя несколько дней после цветения и оплодотворения и продолжается на протяжении всего периода созревания риса. После наступления молочной спелости вплоть до восковой в зерне продолжается интенсивное накопление крахмала и наблюдается небольшое снижение содержания белка, но возрастает количество амилозы. В период между восковой и полной спелостью уменьшается пленчатость, повышается стекловидность, увеличивается общий выход крупы и улучшается ее качество [2]. При переработке такой рис дает более высокий общий выход крупы и позволяет получать высокое содержание целого ядра с хорошими структурными показателями. При некотором перезревании (перестое) риса наблюдается дальнейшее снижение пленчатости; масса 1000 зерен и общая стекловидность в этот период либо остаются неизменными, либо увеличиваются [1].

Цель работы. Оценить сорта риса по признакам качества в зависимости от сроков (времени) уборки: вовремя убранное (40 дней после цветения) и перестоявшее, перезревшее (65 дней после цветения).

Материалы и методы исследований. Взяты сорта, выращенные на демонстрационных посевах ВНИИ риса: Юпитер, Лидер, Павловский, Серпантин и Снежинка.

Масса тысячи зерен (ГОСТ 10842-89 «Зерно. Метод определения массы 1000 зерен») и пленчатость (ГОСТ 10843-76 «Зерно. Метод определения пленчатости») определялись стандартными методами. Содержание белка определяли на приборе Инфрапид (Венгрия). Выработку крупы проводили на лабораторной установке ЛУР-1М по схеме, близкой к производственной, с применением типовых операций, предусмотренных «Правилами ведения технологического процесса на крупяных предприятиях».

Результаты исследований. По данным таблицы 1, пленчатость у сортов Лидер и Снежинка незначительно понижалась при перестое и составляла 18,2 и 16,8% соответственно. У сортов Юпитер, Павловский и Серпантин этот показатель повышался в среднем от 0,2 до 1,4%. Вероятно, изменение показателя «пленчатость» обусловлено длительностью вегетационного периода и характеристиками созревания растений. Если сорта позднеспелые, не склонные к полеганию, показатель «пленчатость» имеет тенденцию к снижению. В зависимость от пленчатости изменялась и масса тысячи зерен. Так, у сортов Юпитер, Павловский, Снежинка и Серпантин масса тысячи зерен при перестое повышалась на 0,8; 1,2; 0,6 и 0,5 г соответственно. Общий выход крупы у сортов Юпитер, Лидер, Павловский и Серпантин снизился на 1,2; 0,6; 2,3 и 0,6% соответственно. У сорта Снежинка этот показатель увеличился на 1,6%. Содержание трещиноватых зерен при перестое увеличивалось у всех сортов. Содержание целого ядра у тех же сортов снизилось при перестое, исключение – сорт Серпантин. Снижение общего выхода и содержания целого ядра происходило за счет увеличения трещиноватости, исключение – сорт Серпантин. У

сортов Юпитер, Лидер и Павловский содержание белка в крупе при перестое снижалось на 2,8; 0,9 и 1,5% соответственно. У сортов Серпантин и Снежинка признак увеличивался на 3,8 и 3,2% соответственно. Содержание белка в зерне у всех изучаемых сортов снижалось, кроме Снежинки, где изучаемый признак не изменился.

Таблица 1

Признаки качества риса сортов отечественной селекции, обусловленные сроками уборки

Сорт (А)	Сроки уборки(В)	Пленчатость, %	Выход крупы, %		Трещиноватость, %	Масса 1000 зерен, г	Содержание белка, %	
			общий выход крупы	содержание целого ядра			в зерне	в крупе
Юпитер	н	15,7	73,4	94,4	27	21,4	7,8	5,2
	п	15,9	72,2	91,8	46	22,2	7,0	2,4
Лидер	н	18,6	70,8	83,2	30	26,2	8,8	4,4
	п	18,2	70,2	75,6	54	26,9	6,3	3,5
Павловский	н	15,6	70,2	74,6	25	32,4	9,3	4,5
	п	16,4	67,9	54,1	54	33,6	7,6	3,0
Серпантин	н	18,1	63,0	89,0	5	25,2	8,4	3,6
	п	19,5	62,4	89,4	6	25,7	9,0	5,4
Снежинка	н	17,4	64,6	82,8	2	20,4	10,0	2,8
	п	16,8	66,2	83,9	12	21,0	10,1	4,0
НСР _{0,5} А		0,36	0,90	0,35	3,81	0,80	0,70	0,71
НСР _{0,5} В		0,23	0,57	0,22	2,41	0,51	0,44	0,45
НСР _{0,5} АВ		0,51	1,27	0,49	5,38	1,13	0,99	1,00

Примечание: н – оптимальные сроки уборки (40 дней после цветения)
п – несвоевременные сроки уборки (65 дней после цветения)

Выводы. У перестоявшего зерна изменяются все признаки качества: повышается или снижается пленчатость, уменьшается общий выход крупы и целого ядра, повышается трещиноватость и масса тысячи зерен, снижается содержание белка. Таким образом, спелость риса в момент уборки является важным показателем состояния риса, в значительной степени определяющим количество и качество урожая зерна. Перезревшее зерно риса имеет более низкие технологические показатели качества, что ухудшает продукты переработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козьмина Е.П. Технологические свойства сортов крупяных и зернобобовых культур. – М.: Колос, 1981. – 176 с.
2. Методические указания по технологии возделывания риса. – М.: Колос, 1979. – 95 с.
3. Рекомендации по повышению качества зерна риса. – Краснодар: ВНИИ риса, 1973 – 58 с.
4. Туманьян Н.Г., Лоточникова Т.Н., Костина С.С., Сорочинская Е.М. Взаимосвязь признаков качества у сортов риса отечественной селекции // Пути повышения и стабилизации производства высококачественного зерна / Докл. межд. науч.-практ. конф. 12-17 июня 2002 г. – Краснодар: КГУ, 2002. – С.327.

ПРИЗНАКИ КАЧЕСТВА СОРТОВ РИСА, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ СРОКАМИ УБОРКИ

С.С. Костина, Н.Г. Туманьян

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

Качество урожая риса определяется сроками уборки. Показано влияние сроков уборки на признаки качества: у перестоявшего зерна отечественных сортов риса повышается или понижается пленчатость, снижается общий выход крупы и содержание целого ядра, повышается трещиноватость и масса тысячи зерен, снижается содержание белка.

RICE QUALITY ACCORDING TO THE TERMS OF HARVESTING

S. S. Kostina, N.G. Tumanyan

All-Russian Rice Research Institute

SUMMARY

Quality of rice yield is determined by the terms of harvesting. It is shown the quality change of overripened grain of new Russian rice varieties: filminess is increased or decreased, total milled rice and head rice yield are decreased, cracking and 1000 grains weight are increased, protein content is decreased.

ПОГЛОЩЕНИЕ АЗОТА И ФОСФОРА СОРТАМИ РИСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

В.А. Ладатко, к.с.-х.н., Н.В. Воробьев, д.б.н., М.А. Ладатко

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

В условиях интенсивного применения удобрений важное значение приобретает вопрос об изучении внутренних, физиологических причин, ограничивающих эффективное усвоение удобрений, и в первую очередь – азотных и фосфорных.

Анализ имеющихся публикаций о зависимости направленности азотного обмена от фосфора позволяет заключить, что метаболизм азотных соединений определяется сбалансированностью азота и фосфора в питательной среде. В связи с этим изучение особенностей азотного обмена в зависимости от реакции сортов риса на фосфорные удобрения представляет научный интерес.

Цель работы. Установить динамику содержания азота, фосфора и их отношения в органах растений сортов риса в зависимости от уровня обеспеченности их фосфором на разных фонах других элементов питания.

Материалы и методика исследований. Исследования проводились в 1995-1996 гг. в условиях вегетационного опыта с использованием песчано-почвенной смеси, состоящей из 9 частей промытого речного песка и 1 части лугово-черноземовидной почвы, взятой из рисового чека, воздушно-сухая масса которой в каждом сосуде составляла 6 кг.

Перед закладкой опыта в смеси определяли наличие подвижных форм $N-NH_4$; $N-NO_3$; P_2O_5 ; K_2O , содержание которых составило соответственно: 0,24; 2,12; 3,03; 12,16 мг/100 г. почвы.

Удобрения (сульфат аммония, кальций фосфорнокислый двузамещенный, калий хлористый, сульфат магния, сульфат кальция, борную кислоту, хлорид железа (III), цинк сернокислый) вносили в виде растворов чистых солей, перемешивая со всем количеством песчано-почвенной смеси при набивке сосудов.

Варианты опыта различались между собой фонами минерального питания (средний фон: $N-5,16$; $K-2,80$; $Mg-1,90$; $Ca-1,50$; $B-0,02$; $Fe-0,015$; $Zn-0,01$; повышенный фон: $N-7,74$; $K-4,20$; $Mg-2,85$; $Ca-2,25$; $B-0,03$; $Fe-0,023$; $Zn-0,015$; высокий фон: $N-10,32$; $K-5,60$; $Mg-3,80$; $Ca-3,0$; $B-0,035$; $Fe-0,03$; $Zn-0,02$ г удобрения/сосуд) и обеспеченностью их фосфором (P_0 -без внесения фосфора; $P_1-1,37$; $P_2-2,74$ г удобрения/сосуд).

В качестве исходного (для дальнейших расчетов) было взято как близкое к оптимальному соотношение $N:P:K$ 59:12:29 ат. % (Вильямс М.В. и др., 1986; Алешин Е.П. и др., 1994), усовершенствованное под руководством профессора Воробьева Н.В.

В качестве объектов исследования использовались элитные семена районированных сортов: Спальчик, Павловский, Регул.

Повторяемость опыта восьмикратная.

Результаты. В течение вегетации в фазы кущения (6 листьев), трубкования (10 листьев), цветения отбирались растения, у которых определяли сырую и сухую биомассу корней и надземных органов, общий азот по методу Кьельдаля, фосфор с реактивом Лоури (Симен Э., 1970). Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа.

Таблица 1

Динамика содержания азота, фосфора и их отношения в корнях и листьях растений риса сорта Спальчик

Вариант (А)	Фаза развития (В)	Содержание N, %		Содержание P, %		Отношение N/P	
		корни	листья	корни	листья	корни	листья
средний фон питания							
P ₀	кущение	2,19	5,09	0,128	0,140	17,1	36,4
	трубкование	1,43	4,01	0,081	0,129	17,7	31,1
	цветение	0,73	2,08	0,045	0,147	16,2	14,1
P ₁	кущение	2,93	5,76	0,324	0,335	9,0	17,2
	трубкование	1,03	2,69	0,116	0,229	8,9	11,7
	цветение	0,73	2,28	0,066	0,216	11,1	10,6
P ₂	кущение	-----	6,10	-----	0,517	-----	11,8
	трубкование	1,39	2,92	0,171	0,251	8,1	11,6
	цветение	0,72	2,09	0,080	0,211	9,0	9,9
HCP ₀₅ A			0,05		0,007		
HCP ₀₅ B			0,05		0,007		
HCP ₀₅ AB			0,08		0,012		
повышенный фон питания							
P ₀	кущение	2,34	4,46	0,105	0,122	22,3	36,6
	трубкование	1,41	3,77	0,038	0,113	37,1	33,4
	цветение	0,87	2,76	0,031	0,284	28,1	9,7
P ₁	кущение	2,51	5,37	0,248	0,292	10,1	18,4
	трубкование	1,43	3,74	0,135	0,211	10,6	17,7
	цветение	0,92	2,41	0,051	0,168	18,0	14,3
P ₂	кущение	2,87	5,67	0,310	0,405	9,3	14,0
	трубкование	1,56	3,62	0,183	0,265	8,5	13,7
	цветение	0,65	2,02	0,070	0,172	9,3	11,7
HCP ₀₅ A			0,07		0,008		
HCP ₀₅ B			0,07		0,008		
HCP ₀₅ AB			0,12		0,013		
высокий фон питания							
P ₀	кущение	-----	5,65	-----	0,155	-----	36,5
	трубкование	2,23	4,85	0,109	0,119	20,5	40,8
	цветение	1,27	4,15	0,052	0,155	24,4	26,8
P ₁	кущение	-----	6,15	-----	0,327	-----	18,8
	трубкование	2,39	4,82	0,202	0,242	11,8	19,9
	цветение	0,97	2,42	0,074	0,191	13,1	12,7
P ₂	кущение	-----	6,16	-----	0,424	-----	14,5
	трубкование	2,26	4,83	0,236	0,335	9,6	14,4
	цветение	1,06	3,32	0,142	0,271	7,5	12,3
HCP ₀₅ A			0,04		0,009		
HCP ₀₅ B			0,04		0,009		
HCP ₀₅ AB			0,07		0,016		

Как видно из таблиц 1, 2, 3, на среднем фоне минерального питания самое высокое содержание азота в корнях растений изучаемых сортов во всех вариантах опыта наблюдалось в фазу кущения (6 листьев). С возрастом растений, когда в них увеличивалась доля старых проводящих частей корня, содержание этого элемента снижалось. Обнаружены существенные различия по концентрации азота в корнях в зависимости от сорта и уровня обеспеченности растений фосфором. При остром недостатке фосфора (вариант P₀) в корнях сорта Спальчик в фазу кущения и трубкования отмечено более низкое содержание азота, чем в таковых Павловского и Регула. Это, вероятно, связано с накоплением у по-

следних небелковых азотистых соединений в результате торможения синтеза белка из-за недостатка энергии, на что указывает более низкое содержание фосфора в корнях этих сортов и более высокое отношение N/P в фазу кущения. В фазу цветения растений содержание азота и фосфора в корнях изучаемых сортов резко понизилось, а именно, азота в 3,0-3,6 раза и фосфора в 2,2-2,8 раза. Сортные различия почти исчезли, однако отношение N/P осталось достаточно высоким, что свидетельствует об определенных нарушениях в обмене азотно-фосфорных соединений в тканях корней.

Таблица 2

Динамика содержания азота, фосфора и их отношения в корнях и листьях растений риса сорта Павловский

Вариант (А)	Фаза развития (В)	Содержание N, %		Содержание P, %		Отношение N/P	
		корни	листья	корни	листья	корни	листья
средний фон питания							
P ₀	кущение	2,44	4,82	0,117	0,119	20,9	40,5
	трубкование	1,46	3,71	0,108	0,132	13,5	28,1
	цветение	0,67	1,86	0,043	0,141	15,6	13,2
P ₁	кущение	3,34	5,37	0,284	0,306	11,8	17,5
	трубкование	1,18	3,45	0,165	0,232	7,2	14,9
	цветение	0,65	1,84	0,073	0,193	8,9	9,5
P ₂	кущение	-----	5,68	-----	0,437	-----	13,0
	трубкование	1,24	3,23	0,193	0,244	6,4	13,2
	цветение	0,58	2,04	0,106	0,205	5,5	10,0
HCP ₀₅ А		0,05		0,004			
HCP ₀₅ В		0,05		0,004			
HCP ₀₅ АВ		0,09		0,008			
повышенный фон питания							
P ₀	кущение	2,62	4,54	0,146	0,121	17,9	37,5
	трубкование	1,34	3,71	0,072	0,097	18,6	38,2
	цветение	0,90	2,52	0,034	0,130	26,5	19,4
P ₁	кущение	2,58	5,26	0,200	0,249	12,9	21,1
	трубкование	1,25	3,27	0,126	0,183	9,9	17,9
	цветение	0,96	2,27	0,086	0,159	11,2	14,3
P ₂	кущение	2,90	5,32	0,318	0,343	9,1	15,5
	трубкование	1,11	3,44	0,170	0,225	6,5	15,3
	цветение	0,72	1,90	0,064	0,153	11,3	12,4
HCP ₀₅ А		0,13		0,007			
HCP ₀₅ В		0,13		0,007			
HCP ₀₅ АВ		0,23		0,012			
высокий фон питания							
P ₀	кущение	-----	5,85	-----	0,150	-----	39,0
	трубкование	2,80	3,55	0,101	0,099	27,7	35,9
	цветение	1,93	4,48	0,063	0,109	30,6	41,1
P ₁	кущение	-----	6,12	-----	0,324	-----	18,9
	трубкование	2,29	4,60	0,193	0,234	11,9	19,7
	цветение	0,96	2,63	0,076	0,204	12,6	12,9
P ₂	кущение	-----	5,95	-----	0,390	-----	15,3
	трубкование	2,79	4,43	0,239	0,293	11,7	15,1
	цветение	1,00	3,02	0,117	0,234	8,5	12,9
HCP ₀₅ А		0,05		0,007			
HCP ₀₅ В		0,05		0,007			
HCP ₀₅ АВ		0,08		0,011			

Таблица 3

Динамика содержания азота, фосфора и их отношения в корнях и листьях растений риса сорта Регул

Вариант (А)	Фаза развития (В)	Содержание N, %		Содержание P, %		Отношение N/P	
		корни	листья	корни	листья	корни	листья
средний фон питания							
P ₀	кущение	2,52	4,90	0,119	0,123	21,2	39,8
	трубкавание	1,62	3,84	0,096	0,130	16,9	29,5
	цветение	0,76	2,31	0,053	0,164	14,3	14,1
P ₁	кущение	3,10	5,90	0,292	0,330	10,6	17,9
	трубкавание	1,08	2,34	0,141	0,282	7,7	11,5
	цветение	0,58	1,92	0,071	0,207	8,2	9,3
P ₂	кущение	-----	6,04	-----	0,462	-----	13,1
	трубкавание	1,33	3,58	0,216	0,295	6,2	12,1
	цветение	0,61	1,95	0,155	0,205	5,3	9,5
HCP ₀₅ А			0,03		0,007		
HCP ₀₅ В			0,03		0,007		
HCP ₀₅ АВ			0,05		0,012		
повышенный фон питания							
P ₀	кущение	2,55	4,95	0,117	0,099	21,8	50,0
	трубкавание	1,93	4,21	0,073	0,090	26,4	46,8
	цветение	0,92	2,54	0,040	0,122	23,0	20,8
P ₁	кущение	2,97	5,08	0,251	0,234	11,8	21,7
	трубкавание	1,76	4,19	0,077	0,220	22,9	19,0
	цветение	0,74	2,23	0,057	0,164	13,0	13,6
P ₂	кущение	3,14	5,40	0,302	0,373	10,4	14,5
	трубкавание	1,26	3,23	0,165	0,254	7,6	12,7
	цветение	0,63	1,84	0,059	0,187	10,7	9,8
HCP ₀₅ А			0,12		0,009		
HCP ₀₅ В			0,12		0,009		
HCP ₀₅ АВ			0,20		0,015		
высокий фон питания							
P ₀	кущение	-----	6,30	-----	0,151	-----	41,7
	трубкавание	2,62	5,42	0,113	0,098	23,2	55,3
	цветение	1,30	4,15	0,063	0,154	20,6	26,9
P ₁	кущение	-----	6,36	-----	0,404	-----	15,7
	трубкавание	2,51	4,88	0,167	0,232	15,0	21,0
	цветение	0,99	3,04	0,101	0,210	9,8	14,5
P ₂	кущение	-----	6,46	-----	0,479	-----	13,5
	трубкавание	2,56	4,89	0,231	0,324	11,1	15,1
	цветение	1,35	3,92	0,200	0,242	6,8	16,2
HCP ₀₅ А			0,05		0,008		
HCP ₀₅ В			0,05		0,008		
HCP ₀₅ АВ			0,09		0,013		

Самое высокое содержание азота в листьях растений в фазу кушения при остром недостатке фосфора в питательной среде отмечено у сорта Спальчик. Это, по-видимому, связано с образованием большего количества белковых соединений вследствие меньших нарушений в азотно-фосфорном обмене, о чем свидетельствует наибольшее содержание фосфора у этого сорта и меньшее значение отношения N/P. С ростом растений, в резуль-

тате образования большей площади листьев, содержание азота в них уменьшается, а фосфора, вследствие развития более мощной корневой системы, поглощающей больше этого элемента из питательной среды, а также за счет реутилизации его из отмирающих нижних листьев, увеличивается. Отношение N/P к фазе цветения значительно снижается, в среднем по сортам в 2,6-3,1 раза, оставаясь, однако, все еще довольно высоким.

