



# РИСОВОДСТВО

# RICE GROWING

17 / 2010

ISSN 1684-2464

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Адрес редакции: 350921, г. Краснодар, пос. Белозерный, ВНИИ риса,  
тел.: (861) 229-47-60, e-mail: rice-press@mail.ru

## СОДЕРЖАНИЕ

### *Официальные материалы*

Совещание рисоводов Кубани «Об итогах уборки риса в 2010 году  
и задачах по его производству на 2011 год» ..... 3

### *Научные публикации*

*О.А. Монастырский*  
Производство биологически полноценного и безопасного зерна риса ..... 10

*Е.Г. Савенко, В.А. Глазырина, Л.А. Шундрина*  
Влияние янтарной кислоты на каллусогенез и регенерацию  
в культуре пыльников риса *in vitro* ..... 13

*Н.В. Воробьев, М.А. Скаженник, В.С. Ковалев, Т.С. Пиеницына*  
Уборочный индекс и его связь с урожайностью и физиолого-биометрическими  
признаками сортов риса ..... 16

*А.Н. Подольских*  
Факторы, влияющие на прорастание и интенсивность начального роста растений риса ..... 22

*В.О. Улитин*  
Современное состояние изучения генетики признаков содержания амилозы  
и белка у риса. Обзор ..... 27

*Н.И. Целинко*  
Эффективность отбора растений риса по признаку «число зерен в главной метелке» ..... 30

*С. М. Байбосынова*  
Исследование факторов, определяющих стекловидность эндосперма зерновок риса ..... 34

*З.С. Воронюк, С.А. Кольцов*  
Влияние норм высева и уровня минерального питания на урожайность новых сортов риса... 39

### *Наука – производству*

*В.Н. Паращенко, Н.М. Кремзин, Н.В. Паращенко,  
В.В. Гергель, Е.П. Максименко, Г.П. Водотьянов*  
Эффективность ингибитора нитрификации при совместном применении  
с азотным удобрением под рис ..... 44

*О.В. Зеленская*  
Сравнительный анализ распространения сорняков риса  
при возделывании культуры в дельтовых низменностях ..... 51

<i>В.И. Воробьев, А.В. Воробьева</i> Гранулированные гербициды и способы их применения .....	58
<i>Е.М. Калыбекова</i> Продуктивность поливной воды и фактическая экономическая эффективность использования орошаемых земель .....	67
<i>А.Г. Рау, А.Т. Тлеукулов, Е.М. Калыбекова</i> Технология орошения риса на засоленных землях рисовых систем Казахстана .....	72
<i>В.Г. Власов, Г.Г. Фаян</i> Влияние водорослей на урожайность риса.....	76
<i>В.И. Госпадинова, Т.Л. Коротенко</i> Использование в России вторичного сырья рисового производства.....	79
<b>История науки</b>	
<i>Г.Л. Зеленский, О.В. Зеленская</i> Г. Куш – ученый, творивший «зеленую революцию».....	85
<i>А.Х. Шеуджен</i> Д.Н. Прянишников – основоположник российской агрохимической научной школы.....	90
<b>В записную книжку специалиста</b>	
<i>В.И. Госпадинова</i> Качество риса-зерна урожая 2010: экспертная оценка.....	100
<b>Инновации</b>	
<i>А.Г. Зеленский</i> Новый гербицид на защите риса .....	102
<i>В.А. Захаров</i> Люцерна – хорошо, но рапс не хуже! .....	103
<i>С.А. Ольховой</i> Бизнес инновационных технологий.....	107
<b>Международное сотрудничество</b>	
<i>О.А. Досеева</i> Работа во имя будущего .....	108
<b>Информация</b>	
<i>М.А. Скаженник</i> Всероссийский симпозиум с международным участием, посвященный 85-летию со дня рождения В.А. Кумакова .....	112
<i>М.А. Скаженник</i> Международная научно-практическая конференция «Интенсификация и оптимизация производственного процесса сельскохозяйственных растений» .....	113
<b>Юбиляры</b>	
<i>В.А. Попов</i> .....	114

**ВЛИЯНИЕ ЯНТАРНОЙ КИСЛОТЫ НА КАЛЛУСОГЕНЕЗ И РЕГЕНЕРАЦИЮ  
В КУЛЬТУРЕ ПЫЛЬНИКОВ РИСА *IN VITRO***

Е.Г. Савенко, В.А. Глазырина, Л.А. Шундрин

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Влияние фитогормонального состава питательной среды на индукцию и ход процесса андрогенеза *in vitro* культивируемых пыльников достоверно установлено. Важным фактором является введение в состав культуральной среды определенных фитогормонов и синтетических биостимуляторов в различных концентрациях и соотношениях. К синтетическим биостимуляторам относится янтарная кислота (ЯК) (бутандиовая – двухосновная предельная карбоновая кислота), которая в настоящее время рассматривается как эффективный, дешевый и экологически чистый стимулятор роста, повышающий урожайность, устойчивость к стрессам. ЯК участвует в процессе клеточного дыхания, так как является промежуточным продуктом цикла Кребса (интермедиат), работает на уровне митохондрий, в природе образуется при экстремальных погодных воздействиях и наиболее эффективна в условиях стресса (холод, голод, *in vitro*).

ЯК усиливает интенсивность дыхания за счет накопления АТФ, увеличивает энергетический заряд, следовательно, усиливает процессы обмена веществ, повышает содержание хлорофилла и продуктивность.

Одной из проблем при длительном культивировании андрогенных каллусов (более 50 дней) на искусственных питательных средах в условиях *in vitro* является потеря способности к регенерации растений. Каллусы за 40-50 дней темнеют, некротизируются, теряют способность к регенерации.

**Цель исследования.** Определить влияние янтарной кислоты (ЯК) на процессы каллусообразования, регенерации и способность продлевать морфогенетические потенции у длительно культивируемого каллуса.

**Материал и методы исследования.** Изучали 4 варианта искусственных питательных сред:

1 вариант – 1 мг/л 2,4-Д + 5 мг/л ЯК;

2 вариант – 1 мг/л 2,4-Д + 10 мг/л ЯК;

3 вариант – 1 мг/л 2,4-Д + 15 мг/л ЯК;

4 вариант – 1 мг/л 2,4-Д + 20 мг/л ЯК.

Контролем служила среда Блейдса, содержащая макро- и микросоли и 2 мг/л 2,4-Д

Использовали пыльники 11 гибридных комбинаций. В первой части исследований использовали каллусообразующую среду, содержащую ауксин 2,4-Д и обогащенную янтарной кислотой в различных концентрациях.

Вторая часть эксперимента включала культивирование андрогенных каллусов на искусственные питательные среды (ИПС), содержащие 1 мг/л 6-НУК и 5 мг/л кинетин.

Работы проводили по стандартной методике для культуры клеток и тканей *in vitro*, предусматривающей асептические условия культивирования.

**Результаты.** В процессе исследования анализировали качество каллуса. Белые, плотные, компактные каллусы классифицировали как регенерационноспособные, дающие эмбрионы. Мягкие, рыхлые, желтоватые, влажные – как нерегенерационноспособные каллусы.

В каждом варианте было инокулировано по 920 пыльников от гибридных комбинаций F<sub>2</sub>. Каллус индуцировали 8 комбинаций (табл. 1).

В контрольном варианте у 6 комбинаций из 8 наблюдали процесс каллусообразования, он варьировал от 0 до 15,0 %, в среднем – 5,91 %. В первом варианте из 8 комбинаций 7 продуцировали каллус – от 0 % до 22,50 %, в среднем – 8,76 %. Во втором варианте также 6 комбинаций индуцировали каллус – 0–22,50 %, в среднем – 7,72 %. В третьем варианте 5 комбинаций индуцировали каллус – 0–22,50 %, в среднем он составил 5,20 %. В четвертом варианте 7 комбинаций индуцировали каллус – 0–16,25 %, в среднем – 7,89 %.

Анализ результатов показал, что особых различий в каллусогенезе в вариантах опыта нет. Но, нужно отметить, что в первом-четвертом вариантах концентрация ауксина 2,4-Д была в 2 раза ниже, чем в контрольном варианте. При этом эффективность каллусообразования от применения сочетания 1 мг/л 2,4-Д с янтарной кислотой в различных концентрациях практически не отличалась от результатов контрольного варианта.

**Таблица 1.** Каллусообразование из пыльников риса на искусственных питательных средах, содержащих янтарную кислоту, %

Комбинация	Количество пыльников	Вариант питательной среды				
		контроль	1	2	3	4
F <sub>2</sub> Неизв. х Линия (СП 11 х Лиман)	200	0	0	0	0	4,00
КСИ СУ-08 ВНИИР 10185	220	0,45	3,63	0	0	0
ВНИИР 10178 (КПСУ-04-37)	60	0	1,66	5,00	3,33	3,33
F <sub>2</sub> д.253	60	8,30	1,66	13,33	5,00	13,33
ВНИИР 10178	160	10,63	16,88	13,13	22,50	10,00
F <sub>2</sub> СП 1326-04 х Новатор	80	6,25	18,75	2,50	2,50	1,25
F <sub>2</sub> (Рапан х Нарцисс) х СП 875-05	60	6,66	5,00	13,33	8,33	15,00
F <sub>2</sub> д.126	80	15,00	22,50	22,50	0	16,25
Среднее		5,91	8,76	7,72	5,20	7,89

Также нужно отметить, что каллусы, полученные на ИПС и содержащие ЯК, наиболее долго сохраняли регенерационные способности. Каллусы, полученные на средах с янтарной кислотой, на 70-е сутки регенерировали проростки (табл. 2).

**Таблица 2.** Регенерация зеленых почек и регенерантов из пыльцевого каллуса на 60-70-е сутки культивирования

Комбинация	Количество зеленых почек и регенерантов, шт.				
	контроль	1	2	3	4
И.о. из КПСУ-03-324	0	3	0	0	0
F <sub>2</sub> СП 1326-04 х Новатор	0	15	20	0	16
F <sub>2</sub> д.253	0	0	30	30	0
F <sub>2</sub> (Рапан х Нарцисс) х СП 875-05	0	0	15	0	0
Итого	0	18	65	30	16

**Вывод.** Применение питательной среды с 1 мг/л 2,4-Д, обогащенной янтарной кислотой в концентрациях от 5 до 25 мг/л как дешевого стимулятора деления клеток в культуре растительных тканей рекомендуется использовать в культуре пыльников *in vitro*.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бутенко Р.Р. Культура изолированных клеток и тканей в селекции растений / Р.Р. Бутенко, Г.И. Тихонович и др. // Основы сельскохозяйственной биотехнологии. – М., 1990. – С. 162-165.
2. Кучеренко Л.А. Каллусогенез, выход и характеристика регенерирующих растений риса в культуре тканей в зависимости от гормонального состава индукционной среды // Доклады РАСХН. – 1993. – № 4. – С. 3-6.
3. Круглова Н.Н. Морфогенетический потенциал спорогенных клеток пыльника злаков / Н.Н. Круглова, Т.Б. Батыгина, О.А. Сельдиминова. – М., 2008. – С. 21.
4. Либберт Э. Физиология растений. – М.: Мир, 1976. – С. 353-370.
5. Шевелуха В.С. Морфогенез в каллусных тканях // Сельскохозяйственная биотехнология. – 1996. – С. 29-35.

6. Murashige I. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture / I. Murashige, F. Skoog // Plant Physiol. – 1962. – V.15. – P. 473-479.

7. Чупахина Г.Н. Янтарная кислота как результат ростовых процессов и биосинтеза аскорбиновой кислоты в растениях ячменя / Г.Н. Чупахина, А.Ю. Романчук // Тез. докл. конф. «Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях». – М: МСХА, 2001. – С. 73.

## **ВЛИЯНИЕ ЯНТАРНОЙ КИСЛОТЫ НА КАЛЛУСОГЕНЕЗ И РЕГЕНЕРАЦИЮ В КУЛЬТУРЕ ПЫЛЬНИКОВ РИСА *IN VITRO***

Е.Г. Савенко, В.А. Глазырина, Л.А. Шундрин  
Всероссийский научно-исследовательский институт риса

### **РЕЗЮМЕ**

Изучалось влияние комплексного использования 2,4-Д и янтарной кислоты на процессы каллусообразования и регенерации проростков из пыльников риса. Экспериментально установлено его положительное действие на процессы каллусогенеза и долгое сохранение регенерационных способностей у каллусов.

## **THE EFFECT OF SUCCINIC ACID ON CALLUSOGENESIS AND REGENERATION IN RICE ANTHHER CULTURE *IN VITRO***

E.G. Savenko, V.A. Glazyrina, L.A. Shundrina  
All-Russian Rice Research Institute

### **SUMMARY**

The effect of complex use of 2,4-D and succinic acid on processes of callusogenesis and plant regeneration from rice anthers was studied. Its positive influence on processes of callusogenesis and long-term conservation of regeneration potential of calluses has been proved experimentally.

**УБОРОЧНЫЙ ИНДЕКС И ЕГО СВЯЗЬ С УРОЖАЙНОСТЬЮ  
И ФИЗИОЛОГО-БИОМЕТРИЧЕСКИМИ ПРИЗНАКАМИ СОРТОВ РИСА**

Н.В. Воробьев, д. б. н., М.А. Скаженник, д. б. н.,

В.С. Ковалев, д. с.-х. н., Т.С. Пшеницына

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Исследования физиологических процессов, определяющих разную продуктивность сортов зерновых культур, в том числе и риса, показали, что повышение их хозяйственного урожая, достигнутое в ходе селекции, произошло не за счет активации работы фотосинтетического аппарата, а в основном вследствие изменения характера распределения ассимилятов в растении в процессе онтогенеза и связанного с более эффективным использованием их в ходе роста и формирования репродуктивных и запасающих органов, обуславливающих повышение уборочного индекса –  $K_{хоз}$ , % [5, 10, 16, 19]. По данным ряда исследователей [9, 3, 21], величина этого показателя у стародавних сортов зерновых культур составляла всего 28–32 % и возросла у современных сортов до 45–50 %. Повышение  $K_{хоз}$ , один из главных резервов селекции в ближайшее время. Значение этого показателя у разных образцов существенно варьирует, что облегчает и позволяет широко использовать его при оценке селекционных форм на продуктивность. Вместе с тем, его величина значительно изменяется в зависимости от агротехнических факторов, и ее существенное отклонение от уровня, присущего возделываемому сорту, указывает на неблагоприятные условия выращивания и на необходимость оптимизации технологии возделывания риса. В агротехнических опытах величина  $K_{хоз}$  является важнейшим показателем состояния посевов риса – их густоты и обеспеченности элементами минерального питания. Высокие значения этого показателя свидетельствуют об оптимальной структуре агрофитоценозов, образующихся при оптимальной густоте стояния растений и нормальном обеспечении их азотом [4, 15, 18, 22].

Большое значение показателя  $K_{хоз}$  при оценке селекционных образцов на продуктивность, а также посевов зерновых культур на их состояние и урожайность вызывает необходимость изучения физиологических причин, определяющих его разную величину у сортов и ценозов. Однако они раскрыты еще не в полной мере. А.Т. Мокроносковым показано [19, 20], что увеличение показателя  $K_{хоз}$  у зерновых культур произошло в результате совершенствования системы донорно-акцепторных отношений в растениях в процессе селекции на повышенную продуктивность. При этом возникли изменения и в морфофизиологическом типе растения – снизилась его высота, увеличилась масса запасающих органов. Более основательно изучены физиологические причины увеличения  $K_{хоз}$  у сортов яровой пшеницы В.А. Кумаковым [15, 16]. Им показано [17], что у данной культуры повышение его произошло в результате усиления ростовой функции колоса, определяющей потенциальную продуктивность. Ее реализация осуществляется в фазу налива зерновок путем увеличения фотосинтетического потенциала (ФП) побега в этот период и более полной мобилизации запасающих соединений стебля. Однако физиологические механизмы, определяющие усиление роста колоса и приводящие к увеличению его массы до начала налива зерновок, изучены мало.

О причинах повышения  $K_{хоз}$  у сортов риса имеются некоторые сведения в ряде работ. В.С. Ковалевым показана [13] тесная прямая связь между величиной  $K_{хоз}$  и озерненностью метелки у сортов риса, которая свидетельствует об усиленной ростовой функции плодоноса до цветения и интенсивном притоке ассимилятов к зерновкам в период их налива. В Международном институте риса (IRRI) повышение  $K_{хоз}$  у сортов риса связывают с созданием нового морфотипа растения, у которого увеличена толщина и донорная функция стебля, повышена продуктивность метелки, содержащая 150-250 колосков [24,25]. Такой тип растения благоприятен для технологии с рассадной культурой, когда густота стеблестоя, определяемая нормой высадки рассады, является стабильной и достаточно разреженной. Для прямого посева риса необходимы сорта, формирующие в благоприятных условиях оптимальный по плотности стеблестой с хорошо озерненными метелками, определяющие высокую величину  $K_{хоз}$  и уро-

жайность посевов. В связи с этим важно выявить у российских сортов риса признаки и показатели, имеющие тесную связь с величиной  $K_{хоз}$  и урожайностью, для использования их при оценке селекционных образцов на продуктивность.

**Цель исследования.** Определить величину  $K_{хоз}$  у пяти сортов риса на двух фонах минерального питания и установить ее связь с урожайностью этих генотипов, с уровнем общего кушения их растений, с ФП главных побегов и с элементами структуры урожая с целью использования этих признаков в селекции.

**Материал и методика.** Исследования проводили в 2008–2009 гг. в вегетационных опытах в железобетонных резервуарах на двух фонах минерального питания: 1 –  $N_{24}P_{12}K_{12}$  (оптимальный фон); 2 –  $N_{36}P_{18}K_{18}$  (высокий фон) г д.в. на  $1\text{ м}^2$  посева. Использовали сорта: Гамма, Ренар, Соната, Лиман (st) и Рапан (st). Создавали одинаковую густоту всходов – 300 шт./ $\text{м}^2$ . В опытах определяли: коэффициенты общего кушения растений, ФП главных побегов в период цветения-полная спелость, массу главной метелки в фазы цветения и полной спелости, число выполненных зерен на ней, величину прироста ее массы в период созревания. В полную спелость определяли биологическую и хозяйственную урожайность делянок опыта и рассчитывали величину  $K_{хоз}$ , %. Результаты анализировали методами биометрической статистики [11].

**Результаты исследований.** Установлено (табл. 1), что у изученных сортов риса доля зерна в общей сухой надземной массе посева, называемая «уборочным индексом», или коэффициентом хозяйственной эффективности фотосинтеза –  $K_{хоз}$ , на оптимальном фоне минерального питания ( $N_{24}P_{12}K_{12}$ ) варьирует в пределах 37,2–47,4 %, а на высоком фоне ( $N_{36}P_{18}K_{18}$ ) – в пределах 34,1–42,9 %, что свидетельствует о немаловажном факторе нормальной обеспеченности растений азотом при определении уровня этого показателя у сортов риса, при котором увеличивается его величина и возрастают сортовые различия. Установлена тесная связь между  $K_{хоз}$  и урожайностью сортов, которая на оптимальном фоне питания заметно выше ( $r = 0,93 \pm 0,22$ ), чем на высоком фоне. Большие различия у сортов по значениям  $K_{хоз}$  и высокая их связь с урожайностью позволяют рекомендовать шире использовать этот показатель в селекционном процессе при оценке сортообразцов риса на зерновую продуктивность. При этом большое значение имеет и раскрытие физиологических механизмов и связанных с ними морфологических признаков, определяющих разную величину  $K_{хоз}$  у сортов риса. Как показали исследования по другим зерновым культурам [2, 9, 15], сортовые различия по  $K_{хоз}$  определяются многими физиологическими процессами. Однако их совокупность можно разделить на две группы. Первая охватывает процессы морфогенеза, развитие плодоноса и отдельных элементов его продуктивности, вторая – включает развитие зерновок и их налив. Первая группа процессов предопределяет потенциальную продуктивность плодоноса, вторая – реализацию ее путем использования продуктов текущего фотосинтеза и мобилизации запасных веществ, накопленных в основном в стеблях до начала налива зерновок [3, 4, 17].

У риса потенциальная продуктивность метелки формируется в период вторая половина фазы кушения – трубкование растений [12] и ее величина зависит от уровня притока к ней ассимилятов из вегетативных органов. Однако в это время происходит развитие и верхних боковых, чаще всего непродуктивных побегов, которые конкурируют за пластические вещества с формирующимися метелками главных побегов, снижая их потенциальную продуктивность, а отсюда и  $K_{хоз}$ . Об этом свидетельствует установленная нами отрицательная связь между величиной  $K_{хоз}$  у сортов на высоком фоне NPK и коэффициентом у них общего кушения растений. Характер этой связи подтверждается данными ряда исследователей [23, 25], которые обнаружили, что у новых высокопродуктивных генотипов риса наблюдается умеренное кушение растений и при выведении новых сортов этот признак при оценке селекционных образцов на продуктивность должен занять важное место.

Ассимиляты главного побега при умеренном кушении растений в большей мере используются для роста и развития его органов, что вызывает формирование более крупной, с повышенным числом колосков, метелки, о чем можно судить по ее сухой массе в фазе цветения. Она у сортов Рапан, Гамма, Ренар с более низким общим кушением растений, по сравнению со стандартом Лиман (с более сильным кушением) на оптимальном фоне питания на 29–64 %, а на



высоком фоне – на 25–58 % больше. Высокая потенциальная продуктивность метелок главных побегов у названных трех сортов определяет у них величину  $K_{хоз}$  и связанную с ней урожайность. Между уровнем этого показателя и массой метелок главных побегов в фазе цветения на фоне  $N_{24}P_{12}K_{12}$  установлена высокая корреляционная связь:  $0,88 \pm 0,27$ , которая на фоне  $N_{36}P_{18}K_{18}$  усиливается и достигает значения  $0,94 \pm 0,20$ . В связи с этим определение массы метелок главных побегов у образцов риса в фазе цветения является важным этапом при оценке их на продуктивность и при выявлении механизмов, обуславливающих высокие значения у них  $K_{хоз}$ .

**Таблица 1.** Уборочный индекс у сортов риса и его связь с их урожайностью и с физиолого-биометрическими признаками главных побегов посева (2008–2009 гг.)

Сорт	$K_{хоз}$ , %	Урожайность, кг/м <sup>2</sup>	Общее кущение, ед.	Масса главной метелки в цветение, г	ФП главного побега, дм <sup>2</sup> /сут.	Прирост массы метелки главного побега, г	Число зерен на главной метелке, шт.	Масса главной метелки в полную спел., г
$N_{24}P_{12}K_{12}$								
Лиман	42,4	0,93	3,0	0,28	149	1,81	73,1	2,09
Рапан	44,2	1,01	2,2	0,43	187	2,40	95,2	2,83
Гамма	47,4	1,03	2,3	0,46	201	2,43	95,2	2,81
Ренар	43,3	1,02	2,5	0,36	177	2,22	89,0	2,58
Соната	37,2	0,70	3,0	0,26	141	1,86	75,1	2,12
$K_{хоз}$ , коррелирует		$0,93 \pm 0,22$	-	$0,88 \pm 0,27$	$0,91 \pm 0,24$	-	-	-
$N_{36}P_{18}K_{18}$								
Лиман	36,7	0,99	3,3	0,24	201	1,90	75,9	2,14
Рапан	42,9	1,09	2,5	0,38	218	2,25	89,1	2,63
Гамма	41,1	1,08	2,8	0,36	227	2,05	89,0	2,41
Ренар	37,2	1,04	2,9	0,30	210	2,00	79,0	2,30
Соната	34,1	0,84	3,3	0,25	177	1,81	68,4	2,06
НСР <sub>05</sub> вар.		0,05	0,17	0,02	-	0,05	1,7	0,07
$K_{хоз}$ , коррелирует		$0,88 \pm 0,27$	$-0,92 \pm 0,23$	$0,94 \pm 0,20$	$0,88 \pm 0,27$	$0,95 \pm 0,18$	$0,98 \pm 0,12$	$0,96 \pm 0,16$

*Примечание:* в период «цветение – полная спелость»

Реализация потенциальной продуктивности метелки у сортов риса происходит в период созревания и связана с развитием зерновок и их наливом. Эти процессы осуществляются в основном за счет использования ассимилятов текущего фотосинтеза побега. Определенную роль играет и мобилизация его соединений, накопленных в стеблях до начала налива зерновок [8]. Более высокая потенциальная продуктивность метелок у ряда новых сортов риса может реализоваться как за счет повышения интенсивности фотосинтеза, так и за счет увеличения площади верхних листьев побега и продолжительности их жизни, т.е. за счет возрастания фотосинтетического потенциала (ФП). Определение чистой продуктивности фотосинтеза в период созревания не выявило у сортов существенных различий по величине этого показателя [6–8]. Отсюда предположение, что реализация высокой потенциальной продуктивности метелки происходит за счет увеличения ФП побега в этот период. Данные определения величин этого параметра у сортов риса в фазу созревания, представленные в таблице 1, подтвердили эту гипотезу. Они показали, что между  $K_{хоз}$  у сортов риса и величинами ФП главного побега в период «цветение – полная спелость» риса наблюдается высокая корреляционная связь ( $r = 0,88 \pm 0,27 - 0,91 \pm 0,24$ ). Количественные параметры этих признаков могут использоваться при оценке селекционных образцов на продуктивность.

