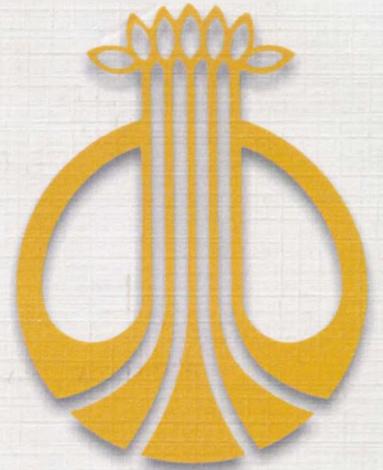


ISSN 1684-2464



# РИСОВОДСТВО RICE GROWING



6 / 2005

Научный журнал

Научно-техническая библиотека

Адрес редакции: 350921, г. Краснодар, пос. Белозерный, ВНИИ риса, тел. (861) 229-47-60

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| <i>Фукуоко С., Окуно К.</i><br>Анализ локусов количественных признаков и картирование <i>pi 21</i> ,<br>рецессивного гена устойчивости к пирикулярриозу суходольного риса в Японии..... | 3  |
| <i>Костылев П.И., Бредихин В.В., Вожжова Н.Н.</i><br>Наследование интенсивности начального роста растений риса .....  | 12 |
| <i>Гончарова Ю.К.</i><br>Наследование признаков, определяющих содержание пигментов у риса .....   | 16 |
| <i>Гончарова Ю.К., Иванов А.Н., Кладь Р.П.</i><br>Генетический полиморфизм систем аттракции, адаптивности<br>и микрораспределений продуктов фотосинтеза у российских сортов риса.....   | 21 |
| <i>Мальшева Н.Н., Досеева О.А., Лоточникова Т.Н., Харченко Е.С.</i><br>Перспективы использования интродукционных образцов риса<br>в практической селекции.....                          | 29 |
| <i>Зеленская О.В.</i><br>Перспективы использования краснозерных форм риса<br>для создания нового исходного материала.....   | 36 |
| <i>Ковалевская В.А.</i><br>Основные направления селекции риса в Дальневосточном регионе.....  | 42 |
| <i>Воробьев Н.В., Скаженник М.А.</i><br>Физиологические аспекты селекционной работы, ориентированной<br>на повышение урожайности риса .....   | 45 |
| <i>Ладатко Н.А., Досеева О.А., Воробьев Н.В.</i><br>К вопросу о разработке морфофизиологического метода оценки<br>селекционных образцов риса на солеустойчивость.....                   | 51 |
| <i>Зеленский Г.Л., Харченко Е.С., Серая Л.И., Мальшева Н.Н., Попова М.Б.</i><br>Проблемы селекции нематодоустойчивых сортов риса.....   | 57 |
| <i>Шиловский В.Н., Рубан В.Я.</i><br>Изменчивость признаков селекционного материала риса<br>в зависимости от норм высева семян .....  | 66 |

|  |     |
|--|-----|
| <i>Туманьян Н.Г., Власов В.Г.</i><br>Характеристика пропаренной зерновки риса по ее срезу и сколу .....  | 71  |
| <i>Коротенко Т.Л., Зеленский Г.Л., Госпадинова В.И.</i><br>Влияние сроков уборки на трещиноватость зерна российских сортов риса.....                         | 78  |
| <i>Ладатко А.Г., Ладатко В.А.</i><br>Рост и поглотительная способность корневой системы риса<br>при обработке семян бактериями рода <i>Flavobacter</i> ..... | 84  |
| <i>Бугаевский В.К., Уджуху А.Ч., Ковалев В.С.</i><br>Антропогенная деградация почв рисовых полей Краснодарского края<br>и приемы ее предотвращения.....      | 91  |
| <i>Ладатко А.Г., Гуторова О.А.</i><br>Изменение подвижности гумуса при возделывании риса.....  | 93  |
| <i>Чижиков В.Н., Андрусенко В.В.</i><br>Влияние содержания общего азота в надземных органах растений<br>на урожайность риса .....                            | 97  |
| <i>Ладатко М.А., Мазур Т.Г., Мальшева Н.Н.</i><br>Применение фиторегуляторов – путь к восстановлению всхожести семян риса.....                               | 101 |
| <i>Шамрай Н.В., Шарифуллин Р.С., Салтанов А.А.</i><br>Эффективность органоминеральных удобрений «Рисовое»<br>и Акварина при возделывании риса .....          | 108 |
| <i>Ольховой С.А.</i><br>Гидравлика самозаряжающихся сифонных чековых водовыпусков<br>с подвижным гребнем .....   | 111 |
| <i>Попов В.А.</i><br>Закон убывающей отдачи затрат: физическая сущность и приложение<br>к задачам рисоводства .....  | 114 |
| <i>Мырзин А.С., Сапелкин В.К., Прокопенко В.В., Шиленко Ю.В.</i><br>Новые гербициды компании БАСФ на защите посевов риса .....                               | 119 |
| <i>Дзюба В.А.</i><br>Ценная книга о минеральном питании риса .....   | 122 |
| <i>Забродин А.С.</i><br>Формула успеха: высокое качество плюс разумные цены.....   | 123 |
| Правила оформления представляемых в редакцию авторских оригиналов.....   | 124 |

## НАСЛЕДОВАНИЕ ПРИЗНАКОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ СОДЕРЖАНИЕ ПИГМЕНТОВ У РИСА

Ю.К. Гончарова, к.б.н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

По содержанию хлорофилла можно судить о степени развития фотосинтетического аппарата и физиологическом состоянии растений, об ассимиляционной деятельности и вкладе ассимилирующих органов в формирование урожая, а также о потенциальной возможности формировать и накапливать урожай [11,6,4].

Работы, посвященные видовым и сортовым отличиям в качественном и количественном содержании пигментов, формированию листовой поверхности растений сортов различных сроков созревания, продолжительности жизнедеятельности листьев, фотосинтетически активной радиации в зависимости от архитектоники сорта и густоты стояния риса интенсивно велись во ВНИИ риса в 1970-80-е годы [1,2,3,8,12]. Кроме того, некоторые авторы указывают на изменение количества пигментов в онтогенезе растений при воздействии стрессовых факторов, а также на варьирование фотосинтетической продуктивности различных сортов риса в связи с обеспеченностью микро- и макроэлементами [5,7,9,10,13]. Исследования в большинстве случаев проводили на небольшом количестве сортов, генетика признаков не изучалась. В последнее время одним из наиболее перспективных направлений селекции на повышение продуктивности риса признано создание сортов с высокими показателями фотосинтетической деятельности отдельного листа, поэтому исследования в этой области приобрели особую актуальность.

**Цель исследований.** Изучить наследование признаков "содержание хлорофилла *a*, *b*, каротиноидов". Выделить образцы, обладающие при общем снижении листовой поверхности высокими характеристиками фотосинтетического потенциала отдельного листа.

**Материал и методика.** Для изучения наследования признаков, определяющих содержание пигментов, нами использованы гибриды, полученные в результате циклического скрещивания 5 сортов (Лиман, Хазар, Дружный, Снежинка, Майя).

Содержание пигментов ( хлорофилла *a*, *b* и каротиноидов) изучали в фазу цветения, после экстракции растворителями с помощью спектрофотометра (Genesys 8). Определение пигментов в листьях растений в этаноловой вытяжке проводили по формуле Лихтенталера [14].

**Результаты.** Проведен гибридологический анализ (по Хейману) признаков, влияющих на фотосинтетический потенциал (содержание хлорофилла *a*, *b*, каротиноидов). В анализе использованы гибриды, полученные от скрещивания 5-ти сортов (Хазар, Лиман, Дружный, Снежинка, Майя) по полной диаллельной схеме ( табл. 1).

Изучение генетики признака «содержание хлорофилла *a*» показало полигенный характер его наследования. Корреляция между средним значением родителей и суммой (дисперсия)  $Vr + Wr$  ( коварианса) – низкая  $r (Wr + Vr) i; x_i = 0,133$ , что говорит о ненаправленном доминировании. Следовательно, в популяции есть как доминантные, так и рецессивные гены, увеличивающие признак. Оценка среднего направления доминирования показала, что в популяции оно направлено в сторону увеличения признака  $F1 - P = 2,27 - 2,02 = 0,25$ .

**Таблица 1.** Диаллельная таблица данных по признаку « содержание хлорофилла *a* », мг/г

| Сорт     | Хазар | Лиман | Снежинка | Дружный | Майя  | Vr   | Wr     | хсг   |
|----------|-------|-------|----------|---------|-------|------|--------|-------|
| Хазар    | 2,355 | 2,697 | 2,624    | 2,464   | 2,815 | 0,03 | -0,021 | 2,591 |
| Лиман    | 2,873 | 2,441 | 1,690    | 1,981   | 2,967 | 0,31 | 0,066  | 2,391 |
| Снежинка | 2,559 | 1,713 | 1,823    | 2,248   | 1,999 | 0,12 | 0,045  | 2,068 |
| Дружный  | 2,112 | 3,009 | 1,694    | 1,850   | 3,127 | 0,44 | 0,005  | 2,359 |
| Майя     | 2,376 | 1,769 | 1,563    | 2,548   | 1,630 | 0,21 | 0,060  | 1,977 |

Расположение линии регрессии на графике Хеймана (рис.1) свидетельствует о неполном доминировании большего значения признака и значительном влиянии межлокусного взаимодействия (комплементарный эпистаз).

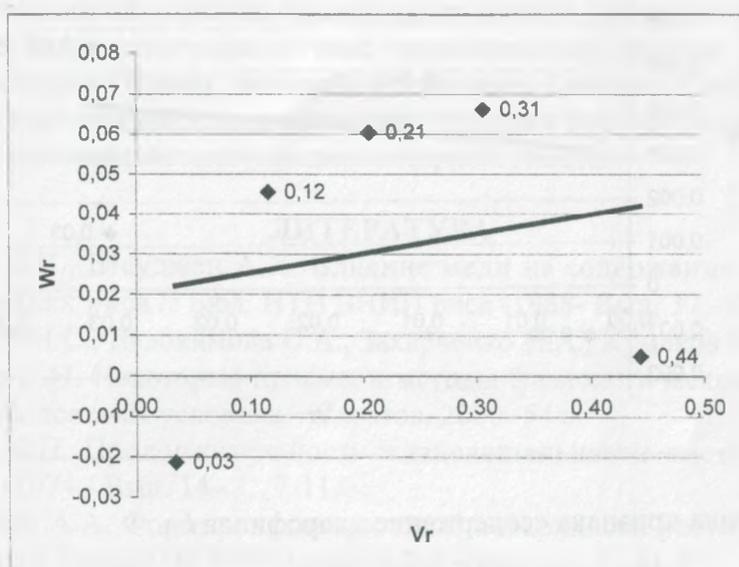


Рис. 1. Генетика признака «содержание хлорофилла *a*».

По признаку «содержание хлорофилла *b*» также показан полигенный характер наследования (табл. 2). Корреляция между средним значением родителей и суммой (дисперсия)  $V_r + W_r$  (коварианса) – низкая  $r(W_r + V_r)$ ;  $\chi_i = 0,27$ , что говорит о ненаправленном доминировании, следовательно, в популяции есть как доминантные, так и рецессивные гены, увеличивающие признак. Оценка среднего направления доминирования выявила, что доминирование в популяции направлено в сторону увеличения признака  $F1 - P = 0,67 - 0,54 = 0,13$ . Расположение линии регрессии на графике Хеймана (рис. 2) свидетельствует о неполном доминировании большего значения признака и сильном влиянии межлокусного взаимодействия (комплементарный эпистаз).

Таблица 2. Диаллельная таблица данных по признаку «содержание хлорофилла *b*», мг/г

|          | Хазар | Лиман | Снежинка | Дружный | Майа  | $V_r$ | $W_r$  | $\chi_{cr}$ |
|----------|-------|-------|----------|---------|-------|-------|--------|-------------|
| Хазар    | 0,697 | 0,695 | 0,709    | 0,640   | 0,763 | 0,00  | -0,001 | 0,701       |
| Лиман    | 0,702 | 0,643 | 0,506    | 0,601   | 0,929 | 0,03  | 0,001  | 0,676       |
| Снежинка | 0,630 | 0,529 | 0,400    | 0,526   | 0,459 | 0,01  | 0,008  | 0,509       |
| Дружный  | 0,735 | 0,797 | 0,546    | 0,510   | 0,885 | 0,03  | 0,006  | 0,695       |
| Майа     | 0,589 | 0,712 | 0,565    | 0,669   | 0,460 | 0,01  | 0,005  | 0,599       |

Полигенный характер наследования также показан и для признака «содержание каротиноидов» (табл. 3), ненаправленное доминирование в популяции подтверждается низкой корреляцией между средним значением родителей и суммой (дисперсия)  $V_r + W_r$  (коварианса)  $r(W_r + V_r)$ ;  $\chi_i = -0,28$ . В популяции есть как доминантные, так и рецессивные гены, увеличивающие признак.

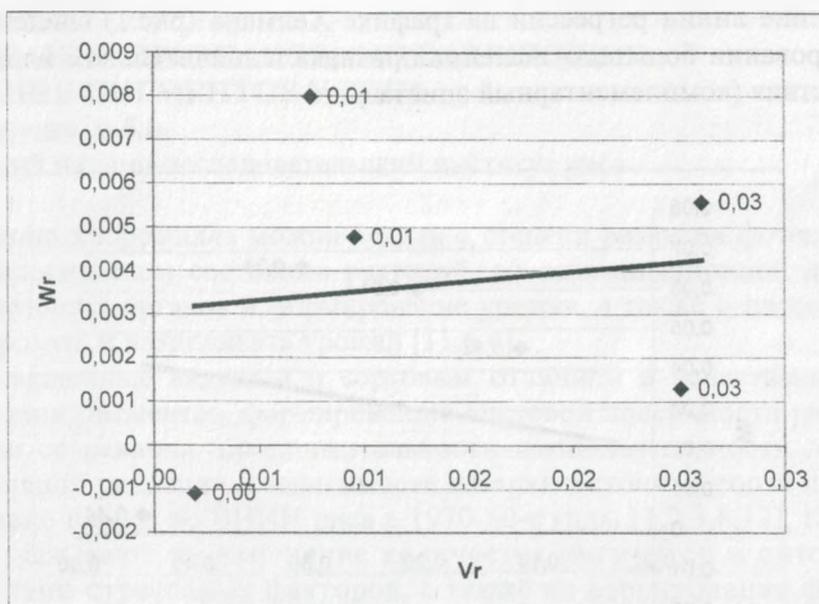


Рис. 2. Генетика признака «содержание хлорофилла b».

Таблица 3. Диаллельная таблица данных по признаку «содержание каротиноидов», мг/г

| Сорта    | Хазар | Лиман | Снежинка | Дружный | Майя  | Vr   | Wr    | хсг   |
|----------|-------|-------|----------|---------|-------|------|-------|-------|
| Хазар    | 0,559 | 0,591 | 0,557    | 0,542   | 0,599 | 0,00 | 0,000 | 0,570 |
| Лиман    | 0,630 | 0,494 | 0,366    | 0,414   | 0,580 | 0,01 | 0,003 | 0,497 |
| Снежинка | 0,565 | 0,357 | 0,400    | 0,535   | 0,451 | 0,01 | 0,003 | 0,462 |
| Дружный  | 0,421 | 0,646 | 0,347    | 0,530   | 0,657 | 0,02 | 0,001 | 0,520 |
| Майя     | 0,536 | 0,310 | 0,300    | 0,567   | 0,470 | 0,02 | 0,005 | 0,437 |

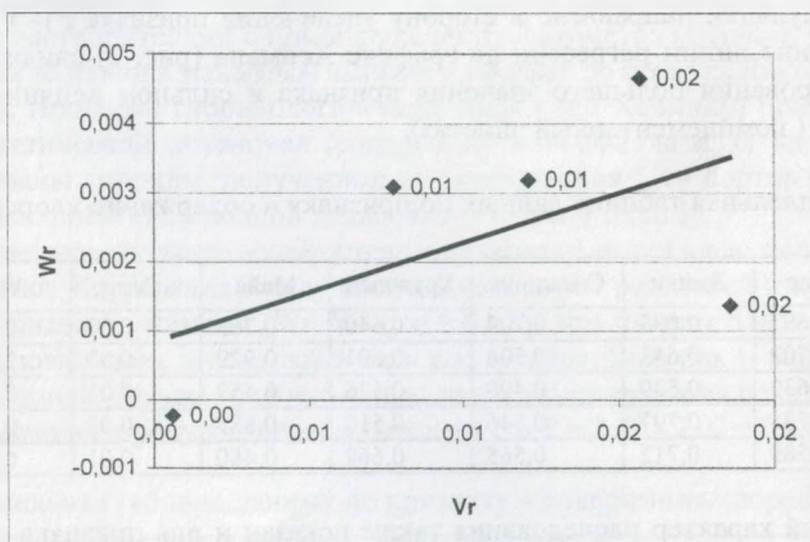


Рис. 3. Генетика признака «содержание каротиноидов».

Оценка среднего направления доминирования показала, что доминирование в популяции направлено в сторону увеличения признака  $F1 - P = 0,497 - 0,491 = 0,06$ . Расположе-

ние линии регрессии на графике Хеймана (рис.3) говорит о неполном доминировании большего значения признака и значительно меньшем влиянии межлокусного взаимодействия (комплементарный эпистаз), чем по двум ранее названным признакам.

**Выводы.** Изучение генетики признаков «содержание хлорофилла *a*, *b*, каротиноидов», показало полигенный характер наследования данных признаков. В популяции есть как доминантные, так и рецессивные гены, увеличивающие признак. Доминирование в популяции направлено в сторону увеличения признаков. Отмечены внутрилукусные взаимодействия (неполное доминирование большего значения признака) и значительное влияние межлокусного взаимодействия (комплементарный эпистаз).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алешин Е.П., Шеуджен А.Х. Влияние меди на содержание хлорофилла и каротиноидов в листьях риса // Бюл. НТИ ВНИИ риса -1988- Вып. 37.- С.16-18.
2. Васильчук Н.С., Евдокимова О.А., Захарченко Н.А., Кумаков В.А., Поздеев А.И., Чернов В.К., Шер К.Н. Некоторые приёмы и методы физиологического изучения сортов зерновых культур в полевых условиях – Саратов, 2000.-54 с.
3. Волкова И.П. Продолжительность жизнедеятельности листьев у риса // Бюл. НТИ ВНИИ риса -1974.- Вып. 14.- С. 7-11.
4. Курбанбаев А.А. Формирование листовой поверхности растений сортов различной скороспелости // Бюл. НТИ ВНИИ риса -1986.-Вып. 35 - С. 11-13.
5. Ничипорович А.А. Хлорофилл и фотосинтетическая продуктивность растений // Хлорофилл. – Минск: Наука и техника. 1974. – С.49-62.
6. Порохня А.Д. Сравнительная характеристика сортов риса по содержанию пигментов и связь фотосинтетической активности с урожаем // Бюл. НТИ ВНИИ риса - 1978.- Вып. 24.- С. 31-34.
7. Порохня А.Д., Волкова Н.П. Изменение пигментного состава листьев в условиях различной густоты стояния риса // Бюл. НТИ ВНИИ риса -1975- Вып.15.- С.37-40.
8. Петрушенко Г.А., Порохня А.Д. Фотосинтетическая продуктивность различных сортов риса в связи с обеспеченностью фосфором// Бюл. НТИ ВНИИ риса- 1981-Вып. 29.- С.32-37.
9. Тарчевский И.А. Основы Фотосинтеза. – Казань: Изд-во Казанского гос.ун.-та. 1971.-С.279-289.
10. Тарчевский И.А., Андрианова Ю.Е. Содержание пигментов как показатель мощности развития фотосинтетического аппарата у пшеницы // Физиология растений.- 1980- Т.27- Вып.2.-С.-341-347.
11. Тур Н.С., Колесников Г.П., Брус А.Г. Фотосинтетическая продуктивность сортов риса в условиях засоления // Бюл. НТИ ВНИИ риса –1980. – Вып. 28.- С. 20-25.
12. Чумак Л.Н. Поглощение фотосинтетически активной радиации в зависимости от архитектоники сорта и густоты стояния риса // Бюл. НТИ ВНИИ риса -1981.-Вып. 31.- С.18-19.
13. Шеуджен А.Х., Алёшин Н.Е. Теория и практика применения микроудобрений в рисоводстве. – Майкоп,1996.- 313 с.
14. Lichtenthaler H.K., Wellbura A.R. Determinations of total carotenoids and chlorophylls A and B of leaf extracts in different solvents // Biochem. Soc. Transactions - 1983.-Vol. 11- № 5.- P. 591-592.

*Материал поступил в редакцию 04.02.05*

## НАСЛЕДОВАНИЕ ПРИЗНАКОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ СОДЕРЖАНИЕ ПИГМЕНТОВ У РИСА

Ю.К. Гончарова

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

### РЕЗЮМЕ

Изучение генетики признаков «содержание хлорофилла *a*, *b*, каротиноидов» показало полигенный характер наследования данных признаков. В популяции есть как доминантные, так и рецессивные гены, увеличивающие признак. Доминирование в популяции направлено в сторону увеличения признаков. Отмечены внутрилокусные взаимодействия (неполное доминирование большего значения признака) и значительное влияние межлокусного взаимодействия (комплементарный эпистаз).

## HEREDITY OF TRAITS DETERMINING PIGMENTS CONTENT IN RICE

J. K. Gontcharova

All-Russian Rice Research Institute

### SUMMARY

Study of traits genetics, chlorophyll *a*, *b* content, carotinoids revealed polygenic character of these traits heredity. In population there are as dominant as recessive genes, increasing trait. Dominance in population is directed to the traits increase. Inner loci interconnections are marked (not full dominance of larger value of trait) and considerable influence of inter loci interconnection (complementary epistasis).

УДК 633.18:581.145.1:581.16

## ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОЛИМОРФИЗМ СИСТЕМ АТТРАКЦИИ, АДАПТИВНОСТИ И МИКРОРАСПРЕДЕЛЕНИЙ ПРОДУКТОВ ФОТОСИНТЕЗА У РОССИЙСКИХ СОРТОВ РИСА\*

Ю.К. Гончарова, к.б.н., А.Н. Иванов, Р.П. Кладь

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Внедрение высокоурожайных гибридов в производство предполагает решение нескольких проблем, прежде всего это поиск комбинаций скрещивания с максимальным гетерозисным эффектом. Ежегодно во ВНИИ риса можно получать и оценивать величину гетерозиса не более чем в 200 гибридных комбинациях. Между тем в Китае ежегодно проводят гибридизацию и оценку 2000 - 3000 тысяч гибридных комбинаций. Только на основе двух – трех лучших из них создаются гетерозисные гибриды. В связи с этим одним из наиболее перспективных направлений в области генетико-селекционных исследований является попытка связать проявление признаков продуктивности в единый комплекс и оценить меру вклада в уровень основных селекционных признаков их компонентов.

На сегодняшний день существует три модели анализа количественного признака. Первая, предложенная Г. Менделем еще в 1865 году, не учитывала влияния среды на формирование признака. Вторая, появившаяся в 1945 году, (Р.Фишер, Д. Лаша, К. Мазер, С. Райт) – изменение спектра локусов, детерминирующих величину и генетическую вариабельность количественного признака при смене внешнего лимитирующего фактора [1,13]. Третья модель эколога – генетического контроля количественных признаков растений опубликована в 1984 году (В.А. Драгавцев, П.П. Литун, Н.М. Шкель, Н.Н. Нечипоренко) [5]. Получаемые при помощи двух первых методов данные не позволяли селекционеру в сжатые сроки иметь целостную информацию о генотипе образца. Генетики могли работать только с ограниченным набором признаков, селекционеры же интересовала совокупность генов образца и их взаимосвязь, что не позволяло эффективно использовать полученные данные на практике. Кроме того, информацию о генотипе получали путем анализа фенотипа, при отсутствии методов позволяющих установить смену спектров генов под количественными признаками при воздействии меняющихся условий среды. Фенотип же растения, как правило, в значительно большей степени зависит от влияния среды, нежели от генотипа. Так, по оценке Алларда [12], 80% изменчивости количественных признаков обусловлено средой и лишь 20% -генотипом.

Если признать, что одна из причин проявления гетерозиса— возникновение в организме гибрида при скрещивании самоопыленных форм более совершенных (более полных и уравновешенных) систем физиологически активных веществ (что, однако, возможно только при условии физиологической разнокачественности скрещиваемых форм), то задача на первых порах заключается в поиске быстрого и более или менее надежного способа установления наличия такого рода разнокачественности подбираемых родительских пар по любым критериям.

Предложено огромное количество способов прогнозирования гетерозиса по значениям анатомических, физиологических, биохимических показателей родительских форм. В первую очередь, необходимо отметить существование метода, на котором основана сейчас целая отрасль современной селекции – скрещивание генетически разнородных форм. Эта методика может быть представлена в виде следующего утверждения: «Из всех родительских пар, скрещенных между собой, чаще всего и больше всего гетерозис проявляется для тех, у которых имеется наибольшее генетическое различие». Ее применение

\* Работа поддержана грантом РФФИ № 03-04-9582

дало хорошие результаты, но и недостатки очевидны; один из основных – отсутствие уверенности, что всегда или в большинстве случаев можно верно спрогнозировать появление гетерозиса в  $F_1$ , так как он наблюдается и при скрещивании неотдаленных генетически родительских форм и не всегда наблюдается в обратном случае. О подобных фактах сообщила Л. В. Хотылева [11], показав, что многие из лучших межлинейных гибридов получены от скрещивания линий, хотя и не родственных по происхождению, но более или менее сходных по величине признаков. Она же указывает, что скрещивание линий, более различающихся по своим признакам, во многих случаях дает худший эффект. Другой недостаток – нет возможности дать прогноз абсолютных значений признаков и направления их доминирования в  $F_1$ .

Другой пример метода прогноза возможности проявления гетерозиса – прогноз на основе определения комбинационной способности родительских форм [8,9,10]. Замечено, что часто, но не всегда, родительские формы с высокой комбинационной способностью в  $F_1$  дают гетерозис либо полное доминирование. Этот метод также широко распространен. Наряду с достоинствами он обладает всеми недостатками, присущими предыдущему методу. Нередко, как указывает Н. В. Турбин, прогнозы не оправдываются. Кроме того, метод очень трудоемок, так как для определения комбинационных способностей по признакам необходимо провести множество диаллельных (полиаллельных) скрещиваний всевозможных родительских форм.

Исходя из задач селекции, для прогнозирования гетерозиса и высокой продуктивности, необходимо перейти к анализу организации не отдельных признаков, а целых физиолого-генетических систем, с помощью которых селекционер улучшает продуктивность, устойчивость и качество растений. Получение таких данных позволяет планировать гибридизацию таким образом, чтобы объединить в одном генотипе большое количество генов различных генетических систем, повышающих продуктивность.

В соответствии с концепцией В.А. Драгавцева, генетическую изменчивость количественных признаков обеспечивают семь полигенных систем: адаптивности; аттракции — перекачки пластических веществ из соломины и листьев в колос; микрораспределения пластических веществ между зерновками и мякиной в колосе; «оплаты» лимитирующего фактора почвенного питания, толерантности к загущению; вариабельности периодов онтогенеза; иммунитета к вредителям и болезням [7]. Разработаны экспресс-методы идентификации работы каждой системы в отдельности. Для того чтобы исключить затраты на сортоиспытание сортов-«мотыльков», используемых в производстве очень непродолжительное время, необходимо обратить особое внимание на формирование в селекцентре эффективной рабочей коллекции. В ней должны быть представлены сорта и генотипы, подобранные в соответствии с динамикой лимитирующих факторов типичного года, обладающие ценными аддитивно «работающими» полигенами различных генетических систем [1,6].

**Цель исследования.** Изучить генетический полиморфизм систем аттракции, адаптивности и микрораспределений продуктов фотосинтеза у российских сортов риса.

**Материал и методика.** Драгавцевым и Дьяковым был разработан новый метод генетического анализа исходных форм и селекционного материала [2,3,4]. Для анализа каждой из генетических систем необходимо организовать эксперимент таким образом, чтобы изменчивость признака была обусловлена эффектами только двух генетических систем. Для идентификации генотипов растений по фенотипам необходимо изучение селекционного (СП) и фонового признаков (ФП) в двухмерных системах координат. Для оценки полигенных систем адаптивности и аттракции использовали такие признаки, как масса метелки (СП) и масса соломины (ФП). Полигенные системы адаптивности плюс аттракции и микрораспределения пластических веществ в метелке оценивали по двухмерной системе: масса зерна (СП) – масса мякины (ФП). В системе координат СП–ФП анализировали рас-

пределение фенотипических значений признаков сортов, то есть средних значений количественных признаков, рассчитанных для каждого сорта. [7]. На график наносили точки, соответствующие сортам. После построения двух линий ортогональной регрессии на графике выделяются четыре зоны возможной локализации сорта, которые характеризуют полигенные системы. За количественную меру «работы» полигенов принимается расстояние по перпендикуляру, опущенному от точки расположения сорта на соответствующую линию регрессии. Максимальное число генов адаптивности у сортов – точки, которых на графике удалены от начала координат по положительной линии регрессии. Лучшие полигены аттракции несут образцы, проекции которых на отрицательную линию регрессии, расположены в верхней ее части. На рисунке, характеризующем полиморфизм по генетическим системам микрораспределений продуктов фотосинтеза, положительная линия регрессии характеризует сорта по совокупности генов аттракции и адаптивности, а отрицательная по генам микрораспределений.

Изучение генетического полиморфизма систем аттракции, адаптивности и микрораспределений продуктов фотосинтеза у сортов риса проводили на 30 перспективных сортах российской селекции в 2003-2004 гг. Опыты закладывались на вегетационной площадке на оптимальном фоне минерального питания ( $N_{120}P_{60}K_{60}$ ). Засоление создавали искусственно в фазу кущения, путем внесения в почву соли ( $NaCl$ ) до концентрации 0,35%. Выборка - 20 растений сорта на вариант опыта.

**Результаты.** Анализ систем аттракции и адаптивности проводили в лизиметрических опытах при засолении и без него (табл. 1). Максимальное число генов адаптивности сочетается с лучшими показателями по аттракции (на фоне без засоления) у сортов: Хазар, Курчанка, Рапан, Юпитер (табл.2). Лучшие по адаптивности сорта: Факел, ВНИИР 8242, Боярин, Атлант, Аметист, Лидер, ВНИИР 8150, Хазар, Юпитер; по аттракции: ВНИИР 8242, ВНИИР 8150, Хазар, Павловский, Изумруд (рис. 1).

Максимальное число генов адаптивности в условиях засоления сочетается с лучшими показателями по аттракции у сортов: Гарант, Рапан, Новатор, Лидер. Лучшие по адаптивности сорта: Факел, ВНИИР 8150, Павловский, Боярин, Атлант, Хазар, Юпитер, ВНИИР 8242; по аттракции: ВНИИР 8150, ВНИИР 8242, Изумруд, Рапан, Боярин, Павловский, Хазар, и группа близких по признаку сортов – Юпитер, Дружный, Гарант.

**Таблица 1.** Сорта, несущие лучшие полигены аттракции и адаптивности

| Контроль     |            | Засоление    |            |
|--------------|------------|--------------|------------|
| Адаптивности | Аттракции  | Адаптивности | Аттракции  |
| Факел        | ВНИИР 8242 | Факел        | ВНИИР 8150 |
| ВНИИР 8242   | ВНИИР 8150 | ВНИИР 8150   | ВНИИР 8242 |
| Боярин       | Изумруд    | Павловский   | Изумруд    |
| Атлант       | Павловский | Боярин       | Рапан      |
| Аметист      | Рапан      | Атлант       | Боярин     |
| ВНИИР 8150   | Лиман      | Хазар        | Павловский |
| Лидер        | Изумруд    | Юпитер       | Хазар      |
| Хазар        | Боярин     | ВНИИР 8242   | Дружный    |
| Юпитер       | Жемчуг     | Аметист      | Гарант     |

Несколько сортов показали наличие полигенов, обеспечивающих их высокую адаптивность как при засолении, так и без него, среди них: Факел, ВНИИР 8242, ВНИИР 8150, Атлант, Хазар. Графики полиморфизма по генам адаптивности и аттракции и микрораспределения продуктов фотосинтеза среди сортов российской селекции показывают, что

лучшая дифференциация сортов по признаку происходит при засолении. В благоприятных условиях все сорта реализуют свой генетический потенциал. При применении стрессовых фонов образцы, несущие неблагоприятные или недостаточно эффективно работающие аллели гена, снижают продуктивность и могут быть легко выделены.

Эколого-генетический анализ показал, что лучшими по системе генов, обеспечивающих микрораспределение продуктов фотосинтеза (на фоне без засоления), являются сорта: Факел, ВНИИР 8242, Боярин, ВНИИР 8150, Аметист, Изумруд, Павловский, Атлант, Спринт.

**Таблица 2.** Сорта, несущие лучшие полигены аттракции и адаптивности и микрораспределения продуктов фотосинтеза

| Контроль                 |  | Засоление                |  |
|--------------------------|--|--------------------------|--|
| Адаптивности и Аттракции | Микрораспределения продуктов фотосинтеза | Адаптивности и Аттракции | Микрораспределения продуктов фотосинтеза |
| Хазар                    | Факел                                    | Гарант                   | ВНИИР 8150                               |
| Курчанка                 | ВНИИР 8242                               | Хазар                    | ВНИИР 8242                               |
| Рапан                    | Боярин                                   | Рапан                    | Боярин                                   |
| Юпитер                   | ВНИИР 8150                               | Новатор                  | Павловский                               |
| Факел                    | Изумруд                                  | Лидер                    | Юпитер                                   |
| Лидер                    | Атлант                                   | ВНИИР8150                | Спринт                                   |
| Регул                    | Павловский                               | Павловский               | Атлант                                   |
| Дружный                  | Аметист                                  | Юпитер                   | Аметист                                  |
| Янтарь                   | Спринт                                   | Дружный                  | Изумруд                                  |

Лучшими сортами по системе генов, обеспечивающих микрораспределение продуктов фотосинтеза при засолении (рис. 2), являются сорта: ВНИИР 8150, ВНИИР 8242, Боярин, Павловский, Юпитер, далее следуют Аметист, Атлант, Спринт - сорта с близкими значениями по признаку .

**Выводы.** 1/. Максимальное число генов адаптивности сочетается с лучшими показателями по аттракции у сортов: Хазар, Курчанка, Рапан, Юпитер.

2/. В условиях засоления максимальное число генов адаптивности сочетается с лучшими показателями по аттракции у сортов: Гарант, Рапан, Новатор, Лидер.

3/. По аттракции превосходят другие образцы: ВНИИР 8242, ВНИИР 8150, Павловский, Хазар.

4/. Лучшие по адаптивности сорта: Факел, ВНИИР 8150, Боярин, Атлант, Хазар, Юпитер, ВНИИР 8242.