При внесении одной дозы фосфора (P_1) содержание азота в корнях в фазу кушения растений возросло в среднем на 23-37 %, что связано с увеличением синтеза белковых соединений вследствие нормализации энергетического обмена. На это указывает большее (в 2,4-2,5) раза отношение N/P, имеющее наименьшее значение у сорта Спальчик. Однако величина этого показателя была достаточно высокой, что свидетельствует о неоптимальном соотношении азота и фосфора в питательной среде в эту фазу. В процессе роста и развития растений содержание азота и фосфора в корнях значительно понизилось, в среднем к фазе цветения в 4,0-5,3 и 3,9-4,9 раза. Отношение N/P тоже понизилось, достигнув оптимального значения в пределах 8-10 единиц.

Содержание азота в листьях так же, как и в корнях, в фазу кушения было выше, чем в варианте P_0 без внесения фосфора, а с возрастом растений значительно снижалось. Такая закономерность наблюдалась и по содержанию фосфора в листьях, вот только уменьшение его концентрации было не таким значительным, что связано с высоким содержанием его растворимых форм (нуклеотиды, сахарофосфаты, минеральный фосфор) при высокой фотосинтетической деятельности растений в фазу цветения. Значение отношения N/P также снизилось с 17-18 (в фазу кушения) до 9-10 единиц (в фазу цветения), достигнув оптимального значения, что свидетельствует о нормализации азотно-фосфорного обмена в растениях.

Внесение в песчано-почвенную смесь двойной дозы фосфора (P_2) привело к увеличению содержания азота и фосфора в корнях и листьях растений и снижению в них отношения N/P.

На высоком фоне минерального питания содержание азота в корнях значительно повысилось и оставалось очень высоким даже в фазу трубкования. С возрастом растений, как мы отмечали ранее, содержание этого элемента снижалось. Различия в уровне его концентрации были довольно значительными – в зависимости и от сорта, и от уровня обеспеченности растений фосфором. При остром недостатке фосфора (P_0) самое низкое содержание азота в корнях растений в фазу трубкования отмечено у сорта Спальчик, что, вероятно, связано с более интенсивным его метаболизмом и оттоком в надземные органы, на что указывает самое низкое значение N/P у этого сорта. У других сортов содержание азота в корнях и отношение N/P были выше, что указывает на более глубокие нарушения в азотно-фосфорном обмене в их тканях. В то же время содержание фосфора в корнях было максимальным у сорта Регул.

Самое высокое содержание азота в листьях растений было отмечено у сорта Регул. Это, по-видимому, связано с накоплением у него небелковых азотистых соединений, на что указывает меньшее содержание фосфора и высокое значение N/P, которое в фазы кушения и трубкования было на 7-54 % выше, чем у Спальчика и Павловского.

Внесение одной дозы фосфора (вариант P_1) привело к значительному увеличению содержания этого элемента в фазу трубкования в корнях изучаемых сортов, однако у Спальчика уровень этого увеличения был несколько выше, чем у Павловского и Регула, что, вероятно, связано с большей нормализацией азотно-фосфорного обмена. На это указывает наибольшее содержание у него фосфора и наименьшее значение N/P.

Содержание фосфора в листьях в фазу кушения увеличилось в среднем по сортам в 2,1-2,7 раза, а в фазу трубкования – 2,0-2,4 раза. Это привело к снижению N/P в 1,9-2,7

раза в фазу кушения и 1,8-2,6 в фазу трубкования, значения которого по-прежнему оставались все еще высокими.

При внесении в питательную смесь двойной дозы фосфора (P_2) содержание азота в корнях и листьях изменилось незначительно, однако в большей степени повысилось содержание фосфора, которое в фазу трубкования увеличилось в корнях, по сравнению с вариантом (P_1) на 17-38 %, а в листьях на 19-30 % в фазу кушения и 25-39 % – трубкования. В связи с этим уменьшилось и отношение N/P, значение которого в корнях к фазе цветения находилось в оптимальных пределах, а в листьях по-прежнему было несколько завышенным, что указывает на избыточный уровень азотного питания.

На повышенном уровне питания в варианте P_0 содержание азота в корнях на протяжении всей вегетации было меньшим у Спальчика. Содержание фосфора в корнях с возрастом растений уменьшалось, и также было минимальным у Спальчика. В фазу кушения содержание азота в листьях было минимальным у Спальчика, однако, с возрастом растений оно стало выше, чем у других сортов. Более высоким у него было и содержание фосфора (в 2,2-2,3 раза по сравнению с Павловским и Регулом в фазу цветения), что обусловило в 2,0-2,1 раза меньшее значение N/P.

Внесение одной дозы фосфора (P_1) по сравнению с вариантом P_0 привело к незначительному увеличению в корнях содержания азота и более значительному – фосфора, в среднем по сортам в 1,4-2,4 раза в фазу кушения. Отношение N/P снизилось при этом почти в 2 раза. Содержание азота в листьях было выше только в фазу кушения, а вот фосфора на протяжении всей вегетации. Величина N/P в зависимости от сорта изменялась незначительно, а с возрастом происходило её снижение.

В варианте с внесением двойной дозы фосфора (P_2) содержание азота в корнях и листьях в фазу кушения было выше, а в фазу цветения ниже, чем в вариантах P_0 и P_1 . В отличие от азота содержание фосфора оставалось более высоким на протяжении всей вегетации, что привело к снижению отношения N/P.

В целом уменьшение фона азотного питания на 25 % (с высокого до повышенного) привело к снижению содержания азота в корнях и листьях в фазы трубкования и цветения, вероятно, за счёт уменьшения небелковых форм элемента, при этом содержание фосфора изменялось в меньшей степени. Эти изменения свидетельствуют о более сбалансированном обмене азотно-фосфорных соединений в растениях риса, на что указывает и снижение N/P в их тканях.

Наиболее полную картину о состоянии азотно-фосфорного обмена в растениях в зависимости от обеспеченности их фосфором на различных уровнях других элементов питания можно увидеть из таблицы 4, в которой представлено содержание азота, фосфора и их отношение в надземной массе.

На среднем фоне в варианте P_0 максимальное содержание азота у всех изучаемых сортов отмечено в фазу кушения. С возрастом растений его содержание снижалось, уменьшаясь к фазе цветения в среднем по сортам в 3,7-4,9 раза. Различия между сортами по его содержанию были незначительными в отличие от фосфора, содержание которого в растениях сорта Спальчик в фазы кушения и трубкования было выше, чем у других сортов. Причем у Спальчика наибольшая концентрация этого элемента была отмечена в фазу кушения, а с возрастом растений наблюдалось хоть и незначительное, но ее снижение в отличие от Павловского и Регула, у которых концентрация его повышалась. Отношение N/P в кушение было очень высоким, однако у Спальчика оно было ниже, чем у других сортов, что свидетельствует о меньших нарушениях в азотно-фосфорном обмене в его тканях. К середине фазы трубкования значения N/P уменьшились в среднем по сортам на 24-41 % и в большей степени у сорта Павловский. К цветению значения этого показателя были близки к оптимальным и мало различались по сортам.

Динамика содержания азота, фосфора и их отношения в надземной массе растений сортов риса

Вариант	Фаза развития растений	Содержание, %		Отношение N/P	Содержание, %		Отношение N/P	Содержание, %		Отношение N/P
		азота	фосфора		азота	Фосфора		азота	фосфора	
		средний фон питания			повышенный фон питания			высокий фон питания		
Спальчик										
P ₀	кущение	3,99	0,146	27,3	3,59	0,124	29,0	4,95	0,167	29,6
	трубкование	2,92	0,141	20,7	2,94	0,118	24,9	3,82	0,130	29,4
	цветение	0,88	0,139	6,3	1,15	0,134	8,6	1,91	0,131	14,6
P ₁	кущение	4,63	0,359	12,9	4,35	0,318	13,7	5,19	0,360	14,4
	трубкование	1,55	0,241	6,4	2,47	0,210	11,8	3,28	0,239	13,7
	цветение	0,87	0,209	4,2	1,06	0,158	6,7	1,24	0,202	6,1
P ₂	кущение	4,97	0,589	8,4	4,64	0,463	10,0	5,12	0,440	11,6
	трубкование	1,83	0,276	6,6	2,85	0,277	10,3	3,34	0,346	9,6
	цветение	0,91	0,216	4,2	0,85	0,187	4,5	1,38	0,238	5,8
Павловский										
P ₀	кущение	3,86	0,121	31,9	3,44	0,115	29,9	4,92	0,152	32,4
	трубкование	2,49	0,134	18,6	2,65	0,101	26,2	3,27	0,087	37,6
	цветение	0,79	0,140	5,6	0,99	0,092	10,8	2,53	0,093	27,2
P ₁	кущение	4,34	0,329	13,2	4,13	0,208	14,8	4,97	0,348	14,3
	трубкование	2,17	0,252	8,6	1,98	0,196	10,1	3,27	0,235	13,9
	цветение	0,74	0,204	3,6	0,97	0,162	6,0	1,15	0,187	6,1
P ₂	кущение	4,59	0,496	9,3	4,15	0,395	10,5	4,76	0,405	10,6
	трубкование	2,12	0,287	7,4	2,33	0,271	8,6	3,17	0,301	10,5
	цветение	0,74	0,197	3,8	0,81	0,168	4,8	1,38	0,232	5,9
Регул										
P ₀	кущение	3,86	0,130	29,7	4,03	0,097	41,5	5,39	0,146	36,9
	трубкование	2,99	0,134	22,3	3,45	0,086	40,1	4,48	0,107	41,9
	цветение	1,03	0,177	5,8	1,17	0,107	10,9	2,28	0,147	15,5
P ₁	кущение	4,77	0,339	14,1	3,96	0,250	15,8	5,35	0,391	13,7
	трубкование	2,22	0,296	7,5	3,11	0,208	14,9	3,76	0,221	17,0
	цветение	0,87	0,224	3,9	0,92	0,156	5,9	1,45	0,204	7,1
P ₂	кущение	4,94	0,476	10,4	4,44	0,401	11,1	5,33	0,479	11,1
	трубкование	2,22	0,307	7,2	2,19	0,291	7,5	3,45	0,341	10,1
	цветение	0,79	0,216	3,7	0,80	0,210	3,8	2,24	0,280	8,0

При внесении P_1 увеличилось содержание азота в тканях растений, что, вероятно, связано с усилением синтеза белковых соединений из-за улучшенного снабжения растений энергией, о чем свидетельствует в 2,5-2,7 раза более высокое содержание в них фосфора и в 2,1-2,4 раза меньшее значение N/P. С возрастом растений содержание в них азота уменьшилось в отличие от фосфора, содержание которого оставалось довольно высоким даже к фазе цветения, а значения N/P достигли оптимального значения уже к фазе трубкования.

В результате внесения в питательную смесь двойной дозы фосфора (P_2) в растениях ещё больше повысилось содержание азота и фосфора, а судя по значениям N/P можно заключить, что на данном уровне питания эта доза фосфора является оптимальной для изучаемых сортов.

На высоком фоне питания различия по содержанию азота и фосфора в зависимости от дозы его внесения проявлялись более четко. Так, в варианте P_0 содержание азота в фазу кушения было на 24-40 % выше, чем в аналогичном варианте на среднем фоне. В процессе развития растений оно снижалось, однако даже в фазу цветения было в 2,2-3,2 раза выше. Причём наименьшее его содержание было у сорта Спальчик. Что касается фосфора, то содержание его в фазу кушения было на 12-26 % выше, а в фазу цветения – на 6-34 % ниже. Очень высоким было и отношение N/P, которое даже в цветение имело в 2,3-4,8 раза большее значение. Причём наименьшим оно было у Спальчика. Всё это свидетельствует о том, что в этом варианте нарушения в азотно-фосфорном обмене были настолько глубокими, что его нормализация не происходила даже к фазе цветения.

В варианте с внесением P_1 вследствие увеличения в фазу кушения в 2,1-2,7 раза содержания фосфора несколько повысилось содержание азота. Однако уже к цветению содержание азота стало ниже, чем в варианте P_0 , фосфора выше, а отношение N/P оптимальным.

При внесении удвоенной дозы фосфора (P_2) изменения в содержании азота были незначительными, и только к цветению оно стало выше по сравнению с вариантом P_1 . Это связано с усилением синтетических процессов в растении, так как концентрация фосфора в кушение увеличилась на 22-29 %. И если в кушение отношение N/P было чуть выше оптимального, то в дальнейшем находилось с ним на одном уровне.

На повышенном фоне питания закономерности в содержании азота и фосфора оставались такими же, как и на других фонах, с некоторыми различиями лишь в количественных значениях. Установлено, что на данном фоне более четко проявлялась сортовая реакция на фосфор. Так, при остром недостатке фосфора (P_0) отношение N/P у Регула – сорта менее устойчивого к недостатку этого элемента, в фазу кушения было на 43-39 % выше, чем у Спальчика и Павловского, а в фазу цветения только у Спальчика имело оптимальное значение. Это свидетельствует о том, что Спальчик является более устойчивым к недостатку фосфора сортом.

С внесением одной дозы фосфора возросло содержание азота и особенно фосфора, а отношение N/P снизилось в кушение в 2,0-2,6 раза, оставаясь, всё ещё высоким и только к цветению, уже у всех изучаемых сортов стало оптимальным, по-прежнему оставаясь наименьшим у Спальчика.

Увеличение дозы фосфорного удобрения в два раза (P_2) привело к более высокому, по сравнению с вариантами P_0 и P_1 , содержанию в растениях азота, фосфора и снижению отношения N/P.

В целом данные по содержанию и отношению азота и фосфора в надземной массе находятся в соответствии с данными по корням и листьям, согласно которым по устойчивости к недостатку фосфора и отзывчивости на его внесение сорта располагаются в следующем порядке: Спальчик, Павловский, Регул.

Выводы. 1. Изучаемые сорта различаются по интенсивности поглощения азота и фосфора в зависимости от уровня минерального питания.

2. В основе реакции сортов риса на уровень минерального питания лежит неодинаковая интенсивность поглощения азота и фосфора генотипами, связанная с формированием относительно разной по мощности корневой системы.

3. Среди исследуемых сортов на всех фонах питания самым устойчивым к недостатку фосфора и отзывчивым на его внесение оказался Спальчик, затем Павловский и далее Регул. У первого сорта в корнях и надземных органах концентрация фосфора выше, а азота ниже и несколько ниже отношение N/P, чем у других сортов, что свидетельствует о меньших нарушениях в метаболизме у Спальчика.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вильямс М.В., Шарма Г., Ягодин Б.А. и др. Оптимизация соотношения N:P:K в питательной смеси для песчаной культуры ячменя// Физиология и биохимия культурных растений. – 1986. – Т. 18. – № 3. – С.222–231.

2. Алешин Е.П., Воробьев Н.В., Скаженник М.А. К вопросу о растительной диагностике фосфорного питания риса// Агрохимия. – 1994. – № 12. – С.31–34.

3. Симен Э. Определение фосфора// Методы исследования нуклеиновых кислот. – М., 1970. – С.98–99.

ПОГЛОЩЕНИЕ АЗОТА И ФОСФОРА СОРТАМИ РИСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

В.А. Ладатко, Н.В. Воробьев, М.А. Ладатко

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

В вегетационном опыте с тремя сортами риса показана динамика поглощения азота и фосфора в зависимости от уровня минерального питания и доз фосфорного удобрения. Установлено, что у устойчивого к недостатку фосфора и отзывчивого на его внесение сорта Спальчик в корнях и надземных органах концентрация фосфора выше, а концентрация азота и отношение N/P ниже, чем у других сортов.

NITROGEN AND PHOSPHORUS ABSORPTION BY RICE VARIETIES, DEPENDING ON MINERAL NUTRITION LEVEL

V.A. Ladatko, N.V. Vorobyov, M.A. Ladatko

All-Russian Rice Research Institute

SUMMARY

It was shown the dynamics in nitrogen and phosphorus absorption, depending on mineral nutrition level of phosphorus application rate in vegetation test with three rice varieties we determined that variety Spalchik, resistant to phosphorus deficiency and responsive to its application had higher phosphorus concentration in roots and above ground organs, but nitrogen concentration and N/P correlation was lower as compared to other varieties.

**РЕГЛАМЕНТИРУЮЩАЯ РОЛЬ ТРАНСПИРАЦИИ И СЛОЯ ВОДЫ
В РЕАКЦИЯХ РИСА НА ВОЗРАСТАЮЩИЕ ДОЗЫ МИНЕРАЛЬНЫХ
УДОБРЕНИЙ***

В.А. Попов, д.т.н., Л.Д. Квасинин, аспирант.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Минеральные удобрения входят составной и равнозначной частью в совокупность факторов жизни (ФЖ), при отсутствии любого из которых жизнедеятельность растения не возможна. Закон влияния возрастающего количества ФЖ (в т.ч. удобрений) на продуктивность был открыт и описан в середине 18 века Ю. Либихом : " Величина урожая определяется фактором, находящимся в минимуме. Наибольший урожай осуществим при оптимальном наличии фактора. При минимальном и максимальном наличии фактора урожай не осуществим" [Цит. по 4,13]. Нами дано математическое толкование закона Ю. Либиха и выведено уравнение, функционально описывающее количественную связь урожая с ФЖ [6]. Уравнение получило экспериментальное подтверждение, однако, к сожалению, биофизические реакции растений на возрастающие дозы удобрений до сих пор не изучены, причины перехода от стимулирующего действия к ингибирующему не установлены, нет экспериментального подтверждения подавления жизнедеятельности растений высокими дозами удобрений. Вместе с тем очевидно, что отсутствие глубокой физической теории затрудняет разработку методов эффективного использования удобрений.