Повышенный ФП у главных побегов сортов риса определяет и соответствующий уровень продуктивности у них фотосинтеза, о чем можно судить по приросту массы метелок в период «цветение – полная спелость». Ее величины, как и ФП, имеют на высоком фоне тесную корреляционную связь с уровнем  $K_{\text{хоз}}$  у исследуемых сортов и могут также использоваться при оценке генотипов на продуктивность. Главным элементом продуктивности главной метелки риса является ее озерненность и абсолютная масса ее зерна (масса 1000 зерен), которые в основном определяют ее сухую массу в полную спелость, имеющую тесную связь с ее стартовой массой в фазе цветения и с уровнем притока к ней пластических веществ в период образования и налива зерновок. Эти элементы, как видно из таблицы, имеют на высоком фоне тесную связь с интегральным показателем донорно-акцепторных отношений у растений исследуемых сортов – с  $K_{\text{хоз}}$ , а последний определяет их хозяйственную урожайность. Поэтому использование их при оценке селекционных образцов на продуктивность имеет большое значение.

Формирование высокопродуктивных главных побегов осуществляется у сортов по их генетической программе, которая в процессе роста и развития риса реализуется путем усиления их апикального доминирования, связанного с повышенным накоплением в развивающихся метелках фитогормонов и других активных метаболитов [1,9]. Это вызывает ограничение общего кущения растений, усиливает приток ассимилятов к метелке, обуславливая ее повышенную массу в фазы цветения и полной спелости, что и приводит к увеличению доли зерна в общей надземной фитомассе побега и посева. Таковы физиологические механизмы и связанные с ними морфологические признаки, определяющие повышение  $K_{\text{хоз}}$  у высокоурожайных сортов риса. Использование этого показателя в селекции риса на повышение продуктивности генотипов является одним из эффективных путей в данном направлении.

**Выводы.** 1. Результаты проведенного исследования показали, что повышенная урожайность у новых сортов риса формируется путем использования большей доли ассимилятов растения на образование генеративных органов и запасяющих веществ, что обусловило у них увеличение показателя  $K_{\text{хоз}}$ .

2. В процессе селекции на повышение продуктивности генотипов в определенной степени изменился и морфотип растения – уменьшилась величина его общего кущения, увеличились ростовые функции метелки главного побега, что привело к повышению ее стартовой массы в фазе цветения, возрос ФП в период образования зерновок, что обеспечило реализацию повышенного потенциала ее продуктивности.

3. Показатель  $K_{\text{хоз}}$  и тесно связанные с ним морфофизиологические признаки, определяющие продуктивность главных побегов и в целом урожайность сортов, можно использовать при оценке на эффективный тип растения риса.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алешин Е.П., Рис / Е.П. Алешин, Н.Е. Алешин. – Москва, 1993. – 505 с.
2. Беденко В.П. Морфофизиологические показатели продукционного процесса у контрастных по урожайности сортов озимой пшеницы / В.П. Беденко // Продукционный процесс: моделирование и полевой контроль. – Саратов, 1990. – С. 18-21.
3. Беденко В.П. Фотосинтез и продукционный процесс / В.П. Беденко, В.В. Коломейченко. – Орел, 2008. – 144 с.
4. Беденко В.П. Основы продукционного процесса растений / В.П. Беденко, В.В. Коломейченко. – Орел, 2003. – 260 с.
5. Бурундуков О.Л. Структура ассимиляционного аппарата сортов риса экстенсивного и интенсивного типов в условиях Приморья / О.Л. Бурундуков, В.И. Пьянков, Ю.Н. Журавлев и др. // Физиологические основы продуктивности растений и факторы внешней среды: сб. науч. трудов по прикладной бот. ген. и селекции ВИР. – СПб, 1993. – Т. 149. – С. 26-32.
6. Воробьев Н.В. К физиологическому обоснованию моделей сортов риса / Н.В. Воробьев, М.А. Скаженник, В.С. Ковалев. – Краснодар: ВНИИриса, 2001. – 120 с.

7. Воробьев Н.В. Изменения в системе донорно-акцепторных отношений у риса в процессе селекции на продуктивность. Обзор / Н.В. Воробьев, В.С. Ковалев, М.А. Скаженник // Рисоводство. – 2006. – №9. – С. 13-17.
8. Воробьев Н.В. Физиологические аспекты налива зерновок сортов риса / Н.В. Воробьев, М.А. Скаженник, Т.С. Пшеницына // Интенсификация и оптимизация продукционного процесса с.-х. растений: матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Орел, 2009. – С. 57-59.
9. Гуляев Б.И. Фотосинтез, продукционный процесс и продуктивность растений / Б.И. Гуляев, И.И. Рожко, А.Д. Рогаченко. – Киев: Наук. Думка, 1989. – 152 с.
10. Гуляев Б.И. Фотосинтез и продуктивность растений: проблемы, достижения, перспективы исследований / Б.И. Гуляев // Физиол. и биохим. культ. раст. – 1996. – Т. 28. – № 1-2. – С. 15-35.
11. Дзюба В.А. Многофакторные опыты и методы биометрического анализа экспериментальных данных / В.А. Дзюба. – Краснодар, 2007. – 76 с.
12. Ерыгин П.С. Физиология риса / П.С. Ерыгин // Физиология сельскохозяйственных растений. – М., 1969. – Т. 5. – С. 266-413.
13. Ковалев В.С. Селекция сортов риса для Краснодарского края и Адыгеи и разработка принципов их рационального использования: дис. в виде науч. докл. ... докт. с.-х. наук. – Краснодар, 1999. – 45 с.
14. Ковтун В.И. Солнечная активность и селекция озимой пшеницы / В.И. Ковтун, В.И. Медведовский. – Ростов-на-Дону, 2006. – 496 с.
15. Кумаков В.А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы / В.А. Кумаков. – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 270 с.
16. Кумаков В.А. Физиология формирования урожая яровой пшеницы и проблемы селекции / В.А. Кумаков // С.-х. биология. – 1995. – № 5. – С. 3-19.
17. Кумаков В.А. Биологические аспекты выхода зерна в урожае пшеницы / В.А. Кумаков, О.А. Евдокимова // Вестник РАСХН. – 2000. – №4. – С. 16-17.
18. Мединец В.Д. О повышении коэффициента хозяйственной полноценности фотосинтеза / В.Д. Мединец // Фотосинтезирующие системы высокой продуктивности. – М., 1966. – С. 162-168.
19. Мокроносов А.Т. Фотосинтетическая функция и целостность растительного организма / А.Т. Мокроносов // 42-е ежегодное Тимирязевское чтение. – М.: Наука, 1983. – 64 с.
20. Мокроносов А.Т. Взаимосвязь фотосинтеза и функции роста / А.Т. Мокроносов // Фотосинтез и продукционный процесс. – М.: Наука, 1988. – С. 109-121.
21. Мудрова А.А. Селекция озимой твердой пшеницы на Кубани / А.А. Мудрова. – Краснодар, 2004. – 190 с.
22. Ничипорович А.А. Фотосинтез и рост в эволюции растений и в их продуктивности / А.А. Ничипорович // Физиол. раст. – 1980. – Т. 27. – Вып. 5. – С. 942-961.
23. Седловский А.И. Формирование количественных признаков у риса / А.И. Седловский, С.Н. Колточник, М.М. Колточник. – Алма-Ата: Наука Каз. ССР. – 1985. – 216 с.
24. Peng S., Khush G.S., Cassmann K.G. Evolution of the new plant for type increased yield potential / S. Peng, G.S. Khush, K.G. Cassman. – Manila: IRRI, 1994. – 20 p.
25. Virk, P.S. Breeding to enhance yield potential of rice at IRRI: the ideotype approach / P.S. Virk, G.S. Khush, S. Peng // IRRN. – 2004. – V. 29. – № 1. – P. 5-9.

## УБОРОЧНЫЙ ИНДЕКС И ЕГО СВЯЗЬ С УРОЖАЙНОСТЬЮ И ФИЗИОЛОГО-БИОМЕТРИЧЕСКИМИ ПРИЗНАКАМИ СОРТОВ РИСА

Н.В. Воробьев, М.А. Скаженник, В.С. Ковалев, Т.С. Пшеницына  
Всероссийский научно-исследовательский институт риса

### РЕЗЮМЕ

В вегетационном мелкоделяночном опыте показана тесная связь между величиной уборочного индекса ( $K_{хоз.}$ ) и урожайностью зерна у сортов риса. Повышение этого показателя обуславливается снижением величины общего кущения растений, ростом массы метелки главного побега, увеличенным его фотосинтетическим потенциалом в период образования и налива зерна.

## HARVEST INDEX AND ITS CONNECTION WITH YIELD AND PHYSIOLOGICAL-BIOMETRICAL TRAITS OF RICE VARIETIES

N.V. Vorobyov, M.A. Skazhennik, V.C. Kovalev, T.S. Pshenitsyna  
All-Russian Rice Research Institute

### SUMMARY

The close connection between the value of harvest index ( $K_{econ.}$ ) and grain yield of rice varieties is shown in vegetative small-plot trial. The increase of this index is determined by decrease of level of general plant tillering, increase of main shoot panicle weight and its increased photosynthetic potential during the grain formation and filling period.

УДК 631.8:633.18

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНГИБИТОРА НИТРИФИКАЦИИ  
ПРИ СОВМЕСТНОМ ПРИМЕНЕНИИ С АЗОТНЫМ УДОБРЕНИЕМ ПОД РИС**

**В.Н. Парашенко, к. с.-х. н., Н.М. Кремзин, к. с.-х. н.,**

**Н.В. Парашенко, аспирант, В.В. Гергель, аспирант**

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

**Е.П. Максименко, директор**

Элитно семеноводческое предприятие «Красное»

**Г.В. Водопьянов, аспирант**

Нижегородский государственный технический университет

Важнейшим условием, определяющим величину урожая, риса является степень обеспеченности его элементами минерального питания, особенно азотом. Потребность в нем удовлетворяется главным образом за счет почвенных запасов и применения азотных удобрений, которые требуются этой культуре в значительном количестве.

В почвах рисовых полей азот подвергается процессам нитрификации и денитрификации, что обуславливает его потери в виде газообразных продуктов разложения азотных удобрений и вымывания нитратов [1, 2]. Особенно интенсивно эти процессы протекают в период от основного внесения азотных удобрений до фазы кущения риса. Вследствие этого коэффициент использования азота растениями в среднем составляет 20–25 % [3, 4, 5]. Чтобы обеспечить равномерное питание растений азотом на весь период вегетации риса, азотное удобрение вносят дробно – непосредственно перед посевом и в виде подкормок, что вызывает усложнение технологии и дополнительные затраты.

В связи с этим разработка практических способов повышения эффективности азотных удобрений проводится в нескольких взаимодополняющих направлениях: совершенствование агротехнических приемов, создание медленнодействующих удобрений с контролируемой скоростью высвобождения азота, непосредственное воздействие на процессы трансформации азота в почве.

Одним из них является применение ингибиторов нитрификации [6, 7, 8].

Ингибиторы нитрификации – это химические препараты, которые при внесении в почву в количестве 0,5–2,0 % от азота удобрения на 1,5–2 месяца временно и избирательно ослабляют активность нитрифицирующих микроорганизмов, осуществляющих первый этап нитрификации. Затормаживая процесс нитрификации, они снижают потери азота как в газообразной форме, так и в виде нитратов, и тем самым способствуют сохранению азота в почве в аммонийной форме, вследствие чего создается возможность уменьшения кратности внесения азотного удобрения.

В настоящее время в Краснодарском крае активно развивается рисоводство. Следствием этого является возрастающая потребность хозяйств в минеральных и, главным образом, в азотных удобрениях. В этой связи в рисоводстве приобретают актуальность исследования по изучению эффективности ингибиторов нитрификации при совместном использовании их с азотными удобрениями.

**Цель исследований.** Повысить эффективность азотных удобрений, вносимых под рис, при использовании их совместно с ингибитором нитрификации.

**Материал и методика.** Опыт 1 (полевой, 2009–10 гг.) проводили на РОС ГНУ ВНИИ риса (карта 14, чек 4). Почва лугово-черноземная слабосолонцеватая тяжелосуглинистая, характеризуется следующими показателями: pH водной вытяжки – 7,30, содержание гумуса, общих форм азота, фосфора и калия соответственно 2,76, 0,20, 0,19 и 1,18 %. Количество легкогидролизуемого азота: в 2009 г. – 5,18 мг/100 г, в 2010 г. – 4,41 мг/100 г; обменного аммония: в 2009 г.

-0,39 мг/100 г, в 2010 г. – 0,37 мг/100 г; подвижного фосфора – в 2009 г. – 4,37 мг/100 г, в 2010 г. – 3,20 мг/100 г; подвижного калия: в 2009 г. – 20,40 мг/100 г, в 2010 г. – 21,20 мг/100 г; нитратов: в 2009 г. – 1,58 мг/100 г, в 2010 г. – 1,63 мг/100 г.

Предшественники: в 2009 г. – пар, 2 года, в 2010 г. – рис, 1 год. Сорт риса – Хазар. Расположение вариантов в опыте – систематическое со смещением, повторность – четырехкратная.

Схема опыта, 2009 г.:

1.  $N_0P_{60}K_{45}$  – фон;
2. Фон +  $N_{120}$  (в основной прием);
3. Фон +  $N_{75}$  (в основной прием) +  $N_{45}$  (кущение);
4. Фон +  $N_{45}$  (всходы) +  $N_{75}$  (кущение);
5. Фон +  $N_{120}$  + ингибитор нитрификации (в основной прием).

Схема опыта, 2010 г.:

1.  $N_0P_{90}K_{60}$  – фон;
2. Фон +  $N_{150}$  (в основной прием);
3. Фон +  $N_{75}$  (в основной прием) +  $N_{75}$  (кущение);
4. Фон +  $N_{75}$  (всходы) +  $N_{75}$  (кущение);
5. Фон +  $N_{150}$  + ингибитор нитрификации (в основной прием).

Азотные удобрения вносили в соответствии со схемой опыта: в 2009 г. – сульфат аммония (20,5 % д. в.) в основной прием, карбамид (46 % д. в.) в подкормки; в 2010 г. – карбамид в основной прием и в подкормки. Фосфорное (двойной суперфосфат, 46 % д. в.) и калийное (хлористый калий, 57 % д. в.) применяли в полной дозе в основной прием.

Ингибитор нитрификации (АТГ) в дозе 1 % от азота удобрений вносили ранцевым опрыскивателем на поверхность почвы и азотных удобрений до посева риса с последующей заделкой на 3-5 см.

Ингибитор нитрификации АТГ (4-амино-1,2,4-триазол) представляет собой белый кристаллический порошок с температурой плавления более 80 °С. Хорошо растворим в воде, слабо – в низкомолекулярных спиртах и ацетоне, нерастворим в бензоле, ксилоле и эфире. В рекомендуемых дозах нетоксичен для теплокровных [6].

Режим орошения – укороченное затопление. Технология возделывания риса – общепринятая [9].

Для определения агрохимической характеристики почвы из 30 индивидуальных образцов, отобранных с глубины 0-20 см, составляли объединенную пробу. В ней определяли: содержание гумуса общего по Тюрину [10], общие формы азота, фосфора и калия – методом мокрого озоления по Кьельдалю, азот легкогидролизующий – по методу Тюрина и Кононовой в модификации Кудеярова [11], обменный аммоний – феноловым методом в модификации Кудеярова, нитраты – по методу Грандваль-Ляжу [11], подвижные формы фосфора и калия – по Чирикову [11], рН водной вытяжки – потенциометрически [11].

В фазу полной спелости со всех делянок опыта отбирали модельные снопы (по 15 растений) для биометрического анализа [12].

Уборку риса проводили прямым комбайнированием поделочно, с приведением полученных данных к стандартным показателям по чистоте (100 %) и влажности (14 %). Статистическую оценку полученных данных проводили методом дисперсионного анализа [13, 14].

Опыт 2 (производственный, 2010 г.) проводили в ФГУ ЭСП «Красное» Красноармейского района.

Площадь опытно-производственного контроля (ОПК) – 34,81 га (карты 21-24), опытного участка – 44,29 га (карты 25-29). Предшественник – рис 2 года.

Почва – лугово-черноземная, содержит: гумуса, общих форм азота, фосфора и калия соответственно 2,82, 0,26, 0,21 и 1,68 %, легкогидролизующего азота – 6,36, обменного аммония – 0,67, подвижного фосфора – 2,08, подвижного калия – 28,30, нитратов – 1,26 мг/100 г, рН водной вытяжки – 7,22.

Схема опыта:

1. ОПК – P<sub>52</sub>N<sub>104</sub> в основной прием + N<sub>46</sub> подкормка в фазу кущения

2. P<sub>52</sub>N<sub>150</sub> + ингибитор нитрификации в основной прием

В качестве удобрений на обоих участках применяли карбамид и аммофос. Ингибитор нитрификации (АТГ) вносили (1 % от дозы азота) на поверхность почвы и азотного удобрения наземно, с последующей заделкой.

В опыте высевали семена риса сорта Хазар. Режим орошения – укороченное затопление. Технология возделывания риса – общепринятая.

Уборка риса – двухфазная, с учетом урожая на каждом участке.

Условно чистый доход от удобрений рассчитывали как разницу между стоимостью дополнительно полученной продукции и затратами на ее производство [15].

**Результаты.** В полевом опыте почва характеризовалась однородностью содержания аммонийного азота – 0,38 мг/100 г (рис. 1). В дальнейшем его количество имело ярко выраженную сезонную динамику. После затопления чека содержание аммония возросло в вариантах опыта пропорционально количеству внесенных удобрений и достигло максимума в фазу всходов. Так, при внесении всей дозы азота в основной прием содержание аммония было 4,12 мг/100 г, а в основной прием и подкормку – 3,43 мг/100 г.

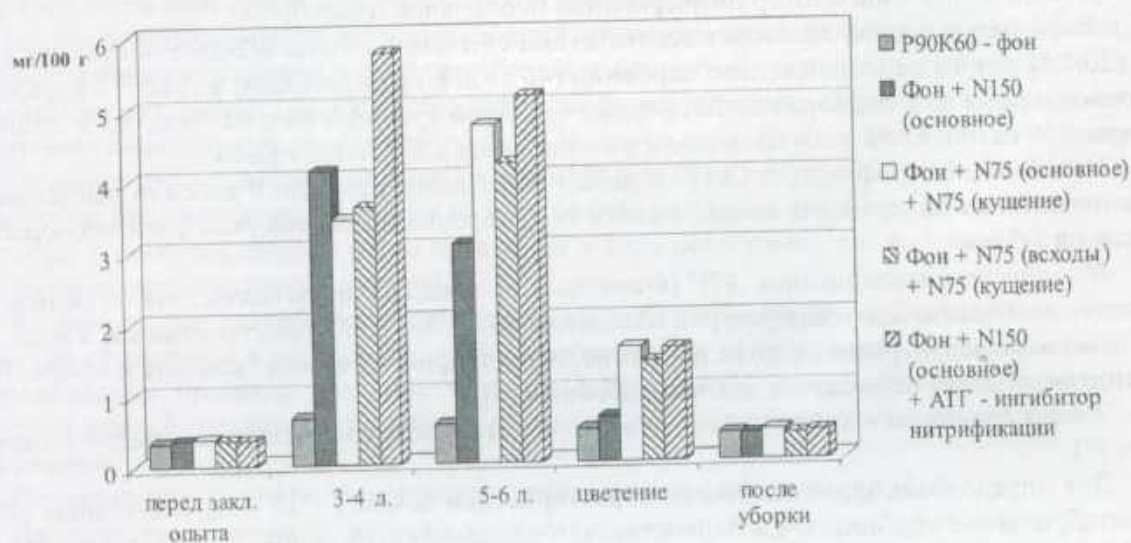


Рис. Динамика содержания обменного аммония в почве при внесении азотного удобрения и ингибитора нитрификации АТГ (2009–10 гг.), мг/100 г

Обычно этот период считается «первым максимумом накопления аммонийного азота». Объяснение данного факта связано с внесением азотных удобрений, переходом аммония из фиксированного состояния в обменное, спецификой разложения органического вещества в условиях анаэробнозиса. В последнем случае, как известно, его распад в восстановленных условиях заканчивается образованием аммония.

В фазу кущения, в связи с высокой потребностью растений риса в азоте и энергичным его поглощением из почвы, количество аммония в варианте без подкормок снижалось и эта картина прослеживалась до конца наблюдений.

Как видно из рисунка 1, применение ингибитора нитрификации не меняло общей закономерности динамики обменного аммония в почве, но положительно влияло на его количество. Так, разница в содержании обменного аммония в варианте с использованием ингибитора нитрификации и без него составила: в фазу всходов – 1,64, кущения – 2,07 и цветения – 0,96 мг/100 г.

Таким образом, полученные данные о содержании обменного аммония в почве под рисом подтверждают ранее проведенные исследования, которые указывают на консервацию ам-

монийного азота ингибитором нитрификации и торможение при этом образования нитратов [1, 6, 16]. Поэтому использование ингибитора нитрификации обеспечивает более высокое содержание обменного аммония в почве по сравнению с вариантами, где он не применялся.

Одним из способов оценки азотного режима почвы и обеспеченности растений риса азотом является листовая диагностика, проводимая с помощью «N-тестера».

Начиная с фазы кушения и до конца наблюдений данные результатов диагностики в варианте с применением ингибитора нитрификации были выше, чем при внесении азотного удобрения в основной прием. Так, в период «трубкование – цветение» эта разница составила 4,5–6,8 %.

Главным критерием реакции растений риса на условия среды, приемы агротехники, уровень минерального питания и другие факторы является величина урожайности (табл. 1).

**Таблица 1.** Урожайность риса в полевом опыте при использовании азотных удобрений и ингибитора нитрификации (среднее за 2009–10 гг.), т/га

№ вар.	Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка			
			к фону		к основному внесению	
			т/га	%	т/га	%
1	РК - фон	4,59	–	–	–	–
2	Фон + N (основное)	8,36	3,77	82,14	–	–
3	Фон + N (основное) + N (кушение)	10,02	5,43	118,30	1,66	19,86
4	Фон + N (всходы) + N (кушение)	9,64	5,05	110,02	1,28	15,31
5	Фон + N (основное) + ингибитор нитрификации	10,29	5,70	124,18	1,93	23,09

Наибольшая урожайность риса в опыте получена в варианте с совместным использованием ингибитора нитрификации и азотного удобрения в основной прием – 10,29 т/га. Она была выше, чем в вариантах с внесением всей дозы азота в основной прием на 1,93 и применении подкормок – 0,27 и 0,75 т/га соответственно.

Урожайность риса, как и других зерновых культур, в значительной степени определяется числом продуктивных стеблей на единице площади и массой зерна с растения, которые обусловлены биологическими особенностями сорта, дозами азотного удобрения, длительностью и эффективностью протекания фазы кушения. В этой связи необходимо отметить, что применение ингибитора нитрификации совместно с азотным удобрением увеличивало количество продуктивных стеблей в опыте на 46 шт./м<sup>2</sup> по сравнению с внесением полной дозы в основной прием без ингибитора нитрификации.

Масса зерна с растения также зависела от обеспеченности растений риса азотом. Так, при использовании азотного удобрения в полной дозе в основной прием величина этого показателя составляла 3,76 г, а внесение ингибитора нитрификации способствовало увеличению массы до 4,53 г, что в конечном итоге и определило повышение урожайности риса в этом варианте опыта.

Одновременно с этим не отмечено существенных различий между вариантами опыта по таким показателям, как масса 1000 зерен и пустозерность.