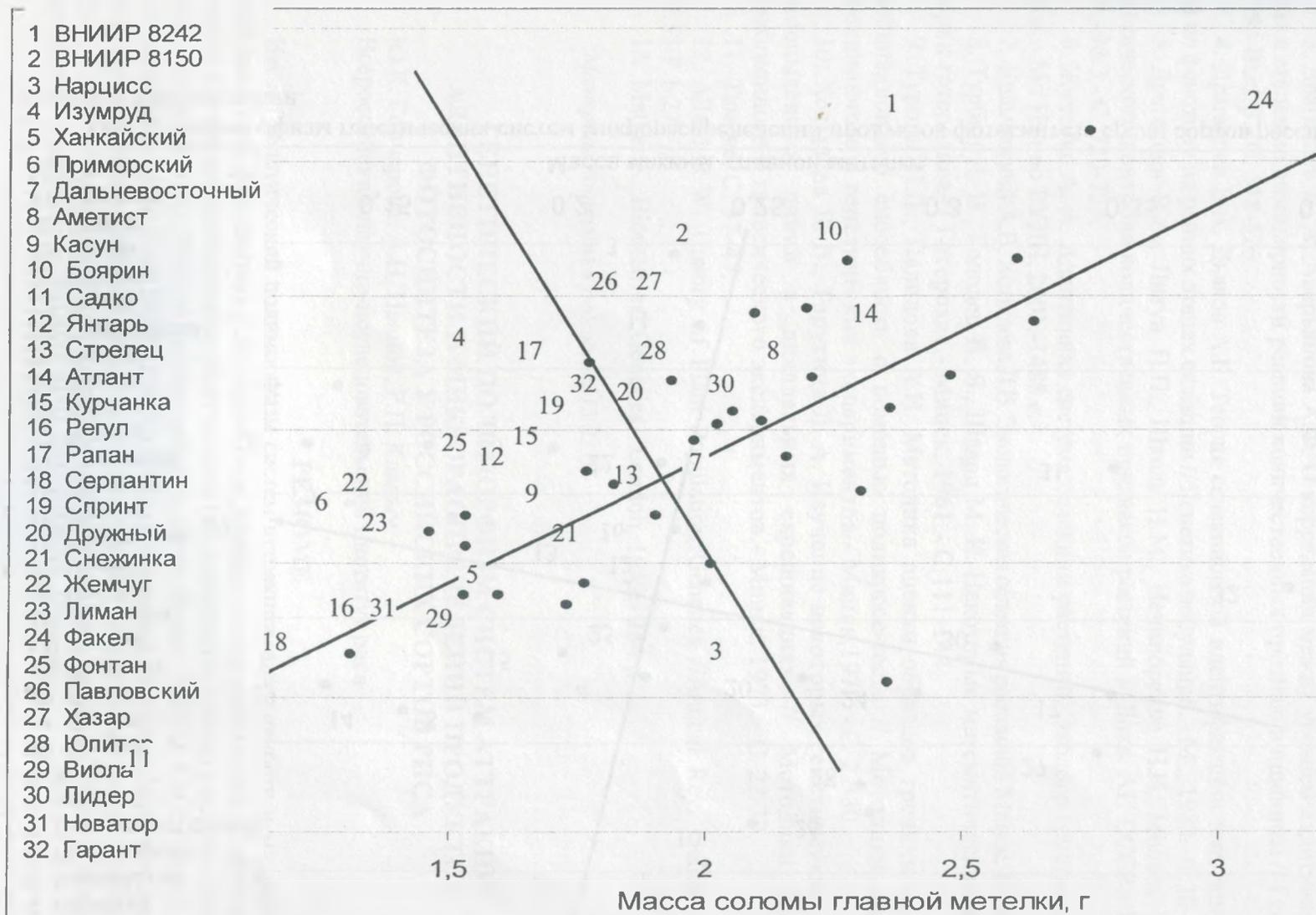


Рис. 1. Полиморфизм генов адаптивности и аттракции среди сортов российской селекции.

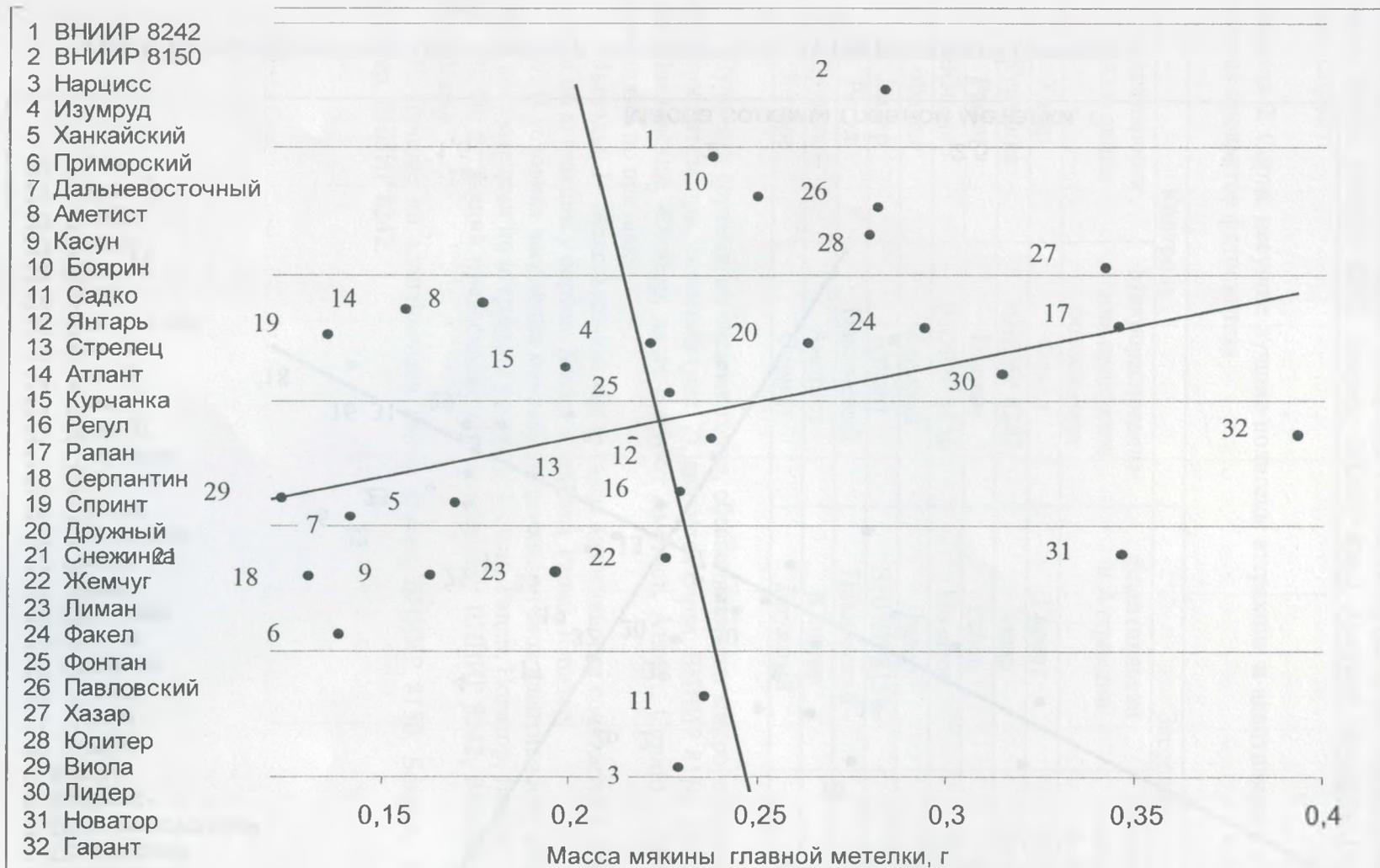


Рис. 2. Полиморфизм генетических систем микрораспределений продуктов фотосинтеза среди сортов российской селекции при засолении.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Драгавцев В.А. Алгоритмы эколого-генетической инвентаризации генофонда и методы конструирования сортов сельскохозяйственных растений по урожайности, устойчивости и качеству – СПб.: ВИР, 1994.-50 с.
2. Драгавцев В.А. Итоги и задачи использования мирового генофонда ВИР для селекции сельскохозяйственных культур // Современные проблемы генетики количественных признаков растений: Матер. науч. – практ. конф.- СПб, 1997.-С.57.
3. Драгавцев В. А, Аверьянова А.Ф. О корреляции между уровнем аддитивной вариации и степенью симилярности реакции количественных признаков пшеницы // Генетика. - 1979.- Вып. 3.- С. 518-526.
4. Драгавцев В.А, Дьяков А.Б. Теория селекционной идентификации генотипов растений по фенотипу на ранних этапах селекции // Генетика популяций. - М., 1982.- С.30-37.
5. Драгавцев В.А., Литун П.П., Шкель Н.М., Нечипоренко Н.Н. Модель эколого-генетического контроля количественных признаков растений // Докл. АН СССР.- 1984.- Т. 274.- № 3.- С. 720-723.
6. Жученко А. А. Адаптивная система селекции растений. Эколого-генетические основы. - М.: Изд-во РУДН, 2001.-1488 с.
7. Кильчевский А.В, Хотылева Л.В. Экологическая селекция растений.- Минск, 1997.- 372 с.
8. Турбин Н. В., Голодец В. Я., Шварц М. К. Некоторые математические вопросы теории гетерозиса // Гетерозис.- Минск, 1961.- С.111-144.
9. Турбин Н.В., Палилова А.И. Методика оценки образцов гречихи на общую комбинационную способность с помощью поликросс-теста // Методики генетико-селекционного и генетических экспериментов.- Минск,1973. - С. 22-30.
10. Хотылева Л. В., Тарутина Л. А. Изучение некоторых генетических свойств самоопыленных линий в диаллельных скрещиваниях // Методики генетико-селекционного и генетического экспериментов.- Минск, 1973. - С. 22-30.
11. Там же, С. 37–47.
12. Allard R.W. History of Plant Population Genetics //Annual Rev. Genetics.-1999.- Vol.33-P.1-27.
13. Mather K. Biometrical Genetics.- London, 1949.- 284 p.

*Материал поступил в редакцию 15.02.05*

### **ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОЛИМОРФИЗМ СИСТЕМ АТТРАКЦИИ, АДАПТИВНОСТИ И МИКРОРАСПРЕДЕЛЕНИЙ ПРОДУКТОВ ФОТОСИНТЕЗА У РОССИЙСКИХ СОРТОВ РИСА**

Ю.К. Гончарова, А.Н. Иванов, Р.П. Кладь  
Всероссийский научно-исследовательский институт риса

#### **РЕЗЮМЕ**

Изучен генетический полиморфизм систем аттракции, адаптивности и микрораспределений продуктов фотосинтеза у 30 сортов риса. Максимальное число генов адаптивности сочетается с лучшими показателями по аттракции (на фоне без засоления) у сортов: Хазар, Курчанка, Рапан, Юпитер. Лучшие по адаптивности сорта: Факел, ВНИИР 8242, Боярин, Атлант; по аттракции: ВНИИР 8242, ВНИИР 8150, Хазар, Павловский, Изумруд. Максимальное число генов адаптивности в условиях засоления сочетается с лучшими показателями по аттракции у сортов: Гарант, Рапан, Новатор, Лидер. Лучшие по адаптивности сорта: Факел, ВНИИР 8150, Павловский; по аттракции: ВНИИР 8150, ВНИИР 8242, Изумруд.

**GENETIC POLYMORPHISM OF SYSTEMS OF ATTRACTION,  
ADAPTABILITY AND MICRO DISTRIBUTIONS OF PHOTOSYNTHESIS PRODUCTS  
IN RUSSIAN RICE VARIETIES**

J.K. Gontcharova, A.N. Ivanov, R.P. Klad  
All-Russian Rice Research Institute

**SUMMARY**

Genetic polymorphism of systems of attraction, adaptability and micro distributions of photosynthesis products in 30 rice varieties is studied. Maximum number of adaptability genes corresponds with best indices on attraction (on basis without salinity) in varieties: Khazar, Kurchanka, Rapan, Yupiter. Best varieties on adaptability are: Fukel, VNIIR 8242, Boyarin, Atlant. Best varieties on attraction are: VNIIR 8242, VNIIR 8150, Khazar, Pavlovsky, Izumrud. Maximum number of adaptability genes under salinity conditions corresponds with best indices on attraction in varieties: Garant, Rapan, Novator, Lider. Best varieties on adaptability are: Fukel, VNIIR 8150, Pavlovsky. Best varieties on attraction are: VNIIR 8150, VNIIR 8242, Izumrud.

УДК 633.18.631.527

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТРОДУКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ РИСА В ПРАКТИЧЕСКОЙ СЕЛЕКЦИИ\*

Н.Н. Малышева, к. с.-х. н., О.А. Досеева, к. с.-х. н.,

Т.Н. Лоточникова, Е.С. Харченко

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Ведущая роль в повышении эффективности сельскохозяйственного производства принадлежит селекции. В российском рисоводстве в связи с экономическими тенденциями последних десятилетий возникла потребность в новом наборе высокоурожайных, экономичных сортов.

Работа в этом направлении требует изучения исходного материала из генетической коллекции зародышевой плазмы ВНИИ риса, интродукционных поступлений из рисосеющих стран ближнего и дальнего зарубежья, а также определения генетического потенциала сортообразцов.

Такой подход позволит дать максимально полную характеристику всем сортам и образцам, используемым в гибридных программах, и отобрать формы, которые в наибольшей степени соответствовали бы модели будущего сорта риса для возделывания в почвенно-климатических условиях Краснодарского края. Именно поэтому изучение коллекции – важнейший этап селекционной работы.

Мировая коллекция риса ВИР (С.-Петербург), а также образцы генетической плазмы ВНИИ риса обладают ценнейшими признаками, необходимыми для работы по всем направлениям растениеводства. Они представляют собой фундамент селекции. Коллекция ежегодно пополняется новым исходным материалом местного происхождения и интродукционными формами из различных источников, которые проходят всестороннюю оценку. Результаты изучения заносятся в базу данных «Генетические ресурсы ВНИИ риса». Этот информационный ресурс используется селекционерами для подбора родительских пар при составлении моделей гибридных комбинаций, а также специалистами института.

**Цель исследований.** Комплексно изучить интродукционные формы риса в условиях Краснодарского края по основным морфологическим, биологическим и хозяйственно полезным признакам и свойствам, технологическим качествам зерна и крупы. Выявить источники ценных признаков и свойств для дальнейшего использования в селекции.

**Материал и методика исследований.** Объектом исследований служили интродукционные образцы риса, поступившие в коллекцию ВНИИ риса из интродукционно-карантинного питомника и прошедшие экспертизу на отсутствие карантинных объектов. Изучение сортообразцов проводили в полевых, вегетационных и лабораторных условиях по методикам ВИРа и ВНИИ риса [5, 4].

**Результаты и обсуждение.** В настоящее время генотипы культивируемых видов растений не обладают устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессам. Выявлена отрицательная корреляционная связь между потенциальной урожайностью и экологической устойчивостью. Поэтому современной селекции необходим поиск таких механизмов резистентности, которые бы обеспечили не только выживаемость растений в определенных агроклиматических условиях, но и сохраняли бы уровень продуктивности [3]. На первом этапе исследований была проведена оценка интродукционных образцов на пригодность к выращиванию и последующему репродуцированию в условиях Кубани. Лимитирующим фактором являлась длина периода вегетации, поскольку Краснодарский край входит в северную зону мирового рисосеяния. Многие интродуцированные формы риса

\* Работа поддержана грантом РФФИ № 03-04-96720

отрицательно реагируют на продолжительность светового дня и температурные условия. У большинства сортообразцов фотопериодическая реакция настолько сильна, что они цветут очень поздно (сентябрь-октябрь) или вообще не выметывают.

Исследованиями была выявлена изменчивость сортового разнообразия риса по продолжительности периода вегетации. Выделены 19 сортообразцов с периодом посев-полная спелость до 130 дней, который обеспечивает необходимое для изучения количество семян (табл. 1).

**Таблица 1.** Краткая характеристика интродукционных сортообразцов риса

| № предварительного каталога ВНИИ риса | Сортообразец                      | Страна происхождения | Ботаническая разновидность    | Период от залива до цветения, дней | Период вегетации, дней |
|---------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------|
| 93-4                                  | 13770 Choss 116                   | Индия                | <i>gilanica Gust.</i>         | 72                                 | 103                    |
| 93-10                                 | Korostai-333                      | Венгрия              | <i>italica Alef.</i>          | 72                                 | 101                    |
| 93-11                                 | OKI - 3                           | Венгрия              | <i>gilanica Gust.</i>         | 68                                 | 98                     |
| 93-13                                 | NSH-1                             | Венгрия              | <i>gilanica Gust.</i>         | 68                                 | 98                     |
| 93-14                                 | Karmina                           | Венгрия              | <i>italica Alef.</i>          | 70                                 | 100                    |
| 93-17                                 | Ringola                           | Венгрия              | <i>gilanica Gust.</i>         | 68                                 | 98                     |
| 93-35                                 | Caleniran                         | Франция              | <i>italica Alef.</i>          | 80                                 | 110                    |
| 93-56                                 | 8961/92 Sinbv-12                  | Япония               | <i>italica Alef.</i>          | 69                                 | 100                    |
| 93-94                                 | Merle                             | Франция              | <i>gilanica Gust.</i>         | 83                                 | 115                    |
| 93-108                                | Gongjin                           | Китай                | <i>italica Alef.</i>          | 81                                 | 113                    |
| 93-110                                | Haojin                            | Китай                | <i>italica Alef.</i>          | 67                                 | 97                     |
| 93-132                                | Pingxi-16                         | Китай                | <i>italica Alef.</i>          | 87                                 | 119                    |
| 93-136                                | 16028/91 Sinbv 16                 | Ю.Корея              | <i>italica Alef.</i>          | 80                                 | 112                    |
| 93-137                                | Pegaso                            | Италия               | <i>gilanica Gust.</i>         | 77                                 | 109                    |
| 93-140                                | Tinjing 127                       | Китай                | <i>italica Alef.</i>          | 80                                 | 112                    |
| 94-10                                 | 13747/92 IR 53236-342             | Индия                | <i>breviaristata Vav.</i>     | 86                                 | 118                    |
| 95-22                                 | SR-183-36-5-5-1 B                 | Корея                | <i>italica Alef.</i>          | 76                                 | 107                    |
| 95-23                                 | SR-17563-3-1-3-2 B                | Корея                | <i>italica Alef.</i>          | 95                                 | 127                    |
| 95-39                                 | 12184/94, IR-66165-52-33, A-45331 | Филиппины            | <i>gilanica Gust.</i>         | 98                                 | 130                    |
| стандарт                              | Спринт                            | Россия               | <i>italica Alef.</i>          | 74                                 | 104                    |
| стандарт                              | Лиман                             | Россия               | <i>subvulgaris Braches.</i>   | 79                                 | 109                    |
| стандарт                              | Лидер                             | Россия               | <i>zeravschanica Braches.</i> | 92                                 | 122                    |

Исследования показали (табл.1), что интродукционные сортообразцы относятся к подвидам *japonica* (ботаническая разновидность *italica Alef.*) и *indica* (ботанические разновидности *gilanica Gust.* и *breviaristata Vav.*), имеют округлую и удлиненную форму зерновки, соответственно.

Фенологическими наблюдениями выявлено 11 скороспелых интродукционных сортообразцов с периодом вегетации до 110 дней. Из них выделено: 4 раннеспелых формы из Венгрии (OKI – 3, NSH-1, Karmina, Ringola), 2 – из Японии (Sinbv-12) и Китая (Haojin),

созревающих за 97-100 дней. Остальные образцы относятся к средне- и позднеспелой группам. Лишь образец JR-66165-52-33, А-45331 (К-95-39) оказался очень позднеспелым с вегетационным периодом 130 дней. Но при довольно продолжительном периоде посева-созревание он отличался устойчивостью к полеганию растений и осыпанию зерновок, а также высоким качеством зерна и крупы.

В полевых условиях изучен морфологический тип растений интродукционных сортообразцов. При этом учитывали следующие параметры: положение и форма метелки, габитус растений, тип куста, опушенность цветковых чешуй. Определяли селекционно важные признаки - устойчивость к полеганию растений и осыпанию колосков с метелок (табл. 2).

**Таблица 2.** Характеристика интродукционных образцов риса по морфологическим и хозяйственно ценным признакам, балл

| № предварительного каталога ВНИИ риса | Наименование образца              | Тип метелки |           | Форма куста | Опушенность цветковых чешуй | Устойчивость к |           |
|---------------------------------------|-----------------------------------|-------------|-----------|-------------|-----------------------------|----------------|-----------|
|                                       |                                   | форма       | положение |             |                             | осыпанию       | полеганию |
| 93-4                                  | 13770 Choss 116                   | 7           | 9         | 3           | 7                           | 7              | 9         |
| 93-10                                 | Korostai-333                      | 3           | 9         | 3           | 7                           | 5              | 5         |
| 93-11                                 | OKI - 3                           | 3           | 9         | 3           | 7                           | 3              | 5         |
| 93-13                                 | NSH-1                             | 3           | 5         | 3           | 7                           | 3              | 3         |
| 93-14                                 | Karmina                           | 3           | 5         | 3           | 7                           | 3              | 7         |
| 93-17                                 | Ringola                           | 3           | 9         | 3           | 7                           | 3              | 3         |
| 93-35                                 | Caleniran                         | 7           | 9         | 3           | 7                           | 3              | 7         |
| 93-56                                 | 8961/92 Sinbv-12                  | 7           | 9         | 3           | 7                           | 1              | 3         |
| 93-94                                 | Merle                             | 1           | 3         | 1           | 7                           | 1              | 3         |
| 93-108                                | Gongjin                           | 7           | 9         | 1           | 1                           | 1              | 1         |
| 93-110                                | Haojin                            | 7           | 9         | 3           | 7                           | 1              | 5         |
| 93-132                                | Pingxi-16                         | 7           | 9         | 1           | 7                           | 1              | 1         |
| 93-136                                | 16028/91 Sinbv 16                 | 7           | 9         | 1           | 7                           | 1              | 1         |
| 93-137                                | Pegaso                            | 7           | 9         | 1           | 7                           | 1              | 1         |
| 93-140                                | Tinjing 127                       | 7           | 9         | 3           | 7                           | 1              | 1         |
| 94-10                                 | 13747/92 IR 53236-342             | 3           | 9         | 3           | 7                           | 5              | 5         |
| 95-22                                 | SR-183-36-5-5-1 B                 | 3           | 5         | 3           | 7                           | 3              | 1         |
| 95-23                                 | SR-17563-3-1-3-2 B                | 3           | 5         | 1           | 7                           | 1              | 1         |
| 95-39                                 | 12184/94, IR-66165-52-33, А-45331 | 5           | 9         | 1           | 5                           | 1              | 1         |
| стандарт                              | Спринт                            | 5           | 9         | 3           | 5                           | 1              | 3         |
| стандарт                              | Лиман                             | 1           | 1         | 1           | 5                           | 1              | 1         |
| стандарт                              | Лидер                             | 1           | 1         | 1           | 5                           | 1              | 1         |

Анализируя данные таблицы 2, можно сделать вывод о том, что интродукционный материал существенно не различался по форме и положению метелок. Большинство сортообразцов имели средне-или сильноразвесистую метелку (3-7 баллов), и, как правило, наклонное или поникшее положение с балльной оценкой 5 и 9, соответственно.

Форма куста у всех изученных сортообразцов была прямостоячая с наклоном стебля не менее 80° (1 балл) или слаборазвалистая (3 балла).

Все интродукционные образцы имели цветковые чешуи с сильным или слабым опушением. Исключение составил сортообразец Gongjin (к-93-108), у которого цветковые чешуи не были опушены (оценочный балл 1).

Визуальной оценкой в фазе полной спелости выделены 10 устойчивых к осыпанию образцов (балл 1). Остальные изученные интродукционные формы были менее устойчивы к осыпанию, что снижает их селекционную ценность.

Полегание растений – негативный признак, зависящий как от генотипа сорта, так и от условий выращивания. Нашими исследованиями выявлено 8 высокоустойчивых образцов (балл 1). У остальных интродукционных форм наблюдалась средняя или низкая устойчивость (3,5,7 баллов).

Выделены следующие сортотипы, сочетающие устойчивость к осыпанию зерновок и к полеганию растений: Gongjin, Pingxi-16, Tinjing 127 (Китай); Sinbv 16 (Япония), Pegaso (Италия), SR-17563-3-1-3-2 В (Корея), IR-66165-52-33, А-45331 (Филиппины).

Таким образом, лучшие интродукционные сортообразцы мирового генофонда риса с различным морфотипом растений и ценными хозяйственными признаками могут представлять интерес для селекции.

Как известно, урожайность зерновых культур зависит от количества продуктивных побегов и массы зерна с растения в целом. В связи с этим важной задачей является выявление новых продуктивных форм и изучение потенциала их урожайности.

В результате предварительной оценки были отобраны и комплексно изучены интродукционные сортообразцы риса, представляющие интерес для селекции в качестве исходного материала. Критерием отбора являлись хозяйственно полезные признаки, определяющие потенциальную урожайность и приспособленность к возделыванию сортообразцов в агроклиматических условиях Северо-Кавказского региона. В процессе исследований был выделен исходный материал, отличающийся совокупностью признаков и свойств, ценных для практической селекции (табл. 3).

Анализ структуры урожая позволил выявить высокопродуктивные формы Merle (Франция), Karmina и OKI-3 (Венгрия), IR 53236-342 (Индия), у которых озерненность и масса зерна главной метелки, продуктивность растения в целом превышали или находились на уровне стандартов. Необходимо отметить, что венгерские сортообразцы OKI-3 и Karmina являются скороспелыми (созревают за 98 и 100 дней соответственно), при этом имеют высокий потенциал урожайности, что важно для селекционной работы, направленной на создание сортов риса с коротким периодом вегетации.

Одной из главных задач в селекции риса на современном этапе является улучшение качества зерна без снижения достигнутого уровня продуктивности и адаптивности новых сортов. При изучении интродукционных сортообразцов на качество зерна и крупы выявлено: в большинстве своем они высокостекловидные, с округлой или удлиненной формой зерновки, высоким общим выходом крупы и целого ядра. Наибольшую стекловидность (95-98%) имели следующие сортообразцы: Caleniran (Франция), Haojin (Китай), SR-183-36-5-5-1 В (Корея), Sinbv-12 (Япония), зерновки которых при варке не образовывали клейкой массы, это говорит о ценных кулинарных достоинствах.

Общий выход крупы и целого ядра оказались высокими у сортообразцов Gongjin (Китай), SR-17563-3-1-3-2 В (Корея), Haojin (Китай), 16028/91 Sinbv 16 (Ю.Корея), IR-66165-52-33, А-45331 (Филиппины). Максимальный выход целого ядра отмечен Tinjing 127 (90,0 %) у сортообразца из Китая.

Таблица 3. Комплексная характеристика интродукционных образцов риса

| № предварительного каталога ВНИИ риса | Высота растений, см | Длина главной метелки, см | Число колосков в главной метелке шт. | Масса зерна, г    |            | Масса 1000 абсолютно сухих зерен, г | Пленчатость, % | Стекловидность, % | Трещиноватость, % | l/b | Выход крупы, % |             | Холодостойкость | Солеустойчивость | Устойчивость к пирикулярнозу | Устойчивость к нематоде |
|---------------------------------------|---------------------|---------------------------|--------------------------------------|-------------------|------------|-------------------------------------|----------------|-------------------|-------------------|-----|----------------|-------------|-----------------|------------------|------------------------------|-------------------------|
|                                       |                     |                           |                                      | с главной метелки | с растения |                                     |                |                   |                   |     | общий          | целого ядра |                 |                  |                              |                         |
| 93-4                                  | 117,4               | 23,3                      | 86,5                                 | 1,6               | 3,6        | 17,4                                | 20,6           | 86                | 12                | 3,4 | 62,9           | 57,4        | н               | су               | су                           | ув                      |
| 93-10                                 | 77,6                | 15,7                      | 107,2                                | 2,2               | 4,2        | 24,2                                | 18,9           | 78                | 38                | 3,0 | 65,9           | 59,3        | су              | н                | у                            | св                      |
| 93-11                                 | 83,2                | 19,0                      | 73,4                                 | 2,6               | 4,8        | 30,6                                | 18,0           | 75                | 21                | 3,0 | 62,9           | 56,8        | у               | у                | н                            | у                       |
| 93-13                                 | 83,4                | 18,0                      | 107,8                                | 2,8               | 4,2        | 27,6                                | 16,8           | 86                | 19                | 2,8 | 63,8           | 63,3        | у               | у                | н                            | ув                      |
| 93-14                                 | 94,2                | 18,3                      | 107,6                                | 3,2               | 6,3        | 27,4                                | 16,8           | 71                | 18                | 3,0 | 65,4           | 68,5        | у               | у                | су                           | у                       |
| 93-17                                 | 90,6                | 18,9                      | 80,4                                 | 2,9               | 2,9        | 32,1                                | 17,1           | 78                | 15                | 3,0 | 66,6           | 58,6        | у               | су               | у                            | св                      |
| 93-35                                 | 107,9               | 23,7                      | 111,3                                | 2,4               | 3,3        | 25,7                                | 17,6           | 95                | 21                | 3,1 | 66,8           | 63,4        | у               | су               | у                            | ув                      |
| 93-56                                 | 76,8                | 17,2                      | 81,2                                 | 2,1               | 2,7        | 23,8                                | 15,8           | 97                | 56                | 1,7 | 74,7           | 73,0        | н               | н                | у                            | ув                      |
| 93-94                                 | 89,8                | 18,2                      | 147,2                                | 3,5               | 6,2        | 18,3                                | 15,5           | 91                | 13                | 2,6 | 63,3           | 63,7        | су              | су               | н                            | св                      |
| 93-108                                | 91,4                | 16,0                      | 65,2                                 | 1,5               | 1,5        | 22,4                                | 16,1           | 90                | 30                | 2,0 | 74,3           | 82,7        | н               | н                | у                            | св                      |
| 93-110                                | 94,9                | 17,3                      | 86,0                                 | 2,2               | 2,2        | 23,2                                | 17,8           | 96                | 44                | 1,7 | 74,0           | 82,2        | н               | н                | ву                           | св                      |
| 93-132                                | 92,4                | 17,6                      | 84,5                                 | 1,7               | 1,7        | 23,5                                | 17,3           | 94                | 66                | 1,8 | 71,3           | 58,3        | н               | н                | у                            | ув                      |
| 93-136                                | 95,6                | 18,3                      | 118,7                                | 2,8               | 4,3        | 23,3                                | 17,2           | 87                | 23                | 1,7 | 72,5           | 86,8        | н               | н                | у                            | св                      |
| 93-137                                | 83,1                | 15,7                      | 105,2                                | 2,6               | 4,0        | 24,4                                | 17,5           | 92                | 9                 | 2,9 | 69,1           | 77,1        | у               | у                | су                           | св                      |
| 93-140                                | 85,7                | 17,6                      | 81,8                                 | 2,2               | 2,2        | 23,1                                | 16,5           | 72                | 23                | 1,8 | 73,3           | 90,0        | н               | н                | у                            | св                      |
| 94-10                                 | 111,2               | 19,8                      | 129,6                                | 3,1               | 4,9        | 29,7                                | 17,4           | 68                | 41                | 3,1 | 65,7           | 32,2        | су              | су               | су                           | ув                      |
| 95-22                                 | 74,8                | 17,9                      | 98,9                                 | 2,4               | 2,4        | 22,1                                | 17,2           | 98                | 35                | 1,8 | 72,2           | 79,2        | н               | н                | у                            | ув                      |
| 95-23                                 | 86,7                | 18,6                      | 113,0                                | 2,3               | 2,3        | 20,4                                | 18,0           | 91                | 26                | 1,8 | 74,0           | 87,3        | н               | н                | у                            | ув                      |
| 95-39                                 | 88,6                | 25,0                      | 94,1                                 | 1,8               | 3,9        | 18,5                                | 19,8           | 92                | 0                 | 2,9 | 64,3           | 85,6        | н               | н                | су                           | св                      |
| Спринт                                | 92,7                | 19,5                      | 112,1                                | 3,6               | 4,8        | 30,0                                | 17,2           | 88                | 18                | 1,8 | 72,6           | 83,2        | су              | н                | су                           | у                       |
| Лиман                                 | 66,2                | 13,7                      | 134,3                                | 4,1               | 5,3        | 23,2                                | 17,0           | 82                | 21                | 1,8 | 70,6           | 92,9        | су              | у                | ув                           | ув                      |
| Лидер                                 | 90,2                | 16,0                      | 159,8                                | 4,0               | 6,2        | 23,1                                | 20,0           | 93                | 15                | 2,1 | 67,3           | 95,6        | у               | н                | ву                           | су                      |

Примечание: у – устойчив; н – неустойчив; су – среднеустойчив; ув – умеренно восприимчив; св средневосприимчив; ву – высокоустойчив

Требования, предъявляемые к зерну и крупе риса, зависят в основном от традиций и вкусов. В странах Европы, к примеру, предпочтение отдают стекловидным сортам, крупа которых после варки приобретает рассыпчатость.

В результате исследований нами выделено 7 длиннозерных интродукционных сортообразцов с  $l/b$  3,0-3,4: Caleniran (Франция), Korostai-333, Ringola, Karmina, OKI – 3 (Венгрия), IR 53236-342 и Choss 116 (Индия). Стекловидность выявленных длиннозерных сортообразцов была довольно низкой (68-86 %). Лишь французский сортообразец Caleniran имел величину этого признака 95 %. При переработке зерна длиннозерных сортообразцов наблюдали низкий выход целого ядра и большое количество дробленых ядер. Это можно объяснить низкой стекловидностью сортообразцов, приспособленностью перерабатывающих машин для округлозерных сортов, а также влиянием факторов внешней среды.

Селекция риса направлена на то, чтобы наряду с повышением потенциальной урожайности, создавать сорта с генетической устойчивостью к неблагоприятным факторам. В Краснодарского края – это пониженные температуры в период прорастания зерновок риса, засоление почв, поражение пирикулярриозом и афеленхозом (рисовой листовой нематодой). Эффективность создания толерантных и иммунных сортов зависит от наличия исходного материала с генами устойчивости к стрессовым факторам.

Для выявления форм, которые бы могли служить исходным материалом для выведения солеустойчивых сортов риса, нами изучен этот признак у интродукционных форм. Выделены 4 образца с высокой устойчивостью к засолению в фазу прорастания семян: Pingxi-16 (Китай), Pegaso (Италия), Karmina, OKI-3 (Венгрия). Среднеустойчивыми по данному признаку оказалось 5 образцов. Выделенные солеустойчивые формы целесообразно рекомендовать для использования в гибридизации в качестве материнских особей, так как признак устойчивости к засолению почвы передается через цитоплазму и генотип растения [2].

Для выявления исходного материала с высокой устойчивостью к низкой положительной температуре ( $12-14^{\circ}C$ ) в период прорастания проведена оценка сортообразцов на холодостойкость. Результаты показали, что 5 сортообразцов оказались высокоустойчивыми к холоду: NSH-1 (Венгрия), Pegaso (Италия), Caleniran (Франция), Ringola (Венгрия), Karmina (Венгрия), OKI – 3 (Венгрия). Длина их проростков была выше, чем у сорта-стандарта Кубань 3. Среднеустойчивыми к пониженным положительным температурам оказались 3 сортообразца. Важно отметить, что устойчивые к холоду сортообразцы относятся к скороспелой группе с периодом вегетации до 110 дней. Сочетание в одном сорте таких важных в селекционном отношении признаков, как скороспелость и способность прорасти при пониженных температурах, актуально для Краснодарского края. Выделенные холодостойкие сортообразцы при составлении схем гибридизации рекомендуется использовать в качестве материнских форм [1].

Устойчивыми к поражению пирикулярриозом оказались 9 сортообразцов. Высокоустойчив образец из Китая Tinjing 127. Остальные 5 образцов – среднеустойчивые, либо сильно поражаются данным патогеном. При подборе родительских пар для гибридизации рекомендуется в качестве материнских особей использовать образцы с высокой устойчивостью к данному заболеванию, а отцовских - более урожайные [2].

При испытании коллекционных сортообразцов на устойчивость к рисовой листовой нематоды выделено две толерантные формы из Венгрии – Karmina и OKI – 3. Остальные образцы умеренно и сильно восприимчивы к данному гельминту. Резистентные к афеленхозу образцы коллекции могут быть использованы в селекционной практике.

Таким образом, выделенный исходный материал целесообразно использовать для создания адаптивных сортов риса с высокой потенциальной продуктивностью и генетически обусловленной устойчивостью к стрессовым факторам внешней среды.

**Выводы.** Наибольшую ценность для селекции представляет исходный материал, обладающий комплексом хозяйственных признаков, так как при создании новых сортов учитывается возможность объединения лучших свойств в одном генотипе.