Материалы и методы исследований. Реакцию риса на возрастающие дозы удобрений изучали в вегетационном опыте со следующей схемой вариантов: 1- контроль (без внесения удобрений); 2-5 – с внесением питательных смесей Прянишникова (ПСП) в количестве 2-4-8-16 соответственно; 6- сосуд без риса для учета транспирации.

Каждый сосуд заполняли лугово-черноземной почвой (9 кг), взятой с опытного участка ВНИИ риса.

Осуществляли следующие наблюдения и учеты: наступление фаз развития, рост, а также ежесуточные измерения величин испарения и эвапотранспирации, а по их разности-транспирации. После окончания вегетационного периода провели биометрический анализ урожая для установления его структуры. В опытах использованы два сорта- Кубань 3 (скороспелый) и Хазар (среднеспелый). Их посев осуществлен 20 мая, повторяемость опытов четырехкратная.

Для установления биофизики не изученных явлений проводили исследования с обращением к законам физической химии и молекулярной физики [2,3].

Результаты. Конечные результаты учетов представлены в таблице 1.

Для лучшего понимания физики процессов и явлений, а также осуществления их математического моделирования результаты из табличной переведены в графическую форму $x = f(N)$ в безразмерных координатах (см. рис.): по оси абсцисс отложено количество удобрений N в долях от оптимального, при котором получен наивысший урожай зерна; по оси ординат- урожай зерна (Y_z) в долях от наивысшего; урожай соломы (Y_c) в долях от урожая при оптимальной дозе удобрений; кумулятивная, то есть суммарная за вегетационный период, транспирация (T_k) – в долях от максимальной, полученной при оптимуме

* Некоторые теоретические выводы, высказанные авторами в статье, могут показаться спорными, однако, на наш взгляд, они способны заинтересовать исследователей. (Ред)

удобрений; удельная, приходящаяся на 1 стебель, кумулятивная транспирация ($T_{уд}$) – в долях от максимальной, полученной в сосуде без удобрений.

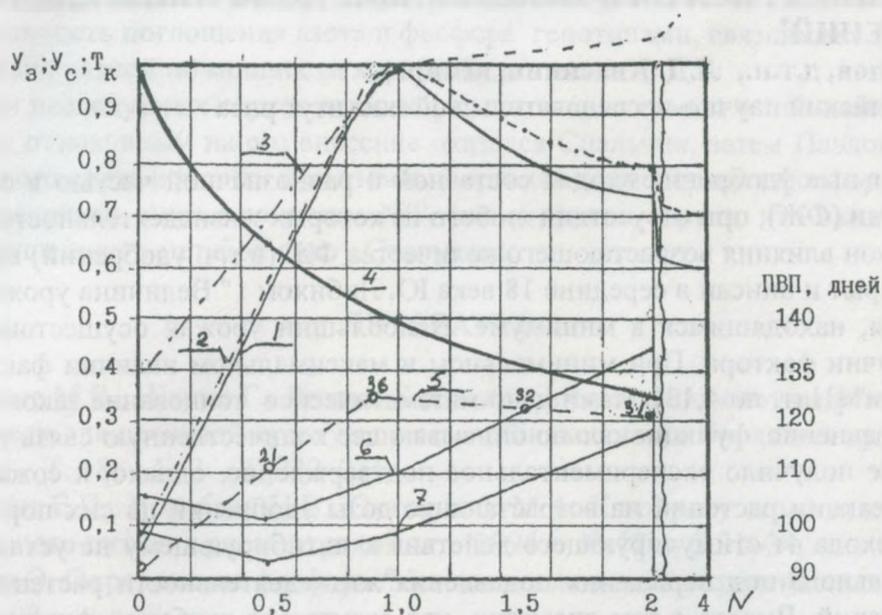


Рисунок. Реакция риса на возрастающие дозы минеральных удобрений (функции: $Y_3 = f(N)$; 2 – $Y_c = f(N)$; 3 – $T_k = f(N)$; 4 – $T_{уд} = f(N)$; 5 – $M = f(N)$; 6 – $ПВП_{Хазар} = f(N)$; $ПВП_{Кубань} = f(N)$)

Таблица 1

Биометрический анализ урожая риса в опыте с возрастающими дозами удобрений

Вариант	Количество стеблей перед уборкой		Количество колосков на метелке	Масса 1000 зерен, г	Урожай, г на сосуд		Кумулятивная транспирация, мм	Продолжит. вегетац. периода, дней
	всего	продукт.			солома	зерно		
Без удобр.	10/10	10/10	27/30	29,1/26,1	7,0/7,0	5,1/6,3	365/388	98/107
2 ПСП	27/32	23/29	79/75	29,6/28,2	52/47,6	53,3/56,9	646/674	93/101
4 ПСП	51/51	47/47	71/79	30,2/29,0	89,5/88,0	89,6/97,6	913/943	99/110
8 ПСП	60/59	44/45	66/66	28,7/28,1	89,9/88	76,5/82,6	789/847	119/135
16 ПСП	58/58	38/38	57/55	27,1/26,7	135/129	54,5/60	641/672	период не завершен

Примечание: числитель – сорт Кубань 3, знаменатель – Хазар.

Учет урожая показал, что оптимальная доза удобрений, обеспечившая наивысшую массу зерна, для обоих сортов оказалась одинаковой – 4 ПСП. Как видно из рисунка, урожай зерна с ростом доз удобрений от 0 до оптимума ($N_{опт} = 1$) увеличивался до максимального значения ($Y_3^{max} = 1$), а затем снижался. Таким образом, в области $N \leq 1$ (левая ветвь кривой) удобрения стимулировали урожай зерна, а в области $N > 1$ (правая ветвь) – ингибировали его. Связь урожая со стимулирующими дозами удобрений аппроксимируется уравнением Гаусса в следующем виде:

$$Y_3 = Y_0 + Y_{\text{опт}}(N^2 \cdot e^{1-N^2}), \quad \text{т/га } 1,2 \geq N > 0 \quad (1)$$

где: Y_3 – урожайность риса в зерне, т/га;
 N – дозы удобрений, в долях от оптимальной;
 Y_0 – урожайность риса на почве без внесения удобрений, т/га.

Как видно из таблицы и рисунка, дозы удобрений выше оптимальных снижали урожай зерна, что соответствует концепции Ю. Либиха (закон максимума). Однако прямой причиной ингибирования являются не удобрения, а транспирация: при $N > 1$ она (см. рис., кривая $T_k = f(N)$), стала снижаться, а вместе с ней синхронно и урожай, поскольку в растительный организм поступало меньшее количество минеральных элементов. Коэффициент синхронности (корреляции r) между ними оказался весьма высоким (0,99), в то время как с удобрениями в силу обратной связи (дозы растут, урожай снижается) синхронность отсутствовала, что подтверждает справедливость выдвинутого нами постулата о детерминирующей роли транспирации в продукционном процессе [7,8]. Физика же ингибирования высокими дозами удобрений самой транспирации объясняется законами физической химии.

Из теории растворов и их свойств известно, что увеличение концентрации раствора ведет к снижению давления пара над ним (закон Рауля), и как следствие, к снижению интенсивности испарения, что вытекает из известного в теории испарения уравнения связи [2]:

$$E = 0,14 (e_0 - e_2) K_m \quad (2)$$

где: E – испарение с открытой водной поверхности в единицу времени, мм;
 e_0 – упругость водяного пара у поверхности воды, мб;
 e_2 – то же на высоте 2 м от поверхности воды, мб;
 K_m – поправка на скорость ветра.

Как видно из уравнения (2), с уменьшением e_0 уменьшается и величина испарения E . Сказанное подтверждается результатами выполненного нами опыта: максимальная интенсивность удельной транспирации (т.е. приходящейся на один стебель) наблюдалась в сосудах без удобрений, а в сосудах с удобрениями ($N > 0$) она снижалась по уравнению Рауля (рис., кривая $T_{уд} = f(N)$):

$$T_{уд} = T_{\text{max}} \left(1 - \frac{N}{1+N}\right), \quad (3)$$

Однако из уравнения (3) вытекает, что при внесении даже малых доз удобрений ($N > 0$), интенсивность транспирации снижается во всех случаях, т.е. не только в правой, но и в левой области кривой $Y = f(N)$. А между тем кумулятивная транспирация в последней ($1 \geq N > 0$), как видно из рисунка, не только не снижалась, а наоборот, активно поднималась. Парадокса в этом нет: явление имеет биохимическое объяснение.

Как известно, растения поглощают и усваивают минеральные питательные элементы в ионной форме, так как только в этом случае ионы (т.е. анионы и катионы), прочно соединяясь с противоположными полюсами молекул воды (в чем собственно и заключается суть растворения сложных химических соединений), становятся транспортабельными и вовлекаются в транспирационный ток (удобрения в молекулярной форме выпадают в коллоидный осадок и становятся не доступными для поглощения их корнями растений). Известно также, что ионизация – процесс обратимый: параллельно с распадом молекул на ионы (диссоциация) в достаточно насыщенных растворах идет обратный процесс – соеди-

нение ионов в молекулы (моляризация). В связи с тем, что с увеличением количества растворяющегося вещества степень ионизации солей снижается [5], имеются основания предположить, что, во-первых, оптимальной дозой удобрений считается та, при которой количество ионов в растворе окажется наибольшим, а во-вторых, при внесении высоких доз удобрений количество ионизированных минеральных элементов в транспирационном токе снижается.

Таким образом, несмотря на снижение транспирации при $N \leq N_{\text{опт}}$ (левая ветвь), растения из-за высокой ионизации получали большее количество удобрений, они лучше развивались, увеличивая площадь листовой поверхности, что усиливало общую, приходящуюся на сосуд, транспирацию. В правой же ветви вследствие совокупного снижения и транспирации и ионизации растения получали меньшее количество удобрений – урожайность зерна снижалась. Изложенное легко может быть подтверждено математически.

Аксиоматично, что масса минеральных ионизированных элементов M , поступающая в растения с транспирационным током, может быть определена по формуле:

$$M = W \cdot r \cdot \beta, \quad (4)$$

где: W – объем транспирированной растением воды за единицу вегетационного периода;
 r – содержание минеральных элементов в единице объема воды;
 β – степень ионизации минеральных удобрений.

Расчет показал (см. рис., кривая $M = f(N)$), что масса минеральных элементов, поступающая в растение, в интервале $0 - N_{\text{опт}}$ увеличивалась с 2,4 до 36 г, а затем снижалась до 33,2 г, что и объясняет кажущееся противоречие.

Эксперименты позволили установить важную закономерность, противоречащую закону Ю. Либиха ("При максимальном наличии фактора урожай не осуществим"): при дозах удобрений значительно выше оптимальных растения вопреки закону не погибали, а продолжали развиваться, при этом урожай зерна (см. рис.1) стремился не к 0, а к величине $0,6 U_{\text{мах}}$, а масса соломы постоянно увеличивалась. Это противоречие можно объяснить следующими фактами.

В почвах рисовых полей, постоянно залитых слоем воды, содержится значительное количество растворенных и диссоциированных частиц – солей, оснований, кислот, в т.ч. органических, отличающихся растворимостью, степенью ионизации, взаимодействием друг с другом и т. п. Разделить их без специального химического и электрохимического лабораторного оборудования на усвояемые и неусвояемые формы сложно. Однако, судя по тому, что растения риса даже при $N = 4 N_{\text{опт}}$ продолжали (хотя непродуктивно и с меньшими темпами) развиваться (масса соломы возрастала), можно считать что ионная форма минеральных питательных элементов в затопленных почвах и при внесении высоких доз присутствовала, что давало возможность растению развиваться. Однако внесение таких доз под ксерофитные культуры, влага в почве которых присутствует только в капиллярах, может привести их к неусвояемым формам, так как в малых объемах воды степень ионизации близка к 0. Растения в этом случае могут погибнуть. Таким образом, закон максимума Ю. Либиха если и справедлив, то только для растений ксерофитов, которые произрастают не на затопленной, а во влажной почве.

Наблюдения показали, что в сосудах с оптимальным и субоптимальным количеством удобрений ($1,2 \geq N \geq 0,75$) растения не испытывали стресса и развивались и продуктивно, а в сосудах с избытком ($N > 1,2 N_{\text{опт}}$) были подвержены полеганию и пирикулярнозу, что вполне объяснимо: во-первых, обильные дозы азота, как известно, ингибируют поглощения кремния [1], выполняющего роль цемента в конструкции стебля, а во-вторых, избыточный азот, откладываясь в вакуолях клеток, привлекает бактерии и насекомых, для которых его биологическая форма является основой их питания.

Замечено также, что глубина проникновения в почву и масса корней в сосудах без или с недостатком удобрений оказалась в 1,5–2 раза больше, чем с завышенными дозами удобрений, что физиологично: первичная субстратная фотосинтетическая продукция (углеводы $C_6H_{12}O_6$), создаваемая листьями, при недостатке минеральных элементов оказывается не полностью востребованной клетками ростовых органов, в связи с чем невостребованная часть по флоэме опускается вниз до корней, которые и используют их для своего роста. В сосудах же с достатком минеральных элементов большая часть углеводов перехватывается клетками ростовых органов, утилизируясь в органическое вещество, и только небольшая часть доходит до корней.

Установлено, что удобрения при дозах более $0,5 N_{opt}$ увеличивали продолжительность вегетационного периода (ПВП) риса. В наших опытах (см. рис. и табл.) оба сорта прошли все стадии скороспелости: скороспелый сорт Кубань 3 от ультраскороспелого (93 дня при $N = 0,5N_{opt}$) до среднеспелого (119 дней при $N = 2 N_{opt}$), а среднеспелый сорт Хазар от скороспелого (101 день) до позднеспелого (135 дней), при этом оба сорта в сосудах 5 из-за увеличения ПВП и наступления поздней осенью низких температур не успели созреть полностью. Можно предположить, что в условиях тропического климата, где температура воздуха круглый год выше $15-18^\circ C$, вегетационный период риса в сосудах с избытком удобрений продолжался бы до формирования метелок на всех стеблях и полного созревания зерна на них, увеличивая тем самым урожайность. Именно этим, очевидно, можно объяснить известные тропические рекорды: в опытах с обильными дозами удобрений продолжительность вегетационного периода достигала 190 дней против 110–120 на обычных посевах, а урожайность – 17,8 т/га в зерне [9].

В условиях Кубани ПВП более 120 дней не желательна: во-первых, посевы могут не созреть, а во-вторых, если и созреют, то уборка риса уходит в глубокую дождливую осень, а значит, потери урожая увеличиваются с 0,2–0,5 до 0,8–1,2 т/га, это также влечет за собой расход горюче-смазочных материалов, поломки уборочной техники (увеличиваются в 1,2–1,5 раза), в-третьих, удлинение поливного периода только на один день требует для орошения 100 тыс. га дополнительно 40 млн. м³ оросительной воды, что в условиях существующего дефицита водных ресурсов вынуждает сокращать посевные площади.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алешин Н.Е. Кремнефильность риса: Автореф. дис. докт. с.-х. наук. Краснодар, 1996. – 46 с.
2. Бабкин В.И. Испарение с водной поверхности – Л.: Гидрометеиздат, 1984.- 77 с.
3. Даниэльс Ф., Альберти Р. Физическая химия – М.: Высшая школа, 1967.- С. 165-316.
4. Земледелие / Под ред. С.В. Воробьева. – М.: Агропромиздат, 1991.- С. 8-20.
5. Краткий справочник химика / Сост. В.И. Перельман. – М.: ГНТИ хим. литературы, 1955. – С. 325-374.
6. Попов В.А. Математическое выражение закона лимитирующего фактора и его приложение к задачам мелиоративного земледелия // Мелиорация и водное хозяйство. – 1997. – № 2. – С. 30-34.
7. Попов В.А., Квасинин Л.Д. Транспирация – координирующее звено продукционного процесса // Аграрная наука. – 2002. – № 7. – С. 22-24.
8. Попов В.А. Эколого-биологические аспекты программирования урожаев // Вестник РАСХН. – 2003. – № 1. – С. 35-38.
9. Тур Н.С. Возделывание зерновых культур при орошении в условиях жаркого климата. – Краснодар: КубГАУ, 1991. – С. 37.

**РЕГЛАМЕНТИРУЮЩАЯ РОЛЬ ТРАНСПИРАЦИИ И СЛОЯ ВОДЫ
В РЕАКЦИЯХ РИСА НА ВОЗРАСТАЮЩИЕ ДОЗЫ
МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ**

В.А. Попов, Л.Д. Квасинин

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

В опытах на культуре затопляемого риса изучена биофизика влияния возрастающих доз минеральных удобрений на рост, развитие и продуктивность растений, выведено уравнение связи между ними. Установлено, что закон максимума Ю.Либиха в части удобрений для риса не подтверждается, выявлены защитные механизмы, позволяющие ему адаптироваться к высоким дозам, изучен механизм их ингибирующего действия.

**REGULATING ROLE OF TRANSPIRATION AND WATER LAYER IN RICE
REACTION TO INCREASING DOSES OF MINERAL FERTILIZERS**

V.A. Popov, L.D. Kvasinin

All-Russian Rice Research Institute

SUMMARY

Biophysics of influence of increasing doses of mineral fertilizers to plants growth, development and productivity is studied in tests, carried out with flooded rice culture; equation of correlation between them is deduced. It was stated that maximum law of Y. Libikh in the part of rice fertilizers is not proved; protective mechanisms are revealed that allow it to adapt to high doses; their inhibiting activity mechanism is studied.

ВЛИЯНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ СОРТОВ РИСА

Тараненко В.В.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Роль воды при выращивании риса велика и многообразна, она является одним из решающих факторов его роста и развития. В отличие от других сельскохозяйственных культур рису требуется не просто вода, а её слой на протяжении всего или большей части вегетационного периода. Однако затопление слоем воды рисового поля вслед за посевом отрицательно сказывается на прорастание семян риса и создаёт неравные условия для других факторов жизни.