Данные, полученные в полевом опыте, свидетельствуют об агрономической эффективности совместного внесения ингибитора нитрификации и азотного удобрения в основной прием, а также его дробного внесения. При этом следует учитывать, что проведение подкормок, вследствие различных причин (организационных, экономических, погодных и т.д.), не всегда может быть выполнено в оптимальные сроки, что приведет к снижению урожая риса.



Результаты полевого опыта получили свое подтверждение и в производственном (табл. 2).

**Таблица 2.** Урожайность риса и условно-чистый доход при использовании азотного удобрения и ингибитора нитрификации АТГ в производственном опыте (2010 г.)

№ вар.	Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка к ОПК		Условно чистый доход, руб./га
			т/га	%	
1	ОПК – P <sub>52</sub> N <sub>104</sub> в основной прием + N <sub>46</sub> подкормка в фазу кушения	5,84	–	–	–
2	P <sub>52</sub> N <sub>150</sub> + ингибитор нитрификации в основной прием	6,47	0,63	10,80	2412,1

Применение ингибитора нитрификации обеспечивало повышение урожайности риса на 0,63 т/га (10,8 %) относительно опытно-производственного контроля. При этом условно чистый доход составил 2412,1 руб./га.

Прибавка урожая была получена за счет увеличения продуктивного стеблестоя и массы зерна с растения.

#### **Выводы.**

1. Внесение ингибитора нитрификации в дозе 1% (от азота удобрения) замедляет нитрификацию, и тем самым значительно снижает потери доступного растениям риса азота из почвы.

2. Применение ингибитора нитрификации способствовало лучшему обеспечению растений риса азотом.

3. В полевом опыте наибольшая урожайность риса (10,29 т/га) была получена при использовании ингибитора нитрификации и азотного удобрения в основной прием. Она была выше, чем в вариантах с внесением всей дозы азота в основной прием на 1,93 и применением подкормок – 0,27 и 0,75 т/га соответственно.

4. В производственном опыте применение ингибитора нитрификации совместно с азотным удобрением, внесенным полной дозой в основной прием, обеспечивало прибавку урожая 0,63 т/га по сравнению с дробным внесением азота. При этом условно чистый доход составил 2412,1 руб./га.

5. Прибавки урожая зерна при совместном внесении ингибитора нитрификации и азотного удобрения были получены за счет увеличения продуктивного стеблестоя и массы зерна с растения.

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНГИБИТОРА НИТРИФИКАЦИИ  
ПРИ СОВМЕСТНОМ ПРИМЕНЕНИИ С АЗОТНЫМ УДОБРЕНИЕМ  
ПОД РИС**

В.Н. Парашенко, Н.М. Кремзин, Н.В. Парашенко, В.В. Гергель  
Всероссийский научно-исследовательский институт риса  
Е.П. Максименко  
Элитно семеноводческое предприятие «Красное»  
Г.В. Водопьянов  
Нижегородский государственный технический университет

**РЕЗЮМЕ**

В условиях полевого и производственного опытов изучалась эффективность совместного действия ингибитора нитрификации АТГ и азотного удобрения на урожайность риса. Установлено, что их внесение в основной прием обеспечивало рост урожайности в полевом опыте – на 0,27, а в производственном – на 0,63 т/га по сравнению с дробным внесением азота. Условно чистый доход в производственном опыте составил 2412,1 руб./га.

**THE EFFICIENCY OF NITRIFICATION INHIBITOR USED WITH NITROGEN (N)  
FERTILIZER FOR RICE**

V.N. Parashchenko, N.M. Kremzin, N.V. Parashchenko, V.V. Gergel  
All-Russian Rice Research Institute  
E.P. Maksimenko  
Elite Seed Production Farm "Krasnoye"  
G.P. Vodopyanov  
Nizhny Novgorod State Technical University

**SUMMARY**

The effect of combined application of ATG nitrification inhibitor and N fertilizer on rice yield was studied in field and production trials. It is established that their single application led to yield increase of 0,27 t/ha in the field trial and 0,63 t/ha in the production one compared to split N application. Nominal net income in the production trial was 2412,1 rub/ha.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СОРНЯКОВ РИСА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КУЛЬТУРЫ В ДЕЛЬТОВЫХ НИЗМЕННОСТЯХ**

О.В. Зеленская, к. б. н.

Кубанский государственный аграрный университет

Рис является одной из наиболее ценных крупяных культур. Ареал его распространения при возделывании охватывает всю тропическую, субтропическую и частично умеренную зону в Северном и Южном полушариях.

Изучение истории развития рисоводства показало, что первобытная культура риса возникла в Пригималайском поясе Юго-Восточной Азии и на протяжении многих столетий была культурой неорошаемой. Н.И. Вавилов (1960) родиной риса (*Oryza sativa* L.) обозначил Индо-станский очаг происхождения культурных растений. Доказательством он считал наличие там ряда диких его видов, нахождение обыкновенного риса в диком состоянии и в качестве сорняка, с обычным атрибутом диких злаков: подковкой, обуславливающей осыпание при созревании. Кроме того, там же были известны и промежуточные формы между диким и культурным рисом, а разновидностный состав культурного риса Индии считается самым богатым в мире [2]. Позднее возникла и орошаемая культура риса в горных районах, где конечный этап ее развития представлен современной культурой риса на террасированных горных склонах.

Освоение речных долин и дельтовых пространств под культуру риса, особенно в зоне умеренного климата, произошло значительно позже, в основном в XIX-XX веках. Первоначально рис возделывали без затопления, что привело к развитию сорной растительности, борьба с которой пошла по пути создания слоя оросительной воды на рисовых полях. Это стало новым основным фактором отбора форм и формирования состава сорной флоры рисовых полей [1].

**Цель исследования.** 1. Изучить видовой состав сорняков рисовых полей Кубани и сравнить его с данными литературных источников по основным рисосеющим странам мира.

2. Проанализировать пути и причины распространения основных сорняков риса на полях в дельтовых низменностях в современных условиях.

**Материал и методы исследования.** Объектом экспериментального исследования была сеgetальная флора рисовых полей Кубани. Визуальное обследование всех элементов рисовых систем проводили маршрутным методом по сезонам в 1999–2009 гг. в пригородной зоне г. Краснодара, в Красноармейском, Славянском, Крымском, Калининском и Темрюкском районах Краснодарского края. Виды растений фиксировали с помощью «Определителя высших растений Северо-Западного Кавказа и Предкавказья» И.С. Косенко (1970), названия уточняли по С.К. Черепанову (1981). При определении эколого-биологических групп сорно-полевых растений в составе агрофитоценозов использовали классификацию, предложенную Б.М. Миркиным и Ю.А. Злобиным (1990).

Для изучения видowego состава сорных растений рисовых полей разных стран мира использовали отчеты Международного института риса (IRRI) и Комиссии по рису FAO [6, 7, 8].

**Результаты исследования.** Согласно данным IRRI, мировое производство риса в 114 странах к 2000 г. достигло 600 млн тонн, причем около половины урожая получают две азиатские страны – Индия и Китай [8]. Рис является тропической культурой, но, благодаря высокой экологической пластичности, в настоящее время его выращивают и в зонах умеренного климата: в Австралии, США, в ряде стран Южной Америки и Европы.

В Европе рис возделывают в основном в дельтах рек: По в Италии, Эбро в Испании, Роны во Франции, Тейо в Португалии и т.д. [8]. Несмотря на некоторые климатические различия, общность эколого-географических характеристик в дельтовых низменностях и использование посевной культуры риса привели к развитию аналогичного состава сеgetальной флоры. Более того, преобладающие виды растений, засоряющие посеы риса, сходны во всех рисосеющих регионах мира. В первую очередь, это сорняки, сопутствующие культурному рису и имеющие одинаковые с ним требования к условиям выращивания. Кроме того, неотъемлемой

частью агрофитоценозов рисовых полей являются представители местной флоры, которые частично были вытеснены при окультуривании дельтовых низменностей.

В агрофитоценозе рисового поля рис играет роль доминанты-эдификатора, определяя его компонентный состав, структуру и функции, существенно влияя на состояние других растений, в первую очередь сорных. Обследование посевов риса в дельте реки Кубани показало, что в пределах чека наиболее распространены агрофиты-антропохоры – типичные сорняки, связанные с развитием земледелия – представители рода *Echinochloa* Beauv. и краснозерные формы вида *Oryza sativa* L. Несколько реже встречаются апофиты – сопутствующие рису выходцы местной флоры: *Alisma plantago-aquatica* L., *Bolboschoenus compactus* (Hoffm.) Drob., *Butomus umbellatus* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud, *Typha latifolia* L., *Typha angustifolia* Bory et Chaub. и другие. Возможно, что при формировании агрофитоценоза рисового поля из элементов местной флоры отбираются виды экологически более ритмирующие с рисом, наименее специализированные в отношении частных условий обитания в натуральных фитоценозах.

Оценка численности сорных растений в чеках позволила выявить виды, существенно снижающие урожайность риса на Кубани и подлежащие контролю в сельскохозяйственной практике. К ним относятся *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv., *Echinochloa oryzoides* (Ard.) Fritsch., краснозерные формы *Oryza sativa* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin., *Bolboschoenus compactus* (Hoffm.) Drob., *Cyperus difformis* L., *Scirpus supinus* (L.) Palla, *Monochoria Korsakowii* Rgl. et Maack. Численность растений остальных видов находится ниже экономического порога вредоносности.

Анализ видового состава повсеместно встречающихся в Краснодарском крае сорняков в пределах рисовых чеков выявил присутствие 37 видов из 14 семейств сосудистых растений. В систематическом спектре ведущих семейств исследованной сеgetальной флоры преобладают семейства *Cyperaceae* Juss. и *Poaceae* Barnhart., на долю которых приходится 43%. Остальные семейства представлены не более чем тремя видами (табл.).

Анализ литературных данных позволил выявить аналогичный видовой состав основных сорняков рисовых чеков в тех странах мира, где используют прямой посев семян риса, а не рассадную культуру [5, 7, 8].

Как известно, рис посевной (*Oryza sativa* L.) относится к семейству *Poaceae* Barnhart. Сорные растения, сопутствующие этой культуре, относятся к тому же семейству. Они имеют сходные с рисом экологические требования, успешно конкурируют с ним и распространены на рисовых полях всего мира. В первую очередь это растения рода *Echinochloa* Beauv., представленного более чем 50 видами, как однолетними, так и многолетними. Однако известен этот род в основном по почти космополитному (отсутствует в Арктике и северной части лесной зоны) виду – ежовнику обыкновенному (куриное просо) *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv., имеющему тропическое происхождение. Этот вид широко распространен на полях большинства рисосеющих регионов мира, за исключением Центральной Америки [6].

В пределах этого вида известно большое разнообразие форм. Куриное просо – это яровой однолетник с широкой экологической пластичностью. Его естественными местобитаниями являются умеренно-влажные сорные места, берега каналов, канав, молодые наносы рек и т.п., откуда он и переходит на возделываемые земли. Биологической особенностью куриного проса, учитываемой при выборе технологии возделывания риса, является его чувствительность к слою воды: под постоянным слоем воды семена всходов не дают.

Другой вид ежовника – рисовое просо (*Echinochloa phyllopogon* (Stapf.) Kossenko), наоборот, выносясь к слою воды до 15 см, так же как и рис. Этот вид широко распространен в Японии, Южной Корее и на Дальнем Востоке России. В дельте реки Кубани встречается редко, обнаружен на рисовых полях Красноармейского и Славянского районов.

В настоящее время отмечено повсеместное распространение в странах с жарким климатом в Азии, Африке, Центральной Америке, Австралии и Океании, на юге Европы еще одного представителя этого рода – *Echinochloa colomum* (L.) Link. [6]. В России этот вид пока не описан. Не обнаружены на посевах риса в Краснодарском крае и злаковые растения рода *Leptochloa*, распространенные в странах Азии (прежде всего в Китае, Вьетнаме и Таиланде) и в США,

а также занесенные с семенами риса в Австралию и Южную Европу. Так, например, адвентивный вид *Leptochloa fascicularis* (Lam.) Gray в 1990 году был зарегистрирован в дельте реки Эбро на рисовых полях Испании, а несколько лет назад с семенами американского сорта риса Thaibonnet был занесен в Павию, на рисовые поля Италии [5]. Экологические требования этого вида аналогичны требованиям как риса посевного, так и *Echinochloa phyllopogon* и *E. colonum*. Это способствует быстрому распространению таких растений в рисовых чеках и затрудняет борьбу с ними. Основным методом контроля численности растений этих видов является обработка противозлаковыми гербицидами. Однако есть злаковые растения, распространенные на всех рисовых полях мира, за исключением Австралии, регулировать численность которых этим методом невозможно. Речь идет о сорно-полевых формах риса, которые относятся к тому же виду, что и культурный рис *Oryza sativa* L.

Таблица. Сорняки рисовых чеков в дельте реки Кубани

№	Семейство	Вид
1	Asteraceae	<i>Aster tripolium</i> L.
2	Alismataceae	<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.
3		<i>Alisma lanceolatum</i> With.
4	Azollaceae	<i>Azolla caroliniana</i> Willd.
5	Butomaceae	<i>Butomus umbellatus</i> L.
6	Cyperaceae	<i>Bolboschoenus compactus</i> (Hoffm.) Drob.
7		<i>Carex acutiformis</i> Ehrh.
8		<i>Carex melanostachya</i> Bieb. ex Willd.
9		<i>Carex riparia</i> Curt.
10		<i>Cyperus difformis</i> L.
11		<i>Cyperus fuscus</i> L.
12		<i>Scirpus lacustris</i> (L.) Palla
13		<i>Scirpus mucronatus</i> (L.) Palla
14		<i>Scirpus supinus</i> (L.) Palla
15	Lemnaceae	<i>Lemna minor</i> L.
16		<i>Spirodela polyrhiza</i> L.
17	Poaceae	<i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) Beauv.
18		<i>Echinochloa oryzoides</i> (Ard.) Fritsch.
19		<i>Echinochloa phyllopogon</i> (Stapf.) Kossenko
20		<i>Leersia oryzoides</i> (L.) Sw.
21		<i>Oryza sativa</i> L. (краснозерные формы)
22		<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin.
23	Polygonaceae	<i>Typhoides arundinacea</i> (L.) Moench.
24		<i>Polygonum amphibium</i> L.
25		<i>Polygonum hydropiper</i> L.
26	Pontederiaceae	<i>Polygonum persicaria</i> L.
27	Ranunculaceae	<i>Monochoria Korsakowii</i> Rgl. et Maack.
28		<i>Myosurus minimus</i> L.
29	Salviniaceae	<i>Ranunculus repens</i> L.
30		<i>Ranunculus sceleratus</i> L.
31	Scrophulariaceae	<i>Salvinia natans</i> (L.) All.
32		<i>Lindernia pyxidaria</i> All.
33	Sparganiaceae	<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.
34	Typhaceae	<i>Sparganium polyedrum</i> Aschers. et Graebn.
35		<i>Typha angustifolia</i> L.
36		<i>Typha latifolia</i> L.
37		<i>Typha laxmannii</i> Lepech.

Сорно-полевые формы риса, в отличие от культурного, имеют окрашенный перикарп зерна, так же как и дикие виды рода *Oryza* L. Г.Г. Гушин (1938) указывает 6 разновидностей краснозерного риса для подвида *indica* и 34 – для подвида *japonica* [1]. В ходе исследования нами

были описаны 9 разновидностей краснозерного риса, распространенных на полях Кубани. Только одна из них относится к подвиду *indica*, возможно, потому что сорта риса этого подвида редко возделывают в Краснодарском крае и больших площадей не занимают. Как правило, количество растений краснозерного риса в чеках различно – от 10% на рисовых полях с высокой культурой земледелия и до 70–80% на сильно засоренных участках. Основной причиной повсеместного распространения краснозерного риса считают посев не сертифицированными семенами, нарушение севооборотов, отсутствие эффективных методов контроля.

В некоторых странах Южной Европы, например в Италии, дополнительным фактором риска является монокультура риса. Здесь краснозерный рис известен с 1800 года и распространен на 75% площади посева риса, а степень засоренности достигает 30% [5]. В Китае краснозерный рис можно найти в основном на юго-западе и на востоке в дельте реки Янцзы, причем преобладают здесь (около 90%) краснозерные формы подвида *indica* [8]. В южных штатах США краснозерный рис считается наиболее злостным сорняком риса. В последнее время здесь возникла новая серьезная проблема для рисоводов: были отмечены формы краснозерного риса, устойчивые к обработке гербицидами. Они появились в результате дрейфа генов при перекрестном опылении растений устойчивого к гербицидам сорта риса Clearfield™ и краснозерного риса [10].

Другие представители семейства *Poaceae* Barnhart. в рисовых чеках встречаются значительно реже. В основном они приурочены к элементам рисовой системы – берегам каналов, валам, дренажам. Видовой состав их сильно варьирует в разных странах. В России, на Украине, в странах Средней Азии наиболее распространен один вид – тростник южный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin.). В дельте реки Кубани он является доминирующим растением в естественных биоценозах, образуя тростниковые плавни. На рисовых системах тростником в основном зарастают дренажи и берега каналов, но в плавневой зоне Кубани возможно значительное засорение рисовых чеков тростником при нарушении агротехники.

Не уступают по количеству видов в составе сеgetальной флоры рисовых полей и представители семейства Осоковые (*Cyperaceae* Juss.). Подавляющее большинство растений этого семейства приурочены к избыточно увлажненным местам обитания. На рисовых системах разных стран мира распространены в основном представители подсемейства Сытевых (*Cyperoideae*), трибы камышовых (*Scirpeae*) и трибы сытевых (*Cypereae*). Эти растения встречались повсеместно в составе естественных фитоценозов в долинах рек и были вытеснены при окультуривании и распашке дельтовых низменностей.

К трибе камышовых относятся роды камыш (*Scirpus* L.) и клубнекамыш (*Bolboschoenus* (Aschers.) Palla). Широко распространенный в умеренной Евразии камыш озерный (*Scirpus lacustris* (L.) Palla) растет в воде на глубине 1 м и более, в основном занимая на рисовых системах ирригационную сеть. Он образует ассоциации вместе с тростником южным и рогозами, выполняя важную функцию биологической очистки воды.

В рисовых чеках часто встречаются другие представители этого рода – камыш острокопечный (*Scirpus mucronatus* (L.) Palla) и камыш раскидистый (*Scirpus supinus* (L.) Palla). Оба вида распространены на рисовых полях Европы, Средней Азии, а камыш острокопечный еще и на Дальнем Востоке и в США. На рисовых полях Кубани, в Темрюкском и Славянском районах, в 2008-2009 гг. отмечено возрастание численности растений этих видов. Они занимали третий ярус в агрофитоценозе (высота растений 30-50 см), вытесняя рис в изреженных посевах и снижая его урожайность.

Близость рисовых полей к морям на Кубани и в Южной Европе обусловила широкое распространение на них растений вида клубнекамыш приморский (*Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla). Клубнекамыш – многолетник с длинными ползучими корневищами с клубневидными образованиями. В естественных фитоценозах он образует большие заросли по берегам водоемов, по травяным и солончаковым болотам, так как устойчив к засолению. Рис часто возделывают на засоленных землях (в Камарге во Франции, дельте реки Эбро в Испании, дельте реки Кубани в России), поэтому клубнекамыш успешно внедрился здесь в агрофитоценозы рисовых полей.

На Кубани клубнекамыш распространился на полях с середины XX века. Во время Второй мировой войны произошло частичное одичание рисовых земель и вспышка засоренности полей растениями *Bolboschoenus compactus* (Hoffm.) Drob., указанного в пределах вида *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla. [4].

Род сыть (*Cyperus* L.) – представитель трибы сытовых – один из самых крупных в семействе. В него входит свыше 300 видов, встречающихся в тропических, субтропических и отчасти в умеренных областях. Это многолетние, реже однолетние корневищные растения, приуроченные к избыточно увлажненным местам обитания. В агроценозах отмечены как сорняки поливных культур.

В тропической зоне Азии, Африки и Центральной Америки широко распространены на рисовых полях *Cyperus rotundus* L., *C. iria* L., *C. difformis* L. [7]. Последний вид – сыть разнородная – отмечен как космополит, предположительно азиатского происхождения. Благодаря высокой экологической пластичности этот однолетник широко распространился по всем континентам и описан как сорное растение в 46 рисосеющих странах. В Австралии, в Новом Южном Уэльсе, сыть разнородная была распространена за 40 лет до начала возделывания здесь риса, поэтому вид считают натурализовавшимся [9]. В зоне умеренного климата – странах Южной Америки, США, Южной Европе – сыть разнородную относят к ксенофитам, случайно занесенным адвентикам. На Кубани растения этого вида отмечены в рисовых чеках повсеместно, но численность их незначительна.

В составе сеgetальной флоры рисовых полей часто встречаются растения семейства частуховые (*Alismataceae* Vent.). Это почти космополитное семейство, в Северном полушарии представленное богаче, чем в Южном. Почти все частуховые многолетние розеткообразующие травы с коротким, толстым корневищем. Большинство растений этого семейства, встречающихся на рисовых полях мира, – представители местной флоры, приуроченные к переувлажненным местообитаниям.

В пределах семейства выделено две трибы: частуховые (*Alismeeae*) и стрелолистные (*Sagittarieae*). К первой трибе относится род частуха (*Alisma* L.), наиболее распространен на рисовых полях вид частуха подорожниковая (*Alisma plantago-aquatica* L.). На Кубани встречается повсеместно в плавневой зоне как вид аборигенной флоры, а также в агроценозах по краям рисовых чеков и берегам каналов. Реже отмечен вид частуха ланцетолистная (*Alisma lanceolatum* With.). Аналогичные сведения приводятся и для рисовых полей Украины, Италии, Средней Азии. На Дальнем Востоке, в Японии, в Казахстане на рисовых системах распространен другой вид местной флоры частуха восточная (*Alisma orientalis* (Sam.) Juz.) [3]. В Австралии в состав агроценоза вошел аборигенный вид семейства частуховых – звездплодник (*Damasonium minus*) [9].

Большинство видов трибы стрелолистные встречаются в Америке, но засоряющий рисовые поля стрелолист обыкновенный (*Sagittaria sagittifolia* L.) распространен также в Евразии. На Кубани, после введения интенсивной технологии возделывания риса, в агроценозах этот вид не обнаружен.

Рисовые системы во многих странах мира были возведены в дельтовых низменностях, в местах естественного обитания представителей семейств частуховых, сусаковых, ситниковидных, ежеголовниковых, наядовых. Это привело к частичной миграции аборигенных растений в агроценозы, где они испытывают сильное антропогенное воздействие независимо от степени влияния на урожайность риса. В настоящее время виды этих семейств повсеместно сокращают численность и сужают ареал.

С другой стороны, видовой состав сорных растений рисовых чеков постоянно обновляется и пополняется за счет адвентивных видов растений, случайно занесенных с семенами риса из разных стран мира или намеренно вводимых в культуру с определенной целью.

Среди адвентиков рисовых чеков Краснодарского края особого внимания заслуживает *Monochoria Korsakowii* Regel et Maack из семейства *Pontederiaceae* Kunth, завезенная с семенами риса с Дальнего Востока и обнаруженная на Кубани в 1959 г. [3]. В последние годы отмечено

повсеместное распространение этого ксенофита на территории Краснодарского края, что связано с изменением технологии возделывания риса и получением всходов из-под слоя воды.

Похожая ситуация сложилась и в европейских странах. Например, в 1962-1964 гг. в Италию с семенами риса из США случайно были завезены виды рода *Heteranthera* этого же семейства. Растения быстро распространились по всем рисовым чекам благодаря их способности к прорастанию в течение всего вегетационного периода риса и образованию большого количества семян [5]. И монохория, и гетерантера были признаны карантинными сорняками риса, однако остановить их распространение пока не удалось.

Еще один адвентивный вид (эргазиофит) – *Azolla caroliniana* Willd. – был интродуцирован на рисовые поля Кубани в качестве зеленого удобрения, но широкого распространения не получил из-за несоответствия экологических требований растения и климатических условий зоны. В настоящее время этот тропический папоротник натурализовался в Красноармейском районе и встречается даже за пределами рисовой системы в неглубоких каналах возле станиц Ивановской и Новомышастовской в сообществе с рясками малой и трехдольной.

Проблема распространения адвентивных видов становится наиболее актуальной в настоящее время во всех рисосеющих странах мира в связи с расширением совместных научно-практических исследований, обменом семенами между производителями риса и недостаточно надежными методами контроля.