Нашими исследованиями установлено, что максимальным числом ценных признаков обладают следующие сортообразцы: Pegaso (Италия), Katmina, OKI – 3, Ringola (Венгрия). Выделенный исходный материал, сочетающий в своем генотипе ценные хозяйственные и биологические признаки и свойства, целесообразно рекомендовать для использования в селекционной практике при создании новых сортов риса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дзюба В.А. Генетика риса – Краснодар: Изд-во КГАУ, 2004. - 283 с.
2. Дзюба В.А. Генетические основы селекции риса: Автореф. дис.... д-ра б.н. – М., 1987. – С. 5-6.
3. Жученко А.А. Эколого-генетические проблемы селекции растений// Сельскохозяйственная биология - 1990. - № 3. - С. 3-23
4. Ляховкин А.Г. Методические указания по изучению мировой коллекции риса и классификатор рода *Oriza L.* – Л.:б.и., 1982. – 30 с.
5. Сметанин А.П., Дзюба В.А., Апрод А.И. Методика опытных работ по селекции, семеноводству и контролю за качеством семян риса. – Краснодар, 1972. – 155 с.

*Материал поступил в редакцию 21.02.05*

#### ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТРОДУКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ РИСА В ПРАКТИЧЕСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

Н.Н. Малышева, О.А. Досеева, Т.Н. Лоточникова, Е.С. Харченко  
Всероссийский научно-исследовательский институт риса

#### РЕЗЮМЕ

Изучен материал мировой коллекции риса ВИР, интродуцированный из различных стран (Филиппины, Индия, Китай, Корея, Япония, Франция, Италия, Венгрия), и из коллекции ВНИИ риса в агроклиматических условиях Краснодарского края по комплексу хозяйственно ценных признаков. В качестве родительских форм при составлении плана гибридных комбинаций рекомендованы лучшие интродукционные сортообразцы, сочетающие максимальное количество ценных признаков и свойств, которые позволят на их основе создать сорта риса с новой архитектурой растений, высокоурожайные, устойчивые к биотическим и абиотическим стрессовым факторам.

#### PERSPECTIVES OF USE OF RICE INTRODUCTIVE SAMPLES IN PRACTIC BREEDING

N.N. Malysheva, O.A. Doseeva, T.N. Lotochnikova, E.S. Kharchenko  
All-Russian Rice Research Institute

#### SUMMARY

We studied new initial stock of World rice breeding (Philippines, India, China, Korea, Japan, France, Italy, and Hungary) under agroclimatic conditions of Krasnodar Territory by complex of economically valuable traits. As a result of carried out practical breeding, we recommend as parent forms the best introductive parietal samples with maximum quality of valuable traits, which will not only increase the genetic diversity of initial stock, but on their basis new rice varieties will be released, they will be with new plant architectonics, high yield, resistant to biotic and abiotic stress-factors.

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КРАСНОЗЕРНЫХ ФОРМ РИСА  
ДЛЯ СОЗДАНИЯ НОВОГО ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА****О.В. Зеленская, к.б.н.**

Кубанский государственный аграрный университет

Краснозерные сорта риса возделываются во многих странах мира. В Ираке, Индии, Пакистане, Узбекистане, Азербайджане, Франции крупы таких сортов используют для приготовления некоторых блюд [3]. В России краснозерные формы риса всегда воспринимали как сорные, поэтому работы по их селекции ведутся в последние 10 лет [4]. Предположение ряда авторов о возможности спонтанной гибридизации между растениями сортов риса и сорно-полевых краснозерных форм [2, 4, 5] подтверждает вероятность того, что в гибридных популяциях могут встречаться растения, сочетающие в себе хозяйственно ценные признаки сортов и конкурентоспособность, высокую пластичность, адаптивные свойства краснозерных форм. В результате обследования производственных посевов риса в Краснодарском крае в 1999-2000 годах выявили наличие краснозерных форм риса, аналогичных районированным сортам по ряду морфобиологических признаков. Благодаря фенотипическому сходству с сортами риса и неэффективности агротехнических мер борьбы, количество таких сорно-полевых форм в крае достигло 30-35%. Вот почему эта проблема представляется актуальной.

**Цели исследования.** 1. Выявить закономерности распространения на полях Краснодарского края краснозерных форм риса, сходных по ряду морфобиологических признаков с возделываемыми сортами. 2. Изучить возможности использования этих форм в качестве исходного материала для селекции сортов риса.

**Материал и методы исследования.** Осенью 2000 года при обследовании посевов риса в Красноармейском и Славянском районах Краснодарского края были отобраны краснозерные формы риса с высокой устойчивостью к полеганию и осыпанию колосков, имеющие фенотипическое сходство с сортами Павловский, Рапан, Спринт. В качестве контроля были использованы соответствующие сорта риса. В 2001 и 2003 годах эксперименты проводили на вегетационной площадке Кубанского госагроуниверситета. В 2002 и 2004 годах растения высевали посемейно в полевых условиях. В фазу полной спелости ежегодно отбирали растения для биометрического анализа. Определяли высоту, подсчитывали количество продуктивных побегов. В дальнейшем измеряли длину главной метелки, подсчитывали на ней общее число и количество пустых колосков, определяли массу 1000 зерен, форму зерновок (l/b). Окраску перикарпа зерна определяли по шкале цветов Бондарцева [1].

**Результаты исследования.** Большинство растений краснозерных форм Red – Спринт, имеющих фенотипическое сходство с сортом Спринт, выращенных в вегетационном опыте 2001 года, были раннеспелыми. Все они значительно различались между собой по высоте (в среднем на 20-30 см для потомства одного растения), форме метелки (от компактной прямостоячей до развесистой), форме и цвету зерна. Только два образца из 15 изученных, Red – Спринт-1 и Red – Спринт-2, оказались фенотипически схожи с сортом Спринт по ряду морфобиологических признаков. В 2002 году потомство этих образцов изучали в полевых условиях. Популяция Red – Спринт-1 была относительно выровнена по большинству признаков. Высота растений - 100-105 см, продуктивных побегов сформировалось 10-15. Вегетационный период составил 90-95 дней. Растения не полегли, метелки были поникшие, цветковые чешуи – соломенно-желтые, зерновки – округлой формы (l/b–2,0), перикарп коричневый. Популяция Red – Спринт-2 была более гетерогенной. Расщепление отмечено по срокам созревания (90-115 дней), по высоте растений (от 85 до 125 см),

количеству продуктивных побегов (от 7 до 23). Метелки – рыхлые, поникшие, колоски безостые, не осыпаются. Зерновки – округлые (l/b-1,9), перикарп – каштанового, красновато-бурого и грязно-буро-фиолетового оттенков. В популяциях были отобраны раннеспелые, фенотипически схожие с сортом Спринт растения и пересеяны в сосуды на вегетационную площадку в 2003 году.

Среди растений третьей генерации популяции Red – Спринт-1 отбирали раннеспелые растения со сроком вегетации до 90 дней, неполегающие, с длиной стебля 100-105 см. Однако фенотипического сходства этих краснозерных форм с сортом Спринт уже не наблюдалось. Такие формы могут быть далее использованы в качестве исходного материала для создания раннеспелых краснозерных сортов риса. В потомстве популяции Red – Спринт-2 часть растений была более позднеспелой, чем сорт Спринт. Однако растения некоторых семей оказались сходны с исходным сортом по ряду морфобиологических признаков. Эти образцы и были изучены в полевом опыте 2004 года. Растения четвертой генерации популяции Red – Спринт-2 были выровнены по высоте, сходны с сортом Спринт по срокам созревания (90-95 дней), габитусу растений, форме метелки и зерна. При обычном посеве они формировали в среднем по 5 продуктивных побегов, а в разреженном - до 23, что характерно для краснозерных форм. Растения не полегли, колоски после созревания не осыпались. Цветковые чешуи соломенно-желтые, колоски безостые, цвет перикарпа – коричневый. Образцы относятся к разновидности *sundensis Korn.*. В результате проведенных исследований отобраны образцы Red – Спринт-2-1 и Red – Спринт-2-2 (табл. 1). Они представляют интерес не только как ценный генофонд, но и как перспективный селекционный материал для создания раннеспелых сортов риса, а также для параллельного сравнительного изучения с сортом на молекулярно-генетическом уровне.

**Таблица 1.** Характеристика образцов краснозерной формы Red–Спринт-2 (2004 г.)

| Сорт, форма       | Высота растений, см | Количество продуктивных побегов, шт. | Главная метелка |                          |                  | Масса 1000 зерен, г | Форма зерновки, (l/b) | Окраска перикарпа зерна |
|-------------------|---------------------|--------------------------------------|-----------------|--------------------------|------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|
|                   |                     |                                      | длина, см       | количество колосков, шт. | пустозерность, % |                     |                       |                         |
| Спринт (контроль) | 105                 | 5                                    | 19,0            | 110                      | 4,1              | 30,8                | 1,9                   | Белая                   |
| Red-Спринт-2-1    | 105                 | 5                                    | 18,0            | 178                      | 17,4             | 28,4                | 1,9                   | Коричневая              |
| Red-Спринт-2-2    | 100                 | 5                                    | 17,5            | 118                      | 15,7             | 28,2                | 1,8                   | Коричневая              |
| НСР <sub>05</sub> | 1,2                 | 1,5                                  | 1,36            | 18,9                     | 6,96             | 1,15                | –                     | –                       |

В отличие от раннеспелой группы Red – Спринт, краснозерные формы риса Red –Павловский, отобранные на посевах сорта Павловский, были средне- и позднеспелыми. Период вегетации сорта Павловский и его краснозерных аналогов при выращивании на вегетационной площадке в 2001 году составил в среднем 115-120 дней. Однако многие растения краснозерных образцов оказались более позднеспелыми. Кроме сроков созревания расщепление отмечалось также по высоте растений, форме метелки и окраске перикарпа (от белой до каштановой). Анализ растений первой генерации популяции Red – Павловский показал, что три образца обладали признаком, характерным для сорта: колоски очень прочно удерживались на метелке, что несвойственно традиционным краснозерным формам. У двух изученных образцов зерно было крупное и удлиненное (l/b-2,5), по форме и размерам аналогичное

сорта, но терракотового и красновато-бурого оттенков. Эти растения пересеяли посемейно в полевом опыте 2002 года. У всех образцов второй генерации популяции Red – Павловский отмечали расщепление по срокам созревания, высоте растений (от 90 до 130 см) и по цвету зерна (от белого до коричневого). Для вегетационного опыта отбирали растения, созревшие не позднее исходного сорта, по габитусу, форме метелки и зерна аналогичные Павловскому. В 2003 году при выращивании растений в сосудах вегетационный период составил 120-125 дней, в среднем растения сформировали по 2 продуктивных побега. Для всех краснозерных образцов третьей генерации Red – Павловский было характерно расщепление по цвету зерна. В каждом сосуде часть растений (3-4) была белозерная, остальные (6-8) имели окрашенный перикарп. При дальнейшем изучении расщепления по признаку «окраска перикарпа зерна» оказалось, что белозерное потомство исходных краснозерных форм дает при пересеве только белозерные растения. В свою очередь, растения с окрашенным перикарпом при пересеве продолжали расщепляться по этому признаку, давая целый спектр оттенков – от белого и терракотового до табачно-бурого и коричневого. Среди растений третьей генерации популяции Red – Павловский, фенотипически схожих с сортом, отбирали среднеспелые, с крупным стекловидным зерном.

В 2004 году растения этих образцов пересеяли посемейно в полевых условиях. Основные фазы вегетации и сроки созревания растений краснозерных форм совпадали с сортом Павловский или наступали позднее. Растения не полегали, формировали от 3 до 6 продуктивных побегов. Цветковые чешуи соломенно-желтые, ости отсутствовали. Растения относились к разновидностям *italica Alef.* и *sundensis Korn.* Важно отметить, что характерный признак сорта и исходных краснозерных форм Red – Павловский (урожая 2000 года) – высокая устойчивость к осыпанию зерна – сохранился во всех поколениях. В результате проведенных исследований были получены среднеспелые краснозерные формы риса с высокой устойчивостью к осыпанию зерна и полеганию, имеющие крупное стекловидное зерно. Кроме того, отобрали ряд образцов краснозерных форм Red – Павловский, сходных с исходным сортом Павловский по большинству морфобиологических признаков, за исключением окраски перикарпа зерна (табл. 2).

**Таблица 2.** Характеристика образцов краснозерных форм Red – Павловский (2004 г.)

| Сорт, форма           | Высота растений, см | Количество продуктивных побегов, шт. | Главная метелка |                          |                  | Масса 1000 зерен, г | Форма зерновки, (l/b) | Окраска перикарпа зерна |
|-----------------------|---------------------|--------------------------------------|-----------------|--------------------------|------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|
|                       |                     |                                      | длина, см       | количество колосков, шт. | пустозерность, % |                     |                       |                         |
| Павловский (контроль) | 85                  | 4                                    | 16,5            | 131                      | 9,0              | 37,5                | 2,6                   | Белая                   |
| Red-Павловский-1-1    | 90                  | 6                                    | 16,5            | 140                      | 8,4              | 33,2                | 2,4                   | Грязно-буровато желтая  |
| Red-Павловский-2-1    | 87                  | 4                                    | 18,5            | 165                      | 9,8              | 30,7                | 2,5                   | Бистровая               |
| Red-Павловский-2-2    | 90                  | 4                                    | 16,5            | 145                      | 11,4             | 31,7                | 2,5                   | Табачно-бурая           |
| Red-Павловский-3-1    | 92                  | 5                                    | 18,5            | 173                      | 7,2              | 36,3                | 2,6                   | Коричнево-бурая         |
| Red-Павловский-3-2    | 90                  | 4                                    | 17,0            | 145                      | 19,5             | 32,2                | 2,6                   | Коричневая              |
| НCP <sub>05</sub>     | 6,9                 | 1,4                                  | 1,66            | 29,8                     | 11,23            | 2,44                | –                     | –                       |

Изучение сорта Рапан и фенотипически схожих с ним краснозерных форм также было начато в 2001 году. В первом вегетационном опыте была выявлена значительная гете-

рогенность краснозерных форм Red – Рапан. Расщепление отмечали по срокам созревания (от 95 до 115 дней), высоте растений (от 80 до 105 см), окраске перикарпа зерна (от белой и грязно-буро-фиолетовой до коричневой). Однако, в отличие от краснозерных форм Red – Спринт и Red – Павловский, наблюдалось расщепление по цвету цветковых чешуй и, как следствие, формирование новых разновидностей. Исходные растения с окрашенным перикарпом зерна имели цветковые чешуи соломенно-желтого оттенка и относились к разновидности *sundensis Korn.* Тогда как часть растений первой генерации Red – Рапан имели двухцветную окраску цветковых чешуй: ребра светло-желтые, грани буровато-желтые и относились к разновидности *kasakstanica Gust.* При дальнейшем изучении потомства формы Red – Рапан (урожая 2000 года) в течение трех лет расщепление по этому признаку привело к образованию четырех разновидностей риса: *italica Alef., zeravschanica Brsches., sundensis Korn., kasakstanica Gust.* Причем большинство растений, принадлежащих к разновидности *kasakstanica Gust.,* фенотипического сходства с сортом Рапан не имели. Эти растения были более высокорослыми, полегали, имели поникшую, слабо озерненную метелку с осыпающимися колосками, то есть обладали признаками, характерными для традиционных краснозерных форм риса.

В 2002 году в полевых условиях изучали растения второй генерации Red – Рапан. Они незначительно различались по высоте растений (90-105 см), формировали от 10 до 20 продуктивных побегов. Расщепление отмечалось в основном по признакам окраски цветковых чешуй и перикарпа зерна. Для дальнейшего изучения были отобраны только образцы с окрашенным перикарпом, имеющие фенотипическое сходство с сортом Рапан.

В 2003 году на вегетационной площадке были получены растения третьей генерации Red – Рапан. В этом поколении продолжали целенаправленно отбирать растения краснозерных форм риса, сходных с сортом Рапан по ряду морфобиологических признаков, но различающихся между собой по интенсивности окраски перикарпа зерна, которая была желтовато-бурой, табачно-бурой, коричневой и темно-каштановой. Растения относились к разновидностям *sundensis Korn. u kasakstanica Gust.*

В полевом опыте 2004 года при пересеве растений краснозерных форм по-прежнему отмечали расщепление по высоте растений, цвету цветковых чешуй и окраске перикарпа зерна (от белой до каштановой). Однако растения некоторых образцов форм Red – Рапан-1 и Red – Рапан-2 незначительно различались по высоте, при этом они созрели не позднее сорта Рапан. По признаку «количество зерен с главной метелки» все эти образцы уступали исходному сорту, но на общую урожайность это не повлияло за счет формирования большего числа вызревших продуктивных побегов. Зерновки с окрашенным перикарпом были более крупные и по массе 1000 зерен все изученные образцы превосходили исходный сорт (табл. 3).

Среди растений четвертой генерации популяции Red – Рапан-2 были выделены два раннеспелых образца - Red – Рапан-2-1 и Red – Рапан-2-3, с вегетационным периодом 100-105 дней, относящиеся к разным ботаническим разновидностям, устойчивые к полеганию и осыпанию зерна. Для коллекции исходного материала был отобран крупнозерный образец Red – Рапан-2-2, относящийся к разновидности *kasakstanica Gust.*

Результаты проведенных исследований добавляют аргументов в пользу гипотезы о гибридном происхождении некоторых краснозерных форм риса, распространившихся на полях Краснодарского края за последние 10 лет. Для определения генетического родства изученных краснозерных форм и фенотипически схожих с ними сортов риса необходимо провести дополнительное исследование образцов с использованием изоферментных и микросателлитных маркеров.

Таблица 3. Характеристика образцов краснозерных форм Red – Рапан (2004 г.)

| Сорт, форма       | Ботаническая разновидность | Высота растений, см | Количество продуктивных побегов, шт. | Главная метелка |                          |                  | Масса 1000 зерен, г | Форма зерновки, (l/b) | Окраска перикарпа зерна |
|-------------------|----------------------------|---------------------|--------------------------------------|-----------------|--------------------------|------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|
|                   |                            |                     |                                      | длина, см       | количество колосков, шт. | пустозерность, % |                     |                       |                         |
| Рапан (контроль)  | italica Alef.              | 90                  | 4                                    | 19,0            | 210                      | 10,3             | 27,1                | 2,3                   | Белая                   |
| Red – Рапан-1-1   | sundensis Korn.            | 85                  | 8                                    | 16,0            | 130                      | 9,5              | 28,8                | 2,3                   | Грязно-буровато-желтая  |
| Red - Рапан-1-2   | kasakstanica Gust.         | 85                  | 6                                    | 16,0            | 136                      | 9,0              | 28,5                | 2,4                   | Табачно-бурая           |
| Red – Рапан-2-1   | sundensis Korn.            | 95                  | 9                                    | 16,5            | 143                      | 13,7             | 30,5                | 2,2                   | Коричнево-бурая         |
| Red – Рапан -2-2  | kasakstanica Gust.         | 85                  | 4                                    | 16,0            | 153                      | 12,5             | 32,5                | 2,4                   | Каштановая              |
| Red – Рапан-2-3   | kasakstanica Gust.         | 90                  | 5                                    | 17,0            | 136                      | 9,7              | 30,7                | 2,4                   | Коричневая              |
| НСР <sub>05</sub> | –                          | 6,5                 | 2,9                                  | 0,87            | 36,5                     | 8,36             | 2,91                | –                     | –                       |

Чередование вегетационного и полевого опытов позволило изучить потомство каждого из исходных образцов в четырех поколениях, оценить расщепление по морфобиологическим признакам и последовательно отобрать растения краснозерных форм риса, фенотипически сходных с районированными сортами. Такой вариант отбора может сократить время на выведение краснозерного сорта риса, так как некоторые гибридные формы уже обладают рядом хозяйственно ценных признаков, присущих сортам. Способность к формированию большого числа продуктивных побегов, характерная для традиционных краснозерных форм, может быть использована как полезный признак для создания сортов риса. Широкий спектр полученных белозерных и краснозерных форм риса, являющихся потомством исходных краснозерных форм, помогает объяснить многообразие в производственных посевах примесей с различной окраской перикарпа зерна. Фенотипическое сходство с сортами риса делает невозможным борьбу с такими краснозерными формами обычным методом ручной прополки и требует новых подходов к решению проблемы распространения на полях Краснодарского края сорно-полевого краснозерного риса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бондарцев А.С. Шкала цветов: Пособие для биологов при научных и научно-прикладных исследованиях. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1954. – 28 с.
2. Верещагин Г.А. Сорно-полевой краснозерный рис Южного Казахстана // Вестник с.-х. науки Казахстана. – 1982. - № 2. – С. 86-92.
3. Шеуджен А.Х. и др. Диетология риса. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2004. – 1080 с.
4. Янченко В.А. Характеристика новых неосыпающихся краснозерных форм риса, как перспективного материала для селекции: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Краснодар, 2003. – 23 с.
5. Langevin S., Clay K., Grace J. The incidence and effects of hybridization between cultivated rice and its related weed red rice (*Oryza sativa* L.) // Evolution. – Vol. 44. – №4. – 1990. – P. 1000-1008.

Материал поступил в редакцию 28.02.05

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КРАСНОЗЕРНЫХ ФОРМ РИСА ДЛЯ СОЗДАНИЯ НОВОГО ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА**

О.В. Зеленская

Кубанский государственный аграрный университет

### **РЕЗЮМЕ**

Представлены результаты изучения в условиях вегетационного и полевого опытов краснозерных форм риса, имеющих сходство с сортами Спринт, Павловский, Рапан по ряду морфобиологических признаков. Предложено использовать такие формы в качестве исходного материала для селекции.

## **PERSPECTIVES OF RICE RED FORMS APPLICATION FOR THE DEVELOPMENT OF NEW INITIAL MATERIAL**

O.V. Zelenskaya

Kuban State Agricultural University

### **SUMMARY**

Results are shown of rice red forms study under the conditions of vegetation and field experiments, which are similar to varieties Sprint, Pavlovsky, Rapan according to their morphobiological traits. Application of such forms as initial material for breeding is offered.

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЕЛЕКЦИОННОЙ РАБОТЫ,  
ОРИЕНТИРОВАННОЙ НА ПОВЫШЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ РИСА**

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

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Создание высокопродуктивных сортов риса является главной задачей селекции, однако на пути к ее решению учеными еще не исчерпаны все возможности [9]. Среди причин такого положения – недостаточная изученность физиологических процессов формирования урожая и морфофизиологических признаков и свойств растений. Урожайность определяется числом плодородных побегов на единицу площади посева, а также продуктивностью отдельной метелки и массой зерновки. Каждый из этих элементов есть результат совокупности многих процессов – интенсивности фотосинтеза, корневого питания, метаболизма, передвижения веществ, кущения растений, роста их и развития, отложения веществ в запас. Для повышения эффективности селекции необходимы сведения не только о конечных результатах – урожае зерна, но и об основных физиологических процессах, определяющих его величину [1; 12].

Известно, что между фотосинтезом и невысокой эффективностью селекции на повышение урожайности сортов, как считают некоторые исследователи [7; 12], существует определенная связь, поскольку в процессе селекции не удалось усовершенствовать структуру фотосинтетического аппарата, и таким образом повысить продуктивность его работы. Интенсивность фотосинтеза у новых сортов не отличается от таковой у стародавних образцов и диких форм риса [16]. Однако фотосинтетическую деятельность растений в ценозе можно значительно повысить путем оптимального их размещения на 1 м<sup>2</sup>, нормального обеспечения влагой и элементами минерального питания. Продуктивность фотосинтеза при отсутствии лимита этих факторов повышается также у сортов с эффективным морфотипом растения, у которого листья верхнего яруса имеют более узкие листовые пластинки, отходят от стебля под острым углом, располагаясь в посевах почти вертикально, обуславливая более сильное и равномерное освещение всех листьев побега и хороший доступ к ним углекислоты. Это интенсифицирует фотосинтез, а значит, и увеличивает урожайность сортов данного идеатипа [13; 14]. По мнению А.Г. Ляховкина [9] и Г.Л. Зеленского [5], создание таких сортов позволит преодолеть установившийся порог урожайности риса в 10 т/га и выйти на новый уровень – в 15-17 т/га. Однако столь высокий эффект от совершенствования пространственной структуры листового аппарата посева (архитектоники) у сортов экспериментально пока не показан, для этого необходимы основательные исследования в этом направлении. Взгляды разных авторов на роль архитектоники растения в повышении интенсивности фотосинтеза не однозначны. По мнению Ю.К. Росса [13], оптимальная архитектура может значительно повысить продуктивность фотосинтеза посева. В.А. Кумаков [7] отмечает, что не следует переоценивать её значение: в негустых посевах с площадью листьев менее 3-4 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> её положительная роль не проявляется, лишь в загущенных – с площадью листьев в 6-8 и более м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> – она существенна.

Однако урожайность сортов определяется не только массой образовавшихся в процессе фотосинтеза ассимилятов, но и характером их распределения по органам растения. Некоторые исследователи [11; 14] отмечают, что рост урожайности у новых сортов зерновых культур, созданных в процессе селекции, произошел за счет увеличения доли зерна в общей надземной биомассе посева, т. е. за счет интенсификации потока пластических веществ из вегетативных в репродуктивные органы. Такое их перераспределение имеет свои границы и у ряда культур, в частности, у пшеницы возможности повышения урожайности за счет увеличения  $K_{хоз}$  уже почти исчерпаны, его величина у некоторых сортов достигла 48-55% [6; 8]. Од-

нако у риса на оптимальном фоне питания NPK при расчете  $K_{хоз.}$  на шелушенную зерновку (без цветковых чешуй) его величина составляет всего 35-37% и возможности его повышения у этой культуры весьма значительны. Однако величина  $K_{хоз.}$  зависит также от высоты растений, уровня их минерального питания и других факторов, что затрудняет её использование при оценке образцов риса на урожайность [2]. Поэтому необходим комплекс морфофизиологических признаков у растений, тесно связанных с урожайностью сортов.

**Цель работы.** Установить физиологические процессы и связанные с ними морфологические признаки у растений разных сортов риса, определяющих их урожайность.

**Методы исследования.** Эксперименты проводили в 2002-2003 гг. в вегетационных опытах: в железобетонных резервуарах, на трех фонах минерального питания с использованием сортов Лиман, Рапан и Хазар, несколько различающихся по морфотипу растений и по урожайности. В этих опытах определяли динамику накопления надземной фитомассы посева и массу продуктивных побегов и их отдельных органов. В фазе полной спелости риса анализировали урожай и элементы его структуры.

**Результаты.** Основным интегральным процессом фотосинтетической деятельности растений в посевах является накопление их сухой надземной фитомассы. Величина её на единице площади посева есть чистая разница между продуктами суммарного фотосинтеза растений и их оттоком в корневую систему и расходом на дыхание. Динамика накопления надземной фитомассы у исследуемых сортов риса представлена в таблице 1. Как видно, у этих сортов риса чистый биосинтез органического вещества растений с повышением минерального питания от среднего до оптимального уровня (варианты 1 и 2) значительно возрастает в основном в результате увеличения ассимиляционной поверхности посева. При дальнейшем увеличении нормы питания рост надземной массы растений резко замедляется, что свидетельствует об излишней плотности посевов в результате усиленного кущения риса под влиянием внесённой повышенной нормы азота. Наиболее интенсивный синтез надземной массы растений происходил в течение периодов трубкования и созревания, когда образовалось 70-75% её величины.

**Таблица 1.** Динамика накопления надземной фитомассы посевов у сортов риса на разных фонах минерального питания (2002-2003 гг.)

| Сорт                   | Вариант* | Кущение                        |                                | Цветение,<br>г/м <sup>2</sup> | Полная спелость  |        |
|------------------------|----------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------|--------|
|                        |          | 5 листьев,<br>г/м <sup>2</sup> | 8 листьев,<br>г/м <sup>2</sup> |                               | г/м <sup>2</sup> | % к st |
| Лиман (st)             | 1        | 68                             | 302                            | 783                           | 1209             | 100,0  |
|                        | 2        | 108                            | 551                            | 1191                          | 1783             | 100,0  |
|                        | 3        | 110                            | 571                            | 1290                          | 1888             | 100,0  |
| Рапан                  | 1        | 65                             | 294                            | 786                           | 1192             | 98,6   |
|                        | 2        | 112                            | 618                            | 1354                          | 1973             | 110,7  |
|                        | 3        | 114                            | 657                            | 1323                          | 2056             | 108,9  |
| Хазар                  | 1        | 69                             | 306                            | 828                           | 1264             | 104,5  |
|                        | 2        | 113                            | 572                            | 1282                          | 1889             | 105,9  |
|                        | 3        | 115                            | 597                            | 1434                          | 2072             | 109,7  |
| НСР <sub>05</sub> вар. |          | 7                              | 25                             | 38                            | 57               | —      |

\* В этой и в табл. 2, 3: 1 –  $N_{12}P_6K_6$ ; 2 –  $N_{24}P_{12}K_{12}$ ; 3 –  $N_{36}P_{18}K_{18}$  г д.в. на м<sup>2</sup>.

Сортовые различия по её накоплению на одинаковых фонах минерального питания в фазе кущения растений проявлялись мало, однако в дальнейшем, в период трубкование-полная спелость, они становились весьма заметными. У сортов Рапан и Хазар в период полной спелости надземная фитомасса листьев была на 5-11% больше, чем у Лимана. По

величине индекса листовой поверхности посева эти сорта различались мало, однако листовые пластинки верхних листьев первых двух сортов располагались в пространстве ценза более вертикально [3], что обусловило лучшую освещенность листьев среднего и нижнего ярусов, повысило интенсивность фотосинтеза и таким образом привело к усилению синтеза органического вещества растений. В фазе кущения листовая покров у исследуемых сортов по расположению листьев в пространстве не различался и, видимо, поэтому не обнаружено у них различий по накоплению надземной фитомассы.

Результаты наблюдений показали, что исследуемые сорта риса во все фазы роста и развития растений существенно различаются по распределению образующихся в процессе фотосинтеза ассимилятов по органам побега. Это распределение осуществляется по генетической программе сорта, исполнительными системами которой являются фитогормоны, аттрагирующие центры акцепторов и другие механизмы [10]. Они лежат в основе разной урожайности сортов, определяя количественные параметры её составных элементов. Так, в фазе кущения растений накопление фитогормонов-активаторов роста в тканях боковых почек усиливает приток к ним ассимилятов из листьев материнского побега, вызывая образование и интенсивный рост боковых побегов, от числа которых зависит густота продуктивного стеблестоя посева. При обильном кущении, связанном с повышенным накоплением фитогормонов в боковых почках, формируется много непродуктивных побегов, которые, не образуя дополнительного зерна, являются активными потребителями ассимилятов и конкурируют за углеродистые метаболиты с главными, продуктивными побегами, вызывая у последних их недостаток, что приводит к формированию менее продуктивной метёлки. Нами показана тесная обратная связь между коэффициентом общего кущения растений и числом зёрен на метёлке у исследуемых сортов [4].

Сформировавшиеся более крупные акцепторные органы (стебель, метёлка) у продуктивных побегов при более слабом кущении растений усиливают запросы на ассимиляты, вызывая повышение интенсивности фотосинтеза у этих побегов в период трубкование-полная спелость риса. О разной продуктивности фотосинтеза у отдельных побегов и неодинаковом распределении образующихся ассимилятов по их органам можно судить по массе побегов, их стеблей, листьев и метёлок у исследуемых сортов в фазе цветения (табл. 2).

**Таблица 2.** Масса побегов и их отдельных органов у сортов риса в фазе цветения на разных фонах минерального питания и их связь с продуктивностью метёлок при полной спелости (2002-2003 гг.)

| Сорт                                     | Вариант | Масса побега, г | Масса стебля, г | Масса листьев, г | Масса метёлки |                     | Масса зерна с метёлки |        |
|--|---------|-----------------|-----------------|------------------|---------------|---------------------|-----------------------|--------|
|  |         |                 |                 |                  | г             | её доля в побеге, % | г                     | % к st |
| Лиман (st)                               | 1       | 2,27            | 1,69            | 0,27             | 0,31          | 13,7                | 1,83                  | 100,0  |
|  | 2       | 1,89            | 1,37            | 0,28             | 0,24          | 12,7                | 1,29                  | 100,0  |
|  | 3       | 1,83            | 1,28            | 0,34             | 0,21          | 11,5                | 1,14                  | 100,0  |
| Рапан                                    | 1       | 2,62            | 1,88            | 0,34             | 0,40          | 15,3                | 2,01                  | 109,8  |
|  | 2       | 2,44            | 1,74            | 0,35             | 0,35          | 14,3                | 1,67                  | 129,5  |
|  | 3       | 2,10            | 1,43            | 0,40             | 0,27          | 12,9                | 1,35                  | 118,4  |
| Хазар                                    | 1       | 2,70            | 1,94            | 0,35             | 0,41          | 15,2                | 2,06                  | 112,6  |
|  | 2       | 2,59            | 1,79            | 0,41             | 0,39          | 15,1                | 1,81                  | 140,3  |
|  | 3       | 2,33            | 1,58            | 0,42             | 0,33          | 14,2                | 1,62                  | 142,1  |
| НСР <sub>05</sub> вар.                   |         | 0,09            | 0,08            | 0,02             | 0,02          | -                   | 0,12                  | -      |
| Кэф. корреляции с массой зерна с метёлки |         | 0,94±<br>0,09   | 0,98±<br>0,05   |                  | 0,95±<br>0,08 |                     |                       |        |

Как видно, сухая масса побега у сортов Рапан и Хазар на всех трёх фонах минерального питания значительно больше, чем у Лимана (st). Этот рост произошёл за счёт увеличения массы всех трёх его органов – стебля, листьев и метёлки. При этом масса метёлки увеличилась в большей степени, чем других органов, на что указывает существенное повышение её доли в общей массе побега у исследуемых сортов по сравнению с Лиманом. Данный факт несомненно свидетельствует о том, что у этих сортов сформировались более совершенные донорно-акцепторные отношения у растений, обеспечивающие более интенсивный поток углеродистых и азотистых метаболитов из листьев к формирующейся метёлке, приводящий к увеличению её доли в общей массе побега. Её возросшие потребности в пластических веществах в период налива зерновок удовлетворяются за счёт мобилизации запасных соединений стебля, масса которого также значительно больше, чем у Лимана, а также за счёт ассимилятов текущего фотосинтеза, интенсивность которого в период созревания также повышается в связи с увеличившимся запросом на углеродистые вещества со стороны плодоносящего органа [15]. Эти тесно связанные процессы и обеспечивают формирование более продуктивной метёлки у сортов Рапан и Хазар. Масса зерна с неё имеет высокую прямую связь с массой побега, стебля и метёлки ( $0,94 \pm 0,09 - 0,98 \pm 0,5$ ) в фазе цветения растений, что позволяет использовать величины их массы при оценке образцов риса на продуктивность метёлки в эту фазу развития растений. Важное значение такой оценки состоит в том, что повышенная урожайность сортов Рапан и Хазар всецело связана с более высокой озерненностью их метёлок, что хорошо видно из данных таблицы 3. Число продуктивных побегов на  $m^2$  на оптимальном и повышенном фонах питания (вариант 2 и 3) у них в среднем на 13-18% меньше, чем у Лимана, а число зёрен на метёлках на 33% больше, чем у стандарта. В итоге урожайность у Рапана повысилась в среднем на 13,2; а у Хазара – на 14,9%.