Цель работы. Дать оценку эффективности сортов в преодолении слоя воды при постоянном затоплении.

Задачи. 1. Установить взаимосвязь лабораторной всхожести семян с жизнеспособностью сорта. 2. Выявить влияние постоянного слоя воды и глубины заделки семян на всхожесть сортов.

Материал и методика исследований. Объектом исследований служили сорта риса ВНИИР 17, Кубань 3, Краснодарский 86, Славянец, Спальчик, ВНИИР 8847. Материалом служили чашки Петри и лабораторные стаканы. Оценку всходов сортов риса по преодолению постоянного слоя воды проводили по методике А.И. Апрод; З.И. Баллод, 1993 г. Почва – лугово-чернозёмная, взятая из рисовой оросительной системы ВНИИ риса и просеянная через сито Ø 3 мм. Посевные качества семян определяли по ГОСТу. Количество семян: на один лабораторный стакан 100 шт. всхожих семян, при этом норма высева семян коррелировалась с лабораторной всхожестью. Экспозиция: 27 суток, повторяемость опыта – шестикратная.

Результаты. Исследованиями установлено, что полевая всхожесть и урожайность риса при режиме укороченного затопления тесно коррелирует с лабораторной всхожестью семян ($r > 0,94$). Повышение всхожести семян на 1 % в диапазоне (76-98 %) увеличивает полевую всхожесть на 1,3 %, а урожай – на 1,2 % (Апрод А.И., 1983). Обычно в производстве при использовании семян с пониженной всхожестью, применяют повышенные нормы высева, которые рассчитывают по показателю хозяйственной годности, но это редко даёт положительный эффект.

Учитывая значительное снижение всхожести семян риса при получении всходов под постоянным слоем воды, по сравнению с укороченным затоплением, исходная лабораторная всхожесть сортов разной степени устойчивости приобретает важное значение при использовании экологически безопасной технологии. Это можно проследить как в работах отечественных ученых (Ерыгин П.С., Бородин М.В., 1945; Воронцов Л.А., 1965; Воронцов А.А., 1968; Варшапетян Б.Б., Маслов А.И., 1974; Алауддин М., 1983), так и у зарубежных авторов (Арай М., Мигхара М., 1963; Roche B.F., Muzik T.I., 1964; Yamaguchi I., Watanabe K., Tanaka A., 1975; Ehleringer I.R., 1979; Data E.S., Pratt H.K., 1980).

Для определения влияния лабораторной всхожести семян на жизнеспособность всходов нами были взяты семена сортов с разной всхожестью (от 80 до 98 %), которые проращивались в серии опытов под слоем воды 12 см, глубине заделки 2 см и комнатной температуре 21-23 °С. После математической обработки данных установлено, что жизне-

способность всходов изучаемых сортов, выраженная густотой всходов, преодолевших слой воды, тесно коррелирует с лабораторной всхожестью ($r > 0,95$).

В то же время при одинаковой лабораторной всхожести, жизнеспособность всходов сортов с разным индексом устойчивости заметно отличается. У устойчивого сорта ВНИИР 17 при каждом повышении лабораторной всхожести на 1 % в диапазоне 86-98 % количество всходов, преодолевших слой воды, увеличивается на 4,4 %. У среднеустойчивого сорта Славянец оно возрастает на 3,1 %. У неустойчивого сорта ВНИИР 8847 – на 2,7 %. Таким образом, используя уравнение регрессии, можно получить следующие данные: при одинаковой лабораторной всхожести, 95 %, количество всходов, преодолевших слой воды, у сорта ВНИИР 17 составляет – 72 %, у сорта Славянец – 45 %, у ВНИИР 8847 – 21,4 %. При всхожести семян 90 % количество всходов сортов будет соответственно – 50, 30 и 8 %. Если взять за критерий 30 % (полевую всхожесть), то для среднеустойчивого сорта Славянец всхожесть высеваемых семян не должна быть ниже 91 %, у устойчивого сорта ВНИИР 17 – не ниже 86 %, тогда как неустойчивого ВНИИР 8847 даже при 98 % лабораторной всхожести густота всходов не достигнет 30 %.

Из проведённых лабораторных опытов можно заключить, что степень устойчивости риса при получении всходов под слоем воды определяется генотипом сорта, который проявляется в интенсивности роста проростков. При одинаковых условиях проращивания у устойчивых сортов (ВНИИР 17, Кубань 3) количество всходов, преодолевших слой воды, составляет в среднем 45 %, у неустойчивых сортов (Спальчик, ВНИИР 8847) – 9 % и у сортов средней устойчивости (Славянец, Краснодарский 86) – 27 %. Поскольку скорость роста проростков в почве, залитой водой, независимо от устойчивости сорта в 1,3-2,1 меньше, чем в водной среде, особо важное значение сохранения высокой полевой всхожести имеет глубина заделки семян.

Установлена обратная линейная зависимость количества всходов, преодолевших слой воды, от глубины заделки семян. При последовательном увеличении глубины заделки семян с 0,5 см до 3 см на каждый следующий сантиметр, количество всходов снижается у устойчивых сортов – на 16 %, у сортов со средней устойчивостью – на 34 %.

Выводы. 1. Установлена прямая зависимость ($r > 0,95$) между исходной лабораторной всхожестью семян и количеством всходов, преодолевших слой воды. У сортов устойчивой группы каждое уменьшение лабораторной всхожести на 1 % приводит к снижению всходов на 5,6 % в полевых условиях, у сортов среднеустойчивых – на 6,9 % и неустойчивых на 7,3 %.

2. Установлена тесная обратная связь жизнеспособности всходов сортов от глубины заделки семян ($r > -0,93$). В диапазоне заделки семян от 0,5 до 3 см при последовательном увеличении глубины заделки на каждый следующий сантиметр, количество всходов, преодолевших слой воды, снижается на 7,4 %.

3. Установлено, что у сортов ВНИИР 17, Кубань 3, Краснодарский 86 гибель всходов в водной среде была в пределах 25,8 %, а у сортов Спальчик, Славянец и ВНИИР 8847 она составила 37,3 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Апрод А. И. Научные основы производства семян риса: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Харьков, 1983. - 45 с.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1973. – С. 231-288.
3. Сметанин А. П., Дзюба В. А., Апрод А. И. Методика опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса. – Краснодар, 1972. – 154 с.

ВЛИЯНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ СОРТОВ РИСА

Тараненко В. В.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

Получены экспериментальные данные о реакции сортов риса на устойчивость к постоянному затоплению в период всходов. Установлено, что степень устойчивости всходов определяется генотипом сорта и зависит от исходной лабораторной всхожести, а также глубины заделки семян в почву. Выделены три группы сортов по устойчивости к преодолению слоя воды при получении всходов: устойчивая группа (ВНИИР 17, Кубань 3), среднеустойчивая (Славянец, Краснодарский 86) и неустойчивая группа (Спальчик, ВНИИР 8847).

INFLUENCE OF LABORATORY GERMINATION OF SEEDS TO SHOOTS VIABILITY OF RICE VARIETIES

V.V. Taranenko

All-Russian Rice Research Institute

SUMMARY

Experimental data are received concerning reaction of rice varieties on resistance to continuous flooding during shooting. It is stated that level of shoots resistance is determined by variety genotype and depends on initial laboratory germination as well as on depth of seeding into soil. Three groups of varieties are marked according to resistance and water layer overcoming while shooting: resistant group (VNIIR 17, KUBAN 3), mid-resistant group (Slavyanec, Krasnodarsky 86) and non-resistant group (Spalchic, VNIIR 8847).

УДК 631.52:633.18.

БИОХИМИЧЕСКИЕ И АНТИАЛИМЕНТАРНЫЕ СВОЙСТВА ЗЕРНОВКИ РОССИЙСКИХ СОРТОВ РИСА В СВЯЗИ С ПАРБОЙЛИНГОМ

Н.Г. Туманьян, к.б.н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Е. М. Сорочинская, к.б.н.

Департамент образования и науки администрации Краснодарского края

Знание сортовых биохимических и антиалиментарных свойств зерновки риса, нативной и пропаренной, актуально в селекции риса для технологии переработки с парбойлингом. В литературе представлены результаты исследований свойств пропаренной зерновки риса, однако они недостаточны [1, 2, 3]. Для выявления закономерностей сортовой реакции риса российской селекции на парбойлинг изучались биохимические характеристики непропаренной и пропаренной зерновки: активность протеаз, содержание амилозы, декстринов, белков. Белковые ингибиторы протеаз и лектины обуславливают антиалиментарные свойства риса. Белковые ингибиторы протеаз ингибируют протеазы пищеварительного тракта; лектины, связываясь с микроворсинками кишечника, тормозят процессы всасывания.

Цель работы. Изучить влияние парбойлинга на ингибирование вышеуказанных антиалиментарных факторов.

Методика исследования. Исследовали свойства зерновок риса сортов и сортообразцов российской селекции: Кубань 3, Спальчик, Лиман, Славянец, Наутико, Павловский, Регул, Рапан, Нафант, Индус, Изумруд, Сапфир, Талисман, Жемчуг, Хазар, Краснодарский 424, Альтаир. Рис пропаривали в лабораторных условиях в автоклаве. Активность протеаз определяли модифицированным методом Ансона и Куница по способности ферментов отщеплять от субстрата азотистые основания. Содержание амилозы в рисе определяли по методике Джулиано; гемагглютинирующую активность по В.И. Никитину; содержание белков на приборе Инфрапид (Венгрия).

Результаты. Деструктивные изменения белка при хранении семян происходят под действием протеаз. При пропаривании семена теряют жизнеспособность. Активность амилолитических ферментов в пропаренном рисе отсутствует [5]. Закономерности инактивирования протеаз при парбойлинге в различных режимах, когда степень клейстеризации крахмала варьирует, не исследованы. Изучали протеолитическую активность в зерновках риса пяти сортов: Краснодарского 424, Спальчика, Жемчуга, Изумруда и Альтаира – до парбойлинга в течение 5-ти и 20-ти мин. при давлении пара 1,1 атм. и 1,3 атм., и после него. Через 20 мин. пропаривания при давлении пара 1,1 и 1,3 атм. у пяти сортов риса российской селекции активность протеаз в зерновках не обнаруживалась или имела следовые значения. Уже через 5 мин. пропаривания активность снижалась до 64-69% первоначальных значений: от 64% у Краснодарского 424 и Жемчуга до 69% – у Изумруда. В условиях парбойлинга структурные изменения эндосперма зерновок на сколах не отмечены, или они совсем незначительны. Конгломераты клеток сохранены, крахмал не клейстеризован (мучнистые пятна не исчезают, трещины не «затекают»), тем не менее, активность важнейшей ферментной системы протеаз отсутствует.

Содержание амилозы – наиболее важный биохимический показатель качества зерна риса. Количество амилозы в зерновке зависит от многих факторов (условий выращивания, хранения и др.). Однако ее содержание является сортовым признаком для риса. В научной литературе данные об изменении содержания амилозы при пропаривании риса различны.

Содержание амилозы при гидротермической обработке уменьшается на 5-7% [1, 6]. В исследовании определяли изменение содержания амилозы у следующих 15-ти сортов риса, по-разному реагирующих на парбойлинг: Кубань 3, Спальчик, Лиман, Славянец, Наутико, Павловский, Регул, Рапан, Нафант, Индус, Изумруд, Сапфир, Талисман, Жемчуг, Хазар. Зерновки пропаривали с предварительным замачиванием в течение 4-х часов при 65°C. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1

Содержание амилозы в парбойлированных и непарбойлированных зерновках риса

Сорт, сортообразец (B)	Содержание амилозы, % (A)	
	до пропаривания	после пропаривания
Кубань 3	18,2	18,2
Спальчик	23,2	22,5
Лиман	21,5	23,2
Славянец	22,5	22,5
Наутико	22,4	22,3
Павловский	24,4	23,9
Регул	22,5	23,0
Рапан	22,5	23,2
Нафант	21,5	21,5
Индус	20,6	20,6
Изумруд	20,0	19,3
Сапфир	23,2	23,9
Талисман	23,1	23,0
Жемчуг	19,3	19,3
Хазар	21,5	21,5

НСР₀₅ A = 0,15

НСР₀₅ B = 0,42

НСР₀₅ AB = 0,60

Содержание амилозы в крахмале было от 18,2% до 24,4%. Влияние парбойлинга не было однозначным. Изменение содержания амилозы было различным для сортов и сортообразцов. У Кубани 3, Славянца, Наутико, Нафанта, Индуса, Талисмана, Жемчуга и Хазара доля амилозы в крахмале существенно не изменялась. У Спальчика, Павловского и Изумруда – уменьшалась. А у Лимана, Регула, Сапфира и Рапана – увеличивалась. Варьирование содержания амилозы в зерновке зависело от показателя “сорт” с высокой долей влияния (90%) и не зависело от обработки ($F_f = 0,7$, $F_T = 4,0$).

В результате парбойлинга происходит декстринизация крахмала и увеличение содержания редуцирующих сахаров. Содержание декстринов в эндосперме российских сортов было в пределах от 0,29% у Изумруда до 0,42% у Кубани 3. После парбойлинга содержание декстринов в зерновке увеличивалось. По данным ряда исследователей, содержание декстринов при парбойлинге увеличивается в 1,8-5,4 раза [4]. Всего на 90-110% увеличивалось количество декстринов у сортов Кубань 3, Наутико, Талисман и Жемчуг. Изменение структуры эндосперма зерновок в результате парбойлинга у них было незначительным. Для Лимана, Славянца, Павловского и Изумруда, у которых крахмал клейстеризовался существенно, но не полностью, характерен рост содержания декстринов на 140-260%. В зерновках сортов с полной клейстеризацией крахмала эндосперма, Регул, Рапан, Индус, Сапфир, содержание декстринов возросло на 331-435%. Таким образом, сорта с

полной клейстеризацией крахмала при парбойлинге имели существенно больше декстринов в зерновке, чем сорта с незначительной клейстеризацией. Варьирование содержания декстринов в зерновке зависело как от сорта ($F_f = 759,6$, $F_t = 4,1$) с долей влияния в 67%, так и от обработки ($F_f = 20,6$, $F_t = 2,0$) с долей влияния в 10%.

Лектины и белковые ингибиторы протеаз в зерне риса – антипищевые факторы. Инактивация протеолитических ферментов пищеварительного тракта происходит под действием ингибиторов протеаз; лектины, взаимодействуют с полисахаридами всасывающих ворсинок кишечника. Процессы пищеварения в организме при этом нарушаются, что приводит к нарушениям в обмене веществ и торможению роста организма. Активность лектинов и ингибиторов протеаз – важный показатель в селекционной работе: он определяют защитные свойства риса. Признано необходимым проведение отбора в селекционной работе с целью снижения их активности в сортах в связи с антиалиментарными свойствами. Предположили, что высокие температуры обработки риса в технологии парбойлинга обуславливают снижение или полное инактивирование активности белковых ингибиторов протеаз и лектинов в парбойлированном зерне. Зерновки риса пропаривали от 10-ти до 60-ти мин. с интервалом в 10 мин. при давлении пара 1,1 атм. и 1,3 атм. и определяли активность белковых ингибиторов протеаз. Лектины определяли в зерновках, пропаренных в течение 20-ти мин. и 60-ти мин. Активность белковых ингибиторов протеаз снижалась на 30-40% через 30 мин. при пропаривании при 1,1 атм. и через 20 мин. при 1,3 атм. Антиалиментарные активности у сортов Альтаир, Изумруд и Жемчуг были различны. Через 30 мин. пропаривания у Альтаира и Изумруда в зерне сохранялось около 60% первоначальной активности ингибиторов протеаз, у Жемчуга – 70%. Через 50 мин. пропаривания при 1,1 атм. и 1,3 атм. ингибиторная активность в зерне не обнаруживалась. На 55-65% активность лектинов снижалась при обработке в течение 20 мин. при 1,1 атм. и на 70-80% при 1,3 атм. Активность снижалась через 60 мин. пропаривания до следовых значений в обоих режимах парбойлинга. Остаточная активность у Альтаира и Жемчуга была в 2,2-2,5 раза больше, чем у Изумруда. Значения показателей активности были настолько малы, что можно говорить об отсутствии антиалиментарных свойств пропаренного риса, обусловленных лектинами (табл.2). Снижение активности ингибиторов протеаз и лектинов, вероятно, является следствием закономерностей внутреннего влагораспределения при пропаривании.

Таблица 2

Влияние условий парбойлинга на активность лектинов мучки риса

Сорт, сортообразец	Общая активность, ГАЕ				
	необработанный рис	1,1 атм., 20 мин.	1,1 атм., 60 мин.	1,3 атм., 20 мин.	1,3 атм., 60 мин.
Альтаир	1500	648	21,7	410	9,9
Изумруд	1020	470	16,2	221	4,3
Жемчуг	1250	520	32,0	240	11,8
НСР ₀₅	213	116	1,9	23	1,7
F _f	46*	24*	690*	756*	185*

Таким образом, биохимические и антиалиментарные свойства зерновки риса, их изменения при пропаривании носят сортовой характер. Исследование влияния парбойлинга на антипищевые факторы зерна риса – белковые ингибиторы протеаз и лектины – подтверждает их значительное инактивирование до остаточных значений. Результаты исследований могут быть использованы в построении модели сорта риса для переработки с парбойлингом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гинзбург М.Е., Попов М.П., Буй Дык-Хой. Влияние гидротермической обработки риса-зерна на качество крупы //Мукомольно-элеваторная и комбикормовая пром-сть. – 1972. – № 7. – С.25-27.
2. Козьмина Е.П. Зерно и продукты его переработки. – М.: Из-во тех. и экон. литературы по вопросам заготовок, 1961.- 520 с.
3. Тарасов В.И., Торжинская Л.Р., Гусев П.Г., Кузьмина О.В. Влияние гидротермической обработки на биохимические свойства риса // Изв. вузов / Пищевая технология. – 1971. – № 2. – С.72-74.
4. Попов М.П., Буй Дык-Хой. Изменение количества декстринов в зерне риса при гидротермической обработке//Сб.: Совершенствование технологии производства крупы. – М., 1972. – С.34-38 .
5. Barber S., Benedito De Barber, C., Novo M. Inactivation of the rice bran enzymes during parboiling. (Eng) // Res. Food Sci. Nutr. – 1985. – № 1. – P.85-88.
6. Mestres C., Matencio F., Pons B., Myriam Y. and Genevieve F. A Rapid Method for the Determination of Amylose Content by Using Differential-Scanning Calorimetry//Starch. – 1996. – №1. – P.2-6.