**Выводы.** 1. В ходе исследования был определен видовой состав сорняков риса на полях Краснодарского края.

2. Оценка численности сорных растений в чеках позволила выявить виды, существенно снижающие урожайность риса на Кубани и подлежащие контролю в сельскохозяйственной практике.

3. Систематический анализ сорняков риса на полях, расположенных в дельтовых низменностях разных рек мира, выявил преобладание растений семейств *Cyperaceae* Juss. и *Poaceae* Barnhart. Видовой состав сорных растений обусловлен, прежде всего, технологией возделывания риса.

4. В настоящее время отмечена общая тенденция распространения на рисовых полях мира адвентивных видов, методы борьбы с которыми разработаны недостаточно.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гущин Г.Г. Рис / Г.Г. Гущин. – М., 1938. – 832 с.
2. Вавилов Н.И. Проблемы селекции, происхождения и географии культурных растений / Н.И. Вавилов // Избранные труды. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1960. – 97 с.
3. Косенко И.С. Определитель высших растений Северо-Западного Кавказа и Предкавказья / И.С. Косенко. – М.: Колос, 1970. – 613 с.
4. Черепанов С.К. Сосудистые растения СССР / С.К. Черепанов. – Л.: Наука, 1981. – 510 с.
5. Ferrero A. Weeds in the paddy field / A. Ferrero // Italian Wetlands. – Novara, 2007. – P. 49-55.
6. Labrada R. Major weed problems in rice – red/weedy rice and the *Echinochloa* complex // FAO rice information / R. Labrada. – Vol. 3. – Ch. II. – Rome, 2002. – P. 11-17.
6. Labrada R. The need for improved weed management in rice / R. Labrada // Proceed. Of the 20<sup>th</sup> Session of the International Rice Commission. – Rome: FAO, 2003. – P. 181-190.
7. Rice Almanac / IRRI, 2002. – 253 p.
8. Rice growing in New South Wales/ Australia, 1984. – P. 29-40.
9. Shivrain V.K. Factors affecting the outcrossing rate between Clearfield<sup>TM</sup> rice and red rice (*O. sativa*) / Shivrain V.K., Burgos N.R., Gealy D.R. // Weed Science. – 2009. -Vol.57, № 4. – P. 394-403.



## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СОРНЯКОВ РИСА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КУЛЬТУРЫ В ДЕЛЬТОВЫХ НИЗМЕННОСТЯХ**

О.В. Зеленская

Кубанский государственный аграрный университет

### **РЕЗЮМЕ**

Изучен видовой состав сорняков рисовых полей в дельте реки Кубани, отмечены виды растений, существенно снижающие урожайность риса. Дан сравнительный анализ распространения основных сорняков риса в дельтовых низменностях некоторых рисосеющих регионов мира на современном этапе. Отмечена тенденция формирования сеgetальной флоры в агроценозах рисовых полей.

## **COMPARATIVE ANALYSIS OF RICE WEED DISTRIBUTION IN THE DELTA LOWLANDS**

O.V. Zelenskaya

Kuban State Agricultural University

### **SUMMARY**

Weed species composition in rice fields of the Kuban river delta has been studied. Plant types, significantly decreasing rice yield, are marked. Comparative analysis of main rice weed distribution in the delta lowlands of some rice-growing regions of the world at the present stage is done. General tendencies of segetal flora formation in agroecosis of rice fields are marked.

Все большее применение находит интегрированная защита растений, основанная на сочетании агротехнического, химического, биологического и физического методов борьбы с сорняками и вредителями сельскохозяйственных культур и в наибольшей степени удовлетворяющая требованиям экономичности и безопасности окружающей среды.

Однако следует отметить, что и в интегрированной системе защиты растений важное место занимает химический метод борьбы, основанный на применении пестицидов, о чем свидетельствует непрерывное увеличение производства и потребления пестицидов в мире [1–5].

В зависимости от формы препаратов используют различные способы их применения для защиты сельскохозяйственных культур – опрыскивание, внесение препаратов в почву в виде гранул или порошков, обработка аэрозолями. В рисоводстве наиболее распространено опрыскивание. Однако этот способ, несмотря на его широкое применение, имеет существенные недостатки:

- значительный снос рабочей жидко-капельной смеси ветром за пределы обрабатываемого участка;
- неравномерность распределения рабочей смеси по ширине захвата.

Исследованиями установлено, что снос распределяемой рабочей смеси за пределы ширины захвата агрегата достигает 10% у штанговых опрыскивателей и 60% – у вентиляторных, а неравномерность распределения рабочей смеси по ширине захвата – соответственно 30% и 90%.

При авиационном опрыскивании снос рабочей смеси ветром за пределы обрабатываемого участка иногда достигает нескольких километров, а потери пестицидов – 20–90%.

Значительный снос ядохимикатов с обрабатываемых полос и участков загрязняет окружающую среду.

В целях повышения эффективности применения препаратов в последнее время усилия ученых направлены на усовершенствование препаративных форм и способов внесения пестицидов. В этом отношении перспективны гранулированные препараты. Их использование исключает распространение препарата в атмосфере, снос его за пределы обрабатываемого участка, а также улучшает условия труда операторов.

Гранулированные пестициды широко применяются в США, Франции, ФРГ, Англии и в других странах. Ведутся научно-исследовательские и проектно-конструкторские работы по совершенствованию существующей и созданию новой техники для внесения гранулированных пестицидов [1–3].

Современное состояние и опыт механизации внесения гранулированных пестицидов за рубежом представляет интерес для научных работников, конструкторов и широкого круга специалистов рисоводства.

**Способы получения гранул пестицидов и их физико-механические свойства.** Пестициды гранулированные являются одной из удобных и перспективных препаративных форм. Гранулы состоят из наполнителя, действующего вещества пестицида, связывающего вещества и других добавок. В качестве наполнителя применяют какое-либо инертное вещество (аттапульгит, бентонит, вермикулит, каолин, симс, трепел и другие) или минеральные удобрения, преимущественно суперфосфат.

В настоящее время для получения гранул используют следующие методы:

- прямое производство;
- импрегнацию (пропитка гранул препаратом);
- наращивание оболочек на инертной основе [3].

При прямом изготовлении гранул действующее вещество пестицида вводится в глиняную массу и тщательно с ней перемешивается. К смеси добавляются разные связывающие вещества. Затем приготовленная глиняная масса впрыскивается в горячую камеру, где цирку-

лирует поток воздуха, нагретый до высокой температуры. При резком обезвоживании этой массы образуются гранулы.

Большинство гранулированных пестицидов получают с помощью второго метода, то есть путем пропитывания раствором препаратом инертных пористых гранул. Основным материалом для изготовления гранул служат просеянные минеральные вещества, обычно известняк или битый кирпич. Часто используют дробленую скорлупу орехов или стружку из стержней кукурузных початков. Гранулирование завершается перемешиванием в роторном цилиндре гранул инертного материала вместе с соответствующей смесью порошкообразного пестицида и минеральной пыли с добавлением водного раствора камеди, растворимого производного целлюлозы, высокомолекулярных полиэтиленоксидов или других связывающих веществ.

Метод наращивания оболочек применяется в тех случаях, если материал гранул не поддается пропитке или же если это обусловлено агротехническими требованиями. Действующее вещество пестицида наносится на гранулу в виде тонкой пленки в один или несколько слоев.

Гранулы бывают шаровидной, удлиненной, палочкообразной и других форм. Содержание в них действующего вещества варьирует от 1,5 % до 14 % для инсектицидов и от 3 % до 25 % для гербицидов.

В зависимости от размеров различают в основном три группы гранул, а именно:

- мелкие гранулы (микрогранулы) размером от 0,15 мм до 0,60 мм;
- средние гранулы, имеющие размерный интервал между 0,60 мм и 2 мм;
- крупные гранулы, максимальный размер которых между 2 мм и 5 мм.

Большинство производимых препаратов относится к 1-й и 2-й группам.

Исследованиями установлено, что с агротехнической точки зрения наиболее удобны средние гранулы.

**Технология применения гранулированных гербицидов.** Во ВНИИ риса (ЭСХ «Красное», ОЛО-7, карта 5, чек 1 и 8, Красноармейский район Краснодарского края) в 1968 г. испытывали опытные образцы сеялок с сошниками для разбросного способа посева с заделкой в почву гранул и семян:

- минеральных удобрений;
- гербицида;
- семян риса.

Схема опыта: 1-й вариант – контроль – внесение гранулированного гербицида «Ялан» сеялкой рядовой серийной СЗР-3,6 (сошники дисковые); 2-й вариант – внесение гербицида культиватор-сеялкой КСА-3,6 (сошники роторного типа с вертикальной осью вращения); 3-й вариант – внесение гербицида культиватор-сеялкой СКА-2,1 (сошники вибрационные с вертикальной осью поворота). Доза гербицида – 4 кг/га д. в. и заделка на глубину 2–5 см во всех вариантах опытов одинаковы. Посев риса сорта Краснодарский 424 во всех вариантах выполняли сеялкой СЗР-3,6. Гибель растений ежовника на опытных делянках площадью в 0,100 га с 4-кратной повторностью подсчитывали с 1 м<sup>2</sup> в 10-кратной повторности в три срока: на 22-й день после внесения гербицида в почву; на 36-й день и в день уборки риса. Результаты приведены в таблице 1 [4]

Анализ таблицы 1 показывает, что гранулированный гербицид «Ялан», внесенный в почву посевными машинами с сошниками различного типа, уничтожает растения ежовника через 30–36 дней после его внесения в почву.

В период всходов риса самое большое количество ежовников было обнаружено в варианте, где внесение гербицида в почву было произведено дисковыми сошниками сеялки СЗР-3,6. Наиболее успешное уничтожение растений ежовников гранулированными гербицидами в начальный и последующие периоды роста и развития риса наблюдается в варианте, где внесение гранулированных гербицидов в почву осуществлялось сошниками с колебательными движениями в горизонтальной плоскости.

Биологическая урожайность риса при внесении в почву гранулированных гербицидов для уничтожения ежовников представлена в таблице 2.

**Таблица 1.** Количество растений ежовника и риса после внесения гранулированного гербицида по срокам учета, шт./м<sup>2</sup>

Марка машины	Через 22 дня				Через 36 дней				В день уборки
	Рис	Ежовник			Рис	Ежовник			
	Всего	всего	пораж.	живые	всего	всего	пораж.	живые	
СЗР-3,6	234	161	24	137	163	2,4	2,4	-	--
КСА-3,6	194	135	23	112	153	4,0	3,0	1,0	--
СКА-2,1	149	117	37	80	146	1,6	1,6	-	1

**Таблица 2.** Биологическая урожайность риса при уничтожении ежовников гранулированным гербицидом «Ялан», внесенным разными сошниками сеялок

Марка сеялки и тип сошника - способа посева	Густота растений, шт./м <sup>2</sup>	Коэф. кушения	Густота стеблестоя, шт./м <sup>2</sup>	Масса зерна с метелки, г	Урожайность биологическая	
					т/га	%
СЗР-3,6 (дисковый)	163	2,8	456	5,28	8,61	100,00
КСА-3,6(роторный)	153	2,8	428	6,20	9,49	110,22
СКА-2,1(вибрационный)	146	3,6	518	6,80	9,93	115,33

Анализ таблицы 2 показывает, что урожайность риса при разбросном роторном и вибрационном подпочвенном внесении гранулированного гербицида «Ялан» на 10,22 % – 15,33 % выше, чем при дисковом способе внесения гербицида.

Имеется отечественный опыт внесения гранулированного гербицида в смеси с гранулированными формами минеральных удобрений в производственных условиях, результаты которого представлены в таблице 3.

**Таблица 3.** Эффективность гранулированного гербицида «Ялан» при внесении в почву совместно с минеральными удобрениями (1967–1968 гг.)

Вариант	Доза гербицида, кг/га д. в.	Густота растений перед уборкой, шт./ м <sup>2</sup>		Урожайность риса, т/га
		Рис	Ежовник	
<i>РГПЗ «Красноармейский»</i>				
1. Контроль (опрыскивание стам Ф-34, 35% КЭ)	5,0	93,2	4,0	4,5
2. Ялан, 10 % Г + суперфосфат (с-ф)	6,0 + P <sub>60</sub>	117,1	0	4,8
<i>ЭСП «Красное» ВНИИ риса</i>				
1. Контроль (опрыскивание Ялан, 60 % КЭ)	7,0	192,0	4,4	6,3
2. Ялан, 10 % Г + сульфат аммония + (с-ф)	7,0 + N <sub>90</sub> P <sub>90</sub>	185,6	0,2	7,0

Представленные в таблице 3 результаты производственных испытаний гранулированного гербицида «Ялан» свидетельствуют как о достаточно высокой эффективности гранулированных форм тиокарбаматов при внесении их в смеси с минеральными удобрениями, так и о реальной возможности совмещения двух важных предпосевных операций (внесение удобрения и гербицидов) в одном производственном процессе.

Внесенные гранулированные гербициды должны быть заделаны в почву дисковыми боронами или фрезами на глубину до 0-5(10) см, так как только в этом случае они проявляют максимальную эффективность. Причем это положение верно как для концентратов эмульсий, так и гранулированных форм (Агарков В.Д., 1972).

Известно, что гербициды типа «Ялан» и его аналоги в виде концентратов эмульсий обладают повышенной летучестью, поэтому в технологическом плане более удобны их гранулированные формы. Большая эффективность последних объясняется их способностью в меньшей степени подвергаться различным превращениям в почве, в том числе и вымываться с поливной водой, а следовательно, более длительное время сохранять токсические свойства (Агарков В.Д., Касьянов А.И., 2000 [3,5]).

Различают два технологических приема применения гранулированных гербицидов – раздельное и совместное внесение с гранулированными минеральными удобрениями в сухой смеси.

За рубежом в основном используют раздельное внесение гранулированных гербицидов, так как совместное применение гранулированных гербицидов и минеральных удобрений в смеси имеет существенные недостатки:

- дополнительно требуются специальные установки для приготовления смесей;
- в целях обеспечения равномерного высева компонентов смеси в установившейся пропорции не рекомендуется смешивать микрогранулированные гербициды с гранулированными минеральными удобрениями, так как при этом образуется смесь из частиц, весьма отличающихся по массе; в результате происходит в бункере (во время движения агрегата) расслаивание частиц – тяжелые частицы перемещаются вниз, а легковесные – вверх;
- применение гранулированных гербицидов нельзя представить без точного их внесения в определенное место почвы (относительно корневой системы растений), что в большинстве случаев необязательно для минеральных удобрений.

Гранулированные гербициды применяют путем рассева гранул:

- на поверхность почвы безрядковым (или полосовым) способом без последующей заделки в почву;
- на поверхность почвы безрядковым (или полосовым) способом с последующей заделкой в почву;
- в слой почвы безрядковым (или полосовым) способом;
- в рядки с одновременной заделкой в почву.

Норма внесения их на 1 га различна, она является функцией многих факторов – особенностей (видовых и сортовых) обрабатываемого растения, способов обработки, процентного содержания действующего вещества гербицида, степени засоренности поля, численности вредителей и др.

Следует отметить, что вопросы оптимального размещения гранул гербицидов относительно корневой системы растений в почве еще в недостаточной степени изучены и освещены в зарубежной и отечественной литературе.

#### **Машины (приспособления) для рядового внесения гранулированных гербицидов.**

Для внесения гранулированных гербицидов за рубежом применяются специальные машины (приспособления) разнообразных конструкций. Классификация их показана в таблице 4.

Анализируя таблицу 4, во-первых, отметим, что приспособления катушечного типа получили широкое распространение в зарубежной практике. Они относительно просты по конструкции, менее громоздки и позволяют легко устанавливать норму высева. Высевающие аппараты в основном снабжены рабочими катушками с желобками и обратнотрапецидальными ребрами, а также зубчатыми катушками.

Рабочими катушками с желобками оборудованы высевающие аппараты приспособлений «Nodet-Gougis» фирмы «Nodet-gougis» (Франция), «Castel» фирмы «Castel» (Франция) и «Microband Delta» фирмы «Horstine Farmery» (Англия).

Интересна конструкция приспособления «Nodet-Gougis». Оно состоит из центрально расположенного бункера, высевающих аппаратов, источника сжатого воздуха (турбины) и системы пневмопроводов. Высевающие аппараты пневмомеханического типа. Технологический процесс высева осуществляется в следующей последовательности. Высевающие аппараты выгребают из бункера необходимое количество высеваемого материала и подают в воронки трубок Вентури, откуда он потоком воздуха, нагнетаемого компрессором, перемещается по

пневмопроводам к разгрузочным циклонам. Затем под действием силы тяжести попадают на посевное ложе. Привод высевальных аппаратов осуществляется от опорно-приводного колеса сеялки, а компрессора – от вала отбора мощности трактора.

**Таблица 4.** Классификация машин (приспособлений) для внесения гранулированных гербицидов

Машины (приспособления) для внесения гранулированных гербицидов:			
1.Рядовые:		2.Разбросные	
1.1.Катушечные	1.1.1.С желобками	2.1.Барабанные	2.1.1.Штифтовые
	1.1.2.С обратнотрапецидальными ребрами		2.1.2.Желобчатые
	1.1.3.Зубчатые		2.1.3.Рифленные
1.2.Лопастные		2.2.Катушечные	2.2.1.Штифтовые
1.3.Барабанные	1.3.1.С постоянным объемом ячеек		2.2.2.Желобчатые
	1.3.2.С переменным объемом ячеек	2.3.Ленточные	
1.4.Шнековые		2.4.Свободного истечения	
1.5.Ленточные			
1.6.Дисковые	1.6.1.С наклонными ячейками на кольцевой поверхности диска		
	1.6.2.С ячейками на цилиндрической поверхности диска		
1.7.Фрикционные			
1.8.Черпаковые			

По устройству и принципу работы высевальные аппараты приспособлений «Gastel» и «Microband Delta» аналогичны обычным катушечным аппаратам с нижним высевом и с приводом от опорно-приводных колес сеялок.

Рабочие катушки с обратнотрапецидальными ребрами нашли применение на высевальных аппаратах приспособлений «Carago» фирмы «Carago» (Италия).

Высевальный аппарат приспособления «Carago» работает следующим образом. Материал через прямоугольное питающее окно в дне бункера поступает в ячейки (желобки) верхней части вращающейся катушки и выносится ими в воронку материалопровода. Для разрушения сводов, образующихся внутри бункера, над питающим окном расположен двухлопастный ворошитель. Высев материала регулируют изменением частоты вращения и длины активной части катушки с помощью перекрывающей заслонки.

Зубчатыми катушками снабжены высевальные аппараты приспособлений «DLMC» фирмы «Evgard» (Франция).

Приспособление «DLMC» по устройству и принципу работы аналогично приспособлению «Microband Delta». Основное отличие состоит в конструктивном выполнении рабочей катушки, которая в приспособлении «DLMC» устроена следующим образом. На поверхности цилиндра небольшого диаметра расположен зубчатый венец. В целях предотвращения материала от повреждения могут применяться цилиндры с резиновыми венцами (как в модели DIM 75). В приспособлениях катушечного типа на количественный высев гранулированных препаратов практически не влияют уклоны местности, уровень материала в бункере, а также скорость движения агрегата.

Приспособления лопастного типа просты по конструкции и легко устанавливаются на норму высева; они предназначены для внесения всех видов гранул и к ним относятся приспособления «Line Tender» фирмы «Gandy Compani Manufactures» (США), «Gaspardo» фирмы «Gaspardo» (Италия) и «Fontani» фирмы «Fontani» (Италия).

Принцип работы этих приспособлений заключается в следующем. Материал дозируется через отверстия в дне или стенке бункера под действием вращающегося над отверстием ротора или спиральной лопасти.

Недостатком приспособлений лопастного типа является то, что на количественный высеv практически влияют толчки, уклон местности, уровень материала в бункере и скорость движения агрегата.

Приспособления барабанного типа разделяются на две группы – с постоянным и с переменным рабочим объемом ячеек. К первой группе относится приспособление «Mara 6» фирмы «Marchetti» (Италия), ко второй – приспособление «Micro-Seguir» фирмы «Seguir» (Франция) и «Difosol» фирмы «Sepeba» (Франция).

Принцип действия высевающих аппаратов этих приспособлений состоит в том, что при вращении барабана в кожухе происходит одновременно непрерывное поступление гранул из бункера в ячейки барабана и равномерный вынос гранул ячейками из кожуха. Норма расхода гранул регулируется изменением частоты вращения барабана, а также рабочего объема ячеек.

Высевающим аппаратам приспособлений барабанного типа свойственны общие недостатки – прерывистость высева и неравномерность распределения гранул вдоль рядка.

Приспособления шнекового типа надежны в работе и пригодны для высева материалов различного фракционного состава. Из них можно выделить приспособления «Delfosse» фирмы «Delfosse» (Франция) и «Microsem» фирмы «Ribouleau» (Франция).

Принцип действия высевающего аппарата приспособления «Delfosse» заключается в следующем. Шнек расположен внизу бункера и погружен в материал. При вращении шнека материал перемещается одновременно к трем выпускным отверстиям. Норма расхода материала регулируется изменением частоты вращения шнека.

Одним из существенных недостатков приспособлений шнекового типа является неравномерность высева материала при малых нормах расхода и разной частоте толчков при агрегатировании по полю.

Приспособления ленточного типа обеспечивают более высокую точность дозирования гранул малого расхода и менее чувствительны к физико-механическим свойствам дозируемого материала в отличие от приспособлений шнекового типа.

Высевающий аппарат ленточного типа используется в приспособлении «Rimigrasol-Multiproduits» фирмы «Bailly-SMC» (Франция).

Высевающий аппарат состоит из ленточного транспортера (ремня) и регулировочной заслонки. Материал из бункера через загрузочную щель под действием силы тяжести попадает на ленту, которая транспортирует его к высевному окну, поперечное сечение которого регулируется с помощью заслонки, приводимой в действие микрометрическим винтом. Высевающие аппараты бывают одно- и двухленточными.

Приспособления дискового типа более просты и менее громоздки (конструктивно) по сравнению с приспособлениями шнекового и ленточного типа.

Наиболее совершенными приспособлениями этого типа являются «Super DPA» фирмы «Tank» (Бельгия) и «Granyl» фирмы «Herriau» (Франция).

Приспособление «Super DPA» снабжено высевающим аппаратом ячеисто-дискового типа, а приспособление «Granyl» – высевающим аппаратом ячеисто-дискового типа с наклоном ячеек относительно горизонтальной оси таким образом, что они образуют полость равномерного заполнения ячеек под кожухом.

Основным недостатком приспособлений дискового типа является то, что они чувствительны к повышению скорости движения агрегата, так как ухудшается заполнение ячеек материалом.

Приспособления фрикционного типа известны под маркой «Rassia» фирмы «Troster» (ФРГ) и «Ribex» фирмы «Blanchot» (Швеция).

Типичный высевающий аппарат приспособления «Rassia» состоит из выпускной воронки, кожуха, вращающегося упругого ротора, регулировочного механизма и его привода. Внутренняя сторона ротора имеет гладкую поверхность и играет роль вращающегося дна.

Материал, поступающий из выпускной шахты, заполняет пространство, ограниченное внутренней поверхностью ротора и боковой поверхностью полудиска. При вращении ротор захватыва-

ет материал и перемещает его к выгрузному (дозированному) окну. Дозирование регулируется изменением поперечного сечения выгрузного окна. Норма внесения гербицидов регулируется изменением поперечного сечения дозирующего отверстия питателя и частоты вращения ротора.

К преимуществам приспособлений фрикционного типа относится незначительное влияние скорости движения агрегата на количественный расход гранулированных гербицидов.

Приспособления черпакового типа не находят широкого применения в настоящее время. Известна конструкция приспособления этого типа модели «Precistem» фирмы «Venac» (Франция).

Высевающий аппарат представляет собой два колеса с тангенциальными черпаками, расположенными по их периметру. Между колесами на валу установлено храповое колесо со скользящим по нему молотком. При вращении колес черпаки погружаются в массу гранулированных гербицидов, содержащихся в бункере. Затем транспортируют их к коллектору. Молоток непрерывно ударяет по храповому колесу, обеспечивая тем самым лучшее наполнение, регулирование и разгрузку материала.

При работе аппарата черпакового типа повреждения дозируемого материала отсутствуют. Это является одним из главных их преимуществ. На количественный высев влияет уровень материала в бункере.