**Таблица 3.** Урожайность зерна и элементы её структуры у сортов риса на разных фонах минерального питания (2002-2003 гг.)

| Сорт                   | Вариант | Число побегов, шт./ $m^2$ | Число зёрен на метёлке, шт. | Масса 1000 зёрен, г | Пустозёрность, % | Урожайность зерна (при W=14%) |                       |
|------------------------|---------|---------------------------|-----------------------------|---------------------|------------------|-------------------------------|-----------------------|
|                        |         |                           |                             |                     |                  | кг/ $m^2$                     | Отклонение от (st), % |
| Лиман (st)             | 1       | 345                       | 77,1                        | 23,89               | 11,6             | 0,718                         | –                     |
|                        | 2       | 630                       | 59,3                        | 22,03               | 20,8             | 0,943                         | –                     |
|                        | 3       | 705                       | 52,2                        | 21,66               | 19,2             | 0,910                         | –                     |
| Рапан                  | 1       | 300                       | 85,9                        | 23,59               | 9,2              | 0,708                         | -1,4                  |
|                        | 2       | 555                       | 80,5                        | 21,30               | 17,4             | 1,084                         | +15,0                 |
|                        | 3       | 630                       | 65,8                        | 20,95               | 25,5             | 1,013                         | +11,3                 |
| Хазар                  | 1       | 300                       | 86,8                        | 23,91               | 9,6              | 0,724                         | +0,8                  |
|                        | 2       | 495                       | 79,8                        | 22,48               | 12,6             | 1,023                         | +8,5                  |
|                        | 3       | 600                       | 74,7                        | 21,17               | 18,4             | 1,103                         | +21,2                 |
| НСР <sub>05</sub> вар. |         | 41,5                      | 5,0                         | 0,84                | –                | 0,06                          | –                     |

Новые высокопродуктивные формы риса, созданные селекционером Г.Л. Зеленским [5], отличаются от сортов Славянец и Краснодарский 424 очень высокой озерненностью метёлки. Повышение её продуктивности произошло и у исследуемых сортов Рапан и Хазар. Дальнейшее увеличение озерненности метёлки – перспективный путь селекции на повышение урожайности сортов риса.

**Выводы.** 1/. Темпы образования надземной массы растений у сортов Лиман, Рапан и Хазар на единице площади посева мало различались в фазы кущения и трубкования и несколько повышались у двух последних сортов в период созревания риса.

2/. Исследуемые сорта различались по числу побегов на 1 м<sup>2</sup>: их было меньше у Рапана и Хазара, что позволило им при одинаковой надземной массе посевов на 1 м<sup>2</sup> образовать более мощные побеги с повышенной массой метёлки.

3/. Формирование более продуктивной метёлки, определяющей повышенную урожайность у сортов Рапан и Хазар по сравнению с Лиманом, произошло в результате совершенствования донорно-акцепторных отношений у растений, когда ассимиляты фотосинтеза в большей мере транспортируются в плодородие, вызывая увеличение элементов его продуктивности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев Д.А., Казибекова Э.Г. Значение фотосинтетических признаков в урожайности и использование их в селекции идеальной пшеницы // Фотосинтез и продукционный процесс. – М.: Наука, 1988. – С. 237-242.
2. Воробьёв Н.В., Скаженник М.А., Ковалёв В.С. К физиологическому обоснованию моделей сортов риса. – Краснодар, 2001. – 120 с.
3. Воробьёв Н.В., Скаженник М.А., Пшеницына Т.С. Архитектоника посевов риса и её влияние на продуктивность и отзывчивость сортов риса на азот: Матер. II междуна. науч. конф. – Минск, 2001. – С. 42-43.
4. Воробьёв Н.В., Скаженник М.А. Продуктивность метёлки у сортов риса и её связь с коэффициентом кущения растений // Рисоводство. – 2002. - № 4. – С. 65-69.
5. Зеленский Г.Л. Перспективы создания сортов риса с высокой продуктивностью и адаптивными качествами // Рисоводство. – 2003. - № 3. – С. 7-11.
6. Ковтун И.И., Гойса Н.И., Митрофанов Б.А. Оптимизация условий возделывания озимой пшеницы по интенсивной технологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 288 с.
7. Кумаков В.А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы. – М.: Агропромиздат, 1985. – 270 с.
8. Кумаков В.А. Анализ фотосинтетической деятельности растений и физиологическое обоснование модели сорта // Фотосинтез и продукционный процесс. – М.: Наука, 1988. – С. 247-251.
9. Ляховкин А.Г. Идеотипы рисовых сортов и агроэкосистемы // Зерновые и кормовые культуры России // Труды ин-та / ВНИИСЗК. – Волгоград, 2002. – С. 163-169.
10. Мокронос А.Т. Взаимосвязь фотосинтеза и функции роста // Фотосинтез и продукционный процесс. – М.: Наука, 1988. – С. 109-121.
11. Муравьёв С.А. К характеристике идеального типа растений хлебных злаков // Физиолого-генетические основы повышения продуктивности зерновых культур. – М.: Колос, 1975. – С. 229-236.
12. Ничипорович А.А. Теория фотосинтетической продуктивности растений и рациональные направления селекции на повышение продуктивности // Физиолого-генетические основы продуктивности зерновых культур. – М.: Колос, 1975. – С. 5-14.
13. Росс Ю.К. Радиационный режим и архитектура растительного покрова. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 342 с.
14. Созинов А.А. Селекционно-генетические аспекты повышения продуктивности и качество зерна пшеницы // Фотосинтез и продукционный процесс. – М.: Наука, 1988. – С. 228-237.
15. Холупенко И.П., Воронкова Н.М., Бурундукова О.А. и др. Запрос на ассимиляты определяет продуктивность интенсивных и экстенсивных сортов риса в Приморье // Физиол. раст. – 2003. – Т. 50. - № 1 – С.123-128.
16. Chang T.T., Oka H.I. Genetic variability in the climatic adaptation of rice cultivars // Proc. Symp. Climate and Rice. – Manila, 1976. – P. 87-111.

## **ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЕЛЕКЦИОННОЙ РАБОТЫ, ОРИЕНТИРОВАННОЙ НА ПОВЫШЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ РИСА**

Н.В. Воробьев, М.А. Скаженник

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

### **РЕЗЮМЕ**

В вегетационном мелкоделяночном опыте с тремя сортами риса – Лиман, Рапан и Хазар, на трех фонах минерального питания показано, что надземная масса растений в период кущение-трубкавание на единице площади посева мало различалась у этих генотипов, что указывает на одинаковую у них продуктивность фотосинтеза. Сорта различались по распределению ассимилятов по органам растения, что приводило к разному уровню их кущения, к образованию неодинакового числа продуктивных побегов на 1 м<sup>2</sup>, их разной массе и массе их стеблей и метелок. Повышенная урожайность сортов Рапан и Хазар по сравнению с Лиманом определялась более высокой продуктивностью метелки, тогда как число плодородных побегов на 1 м<sup>2</sup> у них было меньше, чем у сорта стандарта.

## **PHYSIOLOGICAL ASPECTS OF RICE BREEDING ON YIELD INCREASE**

N.V. Vorobyev, M.A. Skazhennik

All-Russian Rice Research Institute

### **SUMMARY**

In vegetation small plots experiment with three varieties Liman, Rapan and Khazar on three bases of mineral nutrition was shown that above ground number of plants during tillering-boot stages on square unit differed slightly in these genotypes. It proves similar productivity of them. Varieties differed in distribution of assimilates in plant organs, which led to different level of their tillering, formation of different number of productive shoots per 1 m<sup>2</sup>, their different weight and weight of their stems and panicles. Increased yield of varieties Rapan and Khazar comparing with Liman was determined by higher panicle productivity, but at the same time number of fertile shoots per 1 m<sup>2</sup> in them was less than in standard variety.

УДК 633.18:581.1:631.52:632.122

## К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ СЕЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ РИСА НА СОЛЕУСТОЙЧИВОСТЬ

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

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Для оптимизации селекционного процесса при создании солеустойчивых сортов существенное значение имеют методы диагностики устойчивости к стрессовому воздействию солей. Один из основных методов базируется на учете элементов структуры урожая в вегетационных опытах при выращивании риса на засоленной и незасоленной почвах. Уровень солеустойчивости форм по вышеуказанному методу определяет процент снижения урожая зерна и ухудшения компонентов его структуры в условиях засоления относительно незасоленного контроля или сорта-стандарта. При всех достоинствах этот метод требует существенных затрат времени, вот почему актуален вопрос о разработке способов диагностики солеустойчивости растений на более ранних этапах (до созревания урожая).

Исследованиями ряда российских и зарубежных авторов показано, что при переходе риса от вегетативного роста к генеративному развитию наиболее резко проявляется отрицательное воздействие избытка солей на обмен веществ растений и формирование элементов продуктивности метелки. Установлено, что в условиях засоления разные по солеустойчивости сорта в период трубкование – цветение заметно различаются по биомассе надземных органов, площади листьев отдельных побегов и целого растения [1]. При качественной однотипности реакций в условиях солевого стресса разных по устойчивости сортов, различия между ними имеют количественный характер и выражаются в скорости и амплитуде отклонения физиологических параметров от нормы. Их величина во многом определяется генотипом и уровнем минерального питания [2].

Известно, что степень угнетения растений в условиях засоления во многом определяется уровнем плодородия почвы, это значит, что с помощью минеральных удобрений можно направленно изменять их солеустойчивость. Работая над этой проблемой, Г.В. Удовенко пришел к выводу, что на бедных почвах солеустойчивость заметно снижается. Повышенный уровень минерального питания, напротив, усиливает толерантность различных культур к избытку солей [1,3].

При улучшении минерального питания в условиях хлоридного засоления меньше тормозится поглощение тех элементов, с которыми засоляющие ионы вступают в конкурентные взаимоотношения, уменьшается уровень поглощения и накопления в тканях растений самих засоляющих ионов, что благотворно сказывается на ростовых процессах. Однако реакция сортов риса на засоление и уровень азотного питания различна и пока полностью не изучена.

**Цель работы.** Установить параметры морфологических признаков солеустойчивости сорта у растений риса, а также период развития растений и фон азотного питания, при которых проявляются наибольшие различия по их величине, что необходимо для разработки морфофизиологического метода оценки образцов на устойчивость к солевому стрессу.

**Материал и методы исследований.** В качестве объекта исследований использовали солеустойчивый сорт Спальчик, среднеустойчивый Рапан и неустойчивый сортообразец ВНИИР 10127. Опыт проводили на вегетационной площадке в сосудах, вмещавших 6 кг почвы, отобранной на орошаемом участке ВНИИ риса. Искусственное засоление почвы из расчета 0,25% на сухую массу осуществляли путем внесения в почву NaCl. Поливная вода также имела уровень засоления 0,25%. В контрольных вариантах почва в сосудах и вода оставались незасоленными. Удобрения (мочевина, двузамещенный фосфат кальция, хлорид калия) вносили согласно схемы: N<sub>1</sub>PK, N<sub>2</sub>PK, N<sub>3</sub>PK (N<sub>1</sub> - 18,3; N<sub>2</sub> - 27,5; N<sub>3</sub> - 36,6; P - 18,3; K - 4,3 мг д. в./100 г почвы). Повторность в опыте – шестикратная.

**Результаты исследований.** Наиболее объективным критерием оценки солеустойчивости сортов является уровень депрессии урожая на засолении по отношению к таковому на пресном фоне. Наши исследования показали, что возрастающие дозы азота положительно влияли на продуктивность растений солеустойчивого сорта Спальчик, при этом снижение урожая в опытных вариантах по отношению к пресному контролю уменьшалось. На фоне N<sub>1</sub>PK оно составляло 45,76%, а при внесении N<sub>2</sub>PK и N<sub>3</sub>PK – 42,86 и 40, 47%, соответственно. В то же время у менее устойчивых Рапан и ВНИИР 10127, при повышении уровня азотного питания наблюдалось усиление угнетения продуктивности растений в сравнении с незасоленным фоном. У этих сортов депрессия урожая опытных вариантов относительно пресного контроля на фоне N<sub>3</sub>PK по сравнению с N<sub>1</sub>PK была больше на 10,17 и 14,96% (табл.1).

**Таблица 1.** Влияние засоления и уровня минерального питания на урожай зерна сортов риса

| Вариант             | Спальчик             |              | Рапан                |              | ВНИИР 10127          |              |
|---------------------|----------------------|--------------|----------------------|--------------|----------------------|--------------|
|                     | масса зерна, г/раст. | снижение, %* | масса зерна, г/раст. | снижение, %* | масса зерна, г/раст. | снижение, %* |
| N <sub>1</sub> PK-к | 7,19                 | 45,76        | 7,03                 | 42,11        | 7,91                 | 63,34        |
| N <sub>1</sub> PK-з | 3,90                 |              | 4,07                 |              | 2,90                 |              |
| N <sub>2</sub> PK-к | 9,59                 | 42,86        | 10,93                | 51,24        | 12,17                | 73,87        |
| N <sub>2</sub> PK-з | 5,48                 |              | 5,33                 |              | 3,18                 |              |
| N <sub>3</sub> PK-к | 10,75                | 40,47        | 13,20                | 52,28        | 14,61                | 78,30        |
| N <sub>3</sub> PK-з | 6,40                 |              | 6,26                 |              | 3,17                 |              |
| НСР <sub>05</sub>   | 1,408                |              | 2,153                |              | 2,141                |              |

\* Снижение на засолении по отношению к пресному контролю

Наибольшие различия у сортов по урожаю на засоленном фоне и величине его снижения по отношению к пресному контролю проявляются на фоне N<sub>3</sub>PK, что позволяет рекомендовать его при оценке образцов риса на продуктивность.

В связи с поставленной задачей нами был рассмотрен ряд чувствительных к солевому стрессу признаков, имеющих тесную связь с хозяйственным урожаем и их изменение в зависимости от уровня азотного питания. Это, прежде всего, площадь листовой поверхности и накопление надземной биомассы, корреляционная связь которых с урожаем по всем сортам – не ниже 0,95.

Урожай определяется совокупностью многих признаков и, главным образом, развитием и активностью фотосинтетического аппарата, одной из важных характеристик которого является площадь листовой поверхности. Известно, что засоление значительно сокращает площадь листьев растений. Однако при внесении азота она заметно увеличивается, хотя и не достигает размеров, которые имеют растения на пресном фоне [4]. Азот оказывает большое влияние на рост и развитие растений и в условиях засоления может ослабить или усилить действие солей [5,6].

Результаты наших опытов показали, что засоление приводит к значительному сокращению площади ассимиляционного аппарата у исследуемых сортов, о чем свидетельствует рассчитанная нами величина снижения площади листьев на засолении относительно пресного контроля (табл.2). При внесении возрастающих доз азота она увеличивается в меньшей степени, чем на пресном фоне, и угнетение ее роста тесно связано с солеустойчивостью сорта. В наиболее чувствительные к солевому стрессу фазы (трубкование, цветение) лучшую дифференциацию сортов обеспечивает фон N<sub>2</sub>PK. Так, у сорта Спальчик площадь листьев растения при засолении снижается в фазу трубкования на 30,51% и в фазу цветения – на 42,57%, у неустойчивого ВНИИР 10127 это снижение составляет 54,93% и 63,30%, соответственно. Таким образом, различия между сортами по данному показателю

лю были в фазу трубкования 24,42% и в фазу цветения – 20,73%, что выше, чем на фонах N<sub>1</sub>PK и N<sub>3</sub>PK.

**Таблица 2.** Влияние засоления и уровня азотного питания на изменение площади листьев и биомассу растений риса

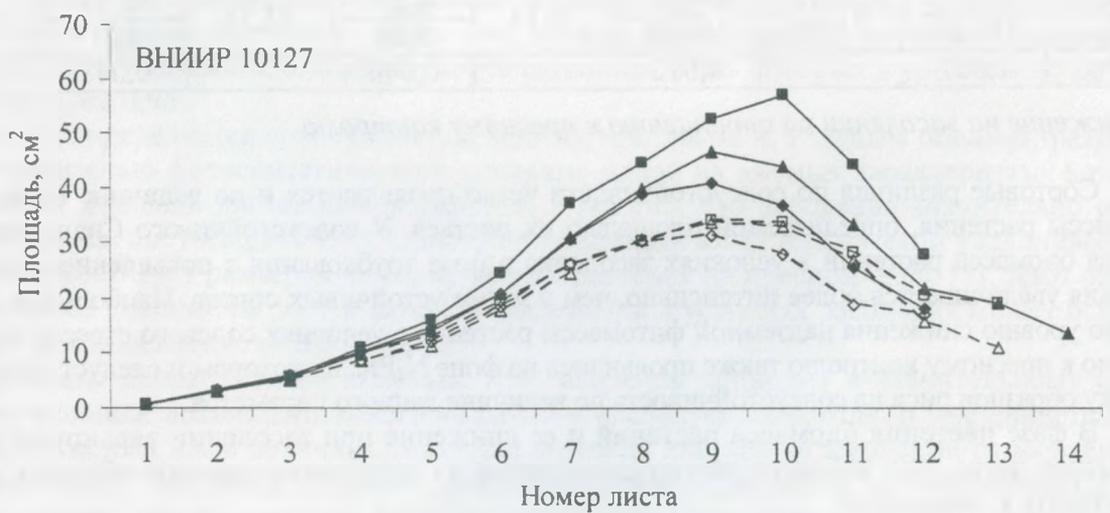
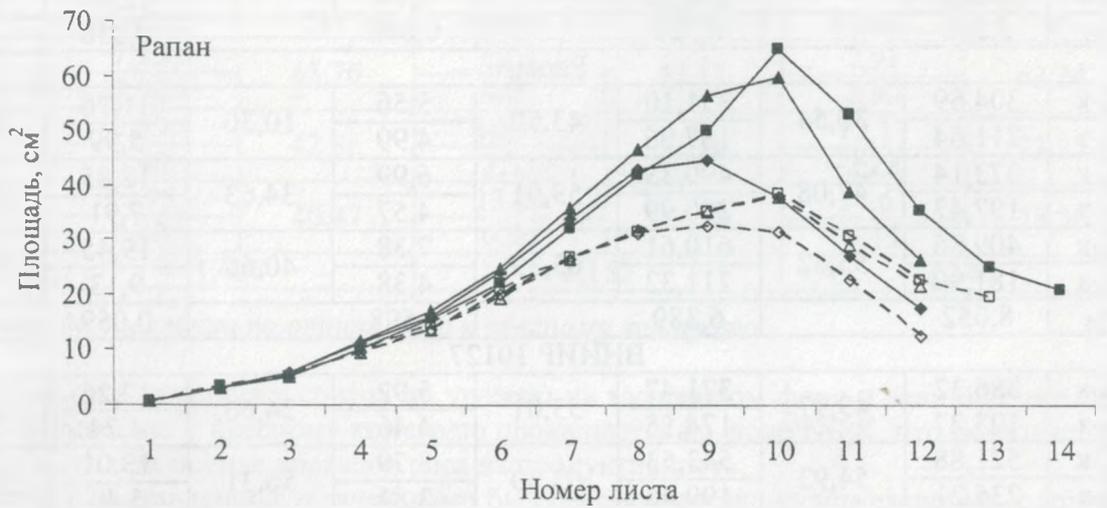
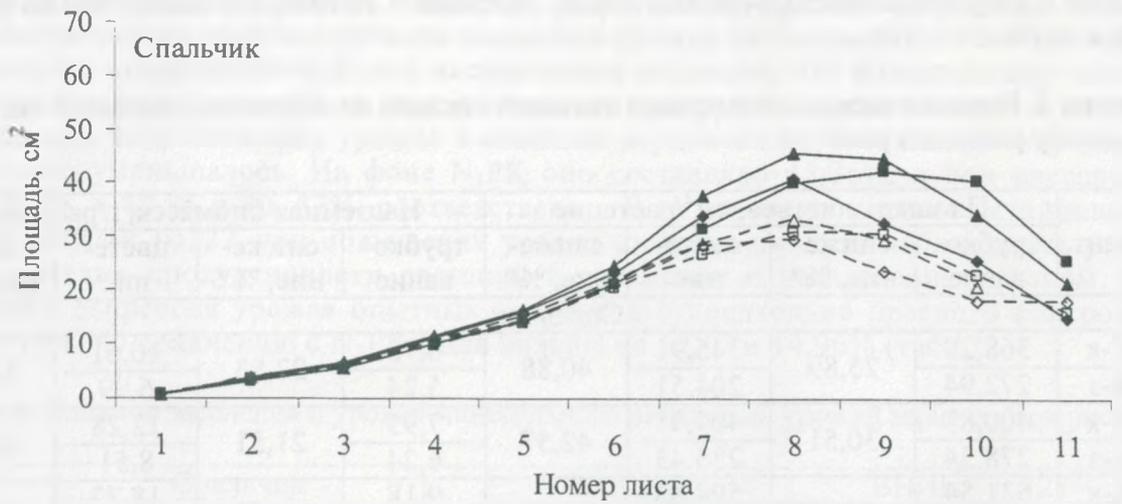
| Вариант             | Площадь листьев, см <sup>2</sup> /растение |              |          |              | Надземная биомасса, г/растение |              |          |              |
|---------------------|--|--------------|----------|--------------|--------------------------------|--------------|----------|--------------|
|                     | трубкование                                | снижение, %* | цветение | снижение, %* | трубкование                    | снижение, %* | цветение | снижение, %* |
| <b>Спальчик</b>     |  |              |          |              |                                |              |          |              |
| N <sub>1</sub> PK-к | 368,29                                     | 25,89        | 345,91   | 40,88        | 6,79                           | 22,83        | 10,61    | 34,12        |
| N <sub>1</sub> PK-з | 272,94                                     |              | 204,51   |              | 5,24                           |              | 6,99     |              |
| N <sub>2</sub> PK-к | 400,83                                     | 30,51        | 409,91   | 42,57        | 7,95                           | 21,51        | 12,28    | 30,70        |
| N <sub>2</sub> PK-з | 278,54                                     |              | 235,43   |              | 6,24                           |              | 8,51     |              |
| N <sub>3</sub> PK-к | 531,54                                     | 46,58        | 594,03   | 58,10        | 9,18                           | 24,40        | 18,77    | 33,72        |
| N <sub>3</sub> PK-з | 283,95                                     |              | 248,92   |              | 6,94                           |              | 12,44    |              |
| НСР <sub>05</sub>   | 6,560                                      |              | 6,523    |              | 0,048                          |              | 0,058    |              |
| <b>Рапан</b>        |  |              |          |              |                                |              |          |              |
| N <sub>1</sub> PK-к | 304,69                                     | 30,54        | 331,10   | 43,50        | 5,56                           | 10,30        | 11,76    | 49,07        |
| N <sub>1</sub> PK-з | 211,64                                     |              | 187,06   |              | 4,99                           |              | 5,99     |              |
| N <sub>2</sub> PK-к | 373,14                                     | 47,08        | 490,33   | 59,01        | 6,99                           | 34,63        | 12,85    | 38,45        |
| N <sub>2</sub> PK-з | 197,47                                     |              | 200,99   |              | 4,57                           |              | 7,91     |              |
| N <sub>3</sub> PK-к | 409,86                                     | 55,62        | 610,61   | 65,39        | 7,38                           | 40,65        | 19,45    | 53,06        |
| N <sub>3</sub> PK-з | 181,90                                     |              | 211,32   |              | 4,38                           |              | 9,13     |              |
| НСР <sub>05</sub>   | 8,052                                      |              | 6,389    |              | 0,598                          |              | 0,059    |              |
| <b>ВНИИР 10127</b>  |  |              |          |              |                                |              |          |              |
| N <sub>1</sub> PK-к | 386,32                                     | 49,97        | 371,47   | 53,01        | 5,92                           | 24,66        | 12,26    | 61,34        |
| N <sub>1</sub> PK-з | 193,27                                     |              | 174,55   |              | 4,46                           |              | 4,74     |              |
| N <sub>2</sub> PK-к | 521,88                                     | 54,93        | 543,53   | 63,30        | 8,79                           | 56,31        | 13,01    | 58,49        |
| N <sub>2</sub> PK-з | 235,21                                     |              | 199,46   |              | 3,84                           |              | 5,40     |              |
| N <sub>3</sub> PK-к | 471,11                                     | 61,22        | 656,22   | 76,14        | 8,27                           | 53,33        | 15,13    | 58,96        |
| N <sub>3</sub> PK-з | 182,69                                     |              | 156,58   |              | 3,86                           |              | 6,21     |              |
| НСР <sub>05</sub>   | 7,007                                      |              | 4,012    |              | 0,046                          |              | 0,048    |              |

\* Снижение на засолении по отношению к пресному контролю

Сортовые различия по солеустойчивости четко проявляются и по величине накопления биомассы растения, определяемой площадью их листьев. У солеустойчивого Спальчика надземная биомасса растений в условиях засоления в фазе трубкования с повышением азотного питания увеличивается более интенсивно, чем у менее устойчивых сортов. Наибольшие различия по уровню снижения надземной фитомассы растения в условиях солевого стресса по отношению к пресному контролю также проявились на фоне N<sub>2</sub>PK, на котором и следует проводить оценку образцов риса на солеустойчивость по величине данного параметра.

В фазе цветения биомасса растений и ее снижение при засолении варьируют у сортов менее четко, что неблагоприятно сказывается на результатах оценки образцов на устойчивость к засолению.

Изучение линейных размеров и площади отдельных листьев главного побега показало, что внесение азота положительно влияло на эти признаки – как на пресном контроле, так и при засолении. В то же время реакция сортов на возрастающие дозы азота была различной. Так, у сортов Спальчик и Рапан внесение N<sub>3</sub>PK не только не вызывало дальнейшего увеличения площади отдельных листьев, но и приводило к ее снижению даже на пресном фоне (рис. 1).



—◆— N1PK      —▲— N2PK      —■— N3PK  
 - -◆- - N1PK-3      - -▲- - N2PK-3      - -■- - N3PK-3

Рис. 1. Влияние уровня минерального питания и засоления на площадь листьев главного побега сортов риса.

По данным Н.П. Волковой и А.П. Сметанина [7], количество азота в почве влияет на продолжительность роста листьев растений риса. Характерным для всех изученных сортов оказалось и то обстоятельство, что с повышением доз азота увеличивалась не только общая облиственность растений, но и количество зеленых листьев, сохранившихся ко времени цветения. С другой стороны, в условиях засоления дополнительное внесение минеральных удобрений усиливает осмотическое действие солей, поэтому увеличение доз азота может негативно влиять на растения. Считается, что число листьев на главном побеге характеризует солеустойчивость сорта. В нашем опыте повышение дозы азота до  $N_2$  при засолении увеличивало листовую серию главного побега у всех сортов (рис. 2). Внесение же  $N_3$  приводило к уменьшению числа листьев на побеге в наиболее чувствительные к солевому стрессу фазы (трубкование, цветение). Повышение чувствительности риса к засолению в фазе трубкования связано с усилением пассивного транспорта засоляющих ионов и накоплением их в тканях растения, вследствие чего происходит интенсивное отмирание нижних листьев. Это является появлением своеобразной защитно-приспособительной реакции к избыточному накоплению засоляющих ионов в тканях [8].



Рис. 2. Листовая серия главного побега сортов риса при засолении в зависимости от уровня азотного питания.

**Вывод.** Проведенные исследования показали, что оценку образцов риса на устойчивость к засолению можно осуществлять по морфологическим признакам – величине площади листовой поверхности, биомассе растения и уровню их снижения в условиях солевого стресса (по отношению к пресному контролю) в фазы трубкования и цветения (без доведения до урожая зерна) на фоне питания  $N_2PK$ , на котором проявляется достаточно четкая дифференциация образцов. Это уменьшает трудоемкость проведения данной оценки по сравнению с таковой по величине снижения урожая зерна.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Удовенко Г.В. Солеустойчивость культурных растений – Л.: Колос, 1977.– 215 с.
2. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям: Методическое руководство / Под ред. Удовенко Г.В. – Л., 1988.– 227 с.
3. Тур Н.С. Особенности возделывания риса на засоленных землях. – Краснодар, 1978.– 112 с.

4. Тур Н.С., Малышев В.Д., Алешин Е.П. Формирование ассимиляционного аппарата и корневой системы риса в зависимости от сроков внесения азота и степени засоления почвы // Бюл. НТИ ВНИИ риса – 1977.– Вып. XXIII.– С. 24–28.
5. Воробьев Н.В., Журба Т.П. Увеличение солеустойчивости сортов риса при повышении уровня минерального питания // Агрoхимия.– 1995.– №7.– С. 25 – 32.
6. Ковальская Е.М. Изменение солеустойчивости растений в онтогенезе // Физиология растений.– 1958 –№ 5.– С. 434 – 443.
7. Волкова Н.П., Сметанин А.П. Листообразование у некоторых сортов риса // Бюл. НТИ ВНИИ риса. – 1973.– Вып. IX.– С. 10–14.
8. Костина А.Е., Портянко В.Ф., Дулова М.К. Градиентная система распределения хлора и золы в растениях и ее эколого-физиологическое значение // Физиология растений.– 1975.– № 3.– С. 631 – 633.

*Материал поступил в редакцию 07.02.05*

#### **К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ СЕЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ РИСА НА СОЛЕУСТОЙЧИВОСТЬ**

Н.А. Ладатко, О.А. Досеева, Н.В. Воробьев

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

#### **РЕЗЮМЕ**

В статье рассмотрены морфoфизиологические параметры сортов риса различной солеустойчивости в зависимости от уровня азотного питания и засоления.

Установлено, что оптимальным для проведения оценки устойчивости селекционных образцов риса к засолению является фон N<sub>2</sub>PK, на котором наиболее четко проявляются различия между сортами по комплексу морфoфизиологических параметров.

#### **DEVELOPMENT OF MORPHOPHYSIOLOGICAL METHOD OF RICE BREEDING VARIETIES EVALUATION TO SALT TOLERANCE**

N.A. Ladatko, O.A. Doseeva, N.V. Vorobyev

All – Russian Rice Research Institute

#### **SUMMARY**

Morphophysiological parameters of rice varieties of different salt tolerance depending on the level of nitrogen nutrition and salinization are studied.

It was found, that optimum background for carrying out of evaluation of the tolerance rice samples to salinity is N<sub>2</sub>PK background, on which varietal difference is more precise.

УДК: 633.18 : 631.52 : 632.651

## ПРОБЛЕМЫ СЕЛЕКЦИИ НЕМАТОДОУСТОЙЧИВЫХ СОРТОВ РИСА

Г.Л. Зеленский, д. с.-х. н., Е.С. Харченко, Л.И. Серая, Н.Н. Малышева, к.с.-х.н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

М.Б. Попова, к.б.н.

Всероссийский научно-исследовательский институт гельминтологии (Москва)

Одним из наиболее вредоносных заболеваний риса является афеленхоидоз, провоцируемый рисовой листовой нематодой *Aphelenchoides besseyi* Christie.

Этот патоген распространен во многих странах-производителях риса Африки [14], Америки [9, 10, 11], Азии [15, 13], Австралии, а также на Ближнем Востоке [16]. В Европе рисовая листовая нематода зафиксирована в Венгрии, Болгарии, на территории Югославии, Италии [3]. В бывшем СССР рисовая листовая нематода первоначально была обнаружена в Краснодарском крае в 1939 году, а позднее и в других зонах рисоводства - Астраханской и Ростовской областях, Узбекистане, Каракалпакии, Дагестане, Чечено-Ингушетии, Украине, Азербайджане, Таджикистане [8, 7] и в южной части Казахстана [1].

Периодически заболевание, вызываемое нематодой, принимало характер эпифитотий, причиняя экономике хозяйств заметный ущерб. Отсутствие в Советском Союзе эффективных химических препаратов и нематодоустойчивых сортов осложняло борьбу с этим вредителем.

Рисовая листовая нематода – это микроскопический червь. Нематоды в состоянии покоя (анабиоза) находятся под цветковыми чешуйками неочищенной зерновки риса. Когда инвазированные семена попадают во влажную почву, нематоды выходят из стадии анабиоза, мигрируют к точкам роста проростков, а также скапливаются внутри листового влагалища. Питаются они молодыми тканями.

Жизнедеятельность нематоды начинается при +13 °С. Оптимальные условия ее существования при температуре воздуха 25-30 °С и влажности – 70-100%. Верхний порог биологического существования нематоды – 42 °С. Развитие от яйца до взрослой особи проходит при 21-23 °С и завершается за 8-10 суток. Самка в течение 35-40 суток в несколько приемов откладывает до 40-50 яиц. Одно поколение накладывается на другое, популяция рисовой листовой нематоды быстро увеличивается и достигает своего максимума к фазе цветения растения и молочной спелости зерна. По мере созревания и высыхания растений процесс жизнедеятельности у нематоды замедляется, и она впадает в состояние анабиоза. Количество особей в метелках риса доходит до 1000. В одном зерне их можно обнаружить от 1 до 200. Во влажной почве при постоянной температуре нематоды сохраняются не более 4 месяцев, даже внутри зараженных семян риса. В сухих семенах и соломе они могут находиться в состоянии анабиоза от 3 до 6 лет [7].

Симптомы поражения растений этим патогеном проявляются в виде так называемой «беловершинности» риса – то есть побеления 2-5 см кончиков листьев в фазе кущения. Затем листья некротируют – желтеют, бурют, сморщиваются и скручиваются. Может также наблюдаться мозаичность и гофрированность. Поражение листьев сопровождается общим угнетением растений, снижением побегообразования. Наиболее сильному поражению подвержен главный стебель, при этом метелки становятся короче, а их концы атрофируются. Зерно приобретает шуплый вид темного цвета, деформируется. Продуктивность растения резко падает.

Степень вредоносности нематоды зависит от многих факторов: устойчивости сорта, климатических условий, особенностей агротехники, севооборотов, предшественников и т.д. В связи с этим данные в научной литературе о снижении урожая сильно варьируют. Так, в США отмечено снижение урожая восприимчивых сортов риса на 44,2-54,1 % [12].

В СССР потери урожая риса от нематоды на некоторых полях составляли 26,0-71,0 %. При этом у пораженных форм восприимчивого сорта Дубовский 129 снижалась высота растений на 30%, количество зерен в метелке – на 31%, масса зерна метелок на – 64,3% [8]. Именно из-за неустойчивости к нематоде этот скороспелый сорт, из которого получали крупу отличного качества, был снят с производства. Кроме прямого снижения урожая заражение нематодой уменьшает процент выхода кондиционных семян. Специалисты вынуждены такие посевы элиты выбраковывать или переводить в низшие репродукции. Это приводит к значительным экономическим издержкам.

Рисовая листовая нематода поражает не только рис, но и ряд цветочных растений (орхидеи, хризантемы, нарциссы и др.), эфиромасличные (мяту), а также дикие злаковые (лисохвост, щетинник, просо) и осоковые. Кроме того, нематода легко размножается на грибах рода *Piricularia*, *Alternaria*, *Culvularia*, *Helminthosporium*, *Fusarium* и др. Питаясь мицелием грибов, рисовая листовая нематода паразитирует на дикорастущих злаках, на растениях других семейств, способна выживать на растительных остатках и некоторое время сохраняться в почве [13, 8].

Наиболее эффективным путем борьбы с нематодой является создание и ускоренное внедрение в производство устойчивых и выносливых сортов риса. Они позволят надежно защитить посевы от поражения патогеном и при этом исключить применение химических средств защиты.

В ряде зарубежных стран эта задача успешно решена. Так, в США пик нематодных эпифитотий пришелся на двадцатилетие с 1935 по 1955 годы. В результате длительной селекционной работы в этой стране было создано и внедрено более 20 нематодоустойчивых сортов, которые имеют высокое качество крупы и другие хозяйственно ценные признаки. В качестве доноров устойчивости использовали сорта Fortuna, Rexoro, Nira, Bluebonnet, а весь селекционный материал проверяли на искусственном инфекционном фоне. Среди созданных сортов особенно выделяется Bonnet –79. Он обладает комплексной устойчивостью к нематоды, пирикулярриозу, листовой гнили и коричневой пятнистости. В результате успешной селекционной работы проблема борьбы с нематодным заболеванием риса в США утратила актуальность [2]. Однако и до сих пор оценка сорта на устойчивость к нематоды здесь является обязательным параметром селекционного процесса.

В России работа по созданию нематодоустойчивых сортов риса развернута с 1986 года. В этой программе участвовали специалисты Всероссийского НИИ риса и Всероссийского НИИ гельминтологии им. К.И. Скрябина. На начальном этапе этот проект сопровождался значительными проблемами из-за сложности создания жесткого инфекционного фона в полевых условиях с равномерным размещением инвазионной нагрузки по делянкам питомника. Кроме того, среди отечественных сортов не было надежных доноров устойчивости к нематоды. Зарубежные образцы риса, как правило, не созревали в условиях России.