БИОХИМИЧЕСКИЕ И АНТИАЛИМЕНТАРНЫЕ СВОЙСТВА ЗЕРНОВКИ РОССИЙСКИХ СОРТОВ РИСА В СВЯЗИ С ПАРБОЙЛИНГОМ

Н.Г. Туманьян

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Е.М.Сорочинская

Департамент образования и науки администрации Краснодарского края

РЕЗЮМЕ

Исследовали биохимические и антиалиментарные свойства риса пропаренной и непропаренной зерновки по показателям: содержание амилозы, декстринов, активность протеолитических ферментов, активность белковых ингибиторов протеаз, лектинов. Был показан сортовой характер признаков.

BIOCHEMICAL AND ANTIALIMENTARY PROPERTIES OF PARBOILED AND NON-PARBOILED RICE KERNEL OF RUSSIA VARIETY

N.G. Tumanian

All-Russian Rice Research Institute

E.M. Sorochinskaya

Department of Education and Science at Krasnodar Krai Administration

SUMMARY

Biochemical, antialimentary traits of parboiled and non-parboiled rice kernel have been investigated by the following indices, amylose content, dextrans, activities of protease and protease inhibitors, lectine content. It was shown the varietal specificity of traits.

ПРИЗНАКИ КАЧЕСТВА СОРТОВ РИСА ЛИМАН И РЕГУЛ

Т.Н. Лоточникова, Н.Г. Туманьян, к.б.н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Для производителей риса качество – это высокая урожайность, одновременность созревания, устойчивость к болезням и вредителям, устойчивость к полеганию и осыпанию, хорошая отзывчивость на удобрения, легкость обмолота. Для заготовителей качество – это влажность, содержание сорной и зерновой примесей, красных, зеленых зерен, зерен с пожелтевшим эндоспермом. Для переработчиков качество – это важные технологические показатели признаков качества, такие, как пленчатость, стекловидность, трещиноватость, размеры и форма зерна, коэффициент шелушения, то есть показатели, по которым определяют общий выход крупы и ее сортовой состав. Для массового потребителя риса качество – это такие достоинства крупы, как цвет, консистенция эндосперма, форма зерна, кулинарные свойства (цвет, вкус, консистенция каши, разваримость). Большое значение придается пищевой ценности риса, характеризующейся содержанием белка, отдельных незаменимых аминокислот, минеральных элементов, витаминов и других веществ, определяющих легкость усвоения.

В последние годы отечественное рисоводство пополнилось новыми потенциально высокоурожайными и высококачественными сортами риса, которые имеют относительно низкую пленчатость (16-17%), высокую стекловидность (82-99%), низкую трещиноватость (6-12%), высокий общий выход крупы (68-70%) и целого ядра (70-90%). Однако не всегда потенциально высокие возможности сорта, обусловленные генотипом, могут проявиться. На хозяйственно ценные количественные и качественные характеристики риса большое влияние оказывают условия вегетации, уборки, послеуборочной подработки и хранения [3]. Причем все признаки качества взаимосвязаны друг с другом [1, 4].

В связи с этим было проведено сравнительное исследование признаков качества сортов Лиман и Регул селекции ВНИИ риса, занимающих более 69% посевной площади в Краснодарском крае, которые регистрировались на протяжении 7 лет. Объектом исследования послужило зерно риса, полученное на экспериментальном орошаемом участке ВНИИ риса на селекционных посевах. Результаты представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Показатели признаков качества риса сорта Лиман

Год	Пленчатость, %	Стекловидность, %	Трещиноватость, %	Общий выход крупы, %	Сод-е целого ядра, %
1995	16,4	78	49	70,4	69,4
1996	16,2	79	42	69,4	78,7
1997	16,7	82	36	70,1	79,8
1998	16,4	79	75	69,0	28,0
1999	15,9	77	27	69,5	80,0
2000	16,6	88	40	71,6	77,8
2001	16,2	84	43	71,0	69,0
v	2,8	4,8	33,7	1,33	27,1

Основные технологические значения признаков качества: стекловидность, трещиноватость, общий выход крупы и выход целого ядра существенно различались по годам

(1995-2001 гг.). Признак качества пленчатость четко контролируется генотипом сорта и имеет слабую модификационную изменчивость. Поэтому на протяжении анализируемого периода признак оставался практически без изменений.

У сортов Лиман и Регул наблюдается значительное варьирование трещиноватости по годам, что оказывает существенное влияние на выход целого ядра. У сорта Лиман признак трещиноватости проявляет более высокую стабильность, чем у сорта Регул (коэффициенты вариации – 33,7 и 83,3 соответственно). Выявлена высокая отрицательная корреляция между трещиноватостью и выходом целого ядра (-0,89) и высокая положительная корреляция между стекловидностью и общим выходом крупы (0,74). Так, у Лимана с трещиноватостью 75% и стекловидностью 79% общий выход крупы составил 69,0%, а содержание целого ядра снизилось до 29%. При более низкой трещиноватости – 27% – и стекловидности 77% общий выход крупы и содержание целого ядра составили 69,5% и 80,0% соответственно. У сорта Регул с трещиноватостью 29% и стекловидностью 94% общий выход и выход целого ядра составили 68,2% и 63,6%. Выход целого ядра у зерна с низкой трещиноватостью – 4% – увеличился до 90,4%. Вариабельность признаков стекловидность и пленчатость у сортов Лиман и Регул была достаточно низкой (коэффициенты вариации 4,8 и 4,1, 2,8 и 7,1 соответственно).

Таблица 2

Показатели признаков качества риса сорта Регул

Год	Пленчатость, %	Стекло-видность, %	Трещиноватость, %	Выход крупы, %	
				общий	целого ядра
1995	18,7	92	9	68,3	84,2
1996	18,1	95	8	68,8	85,3
1997	17,8	88	4	67,4	89,6
1998	17,3	98	14	68,7	79,8
1999	17,2	92	4	68,0	90,4
2000	17,8	99	6	69,5	83,6
2001	18,1	94	29	68,2	63,6
v	7,1	4,1	83,3	0,98	10,9

Образование трещин обусловлено постоянным изменением температурно-влажностных условий в период налива зерна. Колебания температуры и относительной влажности воздуха вызывают изменение влагосодержания в зерновке риса. Из-за неравномерного распределения влаги по объему зерновки в нем возникает объемно-напряженное состояние. Когда величина этого состояния превышает предельно допустимое значение (обусловленное прочностью рисовой зерновки) в нем появляются трещины [2].

Таким образом, результаты проведенных исследований подтверждают существенную вариабельность трещиноватости и выхода целого ядра и незначительную стекловидности и общего выхода крупы у сортов Лиман и Регул.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аниканова З.Ф., Тарасова Л.Е. Рис: сорт, урожай, качество. – М.: Колос, 1979. – 111 с.
2. Кешаниди Х.Л., Казаков Е.Д. Механизм образования трещин в ядре риса-зерна // Известия вузов / Пищевая технология. – 1986. № 5. – С.10-15.

3. Наливко Г.В., Алешин Е.П. Зависимость качества зерна риса от природно-климатических факторов // Сельскохозяйственная биология. – 1971. – Т.6. – № 1. – С. 29-33.

4. Туманьян Н.Г., Лоточникова Т.Н., Костина С.С., Сорочинская Е.М. Взаимосвязь признаков качества у сортов риса отечественной селекции // Пути повышения и стабилизации производства высококачественного зерна / Докл. межд. науч.-практ. конф. 12-17 июня 2002 г. – Краснодар: КГУ, 2002. – С.327-330.

ПРИЗНАКИ КАЧЕСТВА СОРТОВ ЛИМАН И РЕГУЛ

Т.Н. Лоточникова., Н.Г. Туманьян

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

Проведено исследование признаков качества сортов Лиман и Регул. Выявлено различие основных показателей признаков качества за период 1995-2001 гг.

RICE QUALITY TRAITS OF VARIETIES LIMAN AND REGUL

T.N. Lotochnikova, N.G. Tumanyan

All-Russian Rice Research Institute

SUMMARY

It was carried out the investigation of quality traits of Liman and Regul varieties. For the period since 1995 to 2001 it was found the difference of the main indicies of quality traits.

ИССЛЕДОВАНИЯ ЧЕКОВОГО ГИДРОАВТОМАТА СИФОННОГО ТИПА С ПОДВИЖНЫМ ГРЕБНЕМ

С.А. Ольховой, аспирант.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Строгое соблюдение биологически и экологически заданного водного режима рисовых чеков имеет большое значение в получении высоких урожаев риса (2,3,4). Однако добиться этого при ручном управлении режимом водоподдачи и больших нагрузках на поливальщика (60 – 100 га) практически невозможно. Как показали исследования (1,4), отклонения величины слоя затопления от рекомендуемой находятся в следующих пределах: максимальные – 10-17 см, средние за поливной сезон – 3-6 см. Недобор урожая по этой причине оценивается в 0,6-0,8 т/га.

Задача достижения строгого исполнения заданного водного режима может быть решена путем оснащения рисовых систем чековыми гидроавтоматами. Эффективным техническим решением в этом направлении является приставка сифонного типа с подвижным гребнем (1,5).

В ходе её исследований на ЭОУ ВНИИ риса на третьем чеке первой карты был сооружен микрочек площадью 122,85 м² с индивидуальным водовыпуском, на котором моделировались условия работы автомата в период первоначального затопления и поддержания слоя воды.

В период первоначального затопления цикл работы составил 31,17 минуты, в процессе его менялась разность уровней воды в "чеке" и оросителе, что приводило к постепенному снижению расхода воды. Данные представлены в таблице и графике.

Параметры работы гидроавтомата в цикле затопления

Перепад Н, м	Текущее время Т, ч	Продолжи- тельность t, с	Слой воды h, см	Прирост слоя Δh , см	Объем воды G, м ³	Расход сифона Q, л/с	Козф. расхода μ
0,740	12-15	0	0	0	0	0	—
0,750	12-27	740	9,5	9,5	11,535	15,6	0,51
0,752	12-35	480	15,5	6,0	7,340	15,3	0,52
0,758	12-40	290	19,0	3,5	4,300	14,8	0,52
0,760	12-43	180	21,0	2,0	2,463	13,7	0,50
0,765	12-46	180	23,0	2,0	2,469	13,7	0,50

За время работы гидроавтомата продолжительность отказа (вызванного сбоем или отказом) составила 20 сек; это примерно 1% от времени рабочего цикла. Причиной отказа явилось нарушение центровки крепления поплавка к гребню сифона, что вызывало временную задержку подъема гребня. Вторая причина – большие интервалы перемещения гребня внутри патрубков и недостаточная их соосность, что объясняется тем, что крепление штока к гребню было недостаточно жестким, вследствие чего и происходили сбои. За время испытаний суммарная величина неполадок (вызвавших остановку автомата) составила 14 мин. В период поддержания заданного слоя воды на чеке – начальный слой воды 5-6 см и зазор между гребнем и планкой выключения 60 мм, а также при начальном слое 3-4 см и зазоре 30 мм – режим работы выдерживался без сбоев. Это позволяет заключить, что при малых ходах гребня не происходит нарушений центровки: в этом случае жесткость узла достаточна для малых перемещениях гребня. При устранении данных недостатков, гидроавтомат сифонного типа с подвижным гребнем с условным проходом 100 мм

способен обслуживать чек площадью до 1 га. Следует заметить, что за все время исследований не было зафиксировано ни одного случая засорения полости сифона плавающими растительными остатками.

Вышеуказанное позволяет сделать следующие выводы:

- конструкция гидроавтомата допускает установку его в чеке без переоборудования водовыпуска, что в значительной степени снижает капитальные затраты на его внедрение;
- величина сбоев в ходе исследований приблизительно равна 1% от общего времени рабочего цикла;
- недостатки крепления штока с поплавком к гребню легко устранить, конструктивно доработав этот узел;
- при внедрении данного гидроавтомата в производство необходимо материал гребня (алюминий) заменить на более дешевый и технологичный, например, пластмассу.

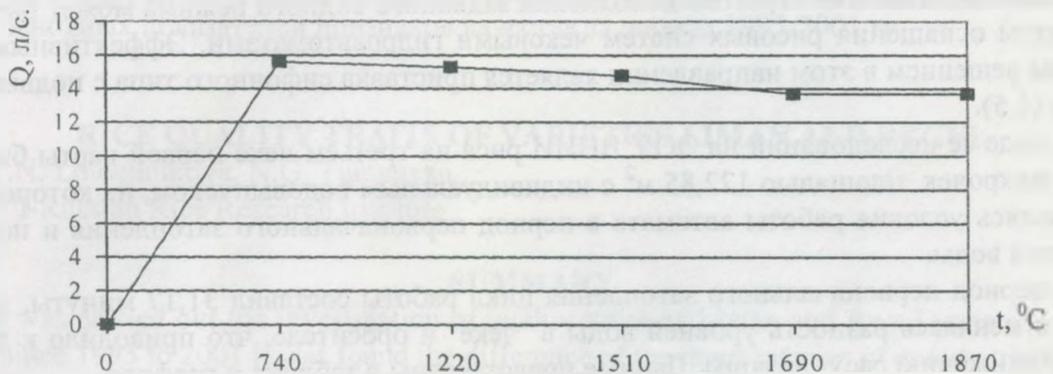


График. Изменение расхода чекового гидроавтомата сифонного типа с подвижным гребнем в период от первоначального затопления до создания заданного слоя воды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бочкарев Я.В. Гидравлическая автоматизация водораспределения на оросительных системах. – Фрунзе: Кыргызстан, 1971. – 292 с.
2. Ерыгин П.С. Физиологические основы орошения риса. – М.- Л.: Издательство АН СССР, 1950. – 208 с.
3. Кибальников С.В. Автоматизация рисовых оросительных систем. – М.: Агропромиздат, 1985. – 109 с.
4. Попов В.А. Регулирование грунтовых вод на рисовых системах. – Краснодар: Краснодарское книжное издательство, 1984. – 96 с.
5. Туманян В.Н. Гидравлика сифонных водосбросов. – М.: Госэнергоиздат, 1949. – 120 с.

АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ ЧЕКОВОГО ГИДРОАВТОМАТА СИФОННОГО ТИПА С ПОДВИЖНЫМ ГРЕБНЕМ

С.А.Ольховой

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

Выявлены причины неполадок чекового гидроавтомата сифонного типа с подвижным гребнем, а также пути их устранения.

ANALYSIS OF RESEARCHES OF CHECK HYDRO AUTOMAT OF SIPHON TYPE WITH MOVING COMB

S.A. Olchovoi
All-Russian Rice Research Institute

SUMMARY

Reasons of check hydro automat of siphon type with moving comb defects are revealed; ways of their removing are offered. Expenses characteristics of the model and automat are compared. Regime identity of their work is stated.

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЫ
В ЧЕКЕ В ПЕРИОД ВЕГЕТАЦИИ РИСА****Г.Г. Фанян, к.б.н., В.Г. Власов, к.м.н., А.В. Любичева, А.Х. Шеуджен, д.б.н.**
Всероссийский научно-исследовательский институт риса

В рисоводстве Кубани важной проблемой является водопотребление. Расчетное использование воды на 1 га посевов риса составляет 16-20 тыс. м³ [3], а фактический расход воды значительно превышает указанные нормы и достигает 26-38 тыс. м³/га [2]. При таком использовании водных ресурсов возникает проблема дефицита пресной воды. В этих условиях первостепенная задача рисоводов — беречь воду от потерь и заботиться о ее чистоте. Российское рисоводство в отличие от мирового имеет важную отличительную особенность — для орошения риса используется вода рыбохозяйственного значения, а после орошения она вновь возвращается в водоприемники. На Кубани после созревания риса в сентябре вода из рисовых чеков по сбросной сети каналов поступает в водохранилища Варнавинское, Крюковское, Шапсугское; реки Кубань, Лаба, Афипис, Шебш, Убинка, Протока; лиманы Кирпильский, Войсковой, Курчанский – места нереста рыб.

Современная интенсивная технология возделывания риса базируется на применении значительного количества минеральных туков и широком ассортименте пестицидов [1,2,4]. Поэтому в рисоводстве уделяется особое внимание двум взаимосвязанным проблемам – экономии воды, с одной стороны, и защите водной среды от загрязнения, с другой. Какова же роль рисоводства в сохранении пресной воды? Эта актуальная проблема требует серьезного изучения.

Оросительные каналы рисовой системы предназначены для приема воды из реки Кубань или ближайших водохранилищ. Поступающая вода для орошения риса, с одной стороны, уже имеет определенный уровень минерализации, с другой – она растворяет содержащиеся в самой почве соли. В результате этого повышается минерализация воды [5] и тем самым увеличивается уровень загрязнения окружающей среды.

Вода является мощным фактором регулирования продуктивности посевов. С момента поступления ее в рисовое поле резко активизируется почвенная микрофлора, идет истощение запасов почвенного кислорода, одновременно увеличивается концентрация углекислого газа и водорода. Процесс разложения растительной биомассы в почве под слоем воды сопровождается образованием и накоплением ряда промежуточных продуктов распада – органических кислот, фенольных соединений [6,7,8], которые являются дополнительными загрязнителями воды в рисовом поле. Качество воды зависит также от предшественника риса. В наших исследованиях, проведенных в 2002 г. на рисовой системе колхоза "Кубань" Абинского района, в начальный период затопления рисового поля по пласту люцерны в первые шесть суток ухудшилось качество воды. Появился резкий гнилостный запах разлагающейся растительной биомассы. Для оценки качества среды повторного загрязнения воды, крайне неблагоприятной для прорастания семян и роста проростков риса, нами использован тест на токсичность семян, (реакция зародыша). Данные представлены в таблице.

Анализ показывает, что полевая всхожесть семян риса и рост проростков напрямую зависят от степени загрязнения воды в полях рисового севооборота. Резкое ухудшение качества воды отмечено в варианте "рис – по пласту люцерны". Результат негативно отразился на всхожести семян риса, что способствовало изреживанию посевов.

Для оценки качества воды мы использовали показатель ее прозрачности. Он зависит как от мутности, т.е. присутствия нерастворенных и коллоидных веществ неорганического и органического происхождения, так и от цветности, определяющейся присутствием гу-

миновых веществ, т.е. продуктов химического и биохимического разложения остатков растений. Попадая в воду, эти вещества окрашивают ее в желтый или коричневый цвета, появляется грязно-черный оттенок.

Полевая всхожесть семян риса сорта Лиман и густота стояния растений в зависимости от предшественника

Поле севооборота	Всхожесть семян, %		Количество растений в фазе всходов риса, шт/м ²
	лабораторная	полевая	
Рис – по обороту пластов люцерны	94,0	29,6	186
Рис – по пласту люцерны	94,0	17,5	114

Для определения качества воды мы использовали метод оценки, разработанный ВНИИ риса [11].