**Машины (приспособления) для разбросного внесения гранул.** Для разбросного внесения гранулированных гербицидов изготавливаются специальные навесные и прицепные разбрасыватели. Большинство этих машин пригодны для разбрасывания минеральных удобрений и гранулированных гербицидов. Рабочая ширина захвата достигает 6–15 м и более. Оснащены пневмомеханическими высевающими аппаратами. Для рассева гранул применяются диффузоры различного профиля (в зависимости от конструкции разбрасывателя), число их на разбрасывателе колеблется от 8 до 32, и устанавливаются они на расстоянии один от другого на 0,35–1,5 м (табл. 5) [1,3].

**Таблица 5.** Техническая характеристика машин (приспособлений) для разбросного внесения гранулированных гербицидов

Фирма-изготовитель (страна)	Модель	Тип	Доза внес., кг/га	Бункер, м	Ширина захват., м	Диффузоры, шт.	Высота сброса, м	Рабоч. орган	Регулировка	Расход проп. скорости
Amasone, (ФРГ)	Jet 1200	H *	1600	1-1,2	12	16	0,75	Бараб. штифт.	Частот. вращ.	Нет Да
	Jet 4000	П *	1200	4		16	0,80			
Vailly - S.M.C., (Франция)	Multigrasol	H	3-50	0,11	12	16	0,10	Ленточ. трансп.	Измен. сеч.окн	Да
Evgard, (Франция)	DM 12	H	6-40	1,2	12	12	0,75	Бараб. с сект.	Изм. ч. вращ.	Нет
Horstine Farme-Ry, (Англия)	TMA 4 Universal	H		0,21	9,75	8	0,75	Катуш. желоб.	То же	Да
Kongakilde, (Швеция)	Tive 1000	H	0-1000	1	12	20	0,80	Катуш. штифт.	То же	То же
	Tive 4000	H	37,3	-4	12	20	0,80	То же	То же	То же
Nodet-Gougis, (Франция)	DP 9	H	-121	0,8	9	12	0,80	Бараб. желобч.	То же	Нет
	DP 12	H	-90	1	12	16			То же	То же
	MT 12	П	-66	1	12	32			То же	Да
Weiste, (ФРГ)	Accord AS 12	H	1-16	1	12	8	0,80	Заслон. с отвер	Сечен. отверстие	Да

#### Выводы.

1. В зарубежной сельскохозяйственной практике широко применяются гранулированные гербициды. Ассортимент их из года в год расширяется. По сравнению с жидкими препара-



ратами, наносимыми на объект опрыскиванием, гранулированные препараты имеют существенные преимущества – большую продолжительность действия, меньший снос ветром за пределы обрабатываемого участка, более стабильную концентрацию препарата в почве; обеспечивают значительно лучше санитарно-гигиенические условия труда, более удобны в применении. Поэтому они являются одной из перспективных препаративных форм гербицидов в отношении повышения их эффективности и снижения токсичности.

2. Их применяют путем рассева по поверхности почвы разбросным и ленточным способами с последующей заделкой в почву почвообрабатывающими орудиями или без заделки, а также путем внесения в почву рядовым способом. Ленточный и рядовой способы получили наибольшее применение, так как обеспечивают значительную экономию препаратов по сравнению с разбросным и тем самым способствуют снижению загрязнения окружающей среды. Так, при аналогичных способах посева зерно-бобовых культур и риса ленточное внесение обеспечивает экономию около 50 % препарата, необходимого для разбросного внесения на той же площади, а рядовое – до 90 % при обеспечении достаточной защиты культурных растений.

3. Для рядового и ленточного внесения гранулированных гербицидов зарубежные фирмы изготавливают приспособления к сеялкам, а для разбросного – специальные машины.

Приспособления к сеялкам делятся на две группы:

- с индивидуальным расположением бункера, индивидуальным дозированием и гравитационной подачей материала на дно борозды;
- с центральным расположением бункера, индивидуальным дозированием и пневматическим транспортированием материала на дно борозды.

Машины для разбросного внесения в основном универсальные, то есть пригодны для рассеивания гранулированных гербицидов и минеральных удобрений. Все они широкозахватные (6–12 м), имеют пневматическую систему транспортирования гранул по материалопроводам к разбрасывающим органам и один, расположенный в центре, бункер. Их можно подразделить на два типа – с индивидуальным для каждого разбрасывающего органа дозирующим аппаратом и общим дозирующим аппаратом для всех разбрасывающих органов.

Наибольшее распространение получили машины первого типа. Они обеспечивают высокую равномерность высева гранул по всей ширине захвата.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Цветников Ж.Ф., Комаров Л.И. Современная техника для борьбы с сорняками, вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений за рубежом / Ж.Ф. Цветников, Л.И. Комаров // Механизация сельскохозяйственного производства за рубежом. – М., 1978. – С. 40.
2. Агарков В.Д. Пестициды при возделывании риса по интенсивной технологии / В.Д. Агарков, А.И. Касьянов, В.П. Конохова, Г.А.К. СССР. – М., Агропромиздат, 1989. – С. 14-18.
3. Бовсуновский В.Н., Современное состояние и тенденции развития машин для внесения гранулированных пестицидов за рубежом / В.Н. Бовсуновский, И.П. Масло, С.П. Тимошенко, В.Н. Литвинов // Сельскохозяйственные машины и орудия. Серия 2, вып. 8. ЦНИИТЭИтракторсельмаш. – М., 1985. – С. 36.
4. Радин Ю.П. Совершенствование технологии и средств механизации посева риса, внесения минеральных удобрений и почвенных гербицидов / Ю.П. Радин, В.И. Воробьев, В.А. Эпингер, А.В. Воробьева // Разработка агротехнических и технико-экономических требований к машинам и орудиям для комплексной механизации и автоматизации возделывания риса: отчет о НИИР за 1968 год по проблеме № 6. – Краснодар: ВНИИриса, 1969. – С. 3–34.
5. Агарков В.Д., Касьянов А.И. Теория и практика химической защиты посевов риса / В.Д. Агарков, А.И. Касьянов. – Краснодар: «Советская Кубань», 2000. – С. 336.

## **ГРАНУЛИРОВАННЫЕ ГЕРБИЦИДЫ И СПОСОБЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ**

В.И. Воробьев, А.В. Воробьева

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

### **РЕЗЮМЕ**

Даны краткие сведения о технологии и эффективности применения гранулированных гербицидов. Приведена классификация машин по способу внесения в почву гранул и типу высевающих аппаратов. Проанализированы конструкции машин и приведены их обобщенные характеристики. Определены тенденции развития машин и приспособлений для внесения гранулированных гербицидов при возделывания риса и сопутствующих культур.

### **GRANULAR HERBICIDES AND METHODS OF THEIR APPLICATION**

V.I. Vorobyov, A.V. Vorobyova

All-Russian Rice Research Institute

### **SUMMARY**

Methods and efficiency of granular herbicide application are summarized. The classification of machinery according to method of incorporation of granules into the soil and type of seed meter is given. Machinery designs are analyzed and their summarized characteristics are given. Tendencies in the development of granular herbicide application equipment in cultivation of rice and associated crops are defined.

В настоящее время при выращивании риса водоросли воспринимаются как сорняки рисового поля, с которыми необходимо вести борьбу всеми доступными средствами [1]. Особенно в начальный период прорастания семян и получения всходов они отрицательно влияют на эти процессы. Однако присутствие водорослей в посевах риса в последующие фазы вегетации, по последним данным, является источником существенного поступления органического вещества, влияет на состояние водной среды, повышая её щёлочность, снижая температуру воды в зоне узла кущения. Водоросли в поздние периоды вегетации способствуют повышению уровня доступности микро- и макроэлементов для растений риса [2].

Оценка роли и значения видов водорослей позволяет выделить наиболее вредоносные, а также полезные виды, определить сроки и степень их влияния на растения риса, разработать меры, устраняющие их негативное воздействие, и учесть положительное влияние на продуктивность посевов. Для рисовых полей Кубани, в отличие от Восточно-Азиатских регионов возделывания риса, отмечается иное распространение водорослей. Так, для древнейших зон рисосеяния Сине-зелёные (Cyanophyta) водоросли являются доминирующими, накапливающими значительную биомассу и повышенную урожайность риса. Для Кубани доминирующая роль принадлежит Зелёным (Chlorophyta) и Диатомовым (Bacillariophyta) водорослям и лишь на третьем месте - Сине-зелёные (Cyanophyta). Но последние не накапливают значительной биомассы, которая характерна для них в Юго-Восточной Азии. На Кубани климатические условия благоприятны для доминирования именно Зелёных (Chlorophyta) водорослей, которые формируют значительную биомассу.

Для изучения темпов развития биомассы водорослей в полях рисового севооборота по различным предшественникам было проведено исследование.

**Методика.** На полях ОПХ «Кубань» Славянского района Краснодарского края был заложен полевой опыт с различными предшественниками риса:

1. рис по рису, 3 года;
2. рис по пласту (люцерна);
3. рис по обороту пласта;
4. рис по чистому пару;
5. рис по занятому пару (озимая пшеница).

Посев проводили 10 мая, воду в чеки подали 12 мая. Сорт риса – Рапан. Площадь опытных полей - 6 га каждое. Рис выращивали в соответствии с рекомендациями ВНИИ риса [3].

Отбор и подсчёт количества водорослей проводили по Голлербаху и Полянскому [4]. Сухую массу водорослей определяли весовым методом у отобранных проб с фиксированных площадок 1м × 1м, с просушиванием при 105 °С до постоянной массы и последующим пересчётом на 1 га.

**Результаты исследований.** По наблюдениям 2007 года общее количество активных водорослей на рисовых полях составляло 142 вида, относящихся к 80 родам. Проведённый альгомониторинг в различных полях показал, что видовой состав водорослей зависит от предшественника. Данные представлены в таблице 1.

На рисовых системах преобладали Зелёные (Chlorophyta) водоросли, их было 51,3% от общего количества, затем Диатомовые (Bacillariophyta), которые составляли 22,8% и Сине-зелёные (Cyanophyta) – 12,7%. Остальные представители составили менее 10% по отделам.

Перечисленные водоросли в различных полях формировали и разную биомассу. Результаты наблюдений представлены в таблице 2.

Из представленных данных видно, что, чем больше видовой состав водорослей в отдельных полях рисового севооборота, тем меньше биомасса, формируемая ими. В полях с

большой биомассой водорослей отмечалась и более высокая урожайность риса. Полученные результаты свидетельствуют, что между количеством водорослей и формируемой ими биомассой существует высокая обратная корреляция ( $r_{1,2} = -0,848$ ), а между массой водорослей и урожайностью риса – высокая положительная корреляция ( $r_{2,3} = +0,970$ ).

**Таблица 1.** Распространение водорослей по отделам в полях рисового севооборота

Отдел водорослей	Поля севооборота					% распростра- нения
	1	2	3	4	5	
Зелёные (Chlorophyta)	38	31	22	29	42	51,3
Диатомовые (Bacillariophyta)	16	18	9	16	13	22,8
Сине-зелёные (Cyanophyta)	12	7	5	7	9	12,7
Жёлто-зелёные (Xanthophyta)	4	1	3	4	8	6,3
Эвгленовые (Euglenophyta)	-	1	-	7	7	4,7
Золотистые (Chrysophyta)	2	-	-	1	3	1,9
Красные (Rhodophyta)	1	-	-	-	-	0,3

**Таблица 2.** Количество видов, биомасса водорослей и урожайность риса сорта Рапан, полевой опыт 2007 г.

Вариант опыта	Количество видов, шт.	Масса водорослей, г/м <sup>2</sup> сухого вещества	Урожайность зерна, ц/га
	1	2	3
1. Рис по рису, 3 года	73	144,3	54,2
2. Рис по пласту (люцерна)	58	311,8	73,3
3. Рис по обороту пласта	39	285,0	56,3
4. Рис по чистому пару	64	232,7	62,8
5. Рис по занятому пару (озимая пшеница)	82	153,9	57,5
НСР <sub>05</sub>		15,6	3,55
Коэффициент корреляции	$r_{1,2} = -0,848 \pm 0,126$	$r_{2,3} = +0,970 \pm 0,027$	

**Выводы.** При меньшем числе водорослей доминирующие виды формируют существенную биомассу, которая положительно влияет на урожайность риса. Поэтому борьба должна проводиться только с вредоносными видами водорослей и только в начальный период – получение всходов. Учитывая положительную роль водорослей в последующие периоды вегетации риса, любую борьбу с ними необходимо прекратить.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Фанян, Г.Г. Альгофлора рисовых полей Кубани / Г.Г. Фанян, А.Х. Шеуджен, В.Г. Власов [и др.]. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2001. – 580 с.
2. Фанян, Г.Г. Влияние водорослей на доступность макро- и микроэлементов, рост, развитие и продуктивность риса / Г.Г. Фанян, В.Г. Власов, В.А. Караченцев / Рисоводство. – 2010. - №16. – С.75-82.
3. Система рисоводства Краснодарского края: рекомендации / Под общ. Ред. Е.М. Харитоновна. – Краснодар: ВНИИ риса, 2005. – 340 с.
4. Голлербах, М.М. Определитель пресноводных водорослей СССР / М.М. Голлербах, В.И. Полянский. – М.: «Советская Наука», 1951. – 200 с.

## ВЛИЯНИЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ РИСА

В.Г. Власов, Г.Г. Фанян

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

### РЕЗЮМЕ

Водоросли продуктивно влияют на урожайность риса. Отмечается высокая положительная корреляционная связь с формируемой биомассой. Борьбу с водорослями целесообразно вести только в начальный период вегетации риса.

### THE INFLUENCE OF ALGAE ON RICE YIELD

V.G. Vlasov, G.G. Phanyan

All-Russian Rice Research Institute

### SUMMARY

The authors have determined that algae have a positive effect on rice yield. Also high positive correlation between algae biomass and rice yield has been marked. It is recommended to carry out algae management only in the early rice vegetation period.

№ п/п	Наименование сорта	Урожайность, ц/га	Биомасса водорослей, г/га
1	Ирис	10,5	120
2	Светлана	11,2	130
3	Светлана	11,8	140
4	Светлана	12,5	150
5	Светлана	13,2	160
6	Светлана	14,0	170
7	Светлана	14,8	180
8	Светлана	15,5	190
9	Светлана	16,2	200
10	Светлана	17,0	210

В работе описаны результаты исследований влияния водорослей на урожайность риса. Установлено, что биомасса водорослей положительно коррелирует с урожайностью риса. Наибольшая урожайность достигнута при биомассе водорослей 210 г/га. Рекомендуется вести борьбу с водорослями только в начальный период вегетации риса.

УДК 5.35.1.433.15

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В РОССИИ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ РИСОВОГО ПРОИЗВОДСТВА\***

**В.И. Госпадинова, к. техн. н.**

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

**Т.Л. Коротенко, к. с.-х. н.**

Краснодарский кооперативный институт (филиал)

Российского университета кооперации

Рисовая лузга, подвергнутая физико-химической обработке, – ценнейшее сырье для получения всевозможных соединений кремния, обладающих уникальными свойствами [1-3, 8,9].

Учеными института химии ДВО РАН на лабораторном уровне разработана технология и нормативно-техническая документация по выработке из рисовой лузги и рисовой соломы высококачественного аморфного диоксида кремния [7-10]. По инициативе этих исследователей в 2002 г. на ОАО «Славянский КХП» Краснодарского края при участии специалистов рисоперерабатывающих предприятий России была проведена научно-практическая конференция, где был рассмотрен и обсужден проект ДВО РАН [20]. В основе проекта – идея создания промышленной технологии производства аморфного диоксида кремния высокой чистоты, установление технологических параметров процесса и разработка комплекса технологического оборудования. Его стоимость в тот период составляла 1100 тыс. дол. США, срок окупаемости – 1,7 года.

По физико-химическим показателям новый продукт из рисовой лузги – аморфный диоксид кремния, превосходит все выпускающиеся в России и за рубежом порошки диоксида кремния, получаемые из силиката натрия или кристаллического диоксида кремния [15]. Потенциальными потребителями технического диоксида кремния могут быть предприятия, производящие жидкое стекло. В России потребность в жидком стекле составляет более 5 тыс. тонн в год, для чего необходимо 1,6–1,9 тыс. тонн диоксида кремния.

В настоящее время жидкое стекло производят из кварцевого песка чистотой 96–98%. Использование аморфной формы диоксида кремния возможно при производстве основного компонента жидкого стекла – силиката натрия («силикатглыба»). На стекольных заводах Краснодарского края и за его пределами (Приморский и Хабаровский края, Амурская, Еврейская, Магаданская, Саратовская, Сахалинская области) отсутствует производство силиката натрия. Силикатглыбу поставляют из г. Стерлитамака или пос. Визили Пермской области. Производство силиката натрия осуществляется при высокотемпературном (1300–1400 °С) сплавлении кварцевого песка с карбонатом натрия в газотермических печах в течение 8–16 часов под давлением 10–12 атм. [9]. Использование же аморфной формы диоксида кремния, предлагаемое проектом ДВО РАН [20], позволило бы проводить процесс без давления в течение нескольких минут [8].

Рисоперерабатывающие предприятия России в целом одобрили вышеупомянутый проект, но из-за отсутствия средств на внедрение в производство разработанной технологии, а также рынков сбыта решение проблемы до сих пор не вышло из стен научной лаборатории института химии ДВО РАН.

В мае 2006 г. в Краснодаре состоялось выездное пленарное заседание Россельхозакадемии по теме: «Совершенствование энергетической базы сельского хозяйства Краснодарского края – повышение эффективности использования и вовлечение в энергобаланс местных видов топлива, биомассы, растительных отходов и нетрадиционных источников энергии» [18]. Отмечено, что основным направлением энергосбережения в сельском хозяйстве является освоение ресурсосберегающих технологий производства сельхозпродукции. Только в аграрном секторе образуется около 200 млн тонн отходов продукции растениеводства, в том числе 96–100 тыс. тонн рисовой лузги и 400–800 тыс. тонн рисовой соломы, 50–70 тыс. тонн рисовой муки, которые могут

\* Продолжение. Начало в журнале «Рисоводство», 2009, № 15.

быть переработаны в 125 млн тонн условного топлива. Использование возобновляемых источников энергии в мире сегодня составляет 2,0–2,7%; в странах ЕС, по разным прогнозам, к 2020 году энергия биомассы будет занимать до 13% от общего энергопотребления. Эффективным источником энергии являются отходы рисового производства (солома, лузга, мучка, зерноотходы). Специальная топка для использования сырья растительного производства, разработанная ВИМом, показала высокую экономическую эффективность при испытаниях в агрофирме «Кавказ» Краснодарского края и может найти широкое применение. ВИЭСХом разработан, изготовлен и испытан экспериментальный образец пиролизной установки для переработки растительной биомассы в жидкое и газообразное топливо. Однако освоение производством этих наработок находится на начальной стадии.

ОАО «Славянский КХП» Краснодарского края в 1999–2006 годах регулярно и равномерно в течение года поставлял рисовую лузгу на ОАО «Оскольский электрометаллургический комбинат» (ОЭМК) для теплоизоляции расплава металла и шлака в сталеразливочном и промежуточном ковшах сталелитейного производства в количестве 10–12 вагонов в месяц. Годовая потребность в тот период – 1100 тонн рисовой лузги или 550 тонн золы (материалы взаимозаменяемы), суточная – 3 тонны лузги или 1,5 тонны золы. В последние три года производство на ОАО «ОЭМК» сократилось, поэтому почти вдвое уменьшились поставки лузги с ОАО «Славянский КХП».

В 2002–2003 годах ЗАО «Альтернативные технологии» (Москва и Новороссийск) вошли с предложением в администрацию Краснодарского края, комитет по рисоводству, во ВНИИ риса об участии в строительстве на Кубани предприятия по переработке рисовой лузги. Цель проекта – утилизировать рисовую лузгу путем ее переработки в ликвидный товарный продукт – кремнеуглерод. Кремнеуглеродистые материалы – наполнители для резинотехнических изделий, в том числе автомобильных шин, улучшающие их прочностные свойства, компонент для получения специальных углеродных средств, сорбент для очистки воды от нефтяных и масляных загрязнений. Предполагалось, что предлагаемый проект улучшит экологию в результате утилизации отходов растительного происхождения, обеспечит создание продукта, который позволил бы занять на рынке нишу производителей белой сажи и технического углерода, а также создал бы дополнительные рабочие места для сельских работников. Планировалось строительство предприятия по утилизации рисовой лузги на территории ОАО «Ангелинский элеватор» Красноармейского района. Был выделен земельный участок под строительство упомянутого предприятия, разработаны чертежи технологических агрегатов. Но и этот проект не был реализован. По причине финансовых проблем, смены руководителя предприятия, изменения статуса ОАО «Ангелинский элеватор» работа по созданию предприятия для утилизации рисовой лузги была прекращена.

Таким образом, в бывшем СССР, в современной России так же, как и за рубежом, предпринимались и предпринимаются многочисленные попытки по утилизации рисовой лузги, однако ни одна из них пока не реализована на практике.

Рисовая мучка также является побочным продуктом производства рисовой крупы, состоящим из зародыша, обрывков тканей плодовой, семенной и частично цветковой оболочек, обломков рисовой зерновки (мелкой сечки) и крахмалистой пыли. Процентное содержание всех составляющих ее компонентов, особенно богатого жиром зародыша, химический состав зависят от технологии процесса шлифования риса и применяемого при этой операции оборудования, а также качества исходного сырья. В таблице приведены колебания в химическом составе рисовой мучки по данным различных исследователей [11, 16, 22, 28].

Выход рисовой мучки колеблется в пределах 10–15% от веса перерабатываемого риса – зерна [19, 22]. Содержание сырого жира в ней достигает величины 20–24% при минимальном пределе 8% [28].

Рисовая мучка может служить потенциальным источником для получения растительного масла. В России извлечение растительного масла из рисовой мучки в настоящее время не производится, несмотря на большой объем переработки риса-зерна – 800 тыс. тонн. Рисовая мучка реализуется только как кормовой продукт [23].

**Таблица.** Химический состав рисовой мучки

Влажность, %	Показатели, % в пересчете на сухое вещество				
	общий белок	сырой жир	безазотистые экстрактивные вещества	клетчатка	зола
7,5–14,0	5,0–21,0	8,0–24,0	32,0–59,0	5,8–27,9	5,0–15,0

Рисовое пищевое масло получают в Бразилии, Бирме, Индии, Германии, Японии, США, на Тайване [23]. Исследования производства рисового масла проводятся во Франции, Италии, Китае, Корее и на Филиппинах [5, 6, 17]. В Японии [5, 27] экстракцию рисового масла осуществляют в крупных промышленных масштабах. В других странах производство этой продукции остается на низком уровне. В Индии [23] выработка масла из рисовой мучки не получила широкого распространения и ведется на небольших заводах. В США запатентован так называемый X-M способ обработки риса-зерна [21, 24]. После шелушения зерно подвергается шлифованию в присутствии гексановой мисцеллы рисового масла. Этот принципиально новый способ переработки зерна риса позволяет получить рисовое масло с низким кислотным числом (до 8 мг КОН). Однако по такой схеме в настоящее время в США работает только один завод небольшой мощности, поэтому сложно оценить экономическую целесообразность указанного способа.

Исследования способа получения масла из рисовой мучки в промышленном масштабе в бывшем СССР впервые были проведены в 1970–1972 гг. кафедрой технологии жиров бывшего Краснодарского политехнического института [22]. На Белореченском и Невинномысском маслоэкстракционных заводах было получено 247 тонн технического рисового масла. В 1974–1977 гг. учеными этой кафедры в производственных условиях совхоз-завода “Элит” Краснодарского края была испытана технология извлечения восков из мисцеллы рисового масла (содержание восков в рисовой мучке колеблется в пределах 2–4 %) [16].

Была установлена практическая возможность и экономическая целесообразность получения масла и воска из рисовой мучки на действующих промышленных экстракционных линиях. Однако проведенные исследования носили в целом научный характер и были прекращены по независящим от разработчиков причинам. На государственном уровне было принято решение об использовании рисовой мучки только при производстве комбикормов. В настоящее время в комбикормовой промышленности используется рисовая мучка без какой-либо предварительной обработки, необходимой для стабилизации ее качества.

Отличительной особенностью рисовой мучки как масляного сырья является нестойкость при хранении, обуславливаемая при низком содержании жира в рисе-зерне высокой лабильностью фермента липазы, причем скорость гидролитических и окислительных процессов при отделении поверхностных слоев от зерновки риса резко возрастает. Такого быстрого роста кислотности не наблюдается ни в каких других видах подобного масляного сырья.