**Цель и задачи исследования.** Усовершенствовать методику оценки образцов риса на устойчивость к нематоды. Оценить образцы мировой и рабочей коллекций, а также селекционный материал на устойчивость к этому патогену. Выделить источники резистентности для использования в селекционных программах. На основе полученного исходного материала создать сорта, устойчивые к рисовой листовой нематоды.

**Материал и методы.** Материалом для исследования служили коллекционные и селекционные образцы риса, а также краснодарская популяция рисовой листовой нематоды.

После разработки методики оценки и создания инвазионного питомника в полевых условиях, нами осуществлена планомерная проверка устойчивости сортов, коллекционных образцов и селекционного материала с целью отбора источников резистентности к рисовой листовой нематоды. Образцы без признаков поражения, выделенные при полевой

оценке, вторично испытывали в теплице, в условиях вегетационного опыта. Затем выращенные растения риса анализировали в лаборатории. При этом учитывали степень поражения и зараженность растений нематодами [6]. Устойчивость образцов к этому патогену в полевых условиях оценивали в конце периода вегетации растений. При разборе снопа метелки риса разделяли на две группы: 1) пораженные и 2) внешне здоровые.

Оценку проводили по следующей шкале:

0 – нет симптомов поражения нематодами;

1 – нет поражения, но присутствует заражение нематодами;

3 – выявлено поражение и заражение нематодами.

Индекс устойчивости рассчитывали по формуле:

$$I_y = (1 - a - 3b/3n) \times 100,$$

где a – число стеблей риса, оцененных баллом 1;

b – число стеблей риса, оцененных баллом 3;

n – число всех стеблей риса в образце.

Результаты оценки квалифицировали по группам устойчивости:

индекс устойчивости, %

высокоустойчивые 99 – 100;

практически устойчивые 86 – 98;

среднеустойчивые 76 – 85;

умеренно восприимчивые 51 – 75;

сильновосприимчивые 50 и менее.

**Результаты и обсуждение.** В процессе изучения было установлено, что все районированные в России сорта риса восприимчивы к нематоду. Однако степень их восприимчивости колеблется в очень широких пределах. Так, на высоком инвазионном фоне пораженность метелок сортов Дубовский 129, УзРос 59, Жемчужный, Старт, Кулон достигает 100%, Лиман и Юбилейный – 30-50%, а Кубань 3 и Кубань 9 лишь 5-30%. Не случайно до сих пор возделываются только сорта Лиман и Кубань 3, остальные выведены из производства.

Слабая восприимчивость к нематоду отмечена у сортов Арпа-Шалы, Краснодарский 424, Краснодарский 86, Пролог и Садри Массалинский. Степень проявления симптомов поражения метелок на инвазионном фоне у них составляет 0-10 %. Это обусловлено выносливостью растений к заражению нематодами. В условиях жесткого инвазионного фона, в теплице, растения этих сортов легко заражаются, происходит размножение нематод и увеличение ее численности. При этом у растений не проявляются симптомы заболевания, и лишь у некоторых из них они слабо выражены.

Выносливость растений сортов риса, пораженных нематодами, является ценным свойством. Масса зерна метелок у них снижается по сравнению с контролем на 0-15%, тогда как у восприимчивых сортов с проявлением симптомов поражения – на 39-70% [2]. Эффективность использования в производстве выносливых к нематоду сортов риса падает, если рядом с ними возделываются сильновосприимчивые сорта. Являясь носителями инвазии, такие сорта могут снова заражать сильновосприимчивые. Тем самым постоянно сохраняется потенциальная вредоносность нематоды для посевов риса.

Между тем, по данным проведенных исследований [5, 4], от 70 до 90% перспективных сортов и селекционных образцов сильновосприимчивы к нематоду. Это результат того, что в предыдущие годы при подборе родительских форм для создания новых сортов с таким признаком как устойчивость к нематоду, селекционеры не придавали особого значения. Из-за отсутствия надежных доноров резистентности. Вот почему поиск источни-

ков и доноров устойчивости представляется актуальной задачей. Для этого и осуществляется оценка сортообразцов мировой коллекции ВИР и рабочей коллекции ВНИИ риса.

К сожалению, из испытанных 3500 коллекционных образцов подавляющее большинство оказалось сильновосприимчивым к нематоду. Лишь некоторые из мировой коллекции ВИРа на всех этапах испытания демонстрировали высокую устойчивость к краснодарской популяции нематоды. Среди них – сорта Bella Patna (К-5741), Bluebonnet (К-4772 и К-6620), Bluebonnet 50 (К-4773), Bluebella (К-5969 и К-6177), Century Patna (К-4642 и К-6164), Starbonnet (К-6165) (табл. 1).

**Таблица 1.** Устойчивость сортов риса мировой коллекции ВИР к рисовой листовой нематоду (ВИГИС, 1988-1989 гг.)

| № каталога<br>ВИР                     | Сорт          | Страна происхождения | Устойчивость по оценке |                 |                                  |
|---------------------------------------|---------------|----------------------|------------------------|-----------------|----------------------------------|
|                                       |               |                      | Предварительной, балл  | повторной, балл | полевой (индекс устойчивости), % |
| 4772                                  | Bluebonnet    | США                  | 0                      | 0               | 100                              |
| 6620                                  | Bluebonnet    | США                  | 0                      | 0               | 100                              |
| 4773                                  | Bluebonnet50  | США                  | 0                      | 0               | 100                              |
| 5741                                  | Bella Patna   | США                  | 0                      | 0               | 100                              |
| 4642                                  | Century Patna | Куба                 | 1                      | 1               | 98,0                             |
| 6164                                  | Century Patna | США                  | 1                      | 1               | 98,0                             |
| 5969                                  | Bluebella     | США                  | 1                      | 1               | 95,0                             |
| 6177                                  | Bluebella     | США                  | 1                      | 1               | 99,0                             |
| 4871                                  | Vegold        | США                  | 1                      | 1               | 93,0                             |
| 6165                                  | Starbonnet    | США                  | 0                      | 0               | 100,0                            |
| Старт – восприимчивый сорт – стандарт |               | СССР                 | 5                      | –               | 0-30,0                           |

Указанные сорта широко используют в США в качестве доноров при селекции риса на устойчивость к нематоду [2]. Важно особо отметить сорта Bella Patna и Bluebella, которые имеют более короткий период вегетации. Это обстоятельство играет существенную роль при выборе донора устойчивости риса к нематоду для использования в российских селекционных программах. Из образцов мировой коллекции ВИР не было выделено высокоустойчивых к нематоду сортов риса российского происхождения. Это еще раз подчеркнуло необходимость активизации селекционных работ в стране по созданию нематодоустойчивых сортов.

Среди образцов рабочей коллекции иммунных к нематоду образцов при первоначальной оценке также не оказалось. Удалось выделить 30 образцов с индексом устойчивости 86 – 98 %. Для селекционной работы наибольший интерес представляют образцы К-0584, К-0956, К-01494, К02056, К-02214. Индекс их устойчивости в полевом опыте составил 91-95%, а в вегетационном – 94-98%.

В последующие годы рабочая коллекция пополнялась новыми российскими и зарубежными образцами. Их подробно изучали на предмет хозяйственно ценных признаков, в том числе и на резистентность к нематоду. Тогда же был выделен ряд форм, индекс устойчивости которых в полевых условиях составлял 95 – 100% (табл. 2).

К сожалению, среди образцов рабочей коллекции пока очень мало высокоустойчивых, иммунных к нематоду генотипов риса. К настоящему времени удалось выделить только три таких образца: 568063 Oryza L. из Болгарии (К-93-76), Daikokun из Филиппин (К-98-17) и Isikri Shiroki из Японии (К-98-35).

Необходимо также отметить скороспелые образцы из Венгрии с индексом устойчивости 98,0 %: OKI-3 (K-93-11) и Karmina (K-93-14), вызревающие в условиях Краснодарского края за 98-100 дней. При этом они резистентны к пониженным положительным температурам в период прорастания и засолению почвы.

Выделенные образцы целесообразно рекомендовать для использования в гибридах в качестве источников повышенной устойчивости к нематоде и для изучения наследования этого признака.

**Таблица 2.** Устойчивость образцов рабочей коллекции ВНИИ риса к рисовой листовой нематоде (2001-2003 гг.)

| № каталога ВНИИ риса | Сортообразцы                     | Страна происхождения | Индекс устойчивости, % | Степень устойчивости |
|----------------------|----------------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
| 93-11                | OKI - 3                          | Венгрия              | 98,0                   | ПУ                   |
| 93-14                | Karmina                          | Венгрия              | 98,0                   | ПУ                   |
| 93-76                | 568063 Oryza L.                  | Болгария             | 99,0                   | ВУ                   |
| 99-4                 | MN/NTAS                          | Япония               | 95,0                   | ПУ                   |
| 98-17                | Daikokun                         | Филиппины            | 100,0                  | ВУ                   |
| 98-35                | Isikri Shiroki                   | Япония               | 100,0                  | ВУ                   |
| 0940                 | УзРОС 475-71                     | Россия               | 96,0                   | ПУ                   |
| 0986                 | Ерби x Мутант Шиловского         | Россия               | 95,0                   | ПУ                   |
| 01256                | Мутант 1711-78                   | Россия               | 97,0                   | ПУ                   |
| 02000                | ВНИИР 3995                       | Россия               | 98,0                   | ПУ                   |
| 02199                | ВНИИР 7956                       | Россия               | 96,0                   | ПУ                   |
| 02979                | Мутант 438                       | Россия               | 98,0                   | ПУ                   |
| 03047                | Краснодарский 386/43             | Россия               | 96,0                   | ПУ                   |
| 03078                | СПХ 83-1143                      | Россия               | 97,0                   | ПУ                   |
| 03698                | F <sub>2</sub> Амистад x Окси 2X | Россия               | 98,0                   | ПУ                   |

*Примечание:* ВУ – высокоустойчивые; ПУ – практически устойчивые.

При оценке коллекционных образцов риса на устойчивость к нематоде выявлено значительное число сортов без симптомов заражения патогеном, несмотря на наличие в их семенах нематод. Полагаем, что такие сортообразцы и формы риса могут быть использованы в селекции сортов риса с полевой устойчивостью к нематоде. Конечно, подобные резистентные сорта не могут в полной мере решить проблему борьбы с нематодными заболеваниями. Однако они играют важную роль в сдерживании развития патогена. Решение же состоит в вовлечении в селекционный процесс источников и доноров устойчивости риса к нематоде из числа растений, в которых размножение паразита не происходит.

Важное значение для селекции имеет выделение образцов риса с комплексной устойчивостью к таким заболеваниям, как пирикулярриоз и беловершинность. Оценка образцов из мировой коллекции, устойчивых к пирикулярриозу, показала, что большинство из них восприимчивы к нематоде. Однако образцы с эффективными генами устойчивости к *Piricularia oryzae*, такие как Осенний рис, Teichung Native-1, Dourado Precoce, Zenith, Hasi Kalmi, Teichungsen 10 и сорта с полевой устойчивостью к пирикулярриозу Norin, Mochi 43-44, PT-29, Dwarf CH-1039, Badmase, Son Khorcha, Taluli Masino демонстрировали среднюю степень резистентности и толерантности к нематоде. При оценке на жестком инвазионном фоне они отличались высокой выносливостью к патогену и очень малым числом гельминтов в семенах. Поэтому эти образцы можно использовать как исходный материал для селекции сортов с комплексной полевой устойчивостью к пирикулярриозу и рисовой листовой нематоде.

После выделения из мировой коллекции риса ВИР ряда сортов, устойчивых к краснодарской популяции рисовой листовой нематоды, были изучены их агробиологические особенности. Выявлено, что большинство этих сортов отличается значительной позднеспелостью. Наиболее подходящим донором оказался сорт Belle Patna из США, вегетационный период которого в условиях Краснодарского края составил 145-150 дней, к тому же, он – длиннозерный, устойчив к полеганию. Belle Patna был включен в гибридизацию вместе с районированными сортами и раннеспелыми коллекционными образцами. В результате получен гибридный материал, находящийся сейчас в селекционной проработке.

Поскольку природу генетической устойчивости риса к листовой нематоды в России не изучали, мы провели генетический анализ гибридной популяции, полученной после скрещивания иммунного Belle Patna с восприимчивым к нематоды сортом Старт. Работу выполняли по методическим рекомендациям в контролируемых условиях [6].

Опыты показали, что все растения первого поколения не имели симптомов поражения нематодой. Это свидетельствовало о доминировании устойчивости (R) над восприимчивостью (S). В F<sub>2</sub> наблюдалось расщепление по этому признаку. К числу растений с типом реакции R были отнесены те, у которых симптомов афеленхоидоза и заражения нематодой обнаружено не было (балл 0), а имевших балл поражения 1-5, отнесли к числу растений с типом реакции S (табл.3).

**Таблица 3.** Результаты гибридологического анализа растений гибридной популяции F<sub>2</sub> Belle Patna x Старт на устойчивость к рисовой листовой нематоды

| Количество изученных растений, шт | Степень поражаемости, балл |    |   |    | Соотношение R:S | Критерий X <sup>2</sup> |
|-----------------------------------|----------------------------|----|---|----|-----------------|-------------------------|
|                                   | 0                          | 1  | 3 | 5  |                 |                         |
| 178                               | 99                         | 54 | 6 | 19 | 9:7             | 0,029                   |
|                                   |                            | 79 |   |    |                 |                         |

*Примечание:* R – устойчивый тип реакции, S – восприимчивый тип реакции.

Характер расщепления в данной гибридной популяции свидетельствует о том, что иммунитет сорта Belle Patna к рисовой листовой нематоды контролируется двумя парами доминантных генов. Это необходимо учитывать при исследованиях исходного материала, полученного на основе указанного донора.

Опыт совместной работы селекционеров и гельминтологов показал, что уже на нынешнем этапе исследований можно выделить из селекционного материала образцы и сорта риса с повышенной устойчивостью и толерантностью к рисовой листовой нематоды. В растениях указанных образцов нематоды размножаются с незначительной интенсивностью, а устойчивость посевов и снижение их продуктивности определяются степенью выносливости к заражению. Как известно, даже в условиях эпифитотии афеленхоидоза риса поражаемость толерантных сортов составляет 1-6%, что практически не снижает урожайность [5]. Поэтому выделение в жестких условиях полевого искусственного инвазионного фона толерантных к нематоды селекционных образцов риса позволит достаточно быстро создать сорта с полевой устойчивостью к афеленхоидозу. Возделывание их в значительной степени снизит остроту проблемы «беловершинности» риса в районах распространения нематоды. Решение этой задачи представляется реальным. После многократных оценок образцов и проведения отбора в инвазионном питомнике нам удалось выделить ряд сортов с высокой выносливостью к рисовой листовой нематоды, которые в настоящее время находятся в конкурсном испытании (табл. 4).

Большинство указанных в таблице 4 сортов слабо поражаются рисовой листовой нематодой. Они созданы на основе Бластоника, Спринта, Курчанки и доноров устойчивости к пирикулярриозу – Maratelli 5A, Zenith, Yerua P.A.. Поэтому в них сочетается толерантность к нематоде с устойчивостью к *Piricularia oryzae*. Источником резистентности к рисовой листовой нематоде стали сорта Краснодарский 424, Кубань 3, и Кр-3-84. Последний получен путем отбора из образца ВНИИР 8785. Он выделялся среди других коллекционных номеров высокой и стабильной толерантностью к нематоде.

**Таблица 4.** Устойчивость сортов конкурсного испытания к рисовой листовой нематодe (ВНИИ риса, 2003 – 2004 гг.)

| Сорт             | Индекс устойчивости, % | Степень устойчивости |
|------------------|------------------------|----------------------|
| Лиман (стандарт) | 65,0                   | УВ                   |
| КСИ – 3-03       | 97,6                   | ПУ                   |
| КСИ – 9-03       | 100,0                  | ВУ                   |
| КСИ – 17-03      | 100,0                  | ВУ                   |
| КСИ – 25-03      | 95,0                   | ПУ                   |
| КСИ – 27-03      | 96,3                   | ПУ                   |
| КСИ – 36-03      | 98,1                   | ПУ                   |
| КСИ – 41-03      | 96,0                   | ПУ                   |
| КСИ – 48-03      | 95,4                   | ПУ                   |
| КСИ – 49-03      | 96,9                   | ПУ                   |
| КСИ – 50-03      | 97,3                   | ПУ                   |
| КСИ – 60-03      | 95,6                   | ПУ                   |

*Примечание:* УВ – умеренно восприимчив; ПУ – практически устойчивые;  
ВУ – высокоустойчивые;

Как известно, сорт Бластоник отличается расоспецифической устойчивостью к пирикулярриозу и толерантностью к нематодe (индекс устойчивости – 74,2%). Он был передан на государственное испытание, но в госреестр не внесен, поскольку показатель его урожайности не превышал стандартных сортов. Тем не менее, Бластоник многократно использовали в селекционной практике в качестве родительской формы при гибридизации.

Спринт наряду со скороспелостью, стабильной продуктивностью и толерантностью к пирикулярриозу показал достаточно высокую устойчивость к нематодe (индекс устойчивости – 92,5-96,0%).

Особый интерес представляет солеустойчивый сорт Курчанка, полученный из гибридной популяции Кулон x Радуга. Он унаследовал от первой родительской формы длиннозерность, продуктивность и устойчивость к полеганию, а от второй – среднеспелость, низкорослость, устойчивость к засолению почвы и выносливость к рисовой листовой нематодe. Его родительская форма, сорт Радуга (ВНИИР 226), был выделен в конце 1970-х годов как наименее восприимчивый к нематодe. При уровне зараженности его растений в 24,5%, симптомы заболевания проявлялись только у 4,5% [4]. Сорт Радуга по ряду причин не был районирован, и все же его довольно часто использовали в гибридизации как источник различных хозяйственно ценных признаков, в том числе и выносливости к рисовой листовой нематодe.

Сорта Спринт и Курчанка внесены в госреестр и допущены к использованию в Северо-Кавказском регионе России. Они эффективны в производственных условиях и широко используются селекционерами при создании новых сортов.

**Выводы.** Создан исходный материал и выведены сорта, устойчивые и толерантные к рисовой листовой нематоде. В настоящее время они проходят конкурсное испытание и проверку в условиях производства. До момента пока не будут отселектированы сорта, иммунные к афеленхозу, они призваны сдерживать распространение и снижать вредность рисовой листовой нематоды.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Абайдулаев П. Биологические особенности развития нематод в условиях юга Казахстана. – Алма-Ата, 1983. – С. 109-112.
2. Зеленский Г.Л., Попова М.Б. Селекция риса на устойчивость к рисовой листовой нематоде в США // Селекция и семеноводство. – 1991. – № 5. – С. 59-60.
3. Кирьянова Е.С., Краль Э.Л. Паразитические нематоды растений и меры борьбы с ними. – Т. 2. – Л.: Наука, 1971. – 287 с.
4. Попова М.Б., Андрусенко В.В. Изучение устойчивости сортов риса к рисовому афеленхозу // Бюл. НТИ ВНИИ риса. – Краснодар. – 1980. – Вып. 28. – С. 68-71.
5. Попова М.Б., Андрусенко В.В., Корсакова Л.А. Степень устойчивости сортов риса к рисовому афеленхозу // Бюл. ВНИИ гельминтол. – Вып. 26. – С. 43-49.
6. Попова М.Б., Дзюба В.А., Зеленский Г.Л., Мырзин А.С., Харченко Е.С. Методические рекомендации по оценке сортов и гибридов риса на устойчивость к рисовой листовой нематоде. – М., 1993. – 142 с.
7. Тихонова Л.А. Беловершинность – опасная болезнь риса // Защита растений. – 1974. – № 3. – С. 32-34.
8. Тихонова Л.В. Рисовый афеленхоз и борьба с ним // Зоологический журнал. – 1966. – Т. 45. – Вып. 12. – С. 1759-1766.
9. Fernander Diaz Silveira M. Lista de nematodes de Cuba // Revista Agric. – 1967. – Vol. 1. – P. 74-88.
10. Lordello L.G.E. Ocorencia do nematode *Aphelenchoides besseyi* em arrozno Brasil. // Revista Agric. – 1969. – Vol. 44. – № 4. – P. 129-131.
11. Fortuner R., Orton K.I., Williams A. Review of the literature on *Aphelenchoides besseyi* Christie, 1942, the nematode causing «White tip» disease in rice. // Helminthological Abstract. – 1975. – Vol. 44. P. 1-20.
12. Ou S.H. Rice disease. – 1985. – 380 p.
13. Hansioka Y. Nematode disease of rice in the world // Rice. – 1964. – Vol. 13. – №2. – P. 139-147.
14. Peachey J.E., Larbey D.W., Cain S.C. White tip disease of rice in Africa // Hilminth. Abstr. – 1966. – Vol. 35. – №4. – P. 337-339.
15. Prasad J.S., Panwar M.S., Rao Y.S. Nematode problem of rice in India // Tropical pest management. – 1987. – Vol. 33. – №2. – P. 127-136.
16. Timm R.W. The occurrence of *Aphelenchoides besseyi* Christie, 1942, in deep water paddy of East Pakistan // Pakist. J. Ski. – 1955. – Vol. 7. – №1. – P 47-49.

Материал поступил в редакцию 18.03.05

#### ПРОБЛЕМЫ СЕЛЕКЦИИ НЕМАТОДОУСТОЙЧИВЫХ СОРТОВ РИСА

Г.Л. Зеленский, Е.С. Харченко, Л.И. Серая, Н.Н. Мальшева

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

М.Б. Попова

Всероссийский научно-исследовательский институт гельминтологии (Москва)

## РЕЗЮМЕ

В статье раскрыта вредоносность рисовой листовой нематоды *Aphelenchoides besseyi* Christie, её биологические особенности. Подчеркнута актуальность борьбы с этим патогенном путем создания устойчивых сортов. Отмечено, что при изучении мировой коллекции риса ВИР и рабочей ВНИИ риса выделены образцы с индексом устойчивости 95 – 100%, и на их основе создан ряд сортов с высокой толерантностью к рисовой листовой нематодe.

## BREEDING PROBLEMS OF NEMATODE RESISTANT RICE VARIETIES

G.L. Zelensky, E.S. Kharchenko, L.I. Seraya, N.N. Malysheva

All-Russian Rice Research Institute

M.B. Popova

All-Russian Rice Research Institute of Helminthology (Moscow)

## SUMMARY

It is shown in the article the harmfulness of rice leaf nematode, its biological peculiarities. The necessity of solving the problem of nematode control by release of new resistant varieties was noted. Samples with resistance index 95-100% were screened during staid of rice collection. We released a number of varieties, highly tolerant to rice leaf nematode.

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПРИЗНАКОВ СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА РИСА  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НОРМ ВЫСЕВА СЕМЯН**

В.Н. Шиловский, д. с.-х. н., В.Я. Рубан, к. с.-х. н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Существуют различные мнения по поводу параметров густоты посева, при которых следует проводить оценку селекционного материала. По одной из точек зрения, оценка генотипов должна проводиться при полном отсутствии конкуренции, т.е. на разреженных посевах [5]. По другой – низкие плотности посевов не дают реальных результатов, поэтому она должна проводиться в условиях сходных с промышленными, т.е. на плотных посевах [2, 3]. Однако в связи с дефицитом семян в более ранних звеньях селекционного процесса плотность посева несколько меньше конкурсного сортоиспытания. Это ведет к нарушению типичности и вызывает изменение оценок [6]. В существующей селекционной схеме для риса (селекционный и контрольный питомники, конкурсное сортоиспытание) семена после селекционного питомника высевают в контрольный с нормой высева 400 всхожих зерен на 1 м<sup>2</sup>, в то время как в конкурсном испытании она достигает 700 зерен.

**Цель исследования.** Изучить изменчивость некоторых признаков у сортообразцов риса при выращивании с учетом разных норм высева семян.

**Материал и методика исследования.** Использовали сорта, внесенные в посевной госреестр, проходящие государственное сортоиспытание, а также линии конкурсного испытания в количестве 10 сортообразцов. Анализировали признаки: высота растений, размеры трех верхних листьев при созревании, элементы продуктивности метелки. Сортообразцы высевали с нормой 400 и 700 всхожих зерен на 1 м<sup>2</sup>. Для учетов отбирали по 25 растений. Площадь делянки – 10 м<sup>2</sup>.

**Результаты исследования.** Плотность посевов может прежде всего влиять на рост растений. Изменения высоты растений отражены в таблице 1.

**Таблица 1.** Высота растений сортообразцов риса в зависимости от норм высева семян, см

| Сортообразец                      | Норма высева семян, шт./м <sup>2</sup> |             | Средние, НСР <sub>05</sub> =2,43 |
|-----------------------------------|--|-------------|----------------------------------|
|                                   | 400                                    | 700         |                                  |
| Новатор                           | 76,8                                   | 91,1        | 83,9                             |
| Янтарь                            | 78,6                                   | 87,6        | 83,1                             |
| Регул                             | 89,8                                   | 89,4        | 89,6                             |
| Лиман                             | 72,9                                   | 76,1        | 74,5                             |
| Флагман                           | 83,3                                   | 79,2        | 81,3                             |
| КП 28-99                          | 89,1                                   | 87,8        | 88,5                             |
| КП 92-02                          | 77,7                                   | 78,9        | 78,3                             |
| КП 40-02                          | 78,2                                   | 77,6        | 77,9                             |
| КП 64-03                          | 91,9                                   | 80,5        | 86,2                             |
| КП 128-03                         | 87,3                                   | 79,4        | 83,4                             |
| Среднее, НСР <sub>05</sub> = 6,62 | 82,6 ± 2,24                            | 82,8 ± 1,82 |                                  |
| V, %                              | 8,6                                    | 6,9         |                                  |

Частные различия НСР<sub>05</sub> = 2,77

Данные таблицы 1 показывают слабую межсортовую вариабельность признака в обоих вариантах опыта, с несколько большим размахом при пониженной норме высева. Различий по высоте растений также не наблюдается. Однако, если рассматривать сортообразцы отдельно,

в зависимости от норм высева семян, то можно отметить их индивидуальные различия. Так, Новатор, Янтарь и Лиман достоверно увеличивают высоту растений при повышенной норме высева семян. У КП 64-03, КП 128-03 и Флагмана наблюдается обратная тенденция. У остальных сортообразцов достоверных различий не зафиксировано.

Прослежено также влияние норм высева семян на озерненность метелки (табл. 2).

**Таблица 2.** Количество колосков в метелке у сортообразцов риса в зависимости от норм высева семян, шт.

| Сортообразец                     | Норма высева семян, шт./м <sup>2</sup> |           | Среднее,<br>НСР <sub>05</sub> =1,74 |
|----------------------------------|--|-----------|-------------------------------------|
|                                  | 400                                    | 700       |                                     |
| Новатор                          | 93,7                                   | 115,2     | 104,4                               |
| Янтарь                           | 84,5                                   | 85,6      | 85,1                                |
| Регул                            | 92,6                                   | 105,0     | 98,8                                |
| Лиман                            | 101,6                                  | 83,0      | 92,3                                |
| Флагман                          | 113,9                                  | 70,8      | 92,4                                |
| КП 28-99                         | 100,0                                  | 65,4      | 82,7                                |
| КП 92-02                         | 105,6                                  | 89,1      | 97,4                                |
| КП 40-02                         | 103,5                                  | 79,8      | 91,7                                |
| КП 64-03                         | 125,8                                  | 85,6      | 105,7                               |
| КП 128-03                        | 106,5                                  | 84,9      | 95,7                                |
| Среднее, НСР <sub>05</sub> =0,78 | 102,8±3,23                             | 86,4±4,38 |                                     |
| V, %                             | 9,9                                    | 16,0      |                                     |

Частные различия НСР<sub>05</sub>=5,51

Как видно из таблицы 2, иначе идет формирование количества колосков в метелке в зависимости от норм высева семян. Вариабельность межсортовых различий на более плотных посевах находится в пределах среднего значения (V=16,0 %), в то время как при норме высева 400 зерен на 1 м<sup>2</sup> различия сглажены (V=9,9 %). При низкой норме высева семян, как правило, формируется большее количество колосков в метелке за счет улучшения питания растений. Исключение составляют Новатор и Регул, где количество колосков в загущенном посеве выше. Существует точка зрения, согласно которой в таких посевах преимущество получают генотипы с максимальным синтезом органического вещества на единицу площади [4].

Озерненность метелки неразрывно связана с ее продуктивностью. Результаты приведены в таблице 3.

**Таблица 3.** Масса зерна метелки у сортообразцов в зависимости от норм высева семян, г

| Сортообразец | Норма высева семян, шт./м <sup>2</sup> |      | Среднее, НСР <sub>05</sub> =0,18 |
|--------------|--|------|----------------------------------|
|              | 400                                    | 700  |                                  |
| 1            | 2                                      | 3    | 4                                |
| Новатор      | 2,06                                   | 2,24 | 2,15                             |
| Янтарь       | 1,97                                   | 1,92 | 1,95                             |
| Регул        | 2,31                                   | 2,52 | 2,41                             |
| Лиман        | 2,86                                   | 2,07 | 2,47                             |
| Флагман      | 2,28                                   | 1,67 | 1,98                             |
| КП 28-99     | 1,85                                   | 1,41 | 1,63                             |
| КП 92-02     | 2,31                                   | 2,28 | 2,30                             |
| КП 40-02     | 2,18                                   | 1,65 | 1,92                             |

| 1                                | 2          | 3          | 4    |
|----------------------------------|------------|------------|------|
| КП 64-03                         | 2,70       | 1,81       | 2,26 |
| КП 128-03                        | 2,49       | 2,12       | 2,30 |
| Среднее, НСР <sub>05</sub> =0,08 | 2,30±0,093 | 1,97±0,107 |      |
| V, %                             | 12,8       | 17,2       |      |

Частные различия НСР<sub>05</sub>=0,57

Масса зерна метелки – наиболее изменчивый признак. Она имеет вариабельность на изреженном посеве 12,8 %, а на загущенном – 17,2%. В остальном поведение растений сортообразцов соответствуют показателям их озерненности. В период созревания зерна на растениях измеряли 3 верхних листа с тем, чтобы установить их влияние на продуктивность метелки. Результаты представлены в таблице 4.

**Таблица 4.** Размеры 3-х верхних листьев у сортообразцов риса в зависимости от норм высева семян, см

| Сортообразец | Вариант опыта | Флаг  |        | 2-й лист |        | 3-й лист |        |
|--------------|---------------|-------|--------|----------|--------|----------|--------|
|              |               | длина | ширина | длина    | ширина | длина    | ширина |
| Новатор      | 1*            | 13,9  | 1,18   | 21,3     | 1,06   | 25,0     | 0,97   |
|              | 2**           | 16,3  | 1,58   | 28,0     | 1,42   | 30,5     | 1,19   |
| Янтарь       | 1             | 14,3  | 1,08   | 22,9     | 1,08   | 27,7     | 1,05   |
|              | 2             | 15,3  | 1,49   | 24,3     | 1,39   | 30,1     | 1,31   |
| Регул        | 1             | 15,1  | 1,39   | 23,7     | 1,38   | 30,3     | 1,29   |
|              | 2             | 16,5  | 1,41   | 24,9     | 1,31   | 27,7     | 1,23   |
| Лиман        | 1             | 15,9  | 1,43   | 23,3     | 1,34   | 26,9     | 1,35   |
|              | 2             | 16,9  | 1,46   | 25,8     | 1,37   | 29,1     | 1,30   |
| Флагман      | 1             | 19,7  | 1,53   | 27,6     | 1,45   | 31,1     | 1,41   |
|              | 2             | 19,2  | 1,60   | 26,4     | 1,47   | 31,4     | 1,40   |
| КП 28-99     | 1             | 18,7  | 1,29   | 26,9     | 1,07   | 32,1     | 1,05   |
|              | 2             | 17,0  | 1,10   | 25,8     | 1,02   | 31,6     | 1,02   |
| КП 92-02     | 1             | 20,4  | 1,48   | 28,4     | 1,35   | 29,9     | 1,26   |
|              | 2             | 20,1  | 1,50   | 27,2     | 1,36   | 30,4     | 1,30   |
| КП 40-02     | 1             | 18,4  | 1,50   | 26,9     | 1,39   | 30,1     | 1,26   |
|              | 2             | 18,3  | 1,44   | 24,6     | 1,33   | 27,9     | 1,29   |
| КП 64-03     | 1             | 18,8  | 1,60   | 27,4     | 1,50   | 32,0     | 1,41   |
|              | 2             | 16,3  | 1,54   | 25,4     | 1,43   | 30,7     | 1,37   |
| КП 128-03    | 1             | 14,6  | 1,52   | 24,4     | 1,45   | 30,8     | 1,33   |
|              | 2             | 13,6  | 1,47   | 22,4     | 1,43   | 28,4     | 1,37   |
| среднее      | 1             | 16,98 | 1,40   | 25,28    | 1,31   | 29,37    | 1,24   |
|              | 2             | 16,95 | 1,46   | 25,48    | 1,35   | 30,04    | 1,28   |
| V, %         | 1             | 14,5  | 11,9   | 9,6      | 13,1   | 8,0      | 12,7   |
|              | 2             | 11,1  | 9,6    | 6,2      | 9,4    | 4,0      | 11,1   |

\*1 – 400 всхожих зерен на 1 м<sup>2</sup>

\*\*2 – 700 всхожих зерен на 1 м<sup>2</sup>

Данные таблицы 4 показывают отсутствие межсортовых различий по размеру листьев между вариантами с нормами высева семян. Однако, если судить по коэффициентам вариации, изменчивость размеров листьев у сортообразцов на изреженных посевах значительно выше, чем на плотных посевах.

Таблица 5 позволяет проследить влияние их фотосинтетической деятельности на формирование колосков и продуктивность метелки, а также установить высокие взаимосвязи при пониженной норме высева семян у сортообразцов между перечисленными признаками. Причем, в фотосинтезе активно участвуют три верхних листа. Высокая взаимосвязь количества колосков в метелке сопряжена как с длиной, так и шириной листьев. Масса же зерна с метелки тесно связана с шириной листьев. На загущенном посеве характер взаимосвязей в основном сохраняется, но они значительно ниже и ограничиваются двумя верхними листьями.

Таким образом, при общем сохранении рангов по высоте растений и листовой поверхности, сортообразцы неодинаково реагируют на изменение площади питания. Это обусловлено механизмом воздействия удобрений на сорта. Р. Ито (1965) выделяет три типа растений: с тяжелыми метелками, с большим количеством метелок (сильнокустящиеся) и промежуточные. На тип с тяжелыми метелками удобрения воздействуют путем увеличения числа колосков. У второго типа растений количество колосков в метелке изменяется мало, зато увеличивается кущение. При норме высева семян 400 зерен размах кущения между сортообразцами составляет 2,4–3,1, а при 700 зернах – 1,2–2,0. В первом случае различия в продуктивности метелки ниже, чем во втором. Увеличение контрастности в продуктивности метелок у сортообразцов на загущенном посеве и приводит к снижению приведенных корреляционных взаимосвязей.

**Таблица 5.** Межсортовые взаимосвязи размеров листьев с количеством колосков метелки и ее продуктивности в зависимости от нормы высева семян

| Признаки                       | Норма высева семян, шт./м <sup>2</sup> |             |
|--------------------------------|--|-------------|
|                                | 400                                    | 700         |
|                                | $r \pm s_r$                            | $r \pm s_r$ |
| количество колосков в метелке: | –                                      | –           |
| – длина флагового листа        | 0,64±0,272                             | -0,22±0,345 |
| – длина 2-го листа             | 0,66±0,266                             | 0,27±0,340  |
| – длина 3-го листа             | 0,62±0,277                             | -0,10±0,352 |
| – ширина флагового листа       | 0,84±0,192                             | 0,44±0,317  |
| – ширина 2-го листа            | 0,74±0,238                             | 0,37±0,328  |
| – ширина 3-го листа            | 0,62±0,277                             | -0,18±0,348 |
| масса зерна с метелки:         | –                                      | –           |
| – длина флагового листа        | 0,05±0,353                             | -0,16±0,349 |
| – длина 2-го листа             | 0,05±0,353                             | 0,08±0,352  |
| – длина 3-го листа             | 0,03±0,353                             | -0,18±0,348 |
| – ширина флагового листа       | 0,71±0,249                             | 0,42±0,321  |
| – ширина 2-го листа            | 0,79±0,217                             | 0,44±0,317  |
| – ширина 3-го листа            | 0,79±0,217                             | 0,11±0,351  |

### ЛИТЕРАТУРА

1. Ито Р. Селекция риса // Теория и практика выращивания риса.– М.: Изд-во «Колос», 1965. - С. 42-77
2. Кузьмин Н.А., Молокостова Е.Н. Конкурентоспособность яровой пшеницы и ее роль в селекции // Селекция и семеноводство. – 1983.–№5. – С. 12-15
3. Кузьмин Н.А., Молокостова Е.Н. Конкуренция генотипов и ее значение в селекции яровой пшеницы // Докл. ВАСХНИЛ. – 1985. - № 1. - С. 10-13

4. Литун П.П. Генетический контроль сложных признаков и теория отбора // Методы отбора по комплексам признаков в селекции растений: Тез. докл. Всесоюз. совещ., Симферополь, 26 – 28 сентября 1989. – Ялта, 1989. - С. 58.