Данные наблюдений представлены графически на рисунке.

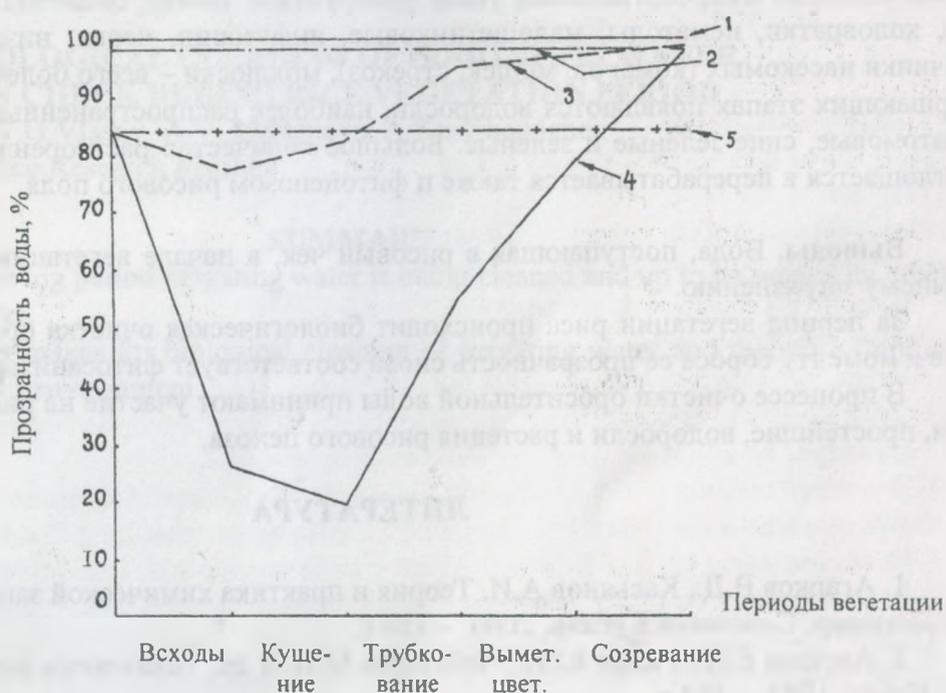


Рисунок. Динамика прозрачности воды в период вегетации риса

- 1 – контроль (дистиллированная вода);
- 2 – вода для бытовых нужд;
- 3 – оросительная вода (рис – по обороту пласта);
- 4 – оросительная вода (рис – по пласту);
- 5 – оросительная вода (реки Кубань)

При подаче воды из реки Кубань в рисовые поля исходная прозрачность составляла 84 %. В первые шесть суток после затопления поля разложение растительной биомассы шло с различной интенсивностью и зависело от ее количества в поле. На поверхности воды в этот период формировалась биологическая пленка, особенно активно этот процесс

протекал по пласту люцерны. На пятнадцатые сутки у воды появился гнилостный запах разлагающейся растительной массы, при этом активно выделялись пузырьки газа.

Результаты наблюдений за динамикой прозрачности воды в период выращивания риса показали, что первоначально прозрачность воды резко снижается до 26 %, а затем продолжает убывать до фазы кушения (19 %).

После фазы кушения растений было отмечено существенное осветление оросительной воды в рисовом поле, и в период сброса – в фазу созревания зерна прозрачность ее на поле "рис – по пласту люцерны" достигала 97 %, а "рис – по обороту пласта" – 98 %. Прозрачность дистиллированной воды, служившей эталоном, равнялась 100 %, а воды, соответствующей фитосанитарным нормам, (используемой в быту) – 98 %. Таким образом, судя по динамике, прозрачность воды за вегетационный период подвергается вторичному загрязнению с последующим самоочищением. Этот процесс в варианте "рис – по обороту пласта" протекал при меньшем уровне загрязнения, и качество воды уже в фазу кушения соответствовало исходному значению.

Как показали исследования, на первом этапе в процессе очищения воды принимают участие бактерии (зооглея). Рисовый чек является местом обитания как простейших, так и более сложных микроорганизмов. Нами обнаружены: амёбы, солнечники, гематогельминты, колловратки, нематоды, малощетинковые, инфузории, черви, низшие ракообразные, личинки насекомых (комаров, мошек, стрекоз), моллюски – всего более 30 видов. И на завершающих этапах появляются водоросли, наиболее распространенные в рисовых полях: диатомовые, сине-зеленые и зеленые. Большое количество растворенных в воде веществ поглощается и перерабатывается также и фитоценозом рисового поля.

Выводы. Вода, поступающая в рисовый чек, в начале вегетации подвергается вторичному загрязнению.

За период вегетации риса происходит биологическая очистка оросительной воды и уже к моменту сброса ее прозрачность снова соответствует фитосанитарным нормам.

В процессе очистки оросительной воды принимают участие на разных этапах бактерии, простейшие, водоросли и растения рисового ценоза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агарков В.Д., Касьянов А.И. Теория и практика химической защиты посевов риса. – Краснодар: Советская Кубань, 2000. – 356 с.
2. Алешин Е.П., Радин Ю.П., Чеботарев М.И. и др. Технология возделывания риса. – М.: Колос, 1983. – 134 с.
3. Дегтярев П.А., Новицкая Т.П., Латышев Н.К., Стрельников В.В. Охрана окружающей среды. – Краснодар, 1996. – 175 с.
4. Калинин А.П., Пурей В.П. Организационно-технологический проект производства риса по интенсивной технологии. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 79 с.
5. Кречко П.Я. Химизм поливных и грунтовых вод при вторичном использовании/Краткие итоги НИР за 1958 г. – Краснодар, 1961. – С.58-62.
6. Мишустин Е.Н., Сидоренко О.Д. Влияние соломы на микробиологические процессы в затопляемых рисовых почвах // Повышение плодородия почв рисовых полей. – М.: Наука, 1977. – С.31-49.
7. Неуньлов Б.А. Повышение плодородия почв рисовых полей Дальнего Востока. – Владивосток, 1961. – 239 с.

8. Пивоваров Л.П., Нелидов С.Н. Окислительно-восстановительный режим системы "почва – растение – вода" при выращивании затопляемой культуры риса // Повышение продуктивности рисовых полей. – М.: Наука, 1985. – С.43-53.

9. Фанян Г.Г., Погорелова Л.В., Любичева А.В. Метод оценки прозрачности воды на рисовой оросительной системе // Рационализаторское предложение № 682 / ВНИИ риса. – Краснодар, 2002.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЫ В ЧЕКЕ В ПЕРИОД ВЕГЕТАЦИИ РИСА

Г.Г. Фанян, В.Г. Власов, А.В. Любичева, А.Х. Шеуджен
Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

В период выращивания риса оросительная вода проходит процесс очистки и к моменту сброса ее качество (прозрачность) становится выше исходной.

Рисоводство способствует биологической очистке оросительной воды, тем самым улучшает экологическую обстановку окружающей среды.

BIOLOGICAL CLEANING OF IRRIGATION WATER IN CHECK DURING RICE VEGETATION PERIOD

G.G.Fanyan, V.G.Vlasov, A.V. Lubicheva, A.Kh. Sheudzhen
All-Russian Rice Research Institute

SUMMARY

During rice growing period irrigating water is being cleaned and up to its escape its quality (purity) becomes better.

Rice production makes for biological cleaning of irrigating water and therefore improves ecological condition of environment.

**НОВЫЕ ВИДЫ ВОДОРΟΣЛЕЙ,
ОБНАРУЖЕННЫЕ НА РИСОВЫХ ПОЛЯХ КУБАНИ**

В.Г.Власов, к.м.н., Г.Г.Фанян, к.б.н., А.Х.Шеуджен, д.б.н
Всероссийский научно-исследовательский институт риса

В 2001-2002 гг. продолжались маршрутные обследования рисовых полей Кубани с расширением ареала исследований. За этот период было обнаружено 140 видов водорослей, преимущественно микрофитов. Дополнительно найдено два вида Кладофоровых, образующих значительные скопления. Из не отмеченных ранее обнаружено Сине-зеленых – 32 вида, Диатомовых – 18 видов, Эвгленовых – 19 видов. Представителей Зеленых (микрофитов) найдено 60 видов, более половины из них – Десмидиевые. Впервые встречен представитель отдела Динофитовых пресноводных водорослей. Описанные ранее и вновь обнаруженные водоросли составляют почти 600 видов, что позволяет говорить об уникальности альгофлоры рисовых полей Кубани.

Ниже приводится список новых видов.

Отдел СИНЕ-ЗЕЛЕННЫЕ водоросли – CYANOPHYTA

Класс Хроококковые – Chroococcales

пор. Хроококковые – Chroococcales:

- *Synechocystis sallensis* Skuja – Синехоцистис салльский;
- *Dactylococcopsis raphidioides* Hansg. – Дактилококкопсис рафидиевидный;
- *Merismopedia glauca* (Ehr.) Nag. – Мерисмопедия синезеленая;
- *Holopedia geminata* Lagerh. – Голопедия парная;
- *Microcystis pulverea* (Wood.) Forti emend. Elenk., f. *parasitica* (Kutz.) Elenk. – Микроцистис порошковатый, ф. паразитика;
- *Microcystis pulverea* (Wood.) Forti emend. Elenk., f. *holsatica* (Lemm.) Elenk. – Микроцистис порошковатый, ф. голштинская;
- *Aphanothece stagnina* (Spreng.) B. – Peters et Geitl. emend. – Афанотеце прудовая;
- *Gloeocapsa crepidinum* Thur. – Глеокапса прибрежная;
- *Gloeocapsa magma* (Breb.) Kutz. emend. Hollerb. – Глеокапса осадочная;
- *Gloeocapsa minima* (Kutz.) Hollerb. ampl. – Глеокапса мелкая;
- *Gloeocapsa varia* (A.Br.) Hollerb. – Глеокапса разнообразная;
- *Gloeocapsa turgida* (Kutz.) Hollerb. emend., f. *mipitanensis* (Wolosz.) Hollerb. – Глеокапса пухлая, ф. мипитанская;
- *Gomphosphaeria aronina* Kutz. – Гомфосферия японская;
- *Coelosphaerium anomalum* (Bennet) de Toni et Levi – Целосфериум необычный.

Класс Хамесифоновые – Chamaesiphonae

пор. Плеврокапсовые – Pleurocapsales:

- *Chamaesiphon confervicola* A.Br. – Хамесифон конфервный.

Класс Гормогониевые – Hormogoneae

пор. Ностоковые – Nostocales:

- *Anabaena circinalis* (Kutz.) Hansg. – Анабена кругообразная;
- *Cylindrospermum Licheniforme* (Bory) Kutz. – Цилиндроспермум лишайниковый;
- *Calothrix Kossinskaje* V. Polansk. – Калотрикс Косинской.

пор. *Осцилляториевые* – *Oscillatoriales*:

- *Oscillatoria acutissima* Kuff – **Осциллятория острейшая**;
- *Oscillatoria tenuis* Ag., f. *Woronichiana* Elenk. – **Осциллятория тонкая**, ф.Воронихина;
- *Oscillatoria brevis* (Kutz.) Gom., f. *variabilis* (Will.) Elenk. – **Осциллятория короткая**, ф.изменчивая;
- *Oscillatoria terebriformis* (Ag.) Elenk. emend. – **Осциллятория буравовидная**;
- *Oscillatoria guttulata* van Goor – **Осциллятория капельная**;
- *Oscillatoria Okenii* Ag. – **Осциллятория Окена**;
- *Oscillatoria anguina* (Bory) Gom. – **Осциллятория змеевидная**;
- *Oscillatoria gracilis* Bocher – **Осциллятория грациозная**;
- *Oscillatoria amfibia* Ag. – **Осциллятория земноводная**;
- *Oscillatoria laetevirens* (Crouan) Gom. – **Осциллятория яркозеленая**;
- *Spirulina spiroides* Kutz. – **Спирулина спиралевидная**;
- *Phormidium Retzii* (Ag.) Gom. – **Формидиум Ретца**;
- *Lyngbya criptovaginata* Schkorb. – **Лингбия скрытовлагалищная**;
- *Lyngbya nigra* Ag. – **Лингбия черная**.

Отдел **ДИАТОМОВЫЕ** водоросли – **BACILLARIOPHYTA**

Класс Центрические – *Centricae*

пор. *Дисковидные* – *Discoidales*:

- *Cyclotella operculata* (Ag.) Kutz., var. *mesoleja* Grun. – **Циклотелла крышечная**, вар. мезолея.

Класс Пеннатные – *Pennatae*

пор. *Шовные* – *Raphinales*:

- *Cocconeis placentata* Ehr., var. *lineata* (Ehr.) Cl. – **Кокконеис блинообразный**, вар. линеолированный;
- *Anomoeoneis sphaerophora* (Kutz.) Pfitz. – **Аномеоонеис шароносный**;
- *Navicula gregarie* Donk. – **Навикула Грегара**;
- *Navicula phynchocephala* Kutz., var. *orientalis* I. Kiss. – **Навикула вздутоголовая**, вар. восточный;
- *Pinnularia lata* (Breb.) W. Sm. – **Пиннулария широкая**;
- *Pinnularia bacillum* Ehr. – **Пиннулария палочковая**;
- *Pinnularia Braunii* (Grun.) Cl. – **Пиннулария Брауна**;
- *Cymbella Stuxbergii* Cl. – **Цимбелла Штуксберга**;
- *Gyrosigma Spenseri* (W. Sm.) Cl. – **Гиросигма Спенсера**;
- *Hantzschia crassa* Pant. – **Ханцшия толстая**;
- *Hantzschia virgata* (Roper) Grun. – **Ханцшия полосатая**;
- *Hantzschia elongata* (Hantzsch) Grun. – **Ханцшия удлиненная**;
- *Hantzschia amphlo[ys]* (Ehr.) Grun., v. *major* Grun. – **Ханцшия обоюдоострая**, в. большая;
- *Nitzschia regula* Hust. – **Ницшия правильная**;
- *Nitzschia amphibia* Grun. – **Ницшия земноводная**;
- *Surirella tenera* Greg. – **Сурирелла нежная**;
- *Surirella prehensilis* Skv. – **Сурирелла завитая**.

Отдел **ЗОЛОТИСТЫЕ** водоросли – **CRYSOPHYTA**

Класс Ризохризовые – *Rhizohrysidineae*

пор. *Ризохризовые* – *Rhizohrysidales*:

- *Tylochrysis globosa* Matv. – **Тилохризиз шаровидный**.

Класс Хризомонадовые – Chrysomonadineae

пор. Хромулиновые – *Chromulinadales*:

- *Chrysococcus Klebsianus* Pasch. – Хризококк Клебса;
- *Mallomonas coronata* Boloch. – Малломонас увенчанный;
- *Mallomonas acaroides* Perty – Малломонас клешевидный.

пор. Охромонадовые – *Ochromonadales*:

- *Ochromonas charkoviensis* Matv. – Охромонас харьковский;
- *Ochromonas stellaris* Dolf. – Охромонас звездчатый.

Отдел ЖЕЛТОЗЕЛЕННЫЕ водоросли – ХАНТНОРHYТА

Класс Ксантофициевые – Xanthophyceae

пор. Гетероглеевые – *Heterogloaeae*:

- *Chloridella neglecta* (Pasch. et Geitl.) Pasch. – Хлориделла незамеченная.

Класс Эустигматофициевые – Eustigmatophyceae

пор. Эустигматовые – *Eustigmatales*:

- *Vicheria stellata* (Chood.) Pasch. – Вишерия звездчатая.

Отдел ДИНОФИТОВЫЕ водоросли – ДИНОРHYТА

Класс Динофициевые – Dinophyceae

пор. Гимнодиниевые – *Gimnodiniales*:

- *Gimnodinium aeruginosum* Stein – Гимнодиниум синезеленый.

Отдел КРАСНЫЕ водоросли – RHODOPHYТА

Класс Бангиевые – Bangiophyceae

пор. Бангиевые – *Bangiales*:

- *Bangia atropurpurida* (Poth.) Ag. – Бангия чернопурпурная.

Отдел КРИПТОФИТОВЫЕ водоросли – КРИПТОРHYТА

Класс Кристофициевые – Cryptophyceae

пор. Криптомонадовые – *Cryptomonadales*:

- *Cryptomonas ochtodes* Nordst. – Криптомонос вальковидный.

Отдел ЭВГЛЕНОВЫЕ водоросли – EUGLENOPHYТА

Класс Эвглениевые – Euglenophyceae

пор. Эвглениевые – *Euglenales*:

- *Euglena spiroides* Lemm. – Эвглена спиралевидная;
- *Euglena obtusa* Schmitz. – Эвглена притупленная;
- *Euglena terricola* (Dang.) Lemm. – Эвглена наземная;
- *Trachelomonas volvocina* Ehr., var. *subglobosa* Lemm. sens. Swir. – Трахеломонас вольвоксовый, вар. полусферовой;
- *Trachelomonas volvocinopsis* Swir. – Трахеломонас вольвоксовидный;
- *Trachelomonas volvocinopsis* Swir., v. *punctata* (Roll.) Popova – Трахеломонас вольвоксовидный, вар. точечный;
- *Trachelomonas planctonica* Swir. – Трахеломонас планктонный;
- *Trachelomonas incerta* Lemm. – Трахеломонас неопределенный;
- *Trachelomonas curta* da Cunha – Трахеломонас короткий;
- *Trachelomonas hispida* (Perty) Stein emend. Delf. – Трахеломонас мелкощетинистый;

- *Trachelomonas teres* Mask. – Трахеломонас гладкий;
- *Phacus acuminatus* Stokes – Факус заостренный;
- *Phacus caudatus* Hubner, v. *tenuis* Swir. – Факус хвостатый, в. тонкий;
- *Phacus caudatus* Hubner, v. *minor* Drez. – Факус хвостатый, в. меньший;
- *Phacus parvulus* Klebs – Факус крошечный;
- *Phacus agilis* Skuja – Факус проворный;
- *Phacus monilatus* Stokes – Факус ожерельеносный;
- *Phacus hispidulus* (Eichw.) Lemm. – Факус мелкощетинистый;
- *Lepocinclis cylindrica* (Korsch.) Conrad. – Лепоцинклис цилиндрический.