Ряд особенностей рисовой мучки – невысокая маслячность, мучнистая структура, относительно небольшой выход мучки на рисо заводах по сравнению с основным вырабатываемым продуктом (крупа), а также крайняя нестойкость мучки при хранении – затрудняют ее перевозку, хранение и обезжиривание на типовом маслоэкстракционном оборудовании. Если невысокая маслячность и бесструктурность рисовой мучки могут быть преодолены путем применения специализированных экстракционных установок [12], то вопросы сохранения ее качества до обработки остаются нерешенными из-за недостаточной изученности условий и методов стабилизации качества этого вида масляного сырья [13, 14, 29].

В 1977–1979 гг. Краснодарским политехническим институтом была продолжена работа по разработке способа и режимов инактивации ферментной системы рисовой мучки с целью предотвращения быстрого роста кислотного числа, стабилизации ее качества при хранении и дальнейшем использовании в рецептуре комбикормов [12, 14]. По результатам этих исследований на Варениковском рисо заводе Краснодарского края была смонтирована линия по обра-



ботке рисовой мучки с целью стабилизации ее качества, однако ее внедрение так и не состоялось по причинам организационного характера.

В 1985–1988 гг. в Кубанском филиале ВНИИЗерна по заданию бывшего Министерства хлебопродуктов СССР и РСФСР под руководством одного из авторов данной статьи (Госпадиновой В.И.) были проведены исследования возможности использования рисовой мучки для производства пищевого рисового масла. Установлено, что кислотное число свежесырьевой рисовой мучки на рисо заводах разных регионов страны (Краснодарский край, Украинская, Узбекская и Казахская ССР) в 3–6 раз превышает норму (16 мг КОН), определенную ТУ 8-22-57-88 на стабилизированную мучку для производства растительного масла, предназначенного для пищевых целей. Исследования различных вариантов стабилизации качества рисовой мучки (тепловая и влаго-тепловая обработка; хранение мучки при пониженных температурах 5–10 °С; применение консервантов – пропионовой кислоты и хлористого натрия показали, что упомянутые способы несколько стабилизируют качество рисовой мучки при хранении, но не уменьшают исходную величину кислотного числа. По данным отдела пищевой промышленности бывшего Госагропрома СССР, ни в одной стране мира, ни из одного вида масличного сырья при таком высоком уровне исходной кислотности не получали пищевых масел, все известные в настоящее время методы рафинации [13] окажутся неэффективными при таком низком качестве исходного рисового масла. Исследования данной проблемы были прекращены.

Вопросы, связанные с рафинацией масла из рисовой мучки, в дальнейшем не изучали и не апробировали.

Известно, что рисовая мучка, полученная из зерна риса, подвергнутого гидротермической обработке, более стабильна при хранении, так как этот технологический способ обработки зерна обеспечивает частичное инактивирование ферментов [24].

В настоящее время пищевое масло из рисового сырья в России и странах СНГ не производится.

На кафедре пищевой инженерии и высоких технологий Куб ГТУ (А.Ю. Шаззо) разработана технология отделения рисового зародыша с последующим извлечением из него рисового масла с использованием импортного оборудования, которую в настоящее время апробируют в крупноцеховых небольших производственных предприятиях Краснодарского края.

Следующим продуктом вторичного сырья рисового производства является рисовая солома. Разносторонние исследования возможностей использования рисовой соломы были проведены во ВНИИ риса в 1990–2000 гг. (М.И. Чеботарев, Ю.П. Радин).

В зависимости от природно-климатических и погодных условий, районированных сортов отношение массы зерна и соломы для риса изменяется в пределах от 1:1 до 1:0,7. Объем возможного сбора соломы при уборке риса в целом по Краснодарскому краю в последние годы составляет 600–800 тыс. тонн в год.

В условиях рыночной экономики и обеспечения экологической безопасности приобретают актуальность вопросы использования и переработки рисовой соломы. Основную массу соломы сжигают, хотя существуют рекомендации по ее использованию в качестве кормов, удобрений, строительных материалов.

За рубежом [4–6, 11, 17, 24] рисовую солому используют для изготовления всевозможных плетений – корзин, шляпок, сандалий, циновок и даже мешков. Для этой цели преимущественно применяют солому клейких (глютенных) сортов риса, так как она тоньше, крепче и вообще устойчивее, чем обыкновенная рисовая солома. Из рисовой соломы изготавливают бумагу в Китае с древних времен.

В России потенциально ценное сырье не используют. Для решения существующей экологической проблемы использования рисовой соломы на Кубани в феврале 2010 г. под эгидой администрации Краснодарского края создана рабочая группа из специалистов для изучения возможности промышленной переработки рисовой соломы с применением современных технологий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградов В.В., Былков А.А. Способ подготовки рисовой шелухи для получения высокочистого диоксида кремния: патент РФ № 2161124, 16.09.99.
2. Виноградов В.В., Виноградова Е.П., Хачатуров Н.А. Способ подготовки рисовой шелухи для получения высокочистого диоксида кремния: патент РФ № 2191158, 22.05.2001.
3. Виноградов В.В., Виноградова Е.П., Хачатуров Н.А. Способ получения ультрадисперсного аморфного или нанокристаллического диоксида кремния: патент РФ № 2191159, 25.05.2001
4. Гуцин Г.Г. Рис. – М.: Сельхозгиз, 1930. – С. 18-21.
5. Данилин А.С. Переработка риса в Японии /А.С. Данилин // Переработка риса. Мукомольная, крупяная и комбикормовая промышленность. – М.: ЦНТИИТЭИ Минзага СССР, 1965. – С. 32-38.
6. Данилин А.С. Техника и технология переработки риса в КНР/А.С. Данилин // Переработка риса. Мукомольная, крупяная и комбикормовая промышленность. – М.: ЦНТИИТЭИ Минзага СССР, 1965. – С. 66-80.
7. Добржанский В.Г., Земнухова Л.А., Сергиенко В.И. Способ получения диоксида кремния из отходов производства риса и устройство для его осуществления: Патент РФ по заявке 2003125691 (решение о выдаче от 26.02.2004).
8. Земнухова Л.А., Сергиенко В.И., Давидович Р.Л., Федорищева Г.А., Соловьева Т.Ф., Хоменко Ф.А., Горгач В.И. Получение ксилита и аморфного диоксида кремния из рисовой лузги // Вестник ДВО РАН. – 1996. – № 3. – С. 82-87.
9. Земнухова Л.А., Сергиенко В.И., Каган В.С., Федорищева Г.А. Способ получения аморфного диоксида кремния из рисовой лузги: патент РФ № 2061656 // Б.И. – 1996. – № 16. – С. 191.
10. Игнатенко Ю., Федорченко В. Стратегическая шелуха // Газета “Владивосток”. – [электрон. версия].
11. Козьмина Е.П. Хранение и переработка риса. – М.: Колос, 1966.
12. Копейковский В.М., Арутюнян Н.С., Проскурина В.Л., Дорошенко В.Я., Орлова З.А. Влияние структуры рисовых отрубей на скорость и полноту экстракции из них масла // Масложировая промышленность. – М., 1971. – С. 19-22.
13. Копейковский В.М., Проскурина В.Л. Гидролитические и окислительные процессы при хранении рисовых отрубей // Масложировая промышленность. – 1971. – № 6. – С. 4-5.
14. Копейковский В.М., Арутюнян Н.С., Проскурина В.Л. Влияние режимов влаготепловой обработки на активность ферментов рисовых отрубей // Изв. вузов СССР. Пищевая технология. – 1971. – № 4. – С. 50-52.
15. Ладатко А.Г., Земнухова Л.А., Федорищева Г.А., Ковалевская В.А. Получение аморфного кремнезема из лузги и соломы риса // Рисоводство. – 2005. – № 7. – С. 100-105.
16. Мартовщук Е.В. Исследования отходов переработки риса и содержащихся в них липидов как сырья для извлечения восков и разработка промышленного способа их получения: автореф. дис. ... к. техн. н. – Краснодар, 1976. – 27 с.
17. Переработка риса-зерна в крупу в Италии // Хранение и переработка зерна. Зарубежная информация. – М.: ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1970. – Вып. 7. – С. 26-33.
18. Постановление Бюро Отделения механизации, электрификации и автоматизации Россельхозакадемии “О предложениях НИИ Отделения к программе разработки и внедрения новых альтернативных источников энергии в АПК Краснодарского края.” – Краснодар. – 25 мая 2006 г. – С. 2.
19. Правила организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях. – 1971.
20. Проект ДВО РАН № 48. Использование рисовой шелухи для производства высокочистого аморфного диоксида кремния. – Научно-практическая конференция. – ОАО “Славянский КХП”. – г. Славянск-на-Кубани. – 2002. – С. 2.

21. Промышленная переработка риса в США/ Обзорная информация // Мукомольно-крупяная промышленность. – М.: ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1975. – С. 1-40.
22. Проскура В.Л. Исследование процессов и разработка режимов стабилизации качества рисовых отрубей при хранении и получения из них масла методом экстракции: автореф. дис. ... к. техн. н. – К., 1971. – 23 с.
23. Рациональные пути использования отходов крупозаводов / С.С. Бакал.– Серия «Элеваторная, мукомольно-крупяная и комбикормовая промышленность». – М.: ЦНИИТЭИ Госкомзага, 1969. – 27 с.
24. Рис и его качество./ Пер. с англ. Г.М. Бардышева и Н.А. Емельяновой. Под ред. д.т.н. Е.П. Козьминой. – М.: Колос. – 1976. – С. 7-20, 286.
25. Сандлер Ж.Я. Исследование химического состава липидов зерна риса отечественных сортов: автореф. дис. ... к. х. н. – М., 1970. — 24 с.
26. Севериненко С.М. Исследование процесса рафинации рисового масла: автореф. дис. ... к. х.н.– М., 1973. — 27 с.
27. Хранение и переработка риса в Японии // Мукомольно-крупяная промышленность. – М.: ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1977. – С. 16-65.
28. Шухнов А.Ф. Исследование качества и питательной ценности отечественного риса и продуктов его переработки: автореф. ... дис. к. с.-х. н. – М., 1966. — 28 с.
29. Щербаков В.Г., Ерохина В.Л. Влияние предварительной обработки на биохимические процессы при хранении рисовых отрубей // Изв. вузов СССР. Пищевая технология. – 1963. – № 5. – С. 19-23.

#### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В РОССИИ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ РИСОВОГО ПРОИЗВОДСТВА**

В.И. Госпадинова  
 Всероссийский научно-исследовательский институт риса  
 Т.Л. Коротенко  
 Краснодарский кооперативный институт (филиал)  
 Российского университета кооперации

#### **РЕЗЮМЕ**

На основе анализа публикаций в научной литературе и СМИ, работы рисоперерабатывающих предприятий авторами статьи продолжен обзор технологических возможностей и перспектив использования отходов рисового производства в России.

#### **USING OF RICE PRODUCTION SECONDARY RAW-MATERIALS IN RUSSIA**

V.I. Gospadinova  
 All-Russian Rice Research Institute  
 T.L. Korotenko  
 Krasnodar Cooperative Institute (branch) of Russian University of Cooperation

#### **SUMMARY**

The article carries informational character. On the base of literature source analysis, work of rice-processing enterprises, generalization of official requests a real possibility and perspectives of rice production waste using in Russia were traced.

УДК 633.18

**Г. КУШ – УЧЕНЫЙ, ТВОРИВШИЙ «ЗЕЛЕНУЮ РЕВОЛЮЦИЮ»**

Г.Л. Зеленский, д. с.-х. н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

О.В. Зеленская, к. б. н.

Кубанский государственный аграрный университет



*22 августа 2010 г. исполнилось 75 лет со дня рождения известного селекционера риса Гурдева Сингха Куша (Gurdev Singh Khush). Его имя стоит в одном ряду с именами выдающихся мастеров селекции прошлого века Н. Борлауга и П.П. Лукьяненко, с творчеством которых связывают «зеленую революцию», избавившую человечество от угрозы голода.*

Героя очерка я знал давно по многочисленным научным публикациям. Наша встреча состоялась в декабре 1997 года в г. Ноттингеме (Англия) на международном симпозиуме. После моего сообщения о селекции риса в России [6], среди ученых, задавших вопросы, был и Г. Куш. В перерыве между заседаниями мы познакомились и договорились встретиться. Наша вечерняя беседа продолжалась несколько часов. Г. Куш интересовался северным рисоводством, направлениями селекции риса в России. В нашей стране он уже бывал, но

высказал пожелание еще раз посетить Кубань, чтобы более подробно познакомиться с российским рисоводством, побывать в Москве.

Спустя месяц Г. Куш прислал мне приглашение в Международный институт риса на Филиппинах (IRRI), которым я воспользовался в марте 1998 г. Г. Куш оказался очень гостеприимным хозяином, познакомил с работой института, продемонстрировал свой селекционный материал, публикации, пригласил домой. Там он показал тропический сад, который посадила его семья. Кроме того, для меня были организованы поездки в другие научно-исследовательские институты Филиппин и культурная программа в Маниле.

В последующие годы у нас были встречи на конференциях в Египте, Италии, Уругвае. В 2001 г. Г. Куш приехал на Международную конференцию по рису, которая проходила в Краснодар. Он выступил с докладом [5] во ВНИИ риса, познакомился с селекционными посевами, особенно его интересовали растения риса нового типа. В этот период ученый активно работал над проектом «Super rice», и ему было любопытно, что нам удалось сделать в этом направлении.

Весной 2002 г. на сессии РАСХН по представлению ВНИИ риса Г. Куш был избран иностранным действительным членом академии. Диплом академика ему вручила российская делегация на Международной конференции в г. Турине (Италия). К этому времени Г. Куш уже был действительным членом нескольких иностранных академий. Таким образом научное сообщество выражало признание выдающихся достижений этого ученого в решении мировой продовольственной проблемы.

Гурдев Сингх Куш родился 22 августа 1935 г. в небольшой индийской деревне Рурки штата Пенджаб [1]. Он был первым ребенком в семье. Когда Г. Куш был школьником, ему приходилось много помогать семье в поле. После уроков он должен был заботиться о животных и приносить им корм с поля. Его ежедневный путь в школу, расположенную в соседней деревне, составлял 6 миль.

Г. Куш хотел посвятить себя медицине, но отец убедил сына поступить в сельскохозяйственный колледж (ныне сельскохозяйственный университет Пенджаба). Там он всегда был в числе лучших студентов курса. В 1955 г. Г. Куш закончил учебу и был признан лучшим студентом года. Талантливый молодой человек хотел продолжить образование, а это было возможно только за границей, но не было средств на поездку. К счастью, в это время в Англии принимали рабочих из Индии. Но у его отца не было денег на билет до Великобритании. Тогда Г. Куш одолжил деньги у нескольких родственников и отправился в туманный Альбион. Там он работал на консервной фабрике и копил средства. Через полтора года, когда собралась нужная сумма, улетел в США.



На снимке:  
Норман Е. Борлауг (слева)  
и Гурдев С. Куш —  
творцы «зеленой революции»

Еще живя в Англии, Г. Куш послал документы для поступления в американские университеты, в том числе и в университет г. Дэвиса. Но средств на оплату учебы не было. Однако, учитывая его академические успехи, глава факультета генетики Калифорнийского университета профессор Г.Л. Стеббинс пригласил Г. Куша к себе ассистентом. «Это было первое любовное письмо, которое я получил», — говорил позже Г. Куш. Он приехал в г. Дэвис в 1957 г. с твердым желанием получить степень магистра генетики. Но в течение первых двух семестров его успехи были столь значительными, что профессор предложил ему получить сразу докторскую степень (Ph.D.), минуя магистрскую. Доктором наук Г. Куш стал в возрасте 25 лет.

В этот период, несмотря на занятость, он находил время для поездок в Индию. Там в 1961 г. он женился на Харван Гревал.

После получения докторской степени Г. Куш работал ассистентом на факультете генетики Калифорнийского университета в Дэвисе до 1967 г. Все эти годы он занимался томатами. В сотрудничестве с профессором Риком он разработал научные основы цитогенетики томатов. Результаты этих исследований были опубликованы в 15 научных международных журналах. В это же время Г. Куш начал писать работу «Цитогенетика анеуплоидов» (Нью-Йорк, 1973), которая и по сей день широко используется в качестве учебного пособия.

В 1966 г. произошел случай, который изменил всю дальнейшую научную карьеру Г. Куша. Декан факультета доктор Дж. Кнотт во время посещения университета в г. Лос Баньосе (Филиппины) встретился с доктором Р. Чандлером, директором Международного института риса (IRRI). Чандлер заинтересовался у Кнотта, не знает ли тот молодого перспективного генетика, которого бы заинтересовала работа селекционера в IRRI. Кнотт рекомендовал доктора Г. Куша.

В Международном институте риса Г. Кушу поручили работу по созданию сортов риса с генетической устойчивостью к болезням и вредителям. К этому времени ученые института собрали большую коллекцию сортов риса из разных стран мира. Фитопатологи и энтомологи оценили эту коллекцию и выделили доноры с генетической устойчивостью к отдельным вредите-

лям и болезням. Эти сорта были низкоурожайными с неудовлетворительными характеристиками, но обладали генами устойчивости. Работа Г. Куша заключалась в переносе этих генов от низкоурожайных сортов к высокоурожайным. Его успехом стало создание в 1973 г. сорта IR 26. Это был первый сорт, устойчивый к коричневой цикадке (*Delphacidae*), и его быстро начали внедрять в производство фермеры Филиппин, Индонезии и Вьетнама. Сорт был также устойчив к бактериальному ожогу, тунгро вирусу и зеленой цикадке, которая переносит болезнь тунгро. Однако IR 26 оказался не устойчивым к вирусной травяной карликовости. После скрининга 700 сортов риса коллегам Г. Куша удалось обнаружить один устойчивый образец дикого риса *Oryza nivara*. Ген устойчивости из этого дикого вида был перенесен в широко возделываемые высокоурожайные сорта. После внедрения устойчивых сортов эта болезнь стала редкой на фермерских полях. Сейчас вирус поддерживают только в лаборатории.



На снимке:  
Гурдев С. Куш  
на делянке сорта IR 36

Подлинным селекционным шедевром Г. Куша стал IR 36 – раннеспелый, высокоурожайный, устойчивый к болезням и вредителям сорт риса, созданный в 1976 г. Его популярность в мире превзошла все ожидания. В 1980-е годы только в Азии его возделывали на 11 млн га рисовых земель. Множественная устойчивость сорта позволяла фермерам экономить до 500 млн долларов ежегодно за счет расходов на инсектициды. Другими его достоинствами были отличное качество зерна и короткий вегетационный период. Срок созревания составлял 110 дней по сравнению с 130 днями у IR 8 и IR 26, при той же продуктивности. Более короткий вегетационный период позволял фермерам выращивать два урожая там, где раньше был один, и три урожая в некоторых областях, где прежде получали два. Эксперты подсчитали, что азиатские фермеры убирали дополнительно 5 млн тонн риса ежегодно, получая прибыль более 1 млн долларов.

Сорт создавали достаточно долго, используя сложную ступенчатую гибридизацию. В его родословной присутствует несколько доноров: короткостебельности – DgWg, устойчивости к пирикулярриозу – Tadukan и *O. nivara*, к бактериальному ожогу – Sigadis и ТКМ 6, к вирусам – *O. nivara* (см. рисунок).

В последующие годы были созданы сорта, которые по урожайности и другим признакам превосходили IR 36 [5], например: IR 64 и IR 72, которые и в настоящее время широко возделывают во многих регионах мира.

Г. Куш много внимания уделял исследованиям в области генетики риса. Наряду с классическими методами селекции он широко использовал биотехнологию и генную инженерию, особенно при решении проблемы переноса генов устойчивости к болезням и вредителям от диких видов риса в культурные сорта.

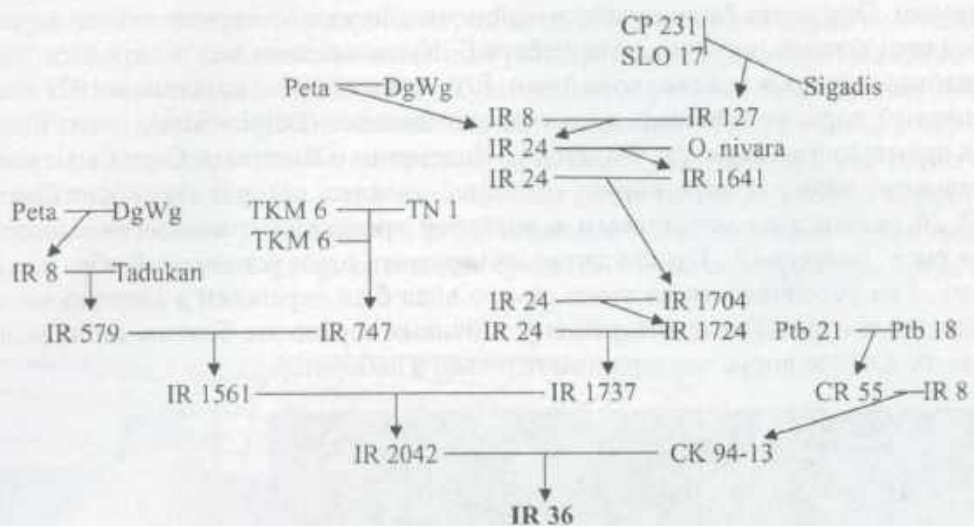


Рис. Родословная сорта риса IR 36

Усилиями ученого в 1985 г. организован первый Международный генетический конгресс по рису, на котором создан Международный комитет по координации генетических исследований риса. Рис был выбран модельной культурой в проекте по расшифровке генома. Эта работа была успешно завершена к 2004 г.

Первая «зеленая революция» произошла после создания и внедрения в производство высокоурожайных, короткостебельных (до 100 см) сортов риса с периодом вегетации до 110 дней. Это позволило выращивать два урожая там, где прежде получали один. Однако прирост населения в азиатских странах превышал темпы увеличения производства риса. Проблема усугублялась тем, что в процессе урбанизации уменьшались площади, пригодные для возделывания риса, поэтому увеличить валовой сбор зерна можно было только за счет повышения урожайности культуры.

Для решения этой проблемы в 1989 г. доктор Куш инициировал новый селекционный проект. Он начал работу по созданию растения риса нового типа «New plant type» [3], способного повысить урожайность на 20–25%. По замыслу ученого, эти растения должны были иметь следующие основные признаки: 1) короткой крепкий стебель с малым числом боковых побегов; 2) мощную корневую систему; 3) темно-зеленые толстые и вертикально расположенные листья; 4) крупную метелку, несущую 200–300 зерен. У растений «Super rice» должно быть зерна 60%, а соломы 40%, в то время как у лучших короткостебельных сортов этот показатель – 50 на 50 [1]. Первые образцы риса нового типа уже переданы фермерам на производственное испытание.

Наряду с селекцией на повышение потенциала урожайности риса, Г. Куш большое внимание уделял улучшению качества зерна. Так, с середины 1970-х гг. он работал с «Basmati». Этот длиннозерный тип риса со специфическим ароматом зерна пользуется большой популярностью в Индии и Пакистане. За 30 лет Г. Кушу удалось создать полукарликовые высокопродуктивные сорта с зерном типа Basmati.

Г. Куш работал очень интенсивно, по 12 часов в день. В офис он приезжал к 8 утра и оставался там до 17 часов, причем обычно пользовался вахтовым автобусом. Вечера он проводил в своем саду. У Кушей также был один из красивейших и ухоженных огородов в научном городке IRRI. Овощи и фрукты для своей семьи они выращивали сами. После обеда ученый возвращался в офис и работал до вечера. Ежедневно он делал часовую гимнастику, которая помогала ему поддерживать хорошую физическую форму.

Г. Куш написал 7 книг и более 150 статей в научных периодических изданиях. Он был членом редакционных советов ряда журналов.



На снимке:  
здание офиса  
Международного  
института риса

Научные достижения Г. Куша получили широкое международное признание. Он был избран членом нескольких академий и обществ Индии, Англии, Австралии, Китая, США, Филиппин, а также России. Среди многочисленных наград доктора Куша одна имеет особую ценность – это Международный продовольственный приз (World Food Prize), который в научном сообществе считается аналогом Нобелевской премии в области сельского хозяйства. Эта награда была вручена Г. Кушу в 1996 г. за создание растений риса нового типа «Super rice».