5. Стельмах А.Ф. О новом подходе к отбору высокоурожайных генотипов // Генетика и селекция количественных признаков. - Киев: Наукова думка, 1976. - С. 14-20

6. Чекалин. Н. М., Яковлев В.Л., Варлахов М.Д. Генотипическая и экологическая конкуренция у гороха. Влияние генотипической и экологической конкуренции на количественные признаки у гороха // Генетика. – 1983. - Т. 19. - № 8. - С. 1308-1311

*Материал поступил в редакцию 23.02.05*

## **ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПРИЗНАКОВ СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА РИСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НОРМ ВЫСЕВА СЕМЯН**

В.Н. Шиловский, В.Я. Рубан

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

### **РЕЗЮМЕ**

Отмечено, что изменение плотности посевов влияет на оценку растений сортообразцов по высоте растений и элементам продуктивности метелки. На изреженном посеве выделяются сильнокустящиеся формы, определяющие тип растения по его реакции на удобрения.

## **EVALUATION INDICES OF RICE BREEDING MATERIAL DEPENDING ON SEEDING NORMS OF SEEDS**

V.N. Shilovsky, V.Ya. Ruban

All-Russian Rice Research Institute

### **SUMMARY**

It was determined that change of crop density influences the evaluation of plant varietal samples on plant height and elements of kernel productivity. In thin crop overbushy forms are marked which determine plant type according to its reaction on fertilizers.

УДК 631.52:633.18.

## ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОПАРЕННОЙ ЗЕРНОВКИ РИСА ПО ЕЕ СРЕЗУ И СКОЛУ

Н.Г. Туманьян, к.б.н., В.Г. Власов, к.м.н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

В результате целевого воздействия на зерновку риса пропариванием она теряет основные свойства живой системы и приобретает новые, в числе которых – иная пространственно-структурная организация. Ранее авторы определили состояния зерновки, соответствующие молочной, восковой и полной спелости (Рисоводство, 2004. № 3, С. 25-26). В целях выявления физико-химических изменений зерновки риса при пропаривании было проведено настоящее исследование.

**Цель исследования.** Изучить с помощью световой микроскопии структуру эндосперма пропаренной зерновки риса в рамках исследовательской работы по выявлению физико-химических и биохимических характеристик зерновки риса и влияния на них определенных воздействий (шлифования, пропаривания и др.).

**Материал и методы.** Объект исследований – пропаренная зерновка риса. Для изучения поперечных сколов зерновок в билатеральном направлении использовали метод световой микроскопии. Кристалличность эндосперма изучали в поляризованном свете на тонких, предварительно незначительно увлажненных срезах с использованием светового микроскопа МБИ-6 при увеличении  $135\times$ ,  $270\times$  и  $360\times$ . Срез помещали между двумя скрещенными поляроидными пленками с кристаллами герapatита – анализатором и поляризатором. При этом использовали рацпредложения В.Г. Власова (ВНИИ риса): "Использование тубусной диафрагмы микроскопа для увеличения глубины резкости при фотосъемке", "Приспособление для съемки поперечных сколов зерновки риса с щелевым скользящим освещением". Фотографирование проводили в специально построенном фотомикроскопе с двухсторонним щелевидным освещением.

**Результаты и их обсуждение.** Пропаренная зерновка риса - искусственное образование, возникшее в результате изменения ее свойств человеком с целью улучшения определенных пищевых достоинств продукта. Состояние "пропаренная зерновка" риса распадается на три физико-химических состояния: "неохлажденная влажная", "охлажденная влажная" и "охлажденная высушенная" (четвертое, пятое и шестое – искусственные состояния).

С помощью световой микроскопии были оценены сколы пропаренных зерновок различных сортов риса. На сколах были визуализированы кристаллы крахмалистой паренхимы, клейстеризованный крахмал. Кристаллы эндосперма имели разную величину, их наличие определяло недопропаренное состояние зерновки. В эндосперме они встречались в виде одиночных кристаллов или их скоплений. Полностью пропаренная зерновка характеризовалась отсутствием видимой кристаллической структуры (рис. 1)

В процессе пропаривания влажность зерновки увеличивалась до 55-70%. В нативном состоянии при равновесной влажности у нее отсутствуют макрокапилляры, то есть капилляры, радиус которых превышает  $10^{-5}$  см. Они появляются при повышении влагосодержания до 40% [2]. Однако размеры капилляров таковы, что они участвуют в конденсации паров воды, например, при смещении равновесной влажности. При увлажнении и пропаривании появляется иная, кроме физико-химически связанной, вода - капиллярно-связанная и свободная вода (по классификации Ребиндера). Вопрос о химически связанной воде не решен однозначно. Проникновение воды на первых этапах увлажнения в зерновку приводит к поглощению плодовыми оболочками, которые удерживают молекулы воды слабо. Семенные оболочки, алейроновые слои и зародыш их прочно удерживают благодаря сво-

ей гидрофильности. Градиент влагосодержания между алейроновым слоем и эндоспермом приводит к разрыхлению эндосперма и образованию трещин. Эти изменения обусловлены набуханием биополимеров, в основном белков и крахмала, и увеличением их объема. Молекулы воды проникают между цепями макромолекул (переходят в связанное состояние), при этом меняется их равновесное состояние. Связанная вода теряет свойство активного растворителя. Однако при повышении температуры от 20°C до 110°C “время жизни” сорбированных молекул настолько снижается, что их состояние приближается к свободному [3]. Исходя из свойств лиотропных систем, состоящих из амфифильного вещества и воды [1], при содержании воды около 0% состояние системы – кристалл (трехмерная структура), от 5% до 22% для белков и углеводов и до 50% у липидов – жидкокристаллическое ламеллярное (одномерная), от 23% до 40% – жидкокристаллическое гранецентрированное, кубическое (трехмерная), от 34% до 80% – жидкокристаллическое гексагональное, компактное (двухмерная), от 30% до 99,9% – раствор мицелл (упорядоченность отсутствует), больше 99,9% – раствор (упорядоченность отсутствует).

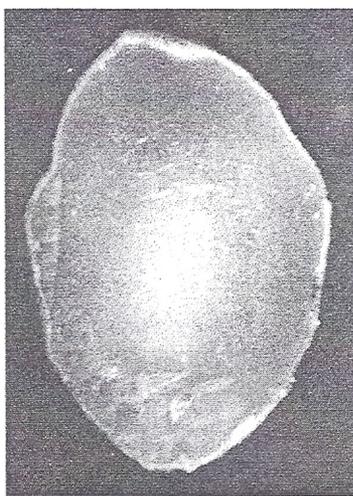


Рис. 1. Скол пропаренной зерновки.

Коллоидные частицы белка при увлажнении способны к сильному набуханию. Поглощение и адсорбция молекул воды резко возрастает при повышении температуры. При этом изменяется мезофазное состояние молекул: от ламеллярной (слоистой) упаковки они переходят в кубическую и гексагональную. Во “влажной” пропаренной зерновке, вероятно, присутствуют все структуры жидкокристаллического белка, в большей степени – гексагональная, и белковые молекулы в виде мицелл, а также денатурированные аморфные белки. При высушивании пропаренной зерновки возможно обратное превращение: восстановление ламеллярной упаковки вплоть до трехмерного кристалла. Изменение белков при пропаривании связано только с коагуляцией макромолекул [5]. Однако коагуляционное состояние макромолекул белка характерно для нативной зерновки, и возможные коагуляционные процессы при пропаривании не являются основными в изменениях белка.

Липиды сферосом плодовой и семенной оболочек, алейронового слоя, липопротеиды белковых тел проходят при пропаривании и высушивании пропаренной зерновки те же превращения. Для них также маловероятно состояние в виде истинного раствора во “влажной” пропаренной зерновке.

В исследовании основное внимание было уделено запасному веществу - крахмалу. Крахмальные зерна в нативном состоянии нерастворимы в холодной воде. Однако, если их потереть, то есть нарушить целостность окружающей мембраны и кристаллическую

ориентацию, оно может набухать и в холодной воде. В теплой воде крахмальные зерна набухают, при этом растворимая фракция – амилоза, диффундирует через стенки крахмального зерна. В горячей воде крахмальные зерна лопаются [1]. В технологии переработки с парбойлингом поэтому замачивание (при 60-65°C) приводило только к набуханию крахмальных зерен, а последующее пропаривание, можно предположить, к их разрыву. Решетчатая структура сохраняется в некоторых крахмалах даже при температуре 120°C [4]. Однако, как будет показано ниже, целостность амилопластов при пропаривании практически не нарушается. В молекуле крахмала функциональные группы -ОН и -О- обладают достаточным запасом энергии и при замачивании и пропаривании захватывают молекулы воды. Молекулы воды внедряются в макромолекулы крахмала и адсорбируются. Адсорбция с образованием водородных связей приводит к образованию моно- и полимолекулярных слоев молекул воды и набуханию, или клейстеризации молекулы крахмала. Условием такой адсорбции является превышение энергии активных центров молекулы крахмала кинетической энергии молекулы воды.

В клейстеризации крахмала можно выделить три фазы. На начальном, 1-м этапе, поглощение воды сопровождается ограниченным набуханием крахмальных зерен, сохраняется двойное лучепреломление, при охлаждении и высушивании в крахмальном зерне незаметны существенные изменения. На 2-м этапе оно поглощает большое количество воды, резко увеличивается в размерах и теряет двойное лучепреломление, нарастает вязкость. При охлаждении и высушивании оно теряет двойное лучепреломление и первоначальную структуру.

В наших исследованиях первое и второе состояния характерны для недопропаренной зерновки. При последующей клейстеризации на следующем, 3-м этапе, зерна все еще поглощают воду, они представляют собой бесформенные мешочки (по Моррисону, 1986 г., мешочки разрываются) из которых выщелочена растворимая часть – амилоза [4]. Образование полимолекулярных слоев воды в молекуле крахмала завершает процессы адсорбции. С этого момента нарастает конденсация молекул воды в капиллярах макромолекулы крахмала. В общем объеме зерновки 10-12% приходится на микрокапилляры, и около 200 м<sup>2</sup> составляет их поверхность у 1 г зерна [2]. В условиях пропаривания при температурах выше 100°C суммарная емкость и размеры капилляров намного больше, чем при низких температурах. Таким образом, при увлажнении и пропаривании зерновки риса холистерически подобный, слоистый, истинный, молекулярный кристалл – крахмальное зерно эндосперма – набухает, или клейстеризуется, увеличиваясь в размерах. При этом его структура зависит как от количества поглощенных молекул воды, так и от температуры пропаривания. Крахмальное зерно из твердого состояния переходит в жидкокристаллическое и аморфное. В наших исследованиях такое состояние характерно для полностью пропаренной зерновки.

Жидкокристаллические структуры могут быть самыми разнообразными – ламеллярными, кубическими, гексагональными. В зависимости от степени клейстеризации, преобладают те или иные. Например, в состоянии неполной клейстеризации, когда зерновка становится непрозрачной, макромолекулы крахмала скорее пребывают в кубическом (изотропном) жидкокристаллическом состоянии. При полной клейстеризации (перед завершением процесса пропаривания), вероятно, преобладают гексагональные жидкокристаллические структуры и аморфные состояния – растворы мицелл и истинные растворы крахмальных молекул. Частью молекулы крахмала является молекула амилозы, она и переходит частично в растворимое состояние.

По Уистлеру и Эжени (1976), при охлаждении крахмального клейстера образуется трехмерная крахмальная сетка полисахаридных молекул, при этом кристаллическую решетку образуют молекулы и амилозы, и амилопектина, часть молекул лежит в аморфных областях. Аморфные области ответственны за пластичность, а кристаллические – за прочность [6]. Однако, точнее было бы говорить не об истинно кристаллическом состоянии, а

о геле – промежуточном между кристаллическим и жидкокристаллическими состояниями. Есть данные о том, что в клейстере находятся участки с истинной кристаллической решеткой, твердые участки, образованные амилозой [8]. Амилозные участки имеют гранулярную структуру [6]. Зерновка риса с влажностью 55-70% сразу после пропаривания обладает высокой эластичностью, легко повреждается при механическом воздействии. Так как влажная пропаренная зерновка не обладает текучестью, она не является истинной жидкокристаллической структурой – жидкокристаллический компонент в ней, с одной стороны, дискретен, а с другой – участвует в образовании пространственной структурной сетки. Набухшие молекулы полимеров соединены между собой в рыхлую пространственную сетку с молекулами воды в ее ячейках. При очень малых скоростях ретроградации амилозы выпадает нерастворимая масса гранул ретроградированной амилозы, при высоких скоростях происходит студнеобразование. При охлаждении пропаренной зерновки с сохранением влажности кристалличность ее нарастает и увеличивается прочность, это позволяет утверждать, что состояние «гель» переходит в состояние «студень».

Из вышеизложенного следует, что во влажном виде пропаренная зерновка бывает в двух состояниях (четвертое и пятое):

*неохлажденная влажная пропаренная* – это коллоидная, термодинамически неустойчивая система – гидрофильное, аморфно-жидкокристаллическое, гетеромолекулярное, микро-, макрокапиллярно-пористое тело в переходном от неструктурированного к структурированному состоянию;

*а охлажденная, влажная, пропаренная зерновка риса* – есть структурированная, коллоидная, термодинамически неустойчивая, аморфная жидкокристаллическая система, микро-, макрокапиллярно-пористый гель-студень.

Структура занимает промежуточное положение между жидким и истинным кристаллами.

На следующем этапе технологии переработки риса с парбойлингом предусмотрена сушка зерна. В исследовании пропаренные зерновки сушили с доведением их влажности до равновесной – 10-12 %. Процесс сушки приводил к резкому изменению свойств пропаренной зерновки. Высушенная, пропаренная зерновка риса – прозрачна в проходящем свете, очень твердая, раскалывается лезвием бритвы с большим трудом. На сколе она глянцевая, стеклообразная, без признаков кристалличности (рис. 1). При сушке происходит удаление молекул воды с больших площадей макрокапилляров и капилляров макромолекул, при этом молекулы сближаются. При температуре выше 50°C образуется кристаллическая структура А-типа, а при сушке при 20°C – В-типа [6]. Парбойлинг зерновок риса с влажностью 30% и 45% при 150°C полностью разрушает кристаллическую структуру крахмала типа А и вызывает появление новой, типа В, при влажности зерновки 20%, менее кристаллической, чем первоначальная. Этот процесс называется ретроградацией. Чем выше уровень кристалличности пропаренной и высушенной зерновки, тем выше ее прочность. Ретроградация происходит как в процессе высушивания пропаренной зерновки риса, так и при хранении уже высушенной пропаренной зерновки. Быстрой ретроградации подвергается амилоза. Диаграммы рентгеноструктурного анализа подтверждают, что структура, образующаяся при обработке паром и последующей сушке, представляет собой комплекс между амилозой и липидами, содержащимися в зернах крахмала [9, 10]. Влажная пропаренная зерновка – агрегативно неустойчива, она стремится к состоянию с меньшей свободной энергией, испарение воды ведет пропаренную зерновку риса к термодинамической устойчивости. По достижении зерновкой равновесного состояния посредством фазовых контактов между полимерами, возникают конденсационно-кристаллизационные структуры. При этом молекулы, не входящие в кристаллическую решетку, могут рассматриваться как примеси, захватываемые кристаллом при росте.

При пропаривании поликристаллической зерновки риса ее эндосперм как бы растворяется с образованием геля, жидкокристаллических состояний и истинных растворов. А затем, при высушивании, происходит рекристаллизация и рост монокристалла. В анализе можно исходить и из утверждения, что при высушивании геля образуется кристаллическая структура [1, 7]. Подтверждением монокристаллической природы высушенной пропаренной зерновки может служить и характер ее скола – гладкий и глянцевый. Однако тот же внешний вид скола может свидетельствовать и об аморфности структуры типа “переохлажденная жидкость”. Полным доказательством монокристаллической ее природы будет анизотропия свойств. Обладает ли высушенная пропаренная зерновка, а точнее ее эндосперм, свойствами кристаллического вещества – линейным дихроизмом и двойным лучепреломлением? Ответ на этот вопрос может быть получен путем исследования срезов эндоспермов в поляризованном свете.

Срез пропаренной зерновки, помещенный между поляризатором и анализатором, светился намного слабее, чем срез непропаренной зерновки. Для получения фотоизображения пришлось резко увеличить выдержку экспозиции – до 5-ти минут. Характер фотоизображения свидетельствует о слабой степени кристалличности пропаренного эндосперма. При полном повороте анализатора не наблюдалось полного угасания. Срез сохранял равномерную серую окраску, в отличие от среза эндосперма непропаренной зерновки, то есть кристалличность присутствует и обусловлена она ретроградирующей амилозой. Видны отдельные крахмальные зерна. В их структуре существенно аморфное связующее, однако они не слились и не разорвались, как предполагали некоторые исследователи. При пропаривании крахмальные зерна увеличиваются в размерах, но эластичные мембраны растягиваются в соответствии с их новыми размерами.

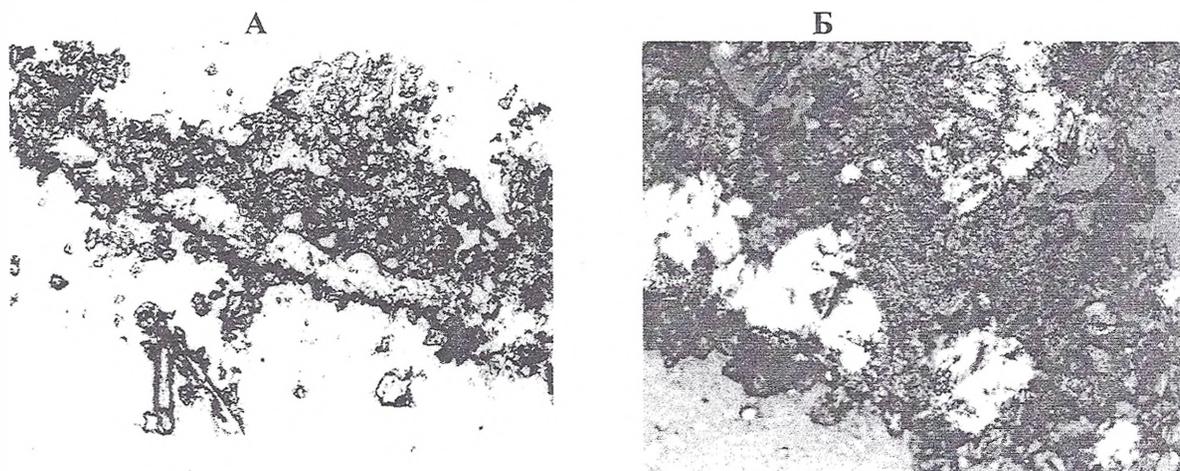


Рис. 2. Интерференция когерентных лучей в оптическом исследовании тонкого среза пропаренного эндосперма. А – поляриды не скрещены, увел. 135<sup>x</sup>, Б – поляриды скрещены, увел. 360<sup>x</sup>.

Линейным дихроизмом обладает ретроградирующая амилоза, именно она ответственна за кристалличность. Большим молекулам амилопектина не свойственна четкая пространственная организация. Аморфные зоны, за которые ответственен амилопектин, как известно, неоднозначно аморфны: молекулы стремятся приобрести упорядоченную пространственную структуру. Однако, если предположить, что структура эта кубическая, то несмотря на то, что она относится к кристаллическим, она не будет анизотропной, то есть будет проявлять изотропные свойства, характерные для аморфного вещества. Ламелляр-

ные кристаллические тела при поглощении воды легко приобретают кубическую структуру, другими словами, структура крахмальных зерен при пропаривании и варке легко может стать кубической. Возможно, кубическая структура амилопектина сохраняется и при охлаждении и высушивании.

Вышеизложенное позволяет определить состояние высушенной пропаренной зерновки (шестое). **Высушенная пропаренная зерновка** – предельно концентрированная, термодинамически устойчивая, аморфная скрытокристаллическая моноструктура – гидрофильный, гетеромолекулярный микрокапиллярно-пористый аэрогель.

Структура пропаренного ядра однородна, поэтому ее назвали моноструктурой. Так как при высушивании геля образуется кристалл, то, вероятно, эту структуру можно именовать монокристаллом с крайне низким уровнем анизотропных свойств и упорядоченными аморфными областями. Аэрогель – разновидность «псевдогеля». Использование понятия «псевдогель» целесообразно для обозначения происхождения кристалла из геля.

**Выводы.** В настоящем исследовании были выделены и определены три состояния пропаренной зерновки риса. А.В. Лыков (1954) и Е.П. Козьмина классифицировали эндосперм как плотное, коллоидное (квазикапиллярно-пористое) тело, или коллоидное капиллярно-пористое тело. Это определение не дает четкого представления о возможных состояниях зерновки. Высушенная пропаренная зерновка определена как предельно концентрированная, термодинамически устойчивая, аморфная скрытокристаллическая моноструктура – гидрофильный, гетеромолекулярный, микрокапиллярно-пористый аэрогель. Разработанная автором теория состояний может найти практическое применение в рисо-водстве и пищевой промышленности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Браун Г., Уолкен Дж. Жидкие кристаллы и биологические структуры. - М.: Мир, 1982. - 198 с.
2. Егоров Г.А. Влияние тепла и влаги на процессы переработки и хранения зерна. - М.: Колос, 1973. - 264 с.
3. Егоров Г.А. Технологические свойства зерна. - М.: Агропромиздат, 1985. - 334 с.
4. Керр Р.В. Химия и технология крахмала. - М.: Пищепромиздат, 1956. - 580 с.
5. Козьмина Е.П. Хранение и переработка риса. - М.: Колос, 1966. - 160 с.
6. Уистлер Р.Л., Пашаль Э.Ф. Химия и технология крахмала. М.: Пищевая промышленность, 1975. - 360 с.
7. Физический энциклопедический словарь / Под ред. А.М. Прохорова. - М.: Советская энциклопедия, 1983. - 928 с.
8. Химический энциклопедический словарь / Под ред. И.Л. Кнунянца. - М.: Советская энциклопедия, 1983. - 792 с.
9. Charbonniere R. Structure Physique de l'amidon du riz natif etuve, precuit, appertise, retrograde: Matériels du colloque en Arles // Bulletin d'information riziculteurs de France. - 1975. - № 160. - P. 14-21.
10. Chandrasekhar P.R., Chattopadhyay P.K. Studies on microstructural changes of parboiled and puffed rice // J. Food Process Preserv. – 1990. – Vol. 14. - № 1. – P. 27-37.

*Материал поступил в редакцию 18.03.05*

#### ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОПАРЕННОЙ ЗЕРНОВКИ РИСА ПО ЕЕ СРЕЗУ И СКОЛУ

Н.Г. Туманьян, В.Г. Власов

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

## РЕЗЮМЕ

С помощью световой микроскопии осуществлено исследование физико-химического состояния пропаренной зерновки риса по поперечным сколам зерновки. Исследования в поляризованном свете проведены для выявления аморфно-кристаллических характеристик и уточнения природы состояний зерновок. Обсуждены возможные состояния полимеров: белков, липидов, углеводов, надмолекулярных структур клетки – кристаллические, аморфные, жидкокристаллические и процессы, приводящие к изменениям их состояний. Зерновка в пропаренном «высушенном» состоянии обозначена как живая, предельно концентрированная, термодинамически устойчивая, коллоидная, коагуляционно-конденсационно-кристаллическая структура; гидрофильный, гетеромолекулярный, аморфно-поликристаллический, микрокапиллярно-пористый гель-псевдогель.

## CHARACTERISTICS OF PARBOILED RICE KERNEL ON ITS CUT AND SPLIT

N.G. Tumanyan, V.G. Vlasov

All-Russian Rice Research Institute

## SUMMARY

Study of physical and chemical condition of parboiled rice kernel is carried out on kernel cross-splits with the help of light microscopy. Researches in polarized light are carried out to reveal amorpho- crystalline characteristics and to precise the nature of kernels condition. Possible conditions of polymers are discussed: proteins, lipids, carbohydrates, abovemolecular structures of cells – crystalline, amorphous, liquid- crystalline, as well as processes leading to the change of their conditions. Kernel in parboiled 'dried' condition is marked as alive, ultimate-concentrated, thermodynamically stable, colloid, coagulate-condensate-crystalline structure – hygrophilous, heteromolecular, amorphous-polycrystalline, microcapillary-porous gel-pseudogel.

**ВЛИЯНИЕ СРОКОВ УБОРКИ НА ТРЕЩИНОВАТОСТЬ ЗЕРНА  
РОССИЙСКИХ СОРТОВ РИСА**

Т.Л. Коротенко, Г.Л. Зеленский, д. с.-х. н., В.И. Госпадинова, к. т. н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Возросшие требования к качеству риса как сырью для промышленности и к рисовой крупе, широко используемой для пищевых целей, создают потребность у производителей этого зерна в сортах с высокими технологическими качествами и кулинарными достоинствами. Не все сорта отвечают требованиям производства, особенно по выходу целого ядра, что приводит к выработке большого количества крупы второго сорта и дробленого риса. Дробленный рис является продуктом менее устойчивым при хранении, имеет низкие кулинарные достоинства, а цена его примерно в два раза ниже. Соотношение целого ядра и дробленого определяет технологическую ценность перерабатываемого сорта риса. Наличие трещиноватых зерен приводит к повышенной дробимости ядра. При расчете теоретического выхода крупы учитывается и содержание зерен с трещинами. За каждый процент таких зерен выход крупы всех сортов уменьшают пропорционально базисным нормам на 0,25% и увеличивают норму выхода дробленого ядра [2]. Способность зерновки риса противостоять образованию трещин во время уборки, заготовки и при переработке определяет степень устойчивости к механическому разрушению. Сорта риса обладают различной устойчивостью к появлению трещин. Повышенная способность к трещинообразованию является характерной особенностью эндосперма риса. Появление трещин в зерновках связывают со многими факторами: сортовыми различиями, природно-климатическими условиями зон возделывания риса, колебаниями гидротермических параметров окружающей среды в период уборки [7]. Трещинообразованию, как результату изменения температуры и влажности зерна риса, были посвящены специальные исследования С.М. Хендерсона (1954, 1957); В.Б. Романова (1981); Г.В. Наливко, Л.Г. Белоус (1972, 1975); В.И. Воробьева (1972).

Поверхностные слои зерновки риса менее влажные, чем центральные. Они под действием солнечной радиации в полевых условиях подвергаются большей усадке, чем центральные слои, в результате этого образуются трещины. Около половины трещин, образовавшихся в поле при увлажнении зерна в период выпадения росы, приводит к дроблению в процессе шлифования крупы. Неблагоприятная погода также способствует повышению влажности и трещиноватости зерна, создает затруднения при скашивании и обмолоте, вызывает его потери и ухудшает качество. При перестое риса на корню более 10 дней начинается осыпание полноценно созревших зерновок. Для некоторых сортов в этом случае характерно полегание при перестое [4].

Основной вклад в решение данной проблемы могут внести селекционеры путем выведения сортов, зерно которых быстрее высыхает при созревании и устойчиво к процессу растрескивания крахмальной части эндосперма. Перед учеными в связи с этим встает задача: выявить внешние и внутренние факторы, вызывающие изменения тех или иных свойств зерна, с которыми связано варьирование качества риса. Следует также изучить: в какой фазе созревания начинается процесс трещинообразования, и какова роль сортовых особенностей риса.

**Цель работы.** Оценить влияние сроков созревания и уборки риса на технологические качества зерна образцов, которые могли бы служить исходным материалом в селекции сортов, устойчивых к процессу трещинообразования.

**Материал и методика.** Провели изучение 7-ми российских сортов, различающихся формой и размерами зерновки, а также периодом вегетации (Изумруд, Спринт, Лиман,

Рапан, Аметист, Курчанка, Снежинка). Их возделывали в идентичных условиях на делянках площадью 5м<sup>2</sup> с трехкратной повторностью. Две делянки каждого сорта были разбиты на равные части. После достижения зерном риса полной спелости, растения оставляли на корню. Пробы для анализа отбирали каждые 5 дней. Для достижения перестойного состояния зерен растения на делянках оставляли до 65-го дня, пока влажность зерна не снижалась до 15-16%. Сроки уборки рассчитывали от начала массового цветения риса. Трещиноватость и влажность зерен определяли по среднему образцу в день уборки в четырехкратной повторности. Определение влажности позволяло судить о степени зрелости зерна. Третью делянку скашивали и оставляли на стерне для просушки, пробы в валках отбирали на 3,5,7,10-й дни после скашивания.

**Результаты и обсуждение.** Одним из важнейших условий получения зерна высокого качества является точная оценка степени его спелости и определение оптимальных сроков начала уборки. Неверно выбранные сроки обмолота валков, а также перестой риса на корню приводят к значительным потерям семенного материала, а у продовольственного риса – к резкому снижению качества крупы [1]. Влажность зерна в фазе полной спелости составляет 22-24,5%. Результаты эксперимента показывают, что по мере уменьшения влагосодержания зерновки, прочность ее быстро возрастает, а консистенция эндосперма изменяется – от мучнистой до полностью стекловидной. Очевидно, что скорость созревания зерна зависит от температуры воздуха и оказывает влияние на структурно-механические свойства зерна [9]. По мнению Г.В. Наливки (1971), с наибольшим числом климатических факторов коррелируют следующие признаки: стекловидность, масса 1000 зерен, трещиноватость, содержание целого ядра.

Растрескивание зерна происходит в процессе послеуборочной обработки, а также при механическом воздействии на зерно рабочими органами технологического и транспортно-оборудования. На ранних сроках уборки (30-33-й дни после цветения), когда зерновки имеют невысокую прочность и влажность от 28 до 24%, при механической обработке на шелушителе трещиноватость такого зерна достигала 17%. По мере созревания, снижения влажности и упрочнения зерновки, число зерен с трещинами снижалось до 4,0%. Однако при шелушении того же зерна вручную, трещиноватость у всех сортов была равна нулю.

Содержание зеленых зерен на 35-й день после цветения у раннеспелых сортов составляло 10,6-11,2%, у среднеспелых – 16,3-18,8%, а у позднеспелых 24,9-56,0%. При уборке зерна содержание зеленых зерен не должно превышать 15,0%, влажность 21-22%. Данному требованию раннеспелые сорта Изумруд, Спринт отвечали на 35-й день после цветения, среднеспелые, Лиман, Рапан и Курчанка – на 40-ой, а позднеспелые, Аметист и Снежинка – на 45-й день.

При созревании риса на корню происходит некоторый отток питательных веществ из стеблей, улучшающий технологические качества зерна. Трещиноватость риса увеличивается в течение периода полной спелости, причем в зависимости от сорта наблюдаются различия [5,10]. На 35-й день после цветения она незначительная и варьирует от 0,5 до 3,2%. Сравнительное изучение группы сортов показало, что самыми устойчивыми к процессу трещинообразования на корню были Изумруд и Снежинка, промежуточное положение занимают – Аметист, Курчанка, Рапан, менее устойчивы – сорта Спринт и Лиман. Результаты исследований российских сортов риса по срокам уборки представлены на рисунке.

Одни исследователи (Леман, Айхеле, 1936; Адер, 1940) отмечают большую трещиноватость у раннеспелых сортов, подвергшихся действию высоких температур при созревании, другие – у позднеспелых (Бурмистрова, 1959; Е.П.Козьмина, 1963). Что касается абсолютного значения трещиноватости, то наибольшая его величина отмечена у скоро-

спелых сортов. Ранее проведенные эксперименты с группами короткозерных, средне- и длиннозерных сортов риса показали, что последние - имели меньшую трещиноватость[3].

У опытной группы сортов также выявлена тенденция: независимо от продолжительности периода вегетации длиннозерные образцы оказывались более устойчивыми к перестойному состоянию на корню, чем короткозерные. Поэтому целесообразно увеличить объем выращивания длиннозерных сортов риса, их переработки и реализации, так как они отвечают мировым стандартам для риса с удлиненным стекловидным зерном и на них растет потребительский спрос.

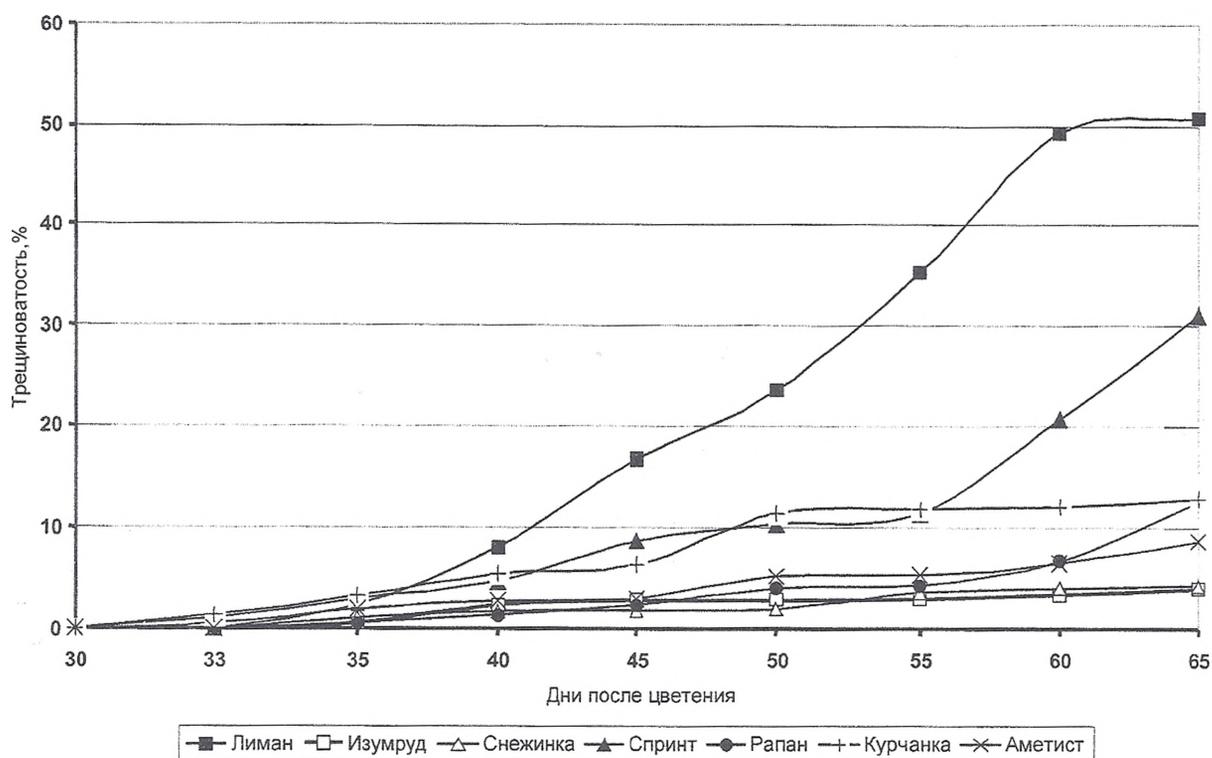


Рис. Варьирование трещинообразования у сортов риса в зависимости от сроков уборки.