Отдел ЗЕЛЕННЫЕ водоросли – CHLOROPHYTA

Класс Собственно зеленые – Chlorophyceae

пор. Улотриковые – Ulotrichales:

- *Chlorhormidium mucosum* (Boye-Pet.) Starmach – Хлоргормидиум слизистый;
- *Chlorhormidium fluitans* (Day) Starmach – Хлоргормидиум плавучий;
- *Chlorhormidium pseudostichococcus* (Heering) Fott – Хлоргормидиум ложностихококковый;
- *Ulotrix quaternaria* Plauf. – Улотрикс четверной;
- *Stigeoclonium pussilum* (Lyngb.) Kutz. – Стигеоклониум крохотный;
- *Stigeoclonium fasciculare* Kutz. – Стигеоклониум пучковатый;
- *Stigeoclonium amoenum* Kutz. – Стигеоклониум прелестный;
- *Coleochaete pulvinata* A. Br., v. *minor* Pringsh. – Колеохете шаровидная, в. меньшая;
- *Coleochaete soluta* Pringsh., v. *brevicellularis* Schmidle – Колеохете разделенная, в. короткоклеточная.

пор. Хлоросарциновые – Chlorosarcinales:

- *Tetracystis sarcinalis* Schwarz – Тетрацистис сарциновый.

пор. Вольвоксовые – Volvocales:

- *Chlamydomonas monadina* Stein – Хламидомонас одиночный;
- *Chlamydomonas monadina* Stein, v. *globulifera* Korsch. – Хламидомонас одиночный, в. шароподобный;
- *Chlamydomonas gloeocystiformis* Dill. – Хламидомонас глеоцистный;
- *Chlamydomonas globosa* Snow – Хламидомонас шаровидный;
- *Chlamydomonas floscularae* Korsch. – Хламидомонас флоскуляриев;
- *Chlamydomonas incerta* Pasch. – Хламидомонас неопределенный;
- *Chlamydomonas Debaryana* Gorosch. – Хламидомонас Дебары;
- *Chlamydomonas simplex* Pasch. – Хламидомонас простой;
- *Chlamydomonas pseudopertyi* Pasch. – Хламидомонас ложнопертиев;
- *Carteria globosa* Korsch. – Картерия шаровидная.

пор. Хлорококковые – Chlorococcales:

- *Volvulina steinii* Playf. – Вольвулина Штейна;
- *Tetraedron minimum* (A.Br.) Hansg. – Тетраэдрон маленький;
- *Heleochloris pallida* Korsch. – Гелеохлорис бледный;
- *Cocnochloris pyrenoidosa* Korsch. – Ценохлорис пиреноидный;
- *Nautococcus grandis* Korsch. – Наутококк огромный;
- *Siderocellis ornate* (Fott) Fott – Сидероцеллис украшенный.

пор. Кладофоровые – Cladophorales:

- *Pithophora zelleri* (Martens) Wittr. – Питофора Целлера;
- *Chaetomorpha herbipolensis* Lagerh. – Хетоморфа вюрцбургская.

пор. Десмидиевые – *Desmidiales*:

- *Closterium incurvum* Breb. – Клостериум согнутый;
- *Closterium spetsbergens* Borge – Клостериум шпицбергенский;
- *Closterium acutum* (Lyngb.) Breb., v. *variabile* (Lemm.) W. Krieg. – Клостериум заостренный, в. изменчивый;
- *Closterium pussilum* Hantzsch – Клостериум крошечный;
- *Closterium sigmoideum* Lagerh. Et Nordst. – Клостериум сигмовидный;
- *Closterium radiosum* Wolle – Клостериум лучистый;
- *Cosmarium logiense* Biss – Космариум логийский;
- *Cosmarium varsoviense* Racib. – Космариум варшавский;
- *Cosmarium impressulum* Elfv., v. *suborthogonum* (Racib.) W. et G.S. West – Космариум вдавленный, в. бокопрямогранный;
- *Cosmarium turpenii* Breb., v. *elegans* Gutv. – Космариум Тюрпена, в. изящный;
- *Cosmarium botrytis* Breb., v. *mesoleum* Nordst. – Космариум гроздевидный, в. мезолей;
- *Cosmarium anceps* Lund. – Космариум двусмысленный;
- *Cosmarium didymoprotupsum* W. et G.S. West – Космариум двойковздутый;
- *Cosmarium sportella* Breb. – Космариум ситовидный;
- *Cosmarium venustum* (Breb.) Arch. – Космариум привлекательный;
- *Cosmarium subimpressulum* Borge – Космариум вдавленновидный;
- *Cosmarium orthostichum* Lund. – Космариум пряморядный;
- *Cosmarium biretum* Breb. – Космариум двусетчатый;
- *Cosmarium regulare* Schmidle – Космариум правильный;
- *Cosmarium subreniforme* Nordst. – Космариум почкообразный;
- *Cosmarium Kjelmanii* Wille – Космариум Чельмана;
- *Cosmarium obtusatum* Schmidle – Космариум притупленный;
- *Cosmarium costatum* Nordst. – Космариум ребристый;
- *Cosmarium subcostatum* Nordst. – Космариум ребристовидный;
- *Cosmarium sublatereunolatum* W. et G.S. West – Космариум боковолнистый;
- *Cosmarium bipapillatum* W. et G.S. West – Космариум двусосочковый;
- *Cosmarium crenatum* Ralfs – Космариум городчатый;
- *Cosmarium subundalutum* Wille – Космариум волнистовидный;
- *Cosmarium impressulum* Elfv. – Космариум вдавленный;
- *Cosmarium depressum* (Nag) Lund. – Космариум приплюснутый;
- *Cosmarium pseudopyramidatum* Lund. – Космариум псевдопирамидальный;
- *Cosmarium Schneideri* Gutw. – Космариум Шнейдера;
- *Euastrum spinulosum* Delp. – Космариум тонкошиповидный.

Таким образом, общее количество обнаруженных видов водорослей на рисовых полях составило 588.

ЛИТЕРАТУРА

1. Власов В.Г., Фанян Г.Г., Шеуджен А.Х., Фанян А.Г. Водоросли рисовых полей Кубани (Альгофлора рисовых полей Кубани). – Майкоп. – 2001. – С.60-206.
2. Морарь С.Н. Особенности развития водорослей на рисовых полях Кубани: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Краснодар, 1973. – 23 с.
3. Фанян А.Г. Водоросли рисовых чеков Кубани // Пути повышения урожайности риса. – Краснодар. – 2000. – С.52-54.
4. Фанян А.Г., Власов В.Г., Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н., Фанян Г.Г., Галкин Г.А. Видовой состав водорослей рисовых чеков в зимний период // Вестник КНЦ АМАН. – 2001. – Вып.8. – С. 6.

**НОВЫЕ ВИДЫ ВОДОРΟΣЛЕЙ,
ОБНАРУЖЕННЫЕ НА РИСОВЫХ ПОЛЯХ КУБАНИ**

В.Г.Власов, Г.Г.Фанян, А.Х.Шеуджен

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

Расширение ареала исследований рисовых полей Кубани позволило обнаружить дополнительно 140 водорослей. Общее количество водорослей на рисовых полях Кубани составило 588 видов.

NEW TYPES OF ALGAE, FOUND IN PADDY FIELDS OF KUBAN

V.G.Vlasov, G.G.Fanyan, A.Kh.Sheudzhen

All-Russian Rice Research Institute

SUMMARY

The widening of the spectrum of researches in paddy fields in Kuban gave the possibility to find additional 140 algae species. The total of algae quantity in rice fields in Kuban is 588 species.

**К ИСТОРИИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ
АССОРТИМЕНТА ГЕРБИЦИДОВ В ОТРАСЛИ РИСОВОДСТВА****В.Д. Агарков, д.с.-х.н., А.С. Мырзин, к.с.-х.н., В.Я. Гершунина, к.х.н.**

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

О.П. Картомышева

ЗАО фирма «Август»

А.И. Бобырь

Компания «Юнион Райс»

Ассортимент и качество применения химических средств защиты определяют и в обозримом будущем будут определять довольно емкое понятие культуры земледелия в отрасли сельскохозяйственного производства, в т.ч. и рисоводстве. Не существует ни одной страны в мире, в которой возделывание риса по беспестицидной технологии было бы возведено в ранг сельскохозяйственной политики. Не применяют или применяют в небольших объемах химические средства защиты только слаборазвитые страны или не имеющие возможности закупать их на мировом рынке. В связи с этим в мировой практике рисоводства ежегодно высокие урожаи риса (5-6 т/га и более) получают страны с индустриальной технологией его возделывания, одновременно являющиеся не только производителями, но и потребителями пестицидов, в основном, собственного производства – Испания, Италия, Португалия, США, Франция, Япония и другие.

В странах, где отсутствует или слабо развита собственная химическая промышленность, наряду с низким уровнем культуры земледелия, урожаи риса не превышают 2-3 т/га. Это большинство государств Африки и Юго-Восточной Азии.

Российское рисоводство с начала 50-х годов прошлого столетия (с момента внедрения химического метода защиты и прежде всего гербицидов в эту отрасль) было ориентировано на применение препаратов зарубежного производства. С этого времени ни на один год не прекращалась научно-исследовательская работа по формированию и совершенствованию ассортимента гербицидов. При этом поиск гербицидов осуществлялся с ориентировкой на высокоэффективную борьбу с наиболее распространенными и вредоносными видами сорняков – сначала болотной экологической группы (клубнекамыш, частуха, стрелолист, сусак и др.), а позже и однолетними злаковыми (виды ежовников).

Вся эта поисковая работа, выполнявшаяся во ВНИИ риса в течение 70 лет, имела своеобразную цикличность и во временном аспекте может быть рассмотрена в виде нескольких этапов.

Первый – 1934-1940 гг. – период безуспешных испытаний различных химических соединений в качестве гербицидов – фенола, серной кислоты, хлоратов калия и бария, сульфатов меди и железа (всего около 15 наименований), которые по разным причинам оказывались малоэффективными и не могли быть рекомендованы для применения в практике. Основная трудность заключалась в том, что растения риса и сорняков проявляли одинаковую чувствительность к этим соединениям (Воложенин, 1934; Косенко, 1940).

Второй – 1947-1962 гг. – период, связанный с установлением возможности борьбы с клубнекамышом сначала гербицидами на основе 2,4-Д (Владимиров, 1947, цит. по Джулаю, 1958), а затем – 2М-4Х и широким внедрением их в практику рисоводства. Это явилось серьезной альтернативой практиковавшейся до этого многие годы ручной прополке клубнекамыша и других сорняков болотной экологической группы.

В этот период не только расширились объемы борьбы с клубнекамышом и другими болотными сорняками (к 1962 году более 40 % посевов риса обрабатывались солями и эфирами 2,4Д и 2М-4Х) химическим способом, но и не прекращался поиск противозлако-

вых гербицидов против ежовников. Единственными способами борьбы с этими сорняками по-прежнему оставались ручная прополка и глубокий слой воды. Испытанные в этот период противозлаковые гербициды – клобен, хлоразин, иохфен, мурбетол, вегадекс, видазол, триэтазин, ИФК и другие не нашли применения в производстве в силу их низкой биологической эффективности и селективности (Цукерман, 1956; Агарков, 1964).

Третий – 1964-1988 гг. – период активных испытаний и формирования первого ассортимента гербицидов как составной части научно-обоснованной системы защитных мероприятий в отрасли рисоводства.

Начался этот период с успешных испытаний в 1964-1966 гг. противозлаковых гербицидов с действующим веществом 3,4-дихлоропионанилида – отечественного пропанида и его зарубежных аналогов – стам Ф-34, суркопура, рогыю (Агарков, 1965). Это были первые гербициды в мировой практике рисоводства, в т.ч. и России, открывшие реальную возможность борьбы с сорняками рода *Echinochloa* spp. химическим методом. Это немедленно повлекло за собой изменение режима орошения риса в связи с отказом от борьбы с ежовниками глубоким слоем воды. Более того, появилась возможность в фазу всходов риса провоцировать прорастание по возможности большего числа растений сорняков. После применения гербицидов на 3-5 сутки гибель всходов ежовников составляла не менее 95-100%, а создававшийся слой воды глубиной 10-12 см предотвращал повторное засорение посевов. Последнее объяснялось контактной природой действия пропанида и его аналогов, в связи с чем они не обладали пролонгирующим действием и не препятствовали росту новых всходов ежовников. Это был не главный, но серьезный недостаток этих гербицидов.

В этот же период в зарубежной литературе (Muller, 1965; Smith, Fox, 1965) появились сообщения об успешном испытании гербицидов – производных тиокарбаминовой кислоты – ордрама и его аналогов. В 1966-1967 гг. этот гербицид был испытан в России, а через год, в 1967-1968 гг. прошел испытание отечественный аналог ордрама – ялан. В «Список...» Госхимкомиссии РФ, кроме ордрама и ялана, для применения в отрасли рисоводства были включены ордрам экстра б Е, оксонат, тиолент, шаккимол (Данилец, 1991).

Время активного изучения и внедрения производных тиокарбаминовой кислоты завершилось испытанием в 1974-1976 гг. японского гербицида сатурн (Агарков, Гайдарев, 1976), а несколько позже и его отечественного аналога рисана (Данилец, 1991).

Довольно продолжительное изучение и последующее внедрение тиокарбаматных гербицидов связано с тем, что в отличие от пропанида и его аналогов, они обладали системным действием с более выраженной селективностью к рису. Использовать эти гербициды можно не в строго определенные сроки, как пропанид, а более продолжительное время – от посева риса до появления у сорняков первых двух листьев. Все это, вместе с более продолжительным периодом токсического действия (до 25-30 суток), и предопределило возможность дальнейшего изменения режима орошения. Появилась возможность рекомендовать производству режим орошения, наиболее полно соответствующий биологии рисового растения, как это установлено П.С.Ерыгиным (1950) и получать всходы риса при увлажнительных поливах.

Через 20 лет после первых испытаний тиокарбаматных гербицидов получил положительную оценку противозлаковый гербицид стомп (д.в. пендиметалин) для технологии посева риса в ранние (апрельские) сроки.

В этот период закончилась абсолютная тридцатилетняя монополия гормональных гербицидов (2,4Д, 2М-4Х) в качестве единственного средства борьбы с клубнекамышом и другими болотными сорняками. По итогам испытаний в 1975-1977 гг. в ассортимент гербицидов для борьбы с клубнекамышом и другими болотными сорняками был включен базагран, несколько позже – его смесь с 2М-4Х – базагран М, а в 2003г. – базагран Р.

Одновременно, по мере расширения ассортимента гербицидов и увеличения объемов их применения, накапливались данные о преимуществах и недостатках каждого из них. Наиболее серьезные претензии предъявлялись к гербицидам, прежде всего, с природоохранной точки зрения. Основными недостатками гербицидов на основе 2,4Д и 2М-4Х являлись:

- высокая фитотоксичность к культурам рисового севооборота и, в связи с этим, ограниченные возможности их применения в рисосеющих районах с высокоразвитым овощеводством и животноводством;

- поздние сроки применения – для посевов риса это вторая половина фазы кущения (7-9 листьев), т.е. в период, когда отрицательное действие сорняков в той или иной мере уже сказалось на урожае;

- весьма ограниченные (2М-4Х МДУ не более 0,05 мг/кг) или недопустимые (2,4-Д) остатки гербицидов в объектах окружающей среды и продуктах питания.

Пополнивший ассортимент гербицидов для борьбы с клубнекамышом базагран при широком его внедрении в практику оказался недостаточно надежным в силу контактной природы действия. Биологическая эффективность гербицида снижалась при пониженных температурах, что вызывало необходимость повторных обработок или применения его в смесях с гербицидами системного действия. В результате началось производство заводской смеси базагранна с 2М-4Х (базагран М), в которой последнего гербицида оказалось явно недостаточно (125 г/л). Это послужило основанием для выпуска гербицида базагран Р, в котором содержание 2М-4Х увеличено до 250 г/л.

Проведенные экотоксикологические исследования – от всестороннего изучения поведения пестицидов в системе почва-вода-растение-урожай до организации регионального мониторинга, позволили реально оценить степень опасности каждого гербицида и в целом химического метода (Соколов и др., 1977; Шиленко, Гершунина и др., 1990). С учетом этих исследований были не только исключены из применения ненадежные в токсикологическом отношении пропанид, сатурн, 2,4Д, но и разработана программа дальнейшего совершенствования ассортимента гербицидов, изменены требования на допуск к регистрационным испытаниям новых видов и препаративных форм. К испытаниям допускались гербициды, отвечавшие следующим основным нормативным параметрам:

- расход – не более 0,1-0,5 кг/га д.в.;
- биологическая эффективность – не менее 95-97%;
- способы действия – системные, селективные, полностью сохраняющие биологический урожай;

- препаративная форма – в виде гранул, капсул, сухих суспензий, суспензионных концентратов и др.;

- время применения – не позднее фазы всходов – начала кущения риса;
- не персистентные в окружающей среде при полном отсутствии их остатков (в т.ч. и метаболитов) в урожае;

- малоопасные – не менее чем 4-й класс гигиенической классификации.

С учетом этих требований с 1989-1990 гг. начался следующий, четвертый период поиска, испытаний и внедрения новых гербицидов. В результате рисоводству было предложено принципиально новое их поколение – из группы сульфонилмочевины – лондакс и сириус для борьбы с клубнекамышом и другими болотными сорняками, а из хинолинокарбоновых кислот – фацет (Агарков, Касьянов, 2000).

Все они отвечают современным требованиям и вместе с некоторыми гербицидами старого поколения (базагран, ордрам, соли 2М-4Х) представляют современный ассортимент средств для борьбы с сорняками в посевах риса (таблица 1).

Таблица 1

Ассортимент гербицидов, рекомендованный для применения в рисоводстве России («Список...» Госхимкомиссии РФ, 2003 г.)

Время применения	Уничтожаемые сорняки	
	злаковые (ежовники)	осоковые и широколиственные (клубнекамыш и др.)
Перед посевом или при посеве риса	Ордрам (шаккимол) Стомп	Не применяются
После посева риса (обработка прорастающих и вегетирующих сорняков)	Ордрам (шаккимол) Фацет (кларис) Стомп	Агритокс (агроксон, агромаркс, гербитокс, линтаплант, 2М-4Х) Базагран (корсар) Базагран М Базагран Р Лондакс (аризон) Сириус

В этом ассортименте уже многие годы отсутствуют гербициды для борьбы с клубнекамышом при предпосевной подготовке почвы. Поиски таких гербицидов велись и ведутся, но пока безрезультатно.

Представленный в таблице 1 ассортимент гербицидов для отечественного рисоводства полностью соответствует мировому уровню, однако сформирован он, за редким исключением, из препаратов зарубежного производства со всеми вытекающими из этого экономическими последствиями.