Куш убежден, что за успехом мужчины всегда стоит женщина. Без поддержки своей семьи он не смог бы сделать так много. Жена взяла на себя все заботы о доме и детях. Фактически, она пожертвовала карьерой (она доктор наук в менеджменте системы образования) для того, чтобы муж мог плодотворно работать. Куши – счастливая семья. У них четверо детей. Сын Раджив – молекулярный биолог, старшая дочь Маджив и младшая Киран – врачи, третья дочь Соня работает экономистом в Фонде по спасению детей в США.

В 2000 г. доктор Куш оставил должность руководителя отдела IRRI и стал советником по селекции. Он решил больше писать и работать на благо людей, особенно для соотечественников в Индии. Кстати, фамилия Куш на родине ученого, в Пенджабе, означает «счастливый».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Gurdev Singh Khush – man behind the green revolution in rice farming. Compiled by: Ranjit Singh. Punjab Agricultural University, Ludhiana. – 2000. – 60 p.
2. IR-36 – the world's most popular rice. – IRRI.- 1984. – P. 1-5.
3. Khush G.S. Breaking the yield frontier of rice // *Geojournal*. – 1995. – Vol. 35 (3). – P. 329-332.
4. Khush G.S., Cruz N. Developing Basmati rices with high yield potential. IRRI // *International Symposium on Rice Quality*. - Nottingham, UK, 1997. – P. 228-234.
6. Khush G.S. Strategies for improving the yield potential and yield stability of indica rice // *Rice genetic resources and breeding for Europe and other temperate areas. Proceedings of Eurorice 2001 Symposium*. September, 3-8, 2001, Krasnodar, Russia. – P. 196-207.
7. Zelensky G.L., Zelenskaya O.V. Achievements of rice breeding with high quality of grain in Russia // *International Symposium on Rice Quality*. - Nottingham, UK. -1997. –P. 337-340.



## **Д.Н. ПРЯНИШНИКОВ – ОСНОВОПОЛОЖНИК РОССИЙСКОЙ АГРОХИМИЧЕСКОЙ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ**

**А.Х. Шеуджен, член-корреспондент Россельхозакадемии**  
Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Дмитрий Николаевич Прянишников (6.XI.1865–30.IV.1948) – основатель отечественной агрономической научной школы, с именем которого связано почти 60 лет развития агрономической химии в нашей стране. Он внес фундаментальный вклад в агрохимию и физиологию питания растений. На его трудах воспитано несколько поколений агрономов и ученых в области агрохимии, физиологии и биохимии растений, и в наше время они являются одним из главных источников знания для аспирантов и студенческой молодежи.

Жизненный путь Д.Н. Прянишникова, как и многих выдающихся ученых, не богат событиями, но наполнен непрерывным творческим трудом. Родился он в г. Кяхта (Бурятская АССР), расположенном на границе с Китаем, в семье бухгалтера торговой фирмы. В раннем возрасте потерял отца, после чего мать переехала в Иркутск, где у Прянишниковых был дом на берегу р. Ангары. Здесь и протекали его детские и юношеские годы. Среднее образование Д.Н. Прянишников получил в Иркутской классической гимназии, которую окончил в 1883 г. с золотой медалью.

Уже в гимназические годы определился интерес Дмитрия Николаевича к науке. Чтобы он мог продолжить образование в университете, семья перебралась в Москву. Здесь одаренный юноша поступил на математическое отделение физико-математического факультета Московского университета, который окончил в 1887 г., получив степень кандидата наук. Тему диссертации («Современное положение вопроса о происхождении чернозема») предложил Д.Н. Прянишникову профессор Н.Е. Ляковский. В ней он тщательно проанализировал основные положения научного почвоведения, выдвинутые В.В. Докучаевым и П.А. Костычевым. Работа Д.Н. Прянишникова была высоко оценена профессором Г.Г. Густавсоном. Однако на предложение заведующего кафедрой органической химии профессора В.В. Морковникова остаться при кафедре для подготовки к научной деятельности Д.Н. Прянишников ответил отказом и поступил в 1887 г. на третий курс Петровской земледельческой и лесной академии.

Там Д.Н. Прянишников изучал физиологию растений под руководством К.А. Тимирязева, растениеводство – И.А. Стебута, агрономическую химию – Г.Г. Густавсона, сельскохозяйственную статистику – А.Ф. Фортунатова. Академию он окончил за два года. Еще до завершения обучения по представлению профессоров К.А. Тимирязева, И.А. Стебута и Г.Г. Густавсона советом академии он был избран стипендиатом высшего оклада (первая ступень в подготовке к профессорскому званию) на два года.

В 1889 г. Д.Н. Прянишников поехал на летнюю производственную практику в Боринскую экономию (Воронежская губерния) в свеклосахарное хозяйство Гардениных. Здесь он участвовал в наблюдениях и уборке, а также в обработке результатов полевых опытов, заложенных там по инициативе инженера-технолога С.А. Нечаева, изучавшего влияние азотного (селитра) и фосфорного (суперфосфат) удобрений на урожай и качество сахарной свеклы. Эта работа была дополнена литературным обзором и материалами гранулометрического анализа почв в Боринской экономии, проведенного Д.Н. Прянишниковым в химической лаборатории Московского университета. Консультировал молодого ученого профессор Г.Е. Ляковский. Эта работа явилась первым научным исследованием по сахарной свекле в России и первой его научной работой в области агрономии. Она была опубликована в «Известиях Петровской академии» за 1889 г. под заглавием «Опыты с минеральными удобрениями под сахарную свеклу».

В 1891 г. Д.Н. Прянишников еще раз вернулся к исследованиям по свекле, получив предложение С.Н. Гарденина приехать в Боринскую экономию специально для постановки полевых и вегетационных опытов с этой культурой. Вегетационные опыты с водной, песчаной и почвенной культурой он провел в оранжерее. Отчет об этих исследованиях, получивший положительный отзыв профессора И.А. Стебута, был напечатан в «Известиях Петровской академии» за 1891 г. под заглавием «Опыты по физиологии и культуре сахарной свекловицы». В результате

проведенных исследований Д.Н. Прянишников установил весьма важные положения: во-первых, определил, что оптимальная влажность чернозема для роста и развития растений сахарной свеклы равна 60 % от наибольшей влагоемкости; во-вторых, общий урожай и количество сахара возрастают по направлению к оптимуму влажности почвы; в-третьих, с повышением влажности почвы увеличивается рост и мощность растения, а также его стремление избавиться от избытка влаги. Исследуя транспирацию у растений сахарной свеклы, установил, что при густоте 75 тыс. шт. потребность их в воде за период вегетации составляет 1200 м<sup>3</sup>/га. Кроме этого, Д.Н. Прянишников изучал влияние на урожай и сахаристость сахарной свеклы густоты посева, направления рядков относительно сторон света, удобрений и орошения. Он выяснил, что уменьшение расстояния между растениями внутри рядка и междурядий способствуют повышению сахаристости и уменьшению массы корнеплодов. Он не выявил зависимости урожайности свеклы от направления рядков в посевах. Исследуя влияние удобрений, Д.Н. Прянишников экспериментально доказал, что фосфорные удобрения способствуют повышению урожайности и увеличению содержания сахара в корнеплодах соответственно на 30 и 23 %, а при внесении дефекационной грязи и навоза возрастает только урожайность. Однако наибольший рост продуктивности посевов свеклы начинающий ученый отметил при орошении. Так начал свою научную работу Дмитрий Николаевич Прянишников (Зыкова Е.А., 1972).

К агротехнике выращивания сахарной свеклы Д.Н. Прянишников еще раз возвращается уже на склоне лет (1941–1943 гг.). Работая в Узбекистане (Тимирязевская сельскохозяйственная академия во время Великой Отечественной войны была частично эвакуирована в г. Самарканд), он принял деятельное участие в расширении посевов сахарной свеклы в этой республике, читал лекции местным агрономам по биологии, агротехнике и удобрению новой для них культуры, выступал в печати. Для удлинения срока работы сахарных заводов и переработки большей массы сырья на каждом из них предложил солнечную сушку стружки свеклы и безвысадочное получение свекловичных семян в районах с мягкой зимой, где маточная свекла может зимовать в поле без уборки и кагатирования.

В 1891 г. Д.Н. Прянишников сдал при Московском университете экзамены на степень магистра агрономии, а в 1892 г. был командирован Петровской академией в Цюрихский политехнический институт для стажировки в лаборатории Э. Шульце, который заведовал кафедрой биохимии и охотно принимал у себя иностранных стажеров. Там в разные годы работали В.И. Палладин, Ф.Н. Крашенинников, В.С. Буткевич, А.Р. Кизель и многие другие молодые российские ученые. Даже ассистенты профессора – Винтерштейн и Франкфурт – свободно говорили по-русски. Д.Н. Прянишников некоторое время стажировался также в лаборатории выдающегося биохимика и микробиолога Э. Дюкло в Пастеровском институте в Париже и в лаборатории знаменитого бактериолога Р. Коха в Геттингене.

По возвращению из заграничной командировки в 1894 г. Д.Н. Прянишников оказался в довольно затруднительном положении. Петровская академия, всегда доставлявшая значительные хлопоты царскому правительству, из-за постоянных студенческих волнений была «реорганизована» в Московский сельскохозяйственный институт, т. е. попросту закрыта с увольнением всех профессоров; вместо нее в тех же зданиях было открыто совершенно новое учебное заведение, учебные планы которого не предусматривали курса агрономической химии. В защиту этой учебной дисциплины выступил устраненный в то время из академии К.А. Тимирязев. В статье «Физиология растений как основа рационального земледелия» он писал: «Чем отмечены научные успехи за этот последний век, отразившиеся на земледелии, совершенно изменившие его характер, превратившие его из бессвязного собрания рецептов и слепого подражания успешным примерам в более или менее сознательную разумную деятельность? Конечно, возникновением двух отраслей знания: агрономической химии и физиологии растений». И далее: «Земледелие стало тем, что оно есть, только благодаря агрономической химии и физиологии растений; это очевидно а priori (вперед, само собою) и доказывается всей историей. И не странно ли, что у нас именно с той поры, когда стали особенно много говорить о подъеме научного земледелия, эти две научные основы исчезли как самостоятельные предме-

ты исследования в наших высших сельскохозяйственных школах. Будущий историк развития у нас научного земледелия, конечно, затруднится объяснить себе эту непонятную аномалию».

Д.Н. Прянишникову было предложено в Московском сельскохозяйственном институте возглавить кафедру частного земледелия, а его коллеге В.Р. Вильямсу – общего земледелия и почвоведения. На кафедре Д.Н. Прянишникова был дополнительный курс луговодства, а В.Р. Вильямса – учения об удобрениях, которыми они обменялись, как оказалось впоследствии, с большой пользой для науки и практики. С первых лет работы в новом институте Д.Н. Прянишников начал с большим успехом развивать исследования по агрохимии и физиологии питания растений. Работая на этой кафедре до своей кончины, он создал отечественную научную агрохимическую школу, из которой вышли сотни видных ученых (Петербургский А.В., 1991).

В 1895 г. Д.Н. Прянишников получил для экспериментальных работ небольшую теплицу, построенную еще в 1872 г. по проекту К.А. Тимирязева. А в 1896 г. в Нижнем Новгороде состоялась Всероссийская выставка, где по проекту К.А. Тимирязева был выстроен вегетационный павильон для демонстрации питания растений в водных культурах – обширное сооружение из железа и стекла. Д.Н. Прянишников был экспертом выставки, и когда ее закрыли, благодаря содействию К.А. Тимирязева, ему удалось получить вегетационный павильон в свое распоряжение. Он был перевезен на территорию Московского сельскохозяйственного института. В этом павильоне, получившем название вегетационного домика, приобщались к научной работе многие поколения студентов. Здесь были проведены исследования в различных областях питания и обмена веществ в растениях (Петербургский А.В., 1991).

Д.Н. Прянишников отдавал много сил административной и общественной работе в Московском сельскохозяйственном институте. В 1907 г. был избран на должность помощника директора по учебной части, в 1908–1909 гг. – исполнял обязанности директора, а с 1909 по 1913 г. снова заведовал учебной частью. В 1916–1917 гг. он опять на посту директора, а в 1920–1923 гг. – декан сельскохозяйственного отделения. Кроме огромной работы в Московском сельскохозяйственном институте и Московском университете Д.Н. Прянишников находил в себе силы вести преподавание на Голицинских высших женских курсах, где с 1907 по 1917 г. он трижды избирался директором. В прощальной речи выпускницам Голицинских курсов Дмитрий Николаевич сказал: «Подвиг есть и в сражение, подвиг есть и в борьбе... Высший же подвиг, высшее напряжение воли требуется, чтобы в непрерывном стремлении, упорном труде осуществить задачу своей жизни» (Фигурновская В.Д., 1972).

Д.Н. Прянишников вместе с Э.В. Брицке и Я.В. Самойловым принимает активное участие в организации первого Научного института по удобрениям (НИУИФ), который был открыт в 1919 г. в Москве. До 1929 г. Дмитрий Николаевич заведовал его агрохимическим отделом. До окончания строительства института работы этого отдела производились на базе его лаборатории в Тимирязевской академии. Под руководством Д.Н. Прянишникова, А.И. Лебединцева и А.П. Левицкого в те годы впервые была организована широкая сеть Географических полевых опытов, результаты которых послужили теоретической основой плановых мероприятий по производству и применению минеральных удобрений в различных почвенно-климатических зонах страны. По его инициативе создана сеть опытных станций, в частности Долгопрудная агрохимическая опытная станция, директором которой он был несколько лет, и Соликамская. При непосредственном его участии был создан и укомплектован кадрами агрохимический отдел Института сахарной промышленности.

Агрохимическая лаборатория Д.Н. Прянишникова послужила также базой для организации в 1931 г. Всесоюзного института удобрений в системе Наркомзема. В настоящее время это Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии в системе Российской академии сельскохозяйственных наук, который носит имя Д.Н. Прянишникова. В течение 17 лет (1931–1948 гг.) Дмитрий Николаевич возглавлял лабораторию минеральных удобрений этого института. Руководя большой группой научных сотрудников, он продолжал исследования по агрохимии и физиологии азотного питания растений.

Д.Н. Прянишников унаследовал от своего учителя К.А. Тимирязева огромный интерес к растительному миру и его использованию для нужд человечества. К.А. Тимирязев, отдавший

всю жизнь изучению синтеза органического вещества в листьях, показал способность зеленых растений к использованию энергии солнца для ассимиляции углерода и изучил круговорот этого элемента, входящего в состав всех органических соединений. Д.Н. Прянишников взялся за не менее актуальную задачу: изучение круговорота другого органогенного элемента – азота, который входит в состав белка, являющегося главной составной частью протоплазмы и представляющего собой материальную основу всякого жизненного процесса.

Д.Н. Прянишников правильно подметил, что в период Средневековья «...не было никакого планомерного притока азота извне в хозяйство, взятое в целом, когда только перекачивался азот из почвы лугов в почву полей (через сено и навоз). Но так как луга распахивались по мере роста населения, то этот источник становился все более скудным, и XVIII столетие застаёт большую часть Европы в стадии стабилизации урожаев на уровне 7 ц/га. Затем в конце XVIII столетия в Англии, а еще раньше в Бельгии и Голландии появляется культура клевера, на смену трехполью приходит плодосмен, через клевер почва обогащается азотом воздуха как прямо, через корневые остатки, так и через навоз, получающийся от скормливания клеверного сена, – и постепенно урожаи удваиваются, достигая в названных странах 15–16 ц/га, против Средневековья». Далее он отмечает, что во второй половине XIX в. началось применение в сельскохозяйственном производстве селитры, импортируемой из Чили, суперфосфата и калийных солей. Постепенно возрастая, применение минеральных удобрений стало массовым. После Первой мировой войны появился новый источник азота – синтетический аммиак, получаемый за счет атмосферного азота, и урожайность зерновых еще удвоилась, достигнув 28–30 ц/га (Прянишников Д.Н., 1953).

Д.Н. Прянишников приступил к исследованиям азотного обмена в растениях в ту пору, когда в научной литературе очень активно обсуждался вопрос о путях образования аспарагина в прорастающих семенах и проростках. По мнению немецкого физиолога В. Пфеффера, аспарагин образуется «первичным» путем в результате расщепления белков и представляет собой транспортную форму азота в растении. Однако Д.Н. Прянишников экспериментально установил, что аспарагин в прорастающих семенах имеет синтетическое происхождение, образуясь из аммиака, возникающего в результате деградации белков и аминокислот. Итогом его интенсивных экспериментальных исследований явилась магистерская диссертация, которая была им защищена в Московском университете и затем опубликована в 1895 г. К.А. Тимирязев, выступая в качестве официального оппонента на защите этой диссертации, очень высоко оценил ее и сказал, что данные Дмитрия Николаевича войдут в учебники. И действительно, в опубликованном вскоре учебнике Д.И. Ивановского «Физиология растений», а затем в других учебниках были приведены основные результаты магистерской работы Д.Н. Прянишникова.

Дальнейшая разработка вопросов азотного обмена растений нашла свое отражение в докторской диссертации «Белковые вещества и их распадение в связи с дыханием и ассимиляцией», которая была защищена в 1899 г. в Московском университете. В докторской диссертации и последующих публикациях Д.Н. Прянишников излагает общую схему превращения соединений азота, получившую в настоящее время всеобщее признание: поступающий в растения нитратный азот, уже в корнях восстанавливается в аммиак; этот аммиак (также как поступивший непосредственно в растение при питании аммонийными солями), соединяясь с углеводами и продуктами их окисления (кетокислотами, оксикислотами), превращается в аминокислоты и амиды, главным образом в аспарагин и глутамин; аминная группа аспарагина идет на синтез новых аминокислот, из которых образуются белки. При гидролизе белков образуются аминокислоты, которые при дальнейшем расщеплении дают аммиак и безазотистые соединения. Так заканчивается распад белков. Аммиак связывается в аспарагин, который дает аминокислоты для синтеза аминокислот с дальнейшим образованием белков. Замыкается цикл превращения азотистых веществ. Следовательно, аспарагин играет роль связующего звена между синтезом и распадом белковых веществ, а аммиак является и начальным материалом для их синтеза и конечным продуктом их распада. По выражению Д.Н. Прянишникова: «Аммиак – альфа и омега азотистого обмена веществ в растениях».

Изучая азотный обмен растений, Д.Н. Прянишников пришел к выводу об аналогии роли аспарагина в растениях с ролью мочевины в животном организме. Разница лишь в том, что мо-

чевина в организме животного – окончательный экскреторный продукт, азот которого для каталитических средств животного организма заблокирован. Аспарагин является запасным веществом, азот которого может поступать опять в аминокислоты. Аспарагин и глутамин – это нейтральные и безвредные промежуточные продукты белкового и углеводного обмена. В настоящее время установлено, что синтез мочевины у животных и растений происходит одним и тем же путем, характерным для орнитинового цикла Кребса–Хензеляйта (Кретович В.Л., 1972).

Более полувека Д.Н. Прянишников посвятил развитию теории и практики применения азотных удобрений. Он провел серию тонких физиологических экспериментов и установил, что усвоение растениями аммонийного или нитратного азота определяется следующими условиями: 1) запасом углеводов в растении и возрастом растений, 2) концентрацией аммония и нитратов в почве или питательном растворе, 3) реакцией питательного раствора или реакцией почвы, 4) влиянием сопутствующих катионов и анионов. Для аммиака необходима реакция среды, близкая к нейтральной, а также повышенная концентрация катионов –  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ . Кроме того, для синтеза аминокислот и белков требуется достаточное количество углеводов. Нитраты же усваиваются и в более кислой среде, при меньшей концентрации названных катионов. При недостатке в растении углеводов минеральный азот, поступивший из почвы через корни, не может быть использован на синтез аминокислот и белка. В таких условиях и аммиак, и нитраты будут накапливаться в растениях. Избыток аммонийного азота может вызвать отравление растений, нитратного азота – переносится легче. Таким образом, Д.Н. Прянишников всесторонне изучил в их диалектическом взаимодействии внутренние (свойства растений) и внешние (свойства почв) условия эффективности аммонийных удобрений и сделал достоянием производства свою теорию азотного обмена в растении. Замечательно, что все это многообразие весьма сложных вопросов решено им было задолго до возникновения современной азотной индустрии, пришедшей после Первой мировой войны на смену залежам природной чилийской селитры. Химическая промышленность выпускает главным образом аммонийные удобрения, т. к. их производство несравнимо дешевле синтетической селитры, применение которых в сельском хозяйстве основано на выдающихся трудах Д.Н. Прянишникова, обобщенных им в 1925 г. в работе «Аммиак, нитриты и нитраты как источники азота для высших растений». Свои многолетние исследования по азотному питанию растений учёный обобщил в монографии «Азот в жизни растений и в земледелии СССР» (1945). В ней он пишет: «Окончательно установлена не только неверность прежнего представления о необходимости предварительного перехода аммиачного азота в нитратный, но также и неверность более позднего представления о медленном поступлении аммиачного азота в растения по сравнению с азотом нитратным; наоборот, при одновременном присутствии в растворе того и другого аммиак обычно быстрее поглощается и потребляется в процессах синтеза, чем нитраты. Но как неправильно было прежнее мнение об абсолютном преимуществе нитратного питания перед аммиаком, точно также неправильно было бы из вышесказанного делать обратный общий вывод об абсолютном преимуществе аммиачного питания перед нитратным, так как в зависимости от условий внутренних и внешних результат будет различен, и оптимальные комбинации этих условий для аммиака и нитратов не совпадают».

Далее Д.Н. Прянишников отмечает: «... Если мы сумеем осуществить оптимальные для каждого источника азота условия, то мы придем к принципиальному признанию их равноценности с физиологической стороны; если же мы будем их сравнивать при каких-либо одних условиях, то перевес может быть то на стороне одного, то другого источника, смотря по этим условиям. Но из вывода физиологического мы не можем еще прямо делать вывод агрономический, так как создавать оптимальные условия для каждого источника мы можем легко только в лабораторном опыте, где в наших руках находятся все рычаги по изменению свойств среды. При переходе же к полевой обстановке... необходимо... только присмотревшись к... реальным взаимоотношениям между удобрениями, растением и почвой, сделать вывод, применимый на практике. Таким образом, если физиолог будет прав, признавая принципиальную равноправность аммиачного и нитратного питания, то агроном будет тоже прав, если скажет, что ему гораздо легче работать с нитратами, особенно же с нитратом кальция... Но пока промыш-

ленность производит аммиак в гораздо большем количестве и значительно дешевле, чем нитраты, то агроному ничего не остается, как углублять свои познания по агрохимии и овладеть особенностями применения аммиачных удобрений...».

Открытие Д.Н. Прянишникова имеет непреходящее значение не только в отношении источников азотного питания растений. Обратив внимание на аммиак, он оказался провидцем будущего этого вещества. Начало синтезу аммиака за счет азота воздуха было положено в Германии еще накануне Первой мировой войны и было строго засекречено, ибо из этого продукта легко получить и азотную кислоту, а соединяя их, позволять выпускать нитрат аммония, являющийся детонатором, важным в военном деле.

Отдавая много сил и времени исследованию проблемы обмена азота в растениях и применению азотных удобрений, Д.Н. Прянишников постоянно интересовался местными ресурсами азота, от умелого использования которых зависит рост урожайности и плодородия почвы. Он решительно выступал против недооценки как местных, так и промышленных удобрений; боролся с противопоставлением навоза минеральным удобрениям и отстаивал важность их сочетания. «Неправильно думать, – писал Д.Н. Прянишников, – будто с развитием химической промышленности и широким распространением минеральных удобрений значение навоза должно отходить на задний план; наоборот, с ростом применения минеральных удобрений будет возрастать и количество навоза, т.к. повышенный урожай зерна означает и повышенный урожай соломы, урожай клевера, корнеплодов и лугового сена возрастут, а потому и скота и навоза будет больше; кроме того, в состав навоза будет входить и технический азот, потому что последний будет участвовать в образовании не только зерна, но и соломы, а значит, и навоза; также и калий сильвинита и фосфор апатита через клевер войдут в состав навоза». Как завет своим потомкам и сейчас звучат слова Д.Н. Прянишникова: «... как бы ни было велико производство минеральных удобрений в стране, навоз никогда не потеряет своего значения как одного из главных удобрений в сельском хозяйстве». Кроме того, он подчеркивал, что «... без правильной организации использования навоза не может быть налажено действительно рациональное применение и минеральных удобрений». Ученый всегда выступал за расширение посевных площадей под бобовыми культурами, при этом особо важную роль он отводил люпину.