Для группы короткозерных сортов характерно резкое повышение трещиноватости зерна с 45-го дня после цветения по мере снижения влажности с 20 до 18%. Следует отметить, что из группы короткозерных сортов Рапан оказался наиболее устойчивым к перестойному состоянию: запаздывание со сроками уборки на 20 дней не ухудшало качество его зерна. При своевременной уборке сортов Спринт и Лиман (35-37-ой дни) их трещиноватость – минимальная, 1-3%. С 40-го дня после цветения трещиноватость резко увеличивается, на 65-й день, когда влажность зерна снижается до 15-16%, она достигает 31% у Спринта и 51% у Лимана.

Для среднезерных сортов Аметист и Курчанка характерно постепенное снижение влажности зерна, медленное созревание (из-за более длительного периода вегетации) и умеренное нарастание трещиноватости зерна. На 40-й день влажность снижалась до 24,8 и 22,8%, а зерен с трещинами было 2,7 и 5,4%, соответственно.

Анализ результатов показал, что существует высокая отрицательная корреляционная связь для всех исследуемых сортов: между влажностью зерна и сроками уборки  $r = -0.98-0.99$ , между влажностью зерна и трещиноватостью  $r = -0.88-0.97$ . Положительная

взаимосвязь определена между сроками уборки и трещиноватостью зерна  $r = 0.92-0.98$ . При перестое на корню до 65-го дня трещиноватость у Аметиста увеличилась до 8,7%, а у Курчанки – до 12,8%. Оптимальные сроки уборки для этих сортов – с 45-го по 50-й дни, так как влажность зерна к этому периоду достигает 19-20%, а также снижается содержание незрелых зерен.

Прирост стекловидности в первые 5 дней после зафиксированного срока полной спелости составил, в зависимости от сорта, от 1,2 до 1,7%, последующие дни – от 0,2 до 0,6%. А содержание незрелых зеленых зерен за эти дни снижалось от 2,3 до 42%, по сортам. Общее увеличение стекловидности зерновки с 30-го по 40-й дни после цветения варьировало от 1,9 до 3,2%, по сортам. Сумма температур воздуха в период от дня цветения до 65-го дня после цветения для позднеспелых сортов была в пределах 583-601<sup>0</sup>С, для среднеспелых – 622-639<sup>0</sup>С, а раннеспелых – 630-651<sup>0</sup>С. В период проведения исследования температура воздуха колебалась от 9,1 до 24,5<sup>0</sup>С, а максимум осадков – 28,8мм пришелся на период созревания сортов Аметист и Курчанка.

Длиннозерные Изумруд и Снежинка, несмотря на различия в периодах вегетации, оказались более устойчивыми к трещинообразованию зерна в естественных условиях при перестое на корню. На 65-й день после цветения зерен с трещинами у данных сортов было получено около 4%. Оптимальные сроки уборки для Изумруда 35-40-й дни, а для Снежинки – 50-й день, когда влажность зерна данных сортов снижается до 20%, а количество зеленых зерен не превышает 10%.

Проведенные исследования качества зерна сжатых в валки растений риса и оставленных на стерне для просушки показали, что даже 5-дневное пребывание в валках ухудшало их качество. В период просушки риса на стерне в результате колебаний температуры и относительной влажности воздуха, а также под прямым воздействием солнечных лучей возможно увеличение количества желтых и трещиноватых зерен (Хендерсон, 1954, 1957).

Важно отметить, что технологические качества риса-зерна зависят от зоны возделывания, количества осадков и средней температуры в период налива и созревания. Чем выше средние температуры в изучаемые периоды, тем качество зерна хуже (уменьшается масса 1000 зерен, стекловидность, выход крупы, содержание целого ядра, амилозы, повышается трещиноватость). Полученные нами результаты согласуются с данными Г.В. Наливки (1975) [6]. При этом немаловажное значение имеют способы и сроки уборки зерна, а также сортовые особенности возделываемого риса. В начальный период после скашивания в середине и внизу валка сохраняется микроклимат, не позволяющий зерну растрескиваться.

Исследованием варьирования трещинообразования в зерне риса в процессе его просушки на стерне установлено, что при снижении влажности с 19 до 15%, количество трещин в зерне резко увеличивается, причем здесь также наблюдаются различия в зависимости от сорта. Влажность зерна в валках значительно снижается: первые 3-4 дня на 2-4%, а в последующие – в среднем на 0,4%. Влажность зерна за 30 дней перестоя на корню снизилась на 10-12,4%, а при просушке в валках за 7 дней – на 3,2-5,4%, по сортам. Наиболее подверженными растрескиванию в валках на стерне оказались сорта Спринт и Рапан. Через 3 дня просушки трещиноватость у Спринта была 11% и у Рапана 4,0%, на 10-й день – 22,6 и 22,7%, соответственно. Сорта Изумруд и Курчанка быстрее, чем другие высыхают на стерне, Изумруд и в данном случае оказался более устойчив к появлению трещин. Влажность риса-зерна 15-16% достигается при его просушке в валках в течение 7-10 дней. Но для большинства сортов не рекомендуется снижать влажность ниже 17%, оставляя его в валках, поскольку в таком случае ухудшаются технологические качества, исключение

составляет сорт Изумруд. Спринт может максимально находиться в валках 3-4 дня, Рапан и Курчанка – 5, Изумруд -7-10 дней.

**Выводы.** 1/. Сорты риса обладают различной устойчивостью к появлению трещин на зерновках.

2/. Одним из важнейших условий получения зерна высокого качества является определение оптимальных сроков начала уборки.

3/. Сравнительное изучение группы сортов показало, что самыми устойчивыми к процессу трещинообразования на корню были Изумруд и Снежинка. Трещиноватость зерна варьирует в зависимости от продолжительности нахождения его на корню и в валках. Рис на корню более устойчив к образованию трещин.

4/. Наиболее подверженными процессу трещинообразования при сушке в валках на стерне оказались Спринт и Рапан: через 3 дня просушки трещиноватость – 11 и 4,0%, соответственно, а на 10-й день – 22,6 и 22,7%.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Жарлагасов Т.М. Влияние сроков и способов уборки на технологические качества зерна риса в условиях Кзыл-ординской области // Особенности технологии возделывания риса на юге Казахстана : Сб. науч. трудов.- Алма-Ата,1979. - С.106-111.

2. Козьмина Е.П. Технологические свойства сортов крупяных и зернобобовых культур. -2-е изд., перераб. и доп. – М.:Колос,1981.- 176 с.

3. Коротенко Т.Л., Прудникова Т.Н., Госпадинова В.И. Анализ и изучение исходного материала для селекции сортов риса с высоким технологическим качеством зерна // Известия вузов / Пищевая технология. - Краснодар,2004.- №5-6. – С.18-20.

4. Калжанов Ж.У. Влияние сроков и способов уборки на урожайность и качество семян риса в условиях Казахстанского Приаралья: Автореф. дис. ...канд. с.-х. наук.- Алымбак,1996. – С.-24.

5. Наливко Г.В., Белоус Л.Г. Динамика трещинообразования в зерне риса при созревании // Бюл. науч.-техн. информ. ВНИИ риса.- 1972. – Вып.8. - С.28-30.

6. Наливко Г.В. Результаты исследований отдела технологической оценки зерна ВНИИ риса // Бюл науч.-техн. информ. ВНИИ риса. - 1975.- Вып.17. – С.61-63.

7. Наливко Г.В., Алешин Е.П. Зависимость качества зерна риса от природно-климатических факторов //Сельскохозяйственная биология. -1971. – Т.6.- Вып.1.- С.29-34.

8. Налеев О.Н, Кешаниди Х.Л. и др. Обеспечение сохранности и улучшение качества риса на основе снижения трещиноватости зерна // Бюл. НТИ Каз.НИИ.- 1991.- С.- 51-54.

9. Романов В.Б., Белоус Л.Г., Чернова Н.А. Оценка степени спелости риса с помощью прибора КС-1// Бюл. науч.-техн. информ. ВНИИ риса.- 1981. - Вып.30. - С.41-43.

10. Takita T. Varietal differences relative traits and inheritances of crack formation in rice // Bull. of Nat.Agr.Research Center (Tohoku region). – Morioka (Iwate), 2002. – № 100. – P.41- 48.

*Материал поступил в редакцию 25.03.05*

### ВЛИЯНИЕ СРОКОВ УБОРКИ НА ТРЕЩИНОВАТОСТЬ ЗЕРНА РОССИЙСКИХ СОРТОВ РИСА

Т.Л. Коротенко, Г.Л. Зеленский, В.И.Госпадинова  
Всероссийский научно-исследовательский институт риса

## **РЕЗЮМЕ**

В статье дана оценка семи российских сортов риса на устойчивость к процессу трещинообразования зерна при различных сроках уборки. Показано, что трещиноватость риса-зерна варьирует в зависимости от продолжительности нахождения его на корню и в валках. Устойчивыми к этому процессу оказались длиннозерные сорта Изумруд и Снежинка.

## **INFLUENCE OF HARVESTING TERMS ON GRAIN BRITTLINESS IN RUSSIAN RICE VARIETIES**

T.L. Korotenko, G.L. Zelensky, V.I. Gospadinova  
All-Russian Rice Research Institute

### **SUMMARY**

Evaluation of seven Russian rice varieties on resistance to the process of grain brittleness formation at different harvesting terms is given in the article. It is shown, that rice grain brittleness varies depending on period of its staying on root and in swaths. Long grain varieties Izumrud and Snezhinka are resistant to this process.

**РОСТ И ПОГЛОТИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ РИСА ПРИ ОБРАБОТКЕ СЕМЯН БАКТЕРИЯМИ РОДА *FLAVOBACTER***

А.Г. Ладатко, к.б.н., В.А. Ладатко, к.с.–х.н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Продуктивность сельскохозяйственных культур зависит от множества факторов. Наряду с правильным, сбалансированным применением питательных элементов, с учетом индивидуальных особенностей самого растения, важную роль в этом процессе играет: корневая система и особенность ее функционирования как первичного акцептора гетерогенитета среды, а также органа поглощения, трансформации и транспорта элементов питания и метаболитов в побег.

Функция минерального питания корней относится к наиболее изученным вопросам физиологии риса. Довольно подробно исследовано морфологическое и анатомическое строение корней этой культуры. Изучена динамика образования общей адсорбирующей и активно поглощающей ее поверхностей; выявлены особенности дыхания и энзиматической активности корней. В научной литературе есть данные об их ионообменной емкости; показано влияние минеральных удобрений на формирование биомассы корней и их поглощательную способность [1,6,7,9]. Тем не менее, многие вопросы влияния бактериальных удобрений на особенности формирования корневой системы риса и ее поглощающую способность освещены, на наш взгляд, недостаточно.

**Цель работы.** Изучить в онтогенезе особенности влияния предпосевной обработки семян риса бактериями рода *Flavobacter* на процесс новообразования, изменение линейных размеров и поглощательную деятельность корневой системы при разных уровнях минерального питания.

**Материал и методика исследований.** Исследования проводили в 2002–2003 годах на лугово-черноземовидной почве рисового севооборота в вегетационных сосудах емкостью 7 л. на вегетационной площадке ВНИИ риса. Масса сухой почвы в сосуде составляла 6 кг. Исходная почва имела следующие показатели: рН – 7,1, содержание общего азота – 0,28%, содержание общего углерода – 1,69%, отношение С:N – 6,0. В качестве удобрения использовали неполную питательную смесь Д.Н. Прянишникова, содержащую только азот, фосфор и калий (далее – питательная смесь), в которой нитрат аммония был заменён карбамидом в равной пропорции. Предпосевную обработку семян риса сорта Лиман проводили препаративной формой *Flavobacter* на торфяной основе (далее – инокуляция семян).

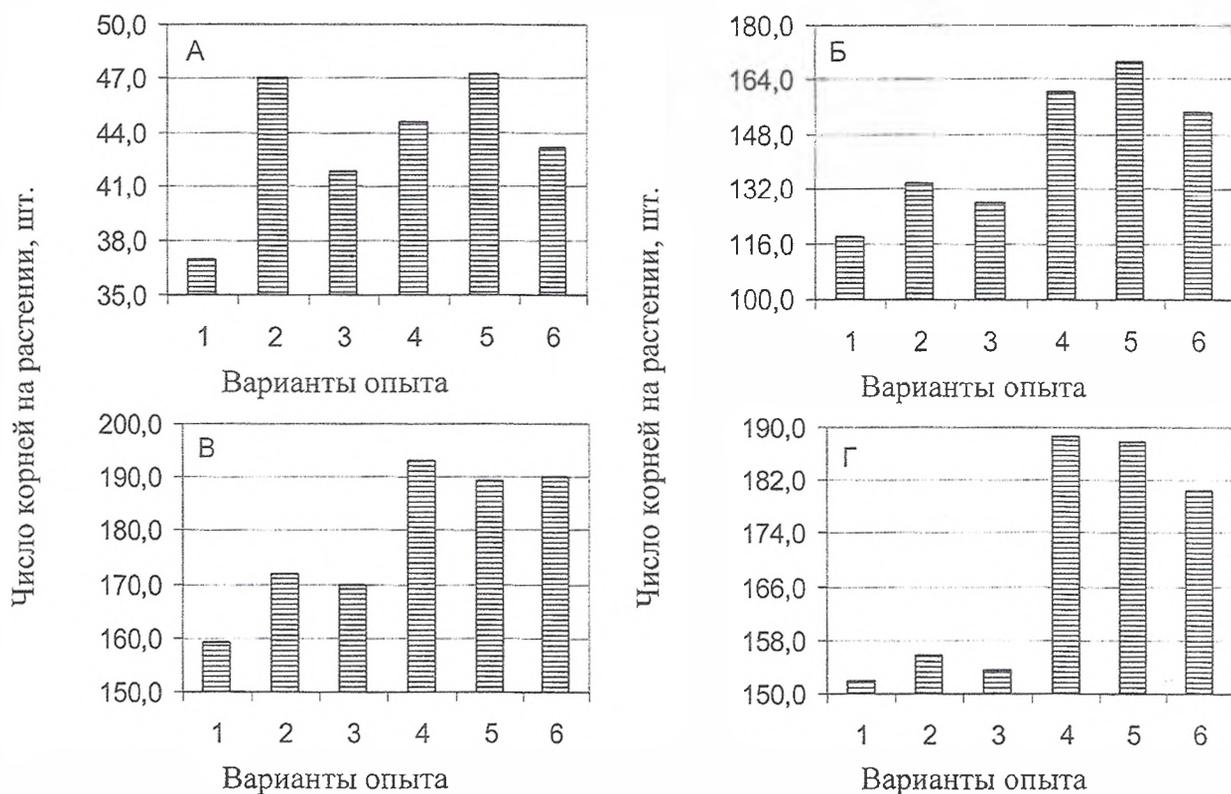
Влияние предпосевной обработки семян на формирование корневой системы риса и ее поглощающую способность оценивали на двух уровнях минерального питания: низком – двойная питательная смесь и высоком – четверная питательная смесь.

Схема опыта включала следующие варианты: 1) двойная питательная смесь без инокуляции (контроль–1); 2) вариант 1 + инокуляция дозой 550 г/т семян; 3) вариант 1 + инокуляция дозой 1100 г/т семян; 4) четверная питательная смесь без инокуляции (контроль–2); 5) вариант 4 + инокуляция дозой 550 г/т семян; 6) вариант 4 + инокуляция дозой 1100 г/т семян.

Посев проводили с заделкой семян в почву на глубину 0,5–1,0 см. В фазу 2–3 листьев проводили прореживание посева, оставляя в сосуде по 10 растений.

По фазам вегетации (кушение, трубкование, выметывание-цветение, восковая спелость зерна) у опытных растений проводили подсчет числа корешков на растении, измеряли длину корней с точностью до 0,1 см, определяли объем на объемном измерителе чувствительности А.Д. Сабинина и И.И. Колосова, общую адсорбирующую и активно-поглощающую поверхности [3]. Повторность опыта – трехкратная.

**Результаты.** Изучение интенсивности корнеобразования при использовании флавобактерина на разных уровнях минерального питания показало, что процесс новообразования корней у растений, выращиваемых без инокуляции, протекает менее интенсивно и абсолютное количество корней на растении меньше, чем в вариантах с инокуляцией (рис. 1).



**Рис. 1.** Влияние инокуляции семян на интенсивность корнеобразования у риса (А – кущение, Б – трубкование, В – выметывание-цветение, Г – восковая спелость зерна).

Большое влияние на развитие корневой системы и интенсивность корнеобразования оказывает степень обеспеченности растений элементами питания. Установлено, что в вариантах без применения флавобактерина количество корней увеличивается с переходом от низкого уровня питания к высокому. В фазу кущения риса это превышение составило 20,9%, а в фазу трубкования – 36,0%.

Максимальное количество корней на растении формируется к фазе выметывание-цветение риса. По мере перехода растений к созреванию количество корней уменьшается из-за их отмирания. Следует также отметить, что наибольший эффект от предпосевной инокуляции семян проявляется на начальных этапах развития растения. Так, на низком фоне питания корнеобразование у риса в процессе вегетации при инокуляции одинарной дозой превышало контроль: в фазу кущения на 27,4%, трубкования – 13,6%, выметывание-цветение – 8,1% и восковой спелости зерна – 2,6%. При инокуляции семян двойной дозой значения изучаемого показателя хотя и превышали данные контроля, но, в целом, были ниже, чем при использовании флавобактера в одинарной дозе.

Аналогичные наблюдения, проведенные на высоком фоне, не выявили положительного эффекта от инокуляции в течение всего вегетационного периода.

Внесение высоких доз удобрений, особенно азотных, в вариантах опыта с инокуляцией сдерживает процесс корнеобразования, прежде всего, в период выметывание-цветение – восковая спелость зерна.

Как известно, мощность корневой системы зависит не только от количества корней, но и от интенсивности их роста. Многими исследователями, в том числе и авторами этой статьи [2,4,5,8], показано, что в начальный период развития злаков, и риса в частности, требуется усиленное фосфорное и умеренное азотное питание. Это необходимо как для формирования надземных органов, так и для лучшего роста корней. В этот период ассимилирующий аппарат растений развит слабо и общая синтетическая деятельность его незначительна. Поэтому растение нуждается в небольшом количестве азота. Усиленное же азотное питание приводит к угнетению роста и развитию как корней, так и надземных органов растения [3]. В наших исследованиях увеличение дозы азота вызывало уменьшение длины корней только в фазу кушения (рис. 2). В последующие фазы вегетации риса наибольшую длину корней имели растения, выращенные на высоком фоне питания. В вариантах опыта с применением инокуляции, напротив, на протяжении всего периода вегетации риса длина корней на низком фоне была больше, чем на высоком.

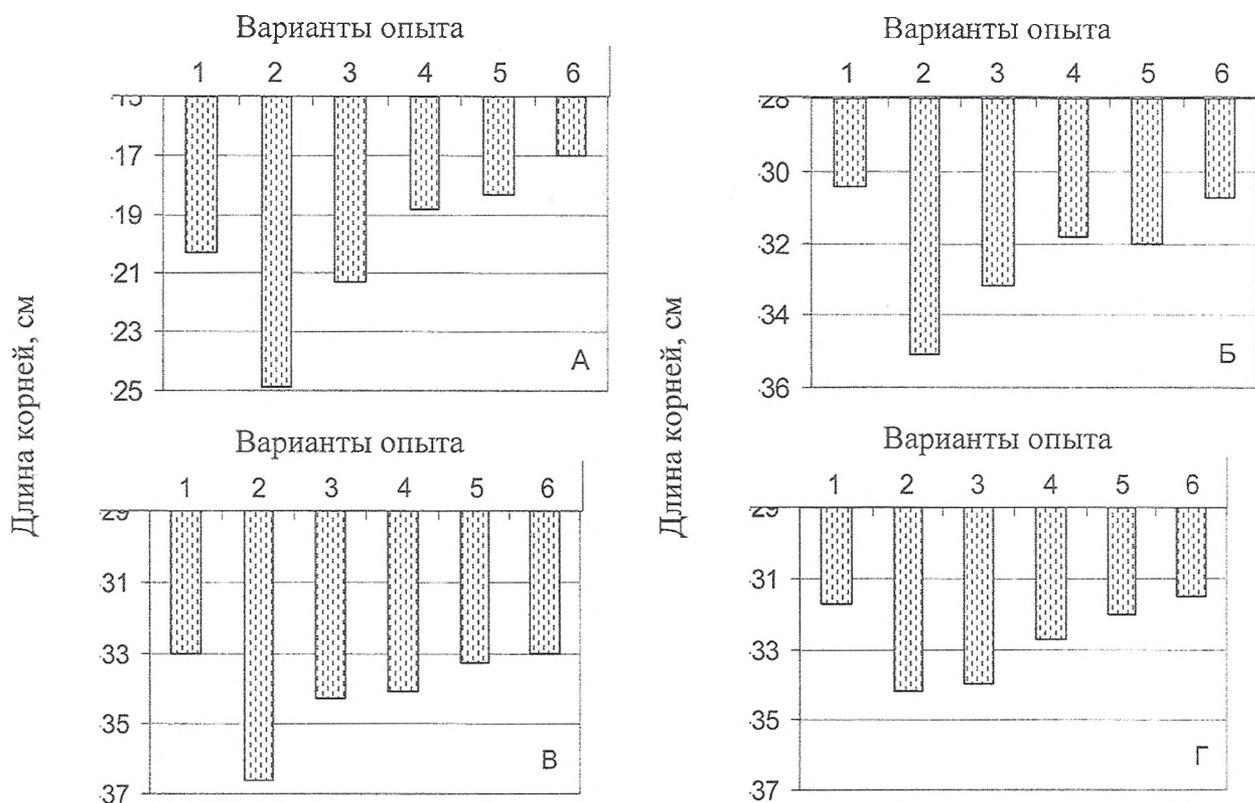


Рис. 2. Влияние инокуляции семян на изменение линейных размеров корней риса (А – кушение, Б – трубкование, В – выметывание-цветение, Г – восковая спелость зерна)

Ослабление интенсивности корнеобразования и некоторое торможение ростовых процессов при инокуляции семян двойной дозой флавобактера на высоком фоне питания оказало также влияние и на величину объема корней риса (рис. 3). Так, в процессе роста и развития растений при лучшей обеспеченности элементами питания, наряду с разрастанием корней наблюдалось увеличение их объема, который достигал максимума к фазе цветения. В дальнейшем, из-за частичного отмирания корней, этот показатель уменьшался. На высоком фоне питания объем корней увеличивался в среднем за период вегетации на 32,1%. Причем, если в фазу кушения риса объем корней на высоком фоне был на 4,3% меньше, по сравнению с низким, то уже к фазе восковой спелости зерна, наоборот, на 55,4% больше. Таким образом, предпосевная обработка семян флавобактером способству-

ет увеличению объема корней преимущественно на низком фоне питания. Применение флавобактера на высоком агрофоне такого эффекта не дает.

Другими важными показателями интенсивности развития корневой системы являются величины их общей адсорбирующей и активно-поглощающей поверхностей (рис. 4).

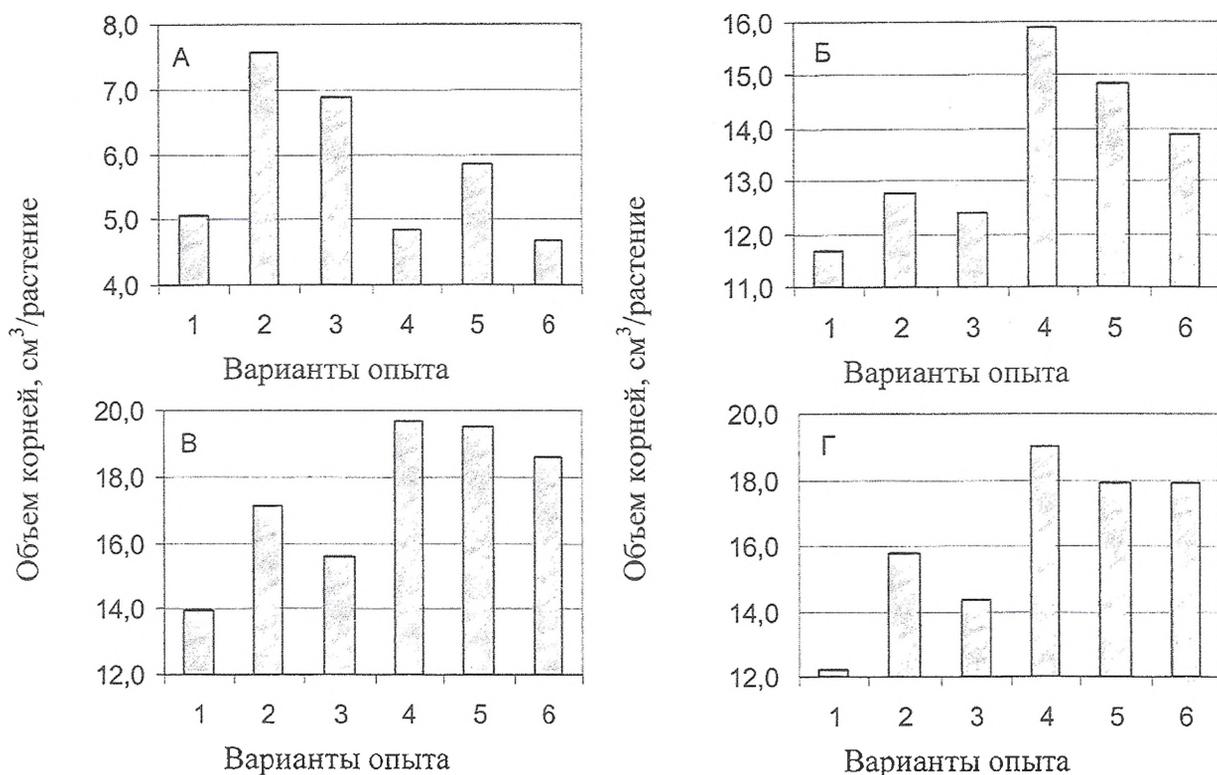


Рис. 3. Влияние инокуляции семян на изменение объема корней риса (А - кущение, Б - трубкование, В - выметывание-цветение, Г - восковая спелость зерна)

Отмечая общую тенденцию в динамике поглощающих поверхностей, состоящую в плавном нарастании их к фазе выметывания и дальнейшем уменьшении, следует отметить и определенные различия в темпах этого процесса. Так, от кущения к трубкованию значительное увеличение общего числа корней и их длины сказалось на увеличении общей адсорбирующей поверхности в 5,2 раза и активно-поглощающей - в 6,1 раза. В период трубкование-цветение темпы их прироста снизились. Для общей поверхности они составили всего 35,2%, для деятельной - 1,7 раза. Уменьшение этих показателей к фазе восковой спелости зерна также было неодинаковым и составило 11,4% для общей и 5,8% для активной поглощающей поверхности.

Влияние на эти показатели оказала обеспеченность растений элементами питания. На высоком фоне корневая система характеризовалась более интенсивным ростом поглощающей поверхности в активный период развития растений и меньшим ее отмиранием к концу вегетации.

Нашими исследованиями наибольшие различия между этими показателями в опытных вариантах установлены в фазу цветения риса.

Так, эффективность инокуляции на высоком фоне питания, особенно двойной дозой препарата (1100 г/т), снижает величину активно-поглощающей поверхности корней на 16,0-18,6%, а общей адсорбирующей поверхности - на 7,1-16,8% по отношению к контролю. На низком фоне, наоборот, складываются наиболее благоприятные почвенные условия для достижения наибольшего эффекта от этого агроприема. В част-

ности, при использовании флавобактера в дозе 550 г/т происходит увеличение активно-поглощающей поверхности корней риса на 48,1% и общей адсорбирующей поверхности на 31,6%.

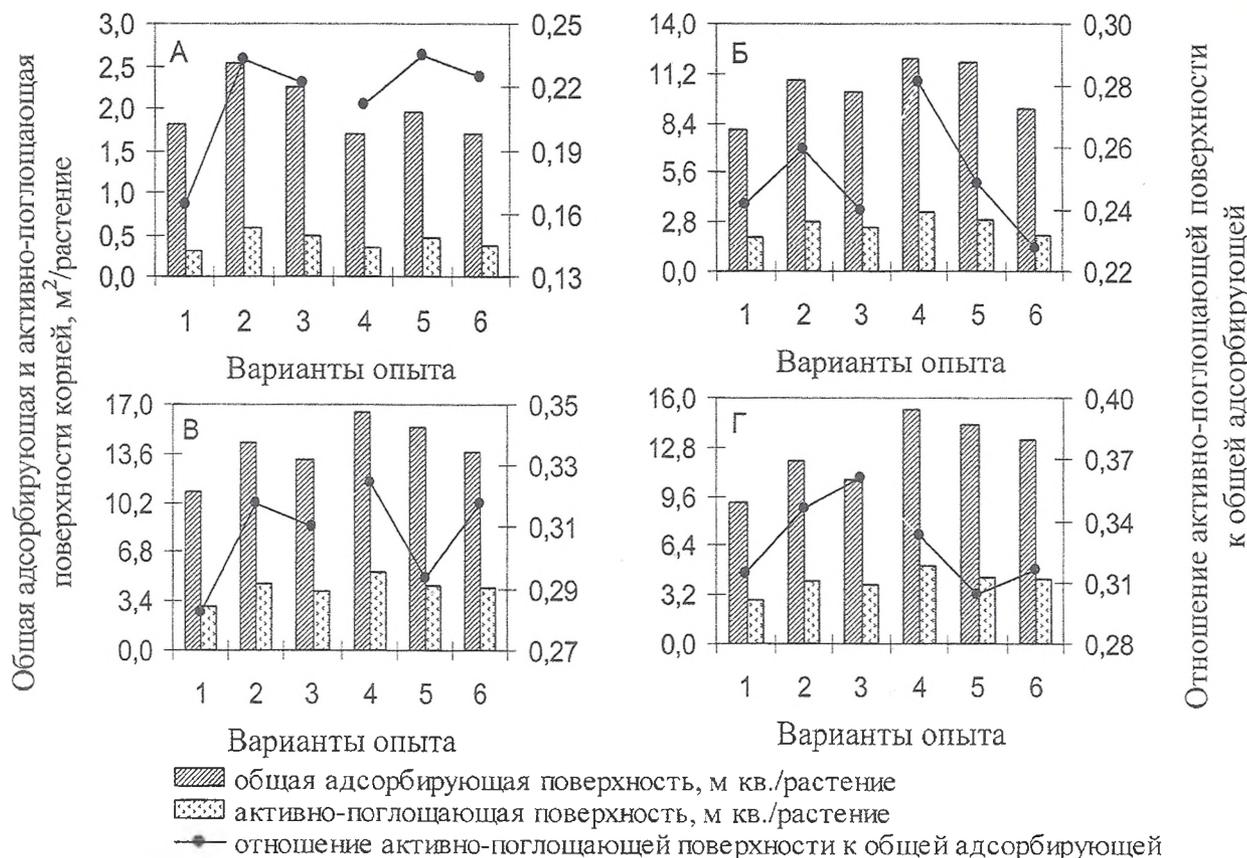


Рис. 4. Влияние инокуляции семян на величину общей адсорбирующей и активно-поглощающей поверхностей корней риса (А – кущение, Б – трубкование, В – выметывание-цветение, Г – восковая спелость зерна).

Дополнительным показателем физиологической активности корневых систем служит отношение активно-поглощающей к общей адсорбирующей поверхности. Известно, что увеличение этого отношения обусловлено как большей величиной активно-поглощающей поверхности, так и более интенсивным передвижением адсорбированных ионов внутрь корня [4]. В наших исследованиях величина этого показателя возрастала от кущения к фазе восковой спелости зерна. Причем на протяжении всей вегетации, вплоть до начала налива зерна, она была больше в вариантах опыта с внесением высоких доз удобрений. Как видно из рисунка 4, на низком фоне питания инокуляция семян флавобактером (особенно дозой 550 г/т) способствовала увеличению этого отношения и, напротив, его снижению на высоком фоне питания, за исключением фазы кущения.

Расчет удельных общей адсорбирующей и активно-поглощающей поверхностей (рис. 5), представляющих собой площадь корней, приходящуюся на единицу их объема, выявил определенную схожесть их динамики с абсолютными показателями. Главное же отличие состоит в том, что эти показатели позволяют более четко проследить различия в вариантах опыта. Представленные данные говорят о том, что наблюдаемое на рисунке 4 увеличение общей поверхности происходит за счет нарастания тонких, более деятельных в поглощении веществ корней.

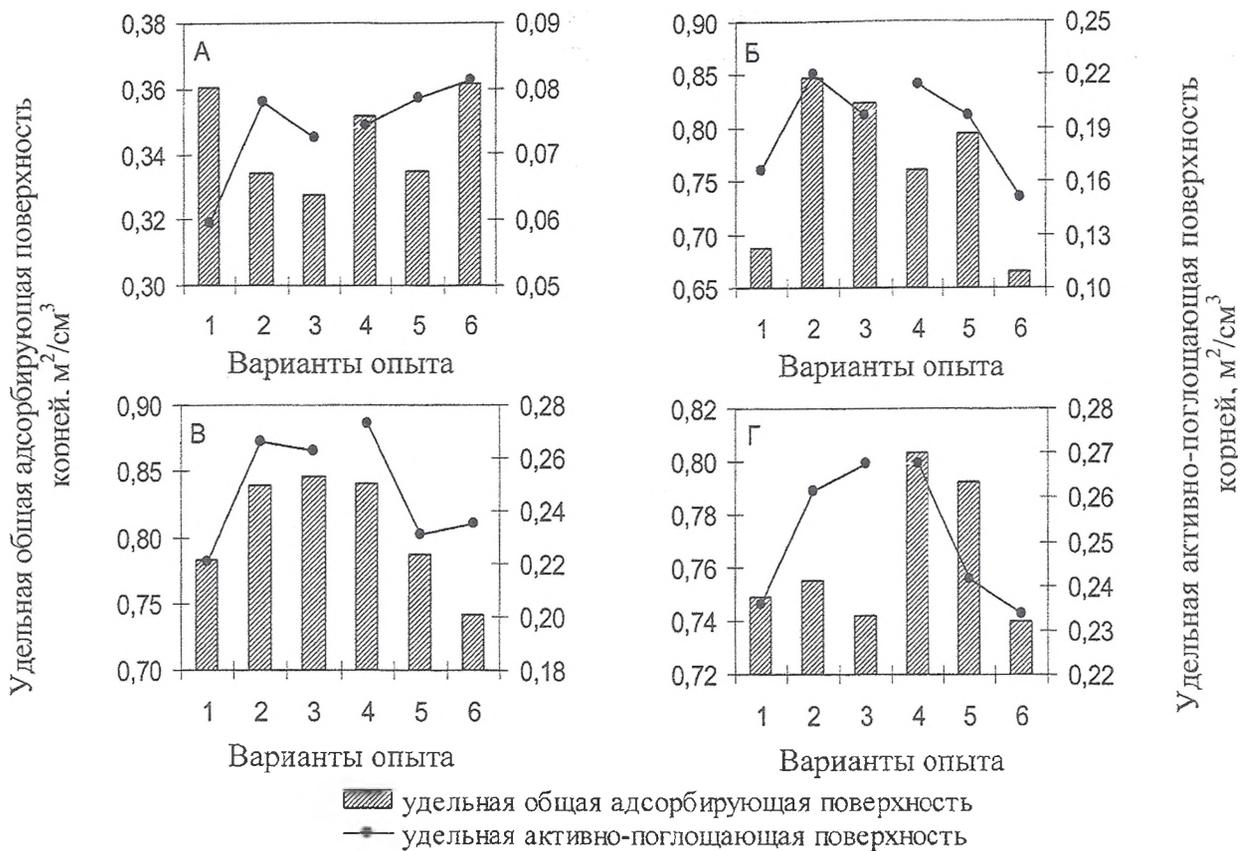


Рис. 5. Влияние инокуляции семян на величину удельных общей адсорбирующей и активно-поглощающей поверхностей корней риса (А – кущение, Б – трубкование, В – выметывание-цветение, Г – восковая спелость зерна)

**Выводы.** 1/. Предпосевная обработка семян риса препаративной формой бактерий рода *Flavobacter* в дозе 550 г/т положительно влияет на интенсивность корнеобразования, изменение их линейных размеров и объема, а также на поглощающую способность корневой системы в целом.