В связи с этим, несомненную значимость представляет пополнение существующего ассортимента гербицидами отечественного производства. Первые шаги в этом направлении предпринимаются рядом российских фирм. Так, в 2001 году успешные мелкоделяночные испытания прошли гербициды – корсар, аналог базагранна и гербитокс, аналог агритокса (таблица 2).

В 2002 году оба гербицида и их смесь (корсар 2 л/га + гербитокс 1 л/га) успешно прошли производственную проверку (гибель клубнекамыша составила 98,8-100%) на площади 60 га в СПК «Нива» Красноармейского района Краснодарского края.

Таблица 2

Биологическая и хозяйственная эффективность гербицидов корсар и гербитокс в борьбе с клубнекамышом (ВНИИ риса, 2001 г.)

Варианты	Доза гербицида, л/га	Стеблей риса перед уборкой, шт. на 1 м ²	Биологическая эффективность перед уборкой, %	Урожайность риса, т/га
Контроль (без обработки)	–	145	230 ^{х)}	3,6
Корсар	2,0	189	74,4	4,9
То же	4,0	200	93,1	5,8
Базагран (эталон)	2,0	187	61,3	4,9
То же	4,0	189	88,3	5,6
Контроль (без обработки)	–	117	204 ^{х)}	2,2
Гербитокс	1,5	187	74,5	4,4
То же	2,0	189	86,8	4,6
Агритокс (эталон)	2,0	157	77,0	4,2

^{х)} Число сорняков на 1 м²

Новые гербициды, как аналоги известных препаратов, довольно быстро инактивируются в растениях риса и в урожае не обнаруживаются.

Положительную оценку в мелкоделяночных испытаниях и производственных условиях в 2002 году получил отечественный аналог лондакса – аризон (таблица 3). Известен и отечественный аналог фацета – гербицид кларис.

Таблица 3

Сравнительная биологическая и хозяйственная эффективность гербицидов аризон и лондакс (ГУОПП «Ордынское», производственный опыт, 2002 г.)

Варианты	Доза гербицида, г/га	Стеблей риса перед уборкой, шт. на 1м ²	Биологическая эффективность, %		Урожайность риса, т/га
			через 30 суток ^{х)}	перед уборкой	
Лондакс (эталон)	80	307	100	98,5	6,3
Аризон	80	305	100	98,4	6,3
То же	100	319	100	98,8	6,5

^{х)} – Исходная засоренность в опыте – 110-125 растений клубнекамышца на 1м²

Начавшееся расширение современного ассортимента гербицидов за счет включения в «Список...» Госхимкомиссии РФ отечественных препаратов будет продолжаться, что позволит значительно снизить затраты на проведение защитных мероприятий и придать им системный характер.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агарков В.Д. Гербициды в борьбе с сорняками рисовых полей Кубани / Гербициды. – Л., 1964. – С.70 – 76.
2. Агарков В.Д. Химические меры борьбы с сорной растительностью на рисовых полях / XI Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. Секция химических средств регуляторов роста и защиты растений. – М., 1965. – С.75 – 84.
3. Агарков В.Д. Испытание гербицидов с действующим началом 3,4-дихлорпропионанилида в борьбе с сорняками из рода ежовник // Кр. итоги научн.-исслед. работы за 1964-65 гг. / Куб. рис. опытн. станция. – Краснодар, 1968. – С.80 – 85.
4. Агарков В.Д., Гайдарев И.П. Сатурн – новый противозлаковый гербицид // Бюл. науч.-техн. инф. / ВНИИ риса. – Краснодар, 1976. – Вып.18. – С.54-57.
5. Агарков В.Д. Условия применения гербицидов на рисовых полях // Вестник с.-х. науки. – 1978. – № 6. – С.71-76.
6. Агарков В.Д., Касьянов А.И. Теория и практика химической защиты посевов риса. – Краснодар, 2000. – 336 с.
7. Данилец Ю.И. Совершенствование химического метода борьбы с ежовниками рисовых полей в связи с биологическими особенностями сортов риса: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М., 1991. – 22 с.
8. Ерыгин П.С. Физиологические основы орошения риса. – М., 1950. – 208 с.
9. Джулай А.П. Возделывание риса на Кубани. – Краснодар, 1968. – 72 с.
10. Косенко И.С. Проблема борьбы с сорняками в условиях рисового хозяйства СССР: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. М., 1940. – 267 с.
12. Соколов М.С., Кныр Л.Л., Чубенко А.П. Гербициды в рисоводстве. – М., 1977. – 142 с.

13. Цукерман Г.М. Химические способы борьбы с сорняками рисовых полей // Кр. итоги научно-иссл. раб. за 1955 г. / Куб. рис. опыт. станция. – Краснодар, 1956. – С. 53 – 57.
14. Шиленко Ю.В., Гершунина В.Я, Шиленко Н.В. К оценке токсикологической обстановки в бассейне Азовского моря // Актуальные вопросы экологии и охраны природы Азовского моря и Восточного Приазовья / Тез. научно-практич. конф. – Краснодар, 1990. – Ч. 2. – С. 220 – 224.
15. Muller K.E. Chemical control of watergrass (Rice research in California) // Rice J. – 1965. – Vol. 78. – № 7. – P. 70 – 71.
16. Smith R.J., Fox T.W. New developments in weed control in rice // Rice J. – 1965. – Vol. 68. – № 2. – P. 36 – 39.

К ИСТОРИИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ АССОРТИМЕНТА ГЕРБИЦИДОВ В ОТРАСЛИ РИСОВОДСТВА

В.Д. Агарков, А.С. Мырзин, В.Я. Гершунина
Всероссийский научно-исследовательский институт риса
О.П. Картомышева
ЗАО "Фирма "Август"
А.И. Бобырь
Компания "Юнион Райс"

РЕЗЮМЕ

Рассматриваются итоги научно-исследовательской работы по формированию и совершенствованию ассортимента гербицидов в отрасли рисоводства, выполнявшейся во ВНИИ риса в течение 70 лет.

TO THE HISTORY OF IMPROVING OF HERBICIDES ASSORTMENT IN RICE PRODUCTION

V.D. Agarkov, A.S. Myrzin, V.Y. Gershunina
All-Russian Rice Research Institute
O.P. Kartomysheva
August Co
A.I. Bobyr
Union Rice Co

SUMMARY

Results of scientific research work on formation and improving of herbicides assortment in rice production, carried out in ARRI during 70 years, are studied.

**ОЗИМАЯ ПШЕНИЦА В РИСОВЫХ СЕВОБОРОТАХ
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

Уджуху А.Ч., к.с.-х.н., Очкас Н.А., Бобко Н.М.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса,

Вожегова Р.А., к.с.-х.н.

опытная станция риса УААН, Украина

Общий ирригационный фонд в хозяйствах Краснодарского края составляет 460 тыс. га, в том числе 258 тыс. га – инженерные рисовые оросительные системы. Предлагаемые производству схемы рисовых севооборотов предполагают насыщение озимой пшеницей от 12,5 до 25,0% площади, что составляет от 32,3 до 64,5 тыс. га [1]. Районированных сортов для севооборотов не существует, а предлагаемые к использованию в производстве сорта богарного направления малоэффективны, т.к. они не способны адаптироваться к недостаткам и преимуществам агроэкологической зоны, сформировавшейся на рисовых чеках [2].

Цель работы. Оценить районированные сорта озимой пшеницы на пригодность к возделыванию в рисовых севооборотах. Определить необходимость выведения новых сортов, адаптированных к рисовой оросительной системе, а также необходимость разработки сортовой агротехники для получения высоких урожаев продовольственного зерна.

Материалы и методы исследования. С 1998 года на экспериментальном орошаемом участке ВНИИ риса проводились комплексные исследования по возделыванию озимой пшеницы при посеве во второй год парового звена рисового севооборота [3].

В опыте изучалось влияние различных факторов на урожайность зерна озимой пшеницы.

1. Районированные сорта (Половчанка, Юна, Скифянка, Ника Кубани, Победа 50) и 39 сортообразцов, выведенных во ВНИИ риса.

2. Предшественники – черный пар, подсолнечник, яровой ячмень, овощные культуры (капуста, картофель);

3. Система вегетационных подкормок:

а) ранневесенняя N_{25} и N_{60} ;

б) в фазу выхода в трубку N_{25} , N_{40} и N_{60} ;

в) внекорневая – в фазу колошения N_{20} ;

г) контроль – без подкормок

4. Годы исследования: 1998-2002 гг.

Экологические испытания проводились на опытной станции риса УААН (2002 г.), в рисовом севообороте (предшественник – рис) на фоне двух подкормок аммиачной селитрой: первая по 100 кг на 1 га в конце февраля, вторая – в начале апреля, при этом также осуществлялся двукратный полив способом затопления. Первый полив – сразу после посева, слой воды был доведен до 5 см, с последующим сбросом; второй – в фазу полного колошения – начало цветения из расчета $1500-2000 \text{ м}^3$ на 1 га до создания слоя воды в 10 см.

Результаты исследований. При средней урожайности районированных сортов за годы исследований 4,4 т/га, сорта по-разному реагировали на изучаемые факторы (табл.1).

Таблица 1

**Урожайность районированных сортов и ее вариации
в зависимости от изучаемых факторов**

Название сорта	Урожайность, т/га	Коэффициент вариации урожайности по факторам, %			
		предшественник	система подкормок	предшественник + подкормка	год исследования
Юна	4,3	13,5	7,6	16,4	17,8
Половчанка	4,3	4,6	4,6	6,2	15,2
Скифянка	4,4	0,2	3,0	3,5	13,6
Победа 50	4,7	4,4	3,4	6,2	17,5
Ника Кубани	4,1	2,5	4,8	10,0	17,3
х	4,4	5,0	4,7	8,5	16,3

Данные таблицы показывают, что районированные сорта в слабой степени реагируют на весенние подкормки (кроме Юны), на предшественник и на сочетание предшественников с системой подкормок (кроме Юны и Ники Кубани) в средней степени на годы исследований, при возделывании на рисовой системе.

Влияние фактора годы исследований на изменчивость урожайности зерна озимой пшеницы районированных сортов объясняется разнообразием погодных условий по годам (температурный режим, количество осадков, которые формируют влажность почвы и воздуха в период вегетации), оказывающих как непосредственное влияние на рост и развитие растений, так и на поражение их болезнями (табл.2).

Таблица 2

Среднегодовое поражение районированных сортов озимой пшеницы болезнями

Название сорта	Поражение болезнями, %	
	бурой ржавчиной	мучнистой росой
Юна	77,9	41,3
Половчанка	38,2	32,0
Скифянка	13,4	50,0
Победа 50	22,9	48,3
Ника Кубани	14,9	61,0
х	33,5	46,5

Несмотря на то, что районированный сорт озимой пшеницы Юна в средней степени отзывается на предшественник, взаимодействие предшественника с системой вегетационных подкормок, из-за относительно низкой урожайности и высокой степени поражения

бурой ржавчиной – разработку сортовой агротехники возделывания на рисовой оросительной системе считаем нецелесообразным. Рекомендуемый для этих целей сорт Половчанка (Краснодарский НИИСХ), среди других сортов не показал преимущества как по урожайности, так и по отзывчивости на элементы агротехники, тем более, что при возделывании на рисовой оросительной системе, как и другие районированные сорта, кроме Юны, формирует зерно низкого качества (табл.3).

Таблица 3

Показатели качества зерна районированных сортов озимой пшеницы при возделывании на рисовой оросительной системе

Название сорта	Количество сырой клейковины в зерне, %	ИДК
Юна	35,8	98
Половчанка	35,0	112
Скифянка	30,2	121
Победа 50	32,9	105
Ника Кубани	29,6	105
х	32,7	108

Несмотря на высокое содержание сырой клейковины в зерне районированных сортов, ее качество (кроме Юны) не соответствует уровню продовольственного зерна (ГОСТ 9353-85) [4].

Зерно сортообразцов (Колорит, Харитоновка, Рустан, Чаус), отобранных в условиях рисовой оросительной системы, в отличие от районированных сортов, соответствует третьему классу продовольственного зерна. Оно практически не поражается бурой ржавчиной (Колорит, Остан, Виция, Харитоновка, Рустан, Чаус). В меньшей степени поражается мучнистой росой (Колорит, Горобец, Остан, Виция, Рустан). Сортообразцы способны формировать урожай в пять и более тонн зерна с 1 га, который незначительно колеблется по годам. Они отзывчивы на элементы агротехники (табл.4).

Все это дает основания утверждать, что сорта, выведенные в богарных условиях, малопригодны для возделывания в рисовых севооборотах. Здесь необходимы специализированные сорта, адаптированные к условиям рисовой оросительной системы, которые не должны страдать от повышенного засоления почвы, избыточного увлажнения в осенне-зимний период, специфических для рисовой системы сорняков, вредителей и болезней. Кроме того, в условиях недостаточного увлажнения в период вегетации должны положительно откликаться на полив способом затопления, практикующийся в рисоводстве. Сортообразцы, выведенные во ВНИИ риса, отвечают этим требованиям. В период перезимовки, при температуре близкой к 0°С, они способны выдерживать слой воды до 30 дней, а в период колошения – слой воды до 20 см на протяжении 20 дней. Причем это не ведет к отрицательным последствиям и позволяет нам разрабатывать режим орошения озимой пшеницы при возделывании ее в условиях рисовой оросительной системы.

Данные наших опытов подтверждаются результатами экологического сортоиспытания на опытной станции риса УААН (табл. 5).

Характеристика сортообразцов озимой пшеницы, выведенных во ВНИИ риса

Название сортообразцов	Среднеголетняя урожайность зерна, т/га	Вариация урожайности в зависимости от изучаемых факторов, %				Поражение болезнями, %		Показатели качества зерна	
		предшественник	система подкормок	предшественник + подкормка	год исследований	бурой ржавчиной	мучнистой росой	количество сырой клейковины в зерне, %	ИДК
Колорит	5,0	15,6	4,5	19,6	1,4	0,1	30,0	27,8	100
Горобец	5,0	15,7	0,9	12,5	13,9	53,1	10,0	28,4	115
Остан	4,9	20,8	3,0	16,3	3,3	0	20,0	27,8	113
Виция	4,9	15,1	7,4	15,1	5,7	0,8	10,0	28,6	107
Харитоновка	5,0	13,2	6,4	14,3	10,8	0,6	73,3	29,9	94
Рустан	5,0	21,9	12,7	26,6	13,1	0	5,0	29,5	93
Чаус	5,1	21,8	10,5	24,6	11,1	0,7	35,0	27,5	95
х	5,0	17,7	6,5	18,4	8,5	7,9	26,2	28,5	102

**Результаты экологического испытания сортов и сортообразцов озимой пшеницы
на опытной станции риса УААН, 2002 г.**

Название сорта сортообразца	Урожайность зерна, т/га	Содержание белка в зерне, %
Харитоновка	7,3	12,4
Чаус	6,8	12,4
Эрит. 280-0-0-20	6,6	13,2
Колорит	6,5	13,3
Рустан	6,5	12,8
Ника Кубани	6,3	13,0
Инула	6,2	13,7
Лют. 433-0-0-6	6,1	13,7
Половчанка	6,1	12,8
Победа 50	6,1	12,8
Виция	6,0	12,3
Юна	6,0	14,1

Урожайность сортообразцов Харитоновка, Чаус, Колорит, Рустан выше, чем у сорта озимой пшеницы Половчанка, рекомендуемого для возделывания в условиях рисовой системы, на 1,2; 0,7; 0,4; 0,4 т/га соответственно, при этом качество зерна сортообразцов не уступало качеству зерна Половчанки.

Выводы. Сорта озимой пшеницы, районированные в Краснодарском крае, при возделывании в условиях рисовой оросительной системы:

- 1) формируют относительно низкий урожай, не отвечающий требованиям ГОСТа продовольственного зерна;
- 2) слабо реагируют на агротехнические мероприятия, следовательно, разрабатывать для них сортовую агротехнику нецелесообразно;
- 3) угнетаются в не типичных для них агроэкологических условиях рисового чека; у растений, снижается способность противостоять вредителям и болезням, а значит, создаются предпосылки для адаптации к ним патогенов, тем самым ограничивая площади распространения основных посевов сорта.

Таким образом, для рисовых севооборотов необходимо выводить специализированные сорта озимой пшеницы, способные адаптироваться к неблагоприятным для культуры агроэкологическим условиям рисовой оросительной системы, позволяющие в максимальной степени реализовывать ее преимущества. Начало этому уже положено.

Однако, несмотря на очевидные преимущества сортообразцов озимой пшеницы, выведенных во ВНИИ риса, по сравнению с районированными сортами, их внедрение в производство представляется проблематичным, поскольку рисовая оросительная система Краснодарского края не выделена в отдельную агроэкологическую зону, а в системе государственного сортоиспытания озимой пшеницы отсутствуют сортоучастки в рисовой системе. Все это сдерживает районирование сортов для рисовых севооборотов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чеботарев М.И., Масливец В.А., Харитонов Е.М. и др. Агрэкологический мониторинг в земледелии Краснодарского края. – Краснодар: Краснодарское книжное изд-во, 2002. – 245 с.
2. Отчеты НИР по теме 06.06.02. 02а. – 1999-2003 гг.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 416с.
4. Казаков Е.Д. Методика оценки качества зерна. – М: Агропромиздат, 1987. – 214с.

ОЗИМАЯ ПШЕНИЦА В РИСОВЫХ СЕВООБОРОТАХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Уджуху А.Ч., Очкас Н.А., Бобко Н.М.
Всероссийский научно-исследовательский институт риса,
Вожегова Р.А.
Опытная станция риса УААН, Украина

РЕЗЮМЕ

Изучена реакция сортов и линий озимой мягкой пшеницы на предшественники, вегетационные подкормки в различные годы возделывания на рисовой оросительной системе. Авторами установлено, что для рисовых севооборотов необходимы специализированные сорта, поскольку сорта пшеницы богарного направления не способны формировать высокие урожаи продовольственного зерна при возделывании на рисовой оросительной системе.

WINTER WHEAT IN RICE CROP ROTATIONS OF KRASNODAR TERRITORY

A.Ch.Udzhuhu, N.A.Ochkas, N.M.Bobko
All-Russian Rice Research Institute
R.A.Vozhegova
Rice Experimental Station (Ukraine)

SUMMARY

Reaction of soft winter wheat varieties and lines to preceding crops, vegetation fertilizing in different years of cultivation in rice irrigation system is studied. Authors determined that specialized varieties are required for rice crop rotations, because wheat of dry farming unable to form high yields of food grain at cultivation in rice irrigation system.