Д.Н. Прянишников решение проблемы азота в земледелии СССР связывал не только с благосостоянием страны, но и ее военным потенциалом. Азот для него был не абстрактной научной проблемой, а преимуществом в войне, надвигавшейся на страну. Ученый связывал сельское хозяйство с вопросами обороны, подчеркивая, что Германия смогла вести Первую мировую войну только потому, что химизировала сельское хозяйство. За счет химических удобрений немцы получили резервы, равные урожаю целого континента – Австралии (Майсунян Н.А., 1972).

Д.Н. Прянишников – биограф азота. В 1944 г. в журнале «Природа» был напечатан его очерк «Представления о круговороте азота до Лавуазье и после него», в котором автор объясняет происхождение слова «азот». Он пишет: «Оно искусственно построено так: «альфа» – первая буква всех, тогдашних алфавитов, на которых писались научные произведения, – греческого, латинского и еврейского. «Зет» – последняя буква латинского алфавита, «омега» – греческого и «тов» – последняя буква еврейского алфавита. Это кабалистически звучало у алхимиков как вариант на мотив из апокалипсиса: «аз есмь альфа и омега, начало и конец». Таким образом, если аммиак – альфа и омега в азотном обмене у растения, то азот – альфа и омега всех живых организмов». Это вполне справедливо, т. к. азот занимает по объему около 80 % земной атмосферы, он же является основой белковой молекулы и определяет урожайность сельскохозяйственных культур.

Д.Н. Прянишников также изучал питание растений фосфором, калием, кальцием и микроэлементами; влияние на продуктивность растений почвенной кислотности и щелочности, состава обменных катионов и анионов почвы, органического вещества почвы, удобрений и приемов агротехники. Считал, что основным показателем плодородия почвы и всех наших воздействий на посев является состояние растений в течение вегетации и урожай. Он говорил, что надо удивляться не тому, что не всегда анализ почвы совпадает с реакцией растений на внесение

удобрений, а тому, что все же имеются случаи такого совпадения. Известно его правило: отсутствие знаний о почве, о возделываемом растении и свойствах применяемых удобрений не может быть возмещено и заменено высокими дозами удобрений (Ремезов Н.П., 1939). Именно такой подход был предпринят Д.Н. Прянишниковым при изучении возможности использования растениями фосфора из фосфоритов и применения фосфоритной муки в качестве удобрения.

Поставив целью выяснить в отдельности роль растения, почвы и природы самих фосфоритов в доступности фосфора из фосфоритной муки, он экспериментально доказал, что отдельные растения обладают различной способностью усваивать фосфор из фосфоритной муки. На основании результатов своих исследований ученый разделил культурные растения на три группы: хорошо усваивающие фосфор из фосфоритной муки (люпин, гречиха, горчица), не имеющие активной способности усваивать фосфор (просо, овес) и занимающие промежуточное положение (пшеница, рожь). Причину неодинакового отношения растений к фосфоритам он видел в различном составе их корневых выделений. У растений первой группы эти выделения отличаются большей степенью кислотности.

При изучении влияния свойств почв на использование фосфора из фосфоритной муки Д.Н. Прянишников установил, что наибольшая эффективность от ее применения достигается на дерново-подзолистых и торфянистых почвах, наименьшая – на черноземах. Неодинаковое действие фосфоритной муки обусловлено также реакцией почвенного раствора. На кислых подзолистых почвах фосфоритная мука усваивается лучше, чем на обладающих нейтральной или даже слабо щелочной реакцией черноземных почвах.

Д.Н. Прянишников установил, что лучше усваивается растениями фосфор из аморфных фосфоритов, чем кристаллических; чем тоньше помол фосфоритной муки, тем полнее используется растениями содержащийся в ней фосфор, т. к. при тонком помолу частицы фосфоритной муки имеют больший контакт с почвой, вследствие этого трехкальциевый фосфат под воздействием кислотности почвы в большей мере переходит в моно- и дифосфаты кальция, которые, как известно, содержат фосфор в доступном для растений состоянии. Опытами Д.Н. Прянишникова установлено, что доступность фосфора из фосфоритной муки зависит также от сопутствующих удобрений. Физиологически кислые удобрения, сульфат аммония, хлористый аммоний, аммонийная селитра, жидкие формы аммиачных удобрений повышают доступность фосфора фосфоритной муки, а физиологически и химически щелочные удобрения уменьшают доступность этого элемента, поэтому известкование почвы понижает эффективность фосфоритной муки. Для сохранения эффективности фосфоритной муки он рекомендует вносить ее раньше известкования. В этом случае кислая почва переводит трехкальциевый фосфат в ди- и монофосфаты, то есть делает ее более доступной растениям, а последующее внесение извести завершит ликвидацию излишней кислотности почвы. Таким образом, Д.Н. Прянишников разработал научные основы фосфоритования почв. И теоретическое, и практическое значение его работ по применению фосфоритов в земледелии весьма велико. По подсчетам ученого, только в Европейской части бывшего СССР имеется до 80 млн га почв, на которых суперфосфат может быть с успехом заменен фосфоритной мукой. Уже из этих цифр ясно большое экономическое значение применения фосфорита в качестве удобрения. К этому надо добавить, что фосфорит стоит в несколько раз дешевле, чем суперфосфат, и действует более длительно.

Занявшись изучением фосфоритов, Д.Н. Прянишников впервые в нашей стране получил в лаборатории в 1908 г. суперфосфат и преципитат удовлетворительного качества из отечественного сырья, и тем самым опроверг сложившееся у химиков-технологов мнение о непригодности его для этой цели. Постепенно местные заводы с импортных фосфоритов перешли на отечественные. Д.Н. Прянишников также предложил новый способ переработки российских фосфоритов с использованием не серной, а азотной кислоты. При этом одновременно получаются два ценных удобрения: кальциевая селитра и преципитат.

Д.Н. Прянишникову принадлежит ряд весьма оригинальных работ по использованию растениями калийных солей, особенно в связи с разработкой Соликамских калийных залежей; он организовал чрезвычайно интересные работы по изучению влияния на растения микроэлементов; под его руководством велись исследования влияния на питание растений радиоактив-

ных веществ.

Следует отметить также работы Д.Н. Прянишникова в области химии почв. Он одним из первых начал исследования поглощенных оснований и дал оригинальный метод их качественного определения. Таким образом, ученый внес вклад и в разработку учения о поглощательной способности почвы, которое получило затем столь блестящее развитие в работах крупнейшего российского исследователя К.К. Гедройца.

Располагая огромным фактографическим материалом, Д.Н. Прянишников впервые в нашей стране составил балансовые расчеты потребности сельского хозяйства в минеральных и органических удобрениях, а также биологическом азоте при рациональном их сочетании, определяющем максимальное повышение плодородия почв.

Д.Н. Прянишников – выдающийся ученый, гордость отечественной агрономической науки, но он и прекрасный педагог. В 1891/92 учебном году он прочел свою первую лекцию «О значении искусственного подбора растительных форм в земледелии» в Московском университете. Вскоре ему был поручен приват-доцентский курс «Агрономическая химия», который он вел около 40 лет. В Московском университете в 1894 г. первым в России начал читать лекции по химии растений. Научную и педагогическую помощь кафедрам агрономической химии высших учебных заведений, возглавлявшихся его учениками, ученый оказывал до конца своих дней.

Размышляя о методике обучения в высшей школе, Д.Н. Прянишников писал, что надо добиваться, «чтобы она (методика. – Авт.) не ограничивалась пассивным ознакомлением слушателей с результатами научного исследования, но дала бы им и методы этого исследования, чтобы они знали, как добываются факты, и по возможности сами попробовали сделать хотя бы первые шаги на этом пути». В этой мысли заключена, в сущности, целая программа постановки учебного процесса в высших учебных заведениях.

О Д.Н. Прянишникове-педагоге выпускница агрохимфака «тимирязевки» Е.П. Лагунова вспоминает: «Тимирязевская «агрохимичка», лекционный зал. Неторопливыми размеренными шагами входит академик Прянишников. Ясные глаза. Добрая едва заметная улыбка. Негромкий, мягкий и удивительно спокойный без напряжения голос. Лекция началась. Дмитрий Николаевич очень быстро умел овладеть вниманием аудитории и установить полный контакт со слушателями. Студенты вслушиваются в каждое слово профессора, записывают и запоминают, а не запомнить просто невозможно. Дмитрий Николаевич говорит очень просто, доходчиво и образно. Мысли ясны, примеры убедительны. Он не просто излагал давно знакомый ему материал, а творчески анализируя его, раскрывал природные процессы, выделяя круговорот веществ в земледелии и выявляя меры воздействия на химические процессы в почве как главную задачу агрохимии. Его лекции по агрохимии носили программный характер, отличались широтой поставленных вопросов, историчностью излагаемого материала, предельной четкостью, ясностью мысли и вместе с тем лаконичностью.

Нередко, излагая научные основы системы удобрений, он обращался не только к мировому опыту, но и к опыту, хотя тогда еще и небольшому, стахановских звеньев, учитывая современные условия ведения коллективного хозяйства. Он знакомил слушателей с новейшей литературой и ее критикой. Дмитрий Николаевич не боялся освещать на лекциях научные материалы противоположных взглядов. Напротив, он обсуждал со слушателями вредные теории, ошибочные положения в науке, никоим образом не навязывая своего мнения. Лекции он не просто читал, он как бы работал со студентами вместе, сообщая, настолько был тесен контакт его со слушателями. Он чувствовал аудиторию, а она была разнородна не только по возрасту, но и по подготовке.

Любой раздел агрохимии Дмитрий Николаевич читал одинаково хорошо. В его лекциях не чувствовалось «недоработок» и «слабых мест». Он был требователен и строг к себе в подборе, проработке и изложении материала. Он любил свою науку, и потому его лекции были интересны и увлекательны и для тех, кто уже работал на полях страны, и для горожан, решивших посвятить себя этой науке. Он обладал даром искренней любви к человеку. Был мягок и демократичен со слушателями. Считал, что нет плохих студентов и сотрудников. В каж-



дом человеку, по его мнению, есть что-то хорошее, нужно только не полениться найти это хорошее, развивать и активизировать его. И он умел это делать корректно, незаметно.

Ушли в прошлое студенческие годы, но до сих пор звучит голос Дмитрия Николаевича, рассказывающий о тайнах природы, о том, как регулировать природные процессы и как поднять сельскохозяйственное производство в нашей стране...».

Вряд ли можно назвать другого ученого в мире, который имел бы такую большую научную школу, как Д.Н. Прянишников. Его превосходные руководства по агрохимии и земледелию, выдержавшие не одно издание и переведенные на многие языки, являются основой преподавания важнейших разделов агрономии. За многие десятилетия своей научно-педагогической деятельности он подготовил более 50 профессоров. У него учились: генетик Н.И. Вавилов, биохимик А.А. Шмук, агрономы И.В. Якушкин, Н.А. Майсурян, А.Г. Дояренко, почвоведы А.Н. Соколовский и А.Ф. Тюлин, физиологи А.И. Смирнов, М.Х. Чайлахян, агрохимики Е.В. Бобко, Б.А. Голубев, А.В. Соколов, Ф.В. Чириков, Ф.В. Турчин, В.М. Клечковский, А.В. Петербургский, П.Е. Простаков, составившие славу отечественной науки.

«Удельный вес науки в стране, – писал в свое время Н.И. Вавилов (1939), – определяется не только средствами, отпускаемыми по государственному бюджету, числом исследовательских институтов, но прежде всего кругозором научных деятелей, высотой их научного полета. Когда спрашивают о науке в той или другой стране, то мы прежде всего думаем о том, что внесли научные деятели в мировые знания, какие новые пути проложили они, какие оригинальные исследовательские школы существуют в стране. В наших умах встают имена выдающихся исследователей, которых дала данная страна. Как маяки, они определяют научный уровень страны, направленность работы научных коллективов. По совершенно бесспорному и единодушному признанию, одним из ведущих направлений в мировой агрономической науке XX в. является школа академика Дмитрия Николаевича Прянишникова».

Наиболее характерная черта Д.Н. Прянишникова заключается в том, что, учась, он творил, а исследуя – учил. Его лаборатория и вегетационный домик были очагами отечественной опытной агрономии. Обаятельная личность учителя, его светлый ум и глубокая принципиальность, непрекращающееся горение творческой мысли, горячий патриотизм влекли к нему молодежь. Это создавало ту обстановку кипучей научной атмосферы, то постоянное движение вперед, в которых раскрывались способности и таланты каждого и постепенно формировалась школа советских ученых-агрохимиков. Своим личным примером необыкновенной работоспособности Д.Н. Прянишников заражал окружающих, воспитывал своих учеников и сотрудников. На 83-м году жизни он проводил исследования по азотному обмену в растениях. Свой последний доклад на эту тему сделал на сессии АН СССР, посвященной 30-летию Великой Октябрьской социалистической революции, в ноябре 1947 г. В этом докладе, являющемся научным завещанием ученого, Дмитрий Николаевич с исключительной силой опять подчеркнул мысль о «тесной связи между внутренними факторами, характеризующими состояние обмена веществ у растения ... и условиями внешней среды ... взаимного влияния их на процесс питания растений». Этот вывод стал основополагающим для всех агрохимиков.

Дмитрий Николаевич никогда не успокаивался на достигнутом, не «почивал на лаврах». «Знание, – писал он, – не есть нечто законченное, закристаллизовавшееся, омертвевшее, оно вечно создается, вечно движется». Ученый считал своей первостепенной задачей оплодотворить отечественное земледелие светом научного исследования. Все его научные интересы были связаны с повышением продуктивности наших полей. Основы рационального земледелия, по Д.Н. Прянишникову, заключаются в знании сложного взаимодействия между растением и средой и умении применить в конкретной обстановке наиболее подходящие агрономические приемы, обеспечивающие высокую продуктивность пашни (Петербургский А.В., 1990).

Д.Н. Прянишников считал главной задачей агрономической химии – изучение круговорота веществ в земледелии и выявление мер воздействия на этот процесс с целью повышения урожая и улучшения его качества. Он высоко ценил работы одного из основателей агрономической химии Ю. Либиха за то, что именно им была сделана первая попытка сознательного регулирования обмена веществ между человеком и природой (Соколов А.В., 1972).

Деятельность Д.Н. Прянишникова оставила неизгладимый след в советской агрономической науке. Его труды, являющиеся образцом научной мысли, всегда опирающейся на тщательно проверенные научные факты, на всестороннее изучение практики, мысли, чуждой каких-либо проявлений догматизма, представляют огромную ценность и служат лучшим памятником неутомимому труженику науки.

Велика также заслуга Д.Н. Прянишникова в систематизации, научном обобщении, анализе и синтезе многообразных разрозненных данных, а также построении логических схем, облегчающих понимание различных областей естествознания: таковы его учебники «Учение об удобрении», выдержавшее 5 изданий, «Частное земледелие» (8 изданий), «Агрохимия» (7 изданий), его схемы деления наук по объектам и методам, классификация севооборотов и «Прянишниковский треугольник». Читавшийся в Московском университете курс химии растений был Дмитрием Николаевичем подготовлен для печати в виде двухтомника «Химия растений». Всеми этими учебными руководствами ученый оказал неоценимую услугу учащейся молодежи нашей страны. «Его основные идеи по растениеводству, – писал Н. Майсурян (1972), – изложены в прекрасном учебнике «Частное земледелие», который выдержал 8 изданий. Эта книга не устарела и сейчас: в ней есть факты, которых нигде больше не найдешь. Автор учебника много внимания уделит селекции». В классическом труде Д.Н. Прянишникова «Агрохимия» были обобщены результаты его многолетних работ по созданию отечественной агрохимической науки. Трудно переоценить огромное значение, которое имели усилия Д.Н. Прянишникова, направленные на осуществление мероприятий правительства по развитию агрохимической науки, на широкое распространение агрохимических знаний среди работников сельского хозяйства.

Обращает на себя внимание гуманистическая позиция Д.Н. Прянишникова. Зная о том, что Белоруссия больше других республик Советского Союза пострадала во время Великой Отечественной войны, ученый решил передать свою личную научную библиотеку в дар Белорусскому сельскохозяйственному институту (ныне Белорусская сельскохозяйственная академия, г. Горки). И сейчас, бережно перелистывая пожелтевшие страницы этих книг, которых касалась рука выдающегося ученого, читатели научной библиотеки Белорусской СХА с благодарностью вспоминают Дмитрия Николаевича за его бесценный дар.

«Великий ученый соединяет в себе творчество поэта, диалектику философа и искусство исследователя», – такую характеристику Ч. Дарвину дал К.А. Тимирязев. Д.Н. Прянишников, говоря о К.А. Тимирязеве, отмечает две черты – талант популяризатора и его развитое чувство гражданского долга. Эта характеристика целиком может быть отнесена и к самому Д.Н. Прянишникову.

Широкая эрудиция сочеталась у Д.Н. Прянишникова с принципиальностью, смелостью в постановке новых проблем и высокой ответственностью за порученную работу. Советское правительство неоднократно отмечало его заслуги. В 1926 г. ему была присуждена Ленинская премия, в 1941 г. – Сталинская премия, в 1945 г. – премия им. К.А. Тимирязева, в 1945 г. присвоено звание Героя Социалистического Труда. Выдающийся ученый был отмечен шестью орденами СССР и многими медалями. Д.Н. Прянишников состоял действительным членом АН СССР и ВАСХНИЛ, а также Академии естествоиспытателей в Галле, Шведской академии сельскохозяйственных наук, Чехословацкой земледельческой академии, членом-корреспондентом Французской академии наук и многих иностранных научных обществ. Он был избран почетным членом Всесоюзного общества по распространению политических и научных знаний.

Умер Дмитрий Николаевич Прянишников в Москве 30 апреля 1948 г. на 83-м году жизни, похоронен на Ваганьковском кладбище.

**КАЧЕСТВО РИСА-ЗЕРНА УРОЖАЯ 2010 г.: ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА**

**В.И. Госпадинова, к. техн. н.**

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Одним из факторов, определяющих эффективность технологии выработки крупы, является качество сырья. Последнее обусловлено набором физических, структурно-механических показателей, которые регламентируются специальными нормативными документами.

Для обеспечения надежности функционирования рисозаводов, качество сырья должно быть неизменным во времени. Это позволяет стабилизировать режимы работы отдельных систем и делает работу предприятия стабильной и высокоэффективной. Поставляемое на перерабатывающие предприятия сырье должно обеспечить выработку рисовой крупы заданного ассортимента и качества в соответствии с действующими регламентом технологии и стандартами с наименьшими затратами. Поэтому качество сырья должно быть в зоне постоянного внимания специалистов.

Ниже приведена характеристика риса-зерна урожая 2010 г., заготовленного на хлебоприемных предприятиях Краснодарского края.

Признаки качества	Показатели качества риса, %	
	2009 год	2010 год
Влажность	16,6(13,6–26,2)	15,4(12,2–18,0)
Сорная примесь	5,5(3,4–8,2)	7,6(5,1–17,2)
в т.ч. минеральная	0,6(0,2–0,8)	1,2(0,8–1,9)
недоразвитые(1/4 массы)	1,4(0,8–2,7)	1,9(1,0–3,2)
Зерновая примесь:	9,8(8,2–15,3)	11,9(10,0–25,4)
в т.ч.недоразвитые(3/4 массы)	4,3(3,4–7,9)	5,7(4,0–9,2)
красные	4,7(3,8–10,7)	4,0(2,0–9,1)
пожелтевшие	0,5(0,0–1,0)	0,5(0,0–1,0)
Трещиноватость	25(17–40)	35(28–60)
Лом	5,0(3,0–7,1)	7,3(4,0–9,2)
Поврежденные ядра (с темным пятном на эндосперме)	1,2(0,5–6,4)	1,8(0,7–9,8)

Приведены усредненные данные (средневзвешенные) по пяти хлебоприемным предприятиям края (Ангелинский, Варениковский, Марьянский, Полтавский, Славянский). В разрезе предприятий качество заготовленного риса практически не различается.

Доля риса влажностью до 14% составляет в 2010 г. – 60–70%. Рис в основном убран способом раздельного комбайнирования, доставляли его на элеваторы из-под комбайнов, поэтому он имеет высокое содержание сорной и зерновой примесей.

Из-за полеглости риса в чеках содержание минеральной примеси (в отдельных партиях – до 2 %) увеличено в 2 раза по сравнению с предыдущими годами уборки. Минеральная примесь в рисе относится к числу трудноотделимых, поэтому вызовет определенные сложности в подготовке (очистке) сырья к переработке в крупу и выработке стандартной продукции по этому признаку.

Отмечено высокое содержание недоразвитых (щуплых) зерен – 7,6% (5,0–12,4). По сравнению с заготовкой 2009 г. их содержание увеличено на 25%.

По содержанию красных зерен – 40% от общего объема заготовленного риса – принято до 2,0% (базисная норма).

Для нынешнего года заготовки характерна высокая трещиноватость риса – 35% (50% объема заготовленного риса имело трещиноватость 47–60%), содержание лома – 7,3% при колебаниях 4,0–9,2%; в 2009 г. – соответственно 25% при колебаниях 17–40%.

Содержание поврежденных ядер (с темным пятном на эндосперме) – 1,8% (0,7–8,0), в 2009 г. – 1,2% (0,5–6,4%).

Зерно риса урожая 2010 г. – легковесное, невыполненное, о чем свидетельствует высокое по сравнению с предыдущими годами содержание недоразвитых (щуплых).

Крупа имеет непрозрачный мутноватый товарный вид, отсутствует блеск. Белизна риса урожая 2010 г., определяемая на приборе, выше за счет мучнистости.

По содержанию меловых ядер крупа первого сорта и рис дробленый не отвечают требованиям действующего ГОСТа 6292-93, поэтому предприятия вынуждены выработать крупу по ТУ, где меловые ядра не нормируются, а качество крупы ухудшается, выход целой крупы снизится за счет увеличения выхода дробленого риса и мучки.

Высокое содержание трещиноватости и лома также приведет к потерям в выходе целой крупы за счет увеличения выхода дробленого риса и мучки.

Что касается различий в качестве риса разных сортов, определенная закономерность не просматривается. Один и тот же сорт из разных хозяйств может иметь резко различное качество по отдельным признакам.

## НОВЫЙ ГЕРБИЦИД НА ЗАЩИТЕ ПОСЕВОВ РИСА

В этом году рисоводы Кубани добились очередного успеха: получено 828 тыс. тонн риса-сырца в зачетном весе. Это результат качественного улучшения технологий выращивания риса и повышения профессионализма специалистов. 16 июля был проведен краевой смотр посевов риса. Специалисты краевого департамента и районных управлений сельского хозяйства, а также руководители сельскохозяйственных предприятий провели объезд рисовых систем и дали высокую оценку состоянию посевов риса, отметив высокую густоту стояния растений, отсутствие сорной растительности и хорошую обеспеченность растений минеральным питанием.

Современные сорта риса способны давать урожай в 90–100 ц/га качественного зерна, но для того чтобы полностью использовать потенциал сортов, необходимо создать максимально благоприятные условия для роста и развития культурных растений. Одним из основных элементов индустриальной технологии выращивания риса является применение средств химической защиты растений и, в первую очередь гербицидов нового поколения, способных за одну обработку уничтожить и злаковые, и болотные сорняки.

В прошедшем году химическими препаратами было обработано 98 % площади посевов риса. При этом одним из важных факторов является снижение негативного влияния химикатов на растения риса в критические периоды роста и развития. В настоящее время накоплен значительный опыт в применении этих препаратов. Но производство средств защиты растений не стоит на месте. По мнению специалистов, для эффективного подавления сорняков всех видов и недопущения образования резистентности необходимо каждый год применять препараты из разных химических групп. Использование одного и того же гербицида в течение нескольких лет приводит к росту численности сорняков устойчивых видов, что в конечном итоге снижает урожайность и качество зерна риса.

В этом году проходили масштабные производственные испытания нового гербицида широкого спектра действия Нарис (действующее вещество биспирибак). Опыты были заложены в хозяйствах Славянского и Красноармейского районов на площади 2600 га. Обработки проводили при помощи самолета АН-2, расход рабочей жидкости – 100 л/га, норма расхода препарата – 75-90 г/га. Специалистами было отмечено отсутствие угнетающего действия на растения риса. Даже на переросших сорняках Нарис показал высокую гербицидную активность. Гибель просняков в фазу кущения и начала выхода в трубку составляла 95 %, а болотных сорняков – еще выше.

Для специалистов агрономической службы готовятся рекомендации по применению гербицида Нарис.

**А.Г. Зеленский,**  
главный агроном  
управления сельского хозяйства  
Славянского района.