2/. Наибольшая эффективность от инокуляции семян достигается при внесении невысоких доз азотного удобрения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алешин Е.П., Малышев В.М., Тур Н.С. Влияние азота на формирование и жизнедеятельность корневой системы риса в условиях засоления // Бюл. НТИ ВНИИ риса. – 1973. – Вып. 9. – С. 21–25.
2. Алешин Е.П., Алешин Н.Е. Рис.– М., 1993, –504 с.
3. Колосов И.И. Поглощительная деятельность корневых систем растений.– М.: АН СССР, 1962.– 388 с.
4. Ладатко В.А., Воробьев Н.В., Ладатко М.А. Поглощение азота и фосфора сортами риса в зависимости от уровня минерального питания // Рисоводство.– 2003.– Вып. 3.– С. 52-60.
5. Ладатко В.А. Реакция новых сортов риса на уровень фосфорного питания: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук.– Краснодар, 1999. –25 с.
6. Минеральное питание в онтогенезе риса / Под редакцией Л.Г. Добрунова. – Алма-Ата: Наука Каз. ССР.– 1982.– 188 с.

7. Харанян Н.Н. Некоторые физиологические особенности корневой системы риса в связи с различными условиями минерального питания // Физиология растений.– 1962. – Т. 9. – Вып. 4. – С. 488–492.

8. Шеуджен А.Х. Агрехимия и физиология минерального питания риса. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2005.– 1012 с.

9. Шеуджен А.Х., Алёшин Н.Е. Теория и практика применения микроудобрений в рисоводстве. – Майкоп: РИПО «Адыгея», 1996. – 313 с.

*Материал поступил в редакцию 14.03.05*

## **РОСТ И ПОГЛОТИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ РИСА ПРИ ОБРАБОТКЕ СЕМЯН БАКТЕРИЯМИ РОДА *FLAVOBACTER***

А. Г. Ладатко, В.А. Ладатко

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

### **РЕЗЮМЕ**

Рассмотрено влияние предпосевной обработки семян препаративной формой бактерий *Flavobacter* на формирование и жизнедеятельность корневой системы риса сорта Лиман в условиях разной обеспеченности элементами минерального питания. Установлено, что инокуляция семян положительно влияет не только на процесс новообразования корней, изменение линейных размеров и увеличение их объема, но также и на повышение общей адсорбирующей и особенно активно-поглощающей поверхностей корневой системы. Наибольший эффект от совместного действия инокуляции и минеральных удобрений проявляется при внесении невысоких доз азота. Увеличение дозы минерального азота в составе полного удобрения приводит к снижению эффективности этого агроприема.

## **GROWTH AND ABSORBING ACTIVITY OF RICE ROOT SYSTEM DURING SEEDS TREATMENT BY BACTERIA OF GENUS *FLAVOBACTER***

A.G. Ladatko, V.A. Ladatko

All-Russian Rice Research Institute

### **SUMMARY**

Influence is studied of pre-seeding seeds treatment by preparative form of bacteria *Flavobacter* on forming and vital activity of rice root system of Liman variety of different providing with elements of mineral nutrition. It was stated that seeds inoculation positively influences not only on the process of roots formation, change of linear dimensions and their volume increase, but also on the improvement of total absorbing and especially actively absorbing surfaces of root system. The most effect from cooperative influence of inoculation and mineral fertilizers becomes apparent at introduction of small doses of Nitrogen. Increase of mineral Nitrogen dose in composition with complete fertilizer leads to decrease of this agro method efficiency.

**АНТРОПОГЕННАЯ ДЕГРАДАЦИЯ ПОЧВ РИСОВЫХ ПОЛЕЙ  
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ И ПРИЕМЫ ЕЕ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ****В.К. Бугаевский, д. с.-х. н.**

Краснодарский НИИ сельского хозяйства им. П.П. Лукьяненко

**А.Ч. Уджуху, д. с.-х. н., В.С. Ковалев, д. с.-х. н.**

Всероссийский научно исследовательский институт риса

Под посевы риса в Краснодарском крае используют главным образом солонцовые, засоленные и болотные почвы, которые не пригодны для возделывания других сельскохозяйственных культур. Из 233 тыс. га оросительной системы края в настоящее время находится под посевами риса только 100–110 тыс. га (43–47% от общей площади рисовых оросительных систем). Это привело к тому, что за последние годы площади засоленных и солонцовых почв возросли более чем в два раза – с 40 тыс. га [1] до 110 тыс. га [3]. Следовательно, произошла деградация почв. Причина – в изменении гидрологического режима из-за уменьшения площади посевов под рисом, которые обеспечивали преобладание нисходящих токов влаги в профиле почв.

Вторичное осолонцевание происходило на участках со слабоминерализованными слабощелочными почвенно–грунтовыми водами гидрокарбонатно–натриевого типа. В.А. Ковда считает, что попеременное передвижение таких растворов в почвенном профиле приводит к его осолонцеванию [3,4]. Такие условия создаются на почвах оросительных систем без посевов риса и затопления полей. При этом в теплые периоды года преобладают восходящие токи влаги от слабоминерализованных грунтовых вод, залегающих выше критических уровней, в дождливые – преобладают нисходящие токи влаги. Многократная смена восходящих и нисходящих токов влаги приводила к вторичному осолонцеванию почвенного профиля. На участках с близким залеганием минерализованных почв прекращение орошения путем затопления рисовых чеков приводило к вторичному засолению за счет испарения восходящих вод и накоплению солей на поверхности почвы.

Для предотвращения деградации почв следует вводить рисовые севообороты с насыщенностью рисом не менее 75%. В этих условиях возможность вторичного засоления и осолонцевания исключается практически полностью. На участках, где произошла деградация, целесообразно проведение химических и гидротехнических мелиораций с обязательным посевом риса и соблюдением режима орошения, рекомендуемого для засоленных и солонцовых почв [2].

Монокультура риса также эффективна для рассоления и рассолонцевания почв, подвергнувшихся этим процессам вторично. При соблюдении режима орошения, рекомендуемого для засоленных почв, орошение повторными водами на вторично засоленных и осолонцованных почвах не допускается.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Блажний Е.С. Почвы дельты реки Кубани и прилегающих пространств. – Краснодар, 1971. – 276с.
2. Бугаевский В.К. Агротехнические проблемы повышения плодородия солонцовых почв рисовых систем Кубани: Автореф дис... д-ра с.-х. наук. – Краснодар, 1999. – 40с.
3. Ковда В.А. Солончаки и солонцы. – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1937. – 154 с.
4. Ковда В.А., Быстров С.В. К вопросу о природе щелочности солонцов: Тр. комис. по ирригац./ АН СССР. – Вып.6. – Л.: Изд-во АН СССР, 1936. – С.31–44.
5. Кремзин Н.М., Алешин Е.П., Шеуджен А.Х., Авакян Э.Р., Шкуро А.Н. Удобрение риса на солонцовых почвах Северного Кавказа. – Краснодар, 1995. - 43с.

*Материал поступил в редакцию 26.01.05*

## **АНТРОПОГЕННАЯ ДЕГРАДАЦИЯ ПОЧВ РИСОВЫХ ПОЛЕЙ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ И ПРИЕМЫ ЕЕ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ**

В.К. Бугаевский

Краснодарский НИИ сельского хозяйства им. П.П. Лукьяненко

А.Ч. Уджуху, В.С.Ковалев

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

### **РЕЗЮМЕ**

На основании анализа данных об увеличении площади засоленных и солонцеватых почв на территории Краснодарского края сделан вывод о том, что причиной указанного явления стало изменение гидрологического режима. Это следует рассматривать как следствие уменьшения площади посевов под рисом. Для предотвращения деградации почв от засоления и осолонцевания предложено вводить рисовые севообороты с насыщением рисом не менее 75%. Подчеркнуто, что монокультура риса также эффективна для рассоленения и рассолонцевания почв, подвергшихся этим процессам вторично.

## **ANTHROPOGENIC DEGRADATION OF RICE FIELDS SOIL IN KRASNODAR TERRITORY AND WAYS OF ITS PREVENTION**

V.K. Bugaevsky

Krasnodar Research Institute of Agriculture named after P.P. Lukyanenko

A.Ch. Udzhukhu, V.S. Kovalyov

All-Russian Rice Research Institute

### **SUMMARY**

On the basis of data on the increase of area with saline soils in Krasnodar Territory we came to the conclusion that the reason of this phenomenon lies in hydrologic regime change. It should be considered as the result of decreasing of areas under rice, because they ensured prevalence of descending currents in soil profile. To prevent soil degradation from salinization it was offered to introduce rice crop rotations with rice saturation not less than 75%. Rice monoculture is also effective for desalinization of soils exposed to such processes second time.

Органическое вещество – динамический компонент почвы. Количественный и качественный составы органического вещества являются важнейшими показателями, определяющими устойчивость почвы к внешним факторам, степень ее саморегулирующей способности и устойчивости земледелия.

В почвах с пониженным содержанием гумуса и недостаточным количеством негумифицированного органического вещества происходит ухудшение агрохимических, агрофизических и биологических ее свойств, что снижает сопротивляемость внешним воздействиям и не обеспечивает благоприятных условий для развития растений.

Заопление почвы при возделывании риса оказывает разностороннее влияние на почвенные процессы и, прежде всего, на гумусовый режим.

Установлено, что значительные потери гумуса происходят в первые 5 лет после вовлечения почвы под рис, в последующие годы этот процесс стабилизируется [6, 10, 14]. Так, при четырёхлетнем использовании почвы под эту культуру потери гумуса в слое 0-50 см составляют 9-10% или 15-17 т/га [11]. После 15 лет бесменного возделывания риса содержание гумуса в пахотном слое почвы снизилось на 26% [7].

Уменьшение содержания гумуса в почвах под рисом обусловлено многими причинами [9, 11], в том числе и выносом водорастворимого гумуса, который относится к числу наименее изученных компонентов органического вещества почвы. По данным И.Г. Рубцова [13], в результате трёхлетнего возделывания риса содержание водорастворимого гумуса в верхнем 0-40 см слое почвы уменьшилось в среднем на 44%, а в нижних горизонтах, наоборот, произошло увеличение в среднем на 110%.

Наиболее информативной частью водорастворимого гумуса является его легкоокисляющиеся формы, которые в первую очередь разлагаются и выносятся из почвы в процессе сельскохозяйственного использования [2, 8]. Содержание подвижных форм гумуса в почве полей рисового севооборота варьирует в среднем от 0,04 до 0,06% [4]. Наименьшее количество подвижного гумуса отмечено в почве при бесменном возделывании риса [1].

Трансформация водорастворимых органических веществ почвы в значительной степени зависит от применяемой агротехники. Так, систематическое применение органических удобрений приводит к закреплению гумуса и уменьшает его подвижность [12]. Внесение органических и органоминеральных удобрений увеличивает содержание водорастворимого гумуса, а при внесении одних минеральных удобрений, наоборот, снижает [3]. Другими исследованиями, проведёнными на различных типах почв, показано, что длительное систематическое применение удобрений приводит к увеличению содержания водорастворимого гумуса, особенно на фоне минеральных удобрений [5, 15].

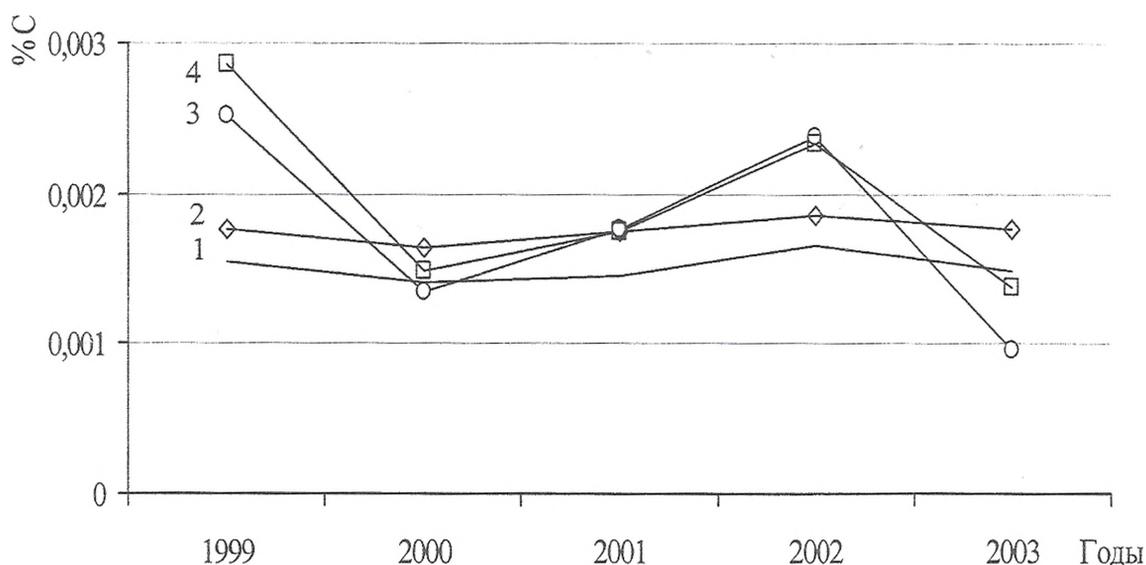
**Цель исследования.** Изучить влияние минеральных удобрений и сидерации на подвижность гумуса при бесменном возделывании риса.

**Материал и методы.** Исследования проводили в условиях стационарного опыта в ОНО ОП ЭСП «Красное» Красноармейского района Краснодарского края (ОЛ – 4, карта 1, чек 2). Варианты опыта: 1. “Рис - по рису” с 1937 года без внесения удобрений; 2. “Рис – по рису” с 1937 года с внесением минеральных удобрений ( $N_{180}P_{120}K_{60}$ ); 3. “Рис – по сидератам” с 1966 года без внесения минеральных удобрений; 4. “Рис – по сидератам” с

1966 года с внесением минеральных удобрений ( $N_{150}P_{90}K_{60}$ ). В качестве сидерата использовали надземную растительную массу озимой пшеницы в фазу начала выхода в трубку\*.

Подвижность гумуса в пахотном горизонте почвы (слои 0-10 и 10-20 см) оценивали по содержанию легкоокисляемых водорастворимых органических веществ (ВОВ), определяемых по Кубелю-Тиману в изложении Е.В. Аринушкиной (1970). Определение легкоокисляемых ВОВ проводили весной до посева риса, до внесения удобрений.

**Результаты.** Исследованиями 1999-2003 гг. установлено, что содержание легкоокисляемых ВОВ в почве существенно зависит от регулярности пополнения почвы свежим органическим веществом. Ежегодное внесение зеленого удобрения увеличивает содержание легкоокисляемых ВОВ на 30% и более по сравнению с вариантом, где удобрения не вносились. Прекращение (вариант с последствием) пополнения почвы свежим органическим веществом (зеленое удобрение) даже на один год, приводит к уменьшению содержания легкоокисляемых ВОВ. Внесение зеленого удобрения влечет увеличение содержания легкоокисляемых ВОВ в первый год на 20%, а в последующие – на 26%. По сравнению с другими изучаемыми в опыте вариантами возделывания риса использование зеленого удобрения существенно повышает содержание в почве легкоокисляемых ВОВ (рис. 1).



**Рис. 1.** Динамика содержания легкоокисляемых ВОВ в пахотном горизонте почвы (1, 2, 3, 4 – варианты опыта, см. материал и методы)

Как видно из рисунка 1, применение минеральных удобрений за изучаемый период (1999-2003 гг.) приводит к увеличению содержания легкоокисляемых ВОВ в почве в среднем на 14% по сравнению с вариантом, где удобрения не вносились. При этом накопления за 4 года легкоокисляемых ВОВ в вариантах без внесения удобрений и с внесением минеральных удобрений не наблюдается.

В результате проведенных исследований установлено, что наибольшее содержание легкоокисляемых ВОВ наблюдается в слое почвы 10-20 см, что связано с процессами выноса их в нижние слои почвы, особенно с применением минеральных удобрений.

\* В период с 1966 по 1999 гг. зеленое удобрения вносили ежегодно, а затем – прерывисто: в 2000 году не вносили (изучали последствие), в 2001 и 2002 гг. – вносили, в 2003-2004 гг. – не вносили (изучали последствие).

**Выводы.** Длительное возделывание риса без применения удобрений приводит к снижению содержания подвижного гумуса. Применение одних минеральных удобрений способствует перераспределению водорастворимых органических веществ из верхней части пахотного горизонта в нижние слои. Внесение зеленого удобрения обогащает почву легкоокисляемыми водорастворимыми органическими соединениями, что сдерживает их перераспределение вниз, по профилю почвы, и повышает эффективное плодородие.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алёшин Е.П., Сметанин А.П., Тур Н.С. Удобрение риса. – Краснодар: Краснодарское кн. изд-во, 1973. - С. 91-92.
2. Антонова З.П., Скалабан В.О., Сучилкина Л.Г. Определение содержания в почвах гумуса // Почвоведение. – 1984. - № 11. - С. 130-133.
3. Борисова Т.С., Чимитдоржиева Г.Д. Динамика гумусного состояния дефлированных каштановых почв при длительном компостировании // Агрохимия. – 2001. - № 11. - С. 21-25.
4. Гольфанд В.И. Агрохимическая характеристика лугово-чернозёмовидных почв рисовых полей низовьев реки Кубань // Бюл. НТИ ВНИИ риса. – 1970. - вып. 3. – С.18-23.
5. Городний Н.Г. Влияние длительного систематического внесения удобрений на накопление гумуса в почве и урожай сельскохозяйственных культур // Почвоведение. – 1961. - № 2. - С. 86-93.
6. Горшкова Е.И., Корнблум Э.А. Изменение содержания гумуса и азота в лугово-чернозёмных почвах дельты Кубани под влиянием культуры риса // Почвоведение. – 1970. - № 9. - С. 87-93.
7. Кириченко К.С. Основы рисовых севооборотов // Труды ДРОС. - Владивосток, 1970. - Вып.1. – С. 89-100.
8. Когут Б.М., Яковченко В.П. Сезонная динамика гумуса и его лабильных форм при сельскохозяйственном использовании чернозёмов // Вестн. Моск. ун-та. Почвоведение. - 1987. - № 4. - С. 14-19.
9. Костенков Н.М. Генетические и химические особенности луговых глеевых почв рисовых полей Приморья // Почвоведение. – 1975. - № 6. - С. 23-31.
10. Неунылов Б.А. Повышение плодородия почв рисовых полей Дальнего Востока. - Владивосток: Приморское кн. изд-во, 1961. - 239 с.
11. Николаева С.А., Майнашева Г.М. Влияние орошения методом затопления на свойства чернозёмов // Проблемы ирригации почв юга чернозёмной зоны. - М.: Наука, 1980. - С. 126-141.
12. Новицкий М.В., Илющенко В.А. Влияние антропогенного воздействия на содержание и состав лабильного гумуса в дерново-подзолистых супесчаных почвах: Тез. докл. междунар. конф. «Пробл. антропог. почвообраз.», Москва, 16-21 июня, 1997. Т. 3. – М., 1997. - С. 97-100.
13. Рубцова И.Г. Влияние культуры риса на свойства серозёмно-луговой засоленной почвы в условиях Чуйской впадины: Автореф. дис. на соиск. уч. ст. к.б.н. - Фрунзе, 1969. - 15 с.
14. Шарапов И.Д. Почвенные процессы на рисовых полях Южного Казахстана // Природа почв рисовых полей - Алма-Ата: Изд-во «Наука» КазССР, 1969. - С. 77-84.
15. Шеларь И.А. Изменение содержания подвижных органических веществ в тёмно-серых лесных почвах при их сельскохозяйственном освоении и интенсивном применении удобрений // Состав, свойства и плодородие почв Украины. – Харьков, 1990. - С.21-26.

*Материал поступил в редакцию 20.01.05*

## **ИЗМЕНЕНИЕ ПОДВИЖНОСТИ ГУМУСА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИ РИСА**

А. Г. Ладатко, О.А. Гуторова

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

### **РЕЗЮМЕ**

Рассмотрено влияние агротехники возделывания риса на подвижность гумуса. Установлено, что возделывание риса без применения удобрений приводит к снижению содержания подвижного гумуса. Применение одних минеральных удобрений способствует перераспределению водорастворимых органических веществ из верхней части пахотного горизонта в нижние слои. Внесение зеленого удобрения обогащает почву легкоокисляемыми водорастворимыми органическими соединениями и сдерживает их перераспределение вниз по профилю почвы.

## **CHANGE OF HUMUS MOVABILITY DURING RICE CULTIVATION**

A. G. Ladatko, O.A. Gutorova

All-Russian Rice Research Institute

### **SUMMARY**

Influence is studied of agrotechniques of rice cultivation on humus movability. It was proved that rice cultivation without fertilizers application leads to the decrease of movable humus content. Application of only mineral fertilizers provides redistribution of dissolving in water organic matters from upper part of arable horizon to lower layers. Introduction of green fertilizer enreaches soil with easily oxidizing dissolving in water organic combinations and controls their redistribution downwards along soil profile.

## ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОБЩЕГО АЗОТА В НАДЗЕМНЫХ ОРГАНАХ РАСТЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ РИСА

В.Н. Чижиков, к.с.-х.н., В.В. Андрусенко, к.с.-х.н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Направленно формировать урожай можно при диагностике уровня азотного питания растений, одним из важнейших показателей которого является содержание общего азота в надземных органах растений в фазе кушения [1, 2, 3].

Влияние содержания общего азота в надземных органах растений на урожайность для недавно районированных сортов риса изучено недостаточно.

**Цель исследования.** Изучить влияние содержания общего азота в надземных органах растений в фазе кушения на урожайность сортов риса ранней, средней и среднепоздней спелости.

**Материал и методы.** Объектом исследования служили сорта риса: раннеспелый Серпантин, среднеспелый Хазар и среднепозднеспелый Лидер. Опыт проводили в 1999-2000гг. на лугово-чернозёмной слабосолонцеватой тяжелосуглинистой почве рисовой оросительной системы ВНИИ риса. Предшественник – занятый пар.

Полевые опыты закладывали методом рендомизированных повторений и расщепленных делянок. Делянки с удобрениями размещали методом рендомизации, на них накладывали изучаемые сорта риса, которые размещали систематически по методу расщепленных делянок.

Повторность в опыте – четырехкратная; общая площадь делянки – 4 м<sup>2</sup>, учетная – 2 м<sup>2</sup>.

Посев проводили малогабаритной сеялкой СН – 16, заделывая семена на глубину 1,5-2 см. Норма высева – 6,0 млн. всхожих зёрен на гектар.

Агрохимическая характеристика почвы: гумус – 3,28%, азот общий – 0,25%, обменный аммоний – 1,0 мг/100г почвы.

Азот вносили от 60 до 150 кг д.в./га по фосфорно-калийному фону, (соотношение N:P:K = 1:0,7:0,5). Две трети дозы азота, всю дозу фосфора и калия вносили перед посевом и одну треть дозы азота – в подкормку по всходам. Из генерального образца почвы определяли: общий гумус (по Тюрину), общий азот (по Кельдалю), обменный аммоний (по Кудеярову). В растительных образцах определяли общий азот в надземных органах растений (по Кудеярову).

**Результаты.** Исследованиями (рис. 1) установлено, что повышение дозы азота до 150 кг д.в./га увеличило содержание общего азота в надземных органах растений в фазе кушения у сортов Серпантин, Хазар и Лидер от 2,34 до 3,26; от 2,83 до 3,60 и от 2,49 до 3,29% от сухой массы, или в 1,39; 1,27 и 1,32 раза по сравнению с контролем (без удобрений), соответственно. Наибольшее содержание общего азота в надземных органах растений было отмечено у сорта Хазар, затем у сортов Лидер и Серпантин в варианте N<sub>150</sub>. При возрастающих дозах азотного удобрения наиболее интенсивное накопление общего азота в надземных органах растений было отмечено у сорта Серпантин, а затем у сортов Хазар и Лидер. В варианте без удобрений содержание общего азота в надземных органах растений в фазу кушения у сорта Хазар составило 2,83 г/на 100г сухой массы, что больше, чем у сорта Серпантин на 17,3% и у сорта Лидер – на 12,0%. Наибольшее количество обменного аммония из почвы поглощал во всех вариантах сорт Хазар.

Полученные данные позволили установить высокую корреляционную связь в фазе кушения между содержанием общего азота в надземных органах растений и дозой азота для сортов Серпантин, Хазар и Лидер, равную 0,99 ± 0,04; 0,88 ± 0,13; 0,94 ± 0,10, соответственно.

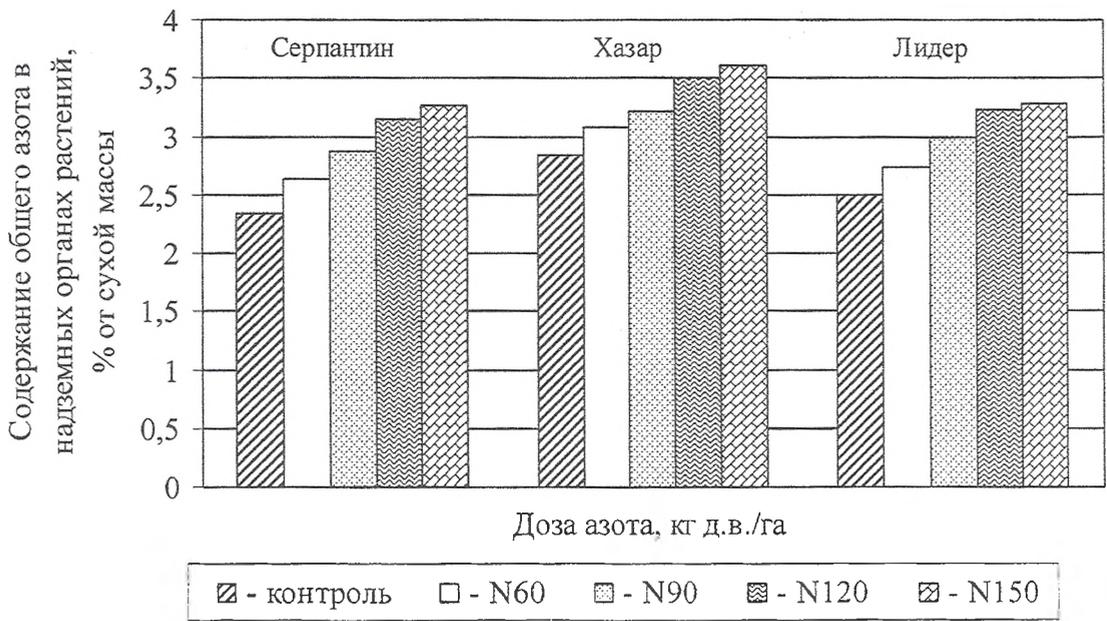


Рис. 1. Содержание общего азота в надземных органах растений в зависимости от уровня азотного питания.

Анализ данных, представленных на рис. 2 показал, что между содержанием общего азота (Н<sub>общ.</sub>) в надземных органах растений в фазе кущения и урожайностью (Y) установлена у сортов Серпантин и Лидер криволинейная зависимость в виде параболы, а у сорта Хазар – прямолинейная зависимость, которые описываются следующими уравнениями регрессии:

|           |  |                        |
|-----------|--|------------------------|
| Серпантин | $Y = -339,9 + 278,6 \text{ Н}_{\text{общ.}} - 48,2 \text{ Н}_{\text{общ.}}^2,$ | $\eta = 0,97 \pm 0,06$ |
| Хазар     | $Y = -18,5 + 26,1 \text{ Н}_{\text{общ.}},$                                    | $r = 0,99 \pm 0,03$    |
| Лидер     | $Y = -578,8 + 434,9 \text{ Н}_{\text{общ.}} - 73,2 \text{ Н}_{\text{общ.}}^2,$ | $\eta = 0,93 \pm 0,09$ |

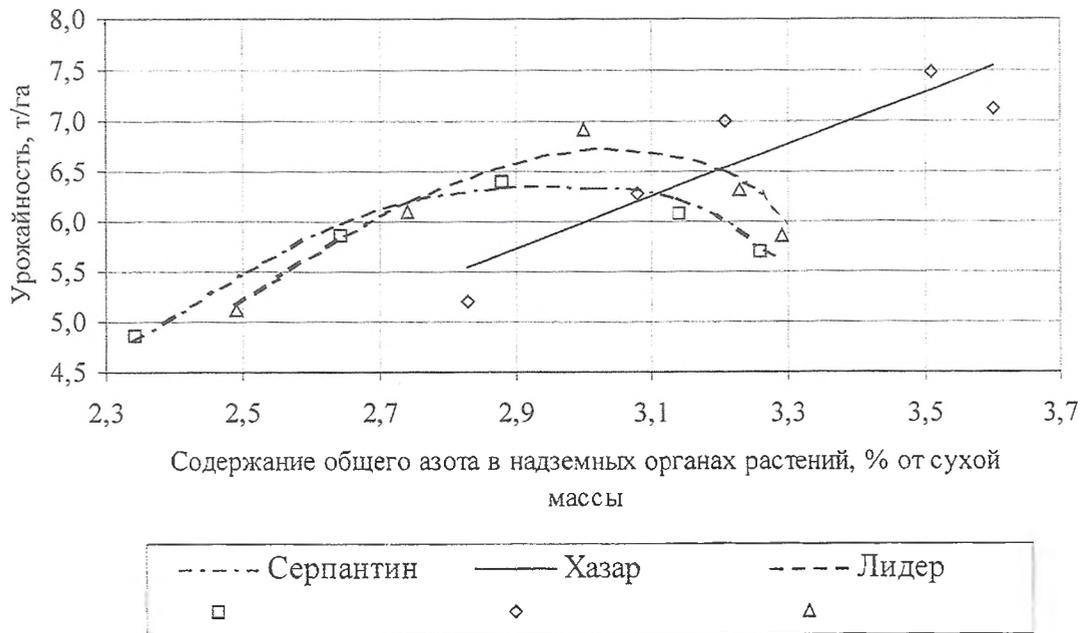


Рис. 2. Зависимость урожайности от содержания общего азота в надземных органах растений.

Повышение содержания общего азота в надземных органах растений у сортов Серпантин и Лидер от 2,34 до 2,88 и от 2,49 до 3,00% увеличило урожайность до 6,40 и 6,92 т/га, соответственно, дальнейшее его повышение снизило урожайность у сорта Серпантин до 5,61 т/га, или на 12,3%, у сорта Лидер до 5,86 т/га, или на 15,3%.

Повышение содержания общего азота в надземных органах растений у сорта Хазар от 2,49 до 3,29% увеличило урожайность до 7,49 т/га, а дальнейшее его повышение до 3,60% снизило урожайность до 7,12 т/га, или на 4,9%.

По данным, приведённым на рис. 2, был установлен оптимальный уровень содержания общего азота в надземных органах растений в фазе кушения для получения максимальной урожайности у сортов Серпантин, Хазар и Лидер, равный  $2,88 \pm 0,12$ ;  $3,51 \pm 0,16$  и  $3,00 \pm 0,17\%$  от сухой массы, соответственно. Указанные оптимальные уровни содержания общего азота в надземных органах растений в фазе кушения были определены при внесении  $N_{90}$  для сортов Серпантин и Лидер и  $N_{120}$  для сорта Хазар.

С повышением содержания общего азота в надземных органах растений в фазе кушения у исследуемых сортов урожайность увеличивалась по сравнению с контролем за счёт роста числа продуктивных стеблей на единице площади посева и массы зерна с растения. Так, число продуктивных стеблей возросло по сравнению с контролем у сортов Серпантин, Хазар и Лидер на 9,7 – 21,1; 23,9 – 48,4 и 46,3 – 63,3, а масса зерна – на 34,3 – 50,0; 25,0 – 41,6 и 5,8 – 29,4%, соответственно. Таким образом, при повышении содержания общего азота в надземных органах растений в фазе кушения урожайность увеличивалась у сорта Серпантин в основном за счёт повышения массы зерна с растения, у сорта Хазар примерно в равной мере за счёт роста обоих показателей, у сорта Лидер в основном за счёт увеличения числа продуктивных стеблей на единице площади посева.

**Выводы.** С повышением дозы азотного удобрения прямо пропорционально увеличилось содержание общего азота в надземных органах растений. Наибольшее содержание общего азота в надземных органах растений было отмечено у сорта Хазар при дозе азота 150 кг д.в./га, а наименьшее – у сорта Серпантин. Максимальная урожайность была получена при оптимальном уровне содержания общего азота в надземных органах растений, который был равен у Серпантина, Хазара и Лидера  $2,88 \pm 0,12$ ;  $3,51 \pm 0,16$  и  $3,00 \pm 0,17\%$  от сухой массы, соответственно.

Между содержанием общего азота в надземных органах растений в фазе кушения и урожайностью установлена у сортов Серпантин и Лидер криволинейная зависимость в виде параболы с высоким корреляционным отношением, а у Хазара – прямолинейная зависимость с высоким коэффициентом корреляции.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алешин Е.П., Алешин Н.Е. Рис. – М., 1993. – 504 с.
2. Алешин Е.П., Тур Н.С. Влияние азота на интенсивность кушения и урожайность риса // Труды/ВНИИ риса – 1971. Вып. 1. С. 50-53.
3. Воробьев Н.В., Скаженник М.А., Ковалев В.С. К физиологическому обоснованию моделей сортов риса. – Краснодар: б.и., 2001. – 119 с.

*Материал поступил в редакцию 27.01.05*

#### ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОБЩЕГО АЗОТА В НАДЗЕМНЫХ ОРГАНАХ РАСТЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ РИСА

В.Н. Чижиков, В.В. Андрусенко

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

## **РЕЗЮМЕ**

В условиях полевого опыта по изменению общего азота в надземных органах растений в фазе кущения и урожайности зерна показана реакция сортов Серпантин, Хазар и Лидер. Установлены оптимальные уровни содержания общего азота в надземных органах растений в фазе кущения, при которых у сортов Серпантин, Хазар и Лидер была получена максимальная урожайность.

## **INFLUENCE OF TOTAL NITROGEN CONTENT IN ABOVE GROUND ORGANS OF PLANTS ON RICE YIELD**

V.N. Chizhikov, V.V. Andrusenko  
All-Russian Rice Research Institute

## **SUMMARY**

Under the conditions of field test on change of total nitrogen in above ground organs of plants during tillering stage and grain yield reaction of varieties Serpantin, Khazar and Lider is shown. Optimum levels of total nitrogen content are determined in above ground organs of plants during tillering stage, at which maximum yield was received for varieties Serpantin, Khazar and Lider.

**ПРИМЕНЕНИЕ ФИТОРЕГУЛЯТОРОВ – ПУТЬ К ВОССТАНОВЛЕНИЮ  
ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН РИСА\***

М.А. Ладатко, аспирант, Т.Г. Мазур, к.с.-х.н., Н.Н. Малышева, к.с.-х.н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Образцы, составляющие мировую коллекцию Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства им. Н.И. Вавилова (ВИР) и коллекцию ВНИИ риса – это исходный материал для создания новых сортов риса. Однако уже после двух лет хранения в лабораторных условиях происходит потеря всхожести семян. Поэтому новая их репродукция передается в Кубанский генетический банк семян (КГБС), насчитывающий 9411 сортообразцов риса, в том числе 3187 составляют коллекцию ВНИИ риса. Из-за недостаточного финансирования КГБС не в состоянии в полной мере соблюдать технологический режим, необходимый для сохранения жизнеспособности накопленного генофонда. Поэтому случалось, что после 15-17 лет хранения семена резко теряли всхожесть (до 1-50%). За последние 4 года для восстановления жизнеспособности семян во ВНИИ риса из КГБС поступило 1836 коллекционных сортообразцов, из которых удалось репродуцировать только 71,5%. Вот почему разработка приемов повышения всхожести семян является весьма актуальной.

Как известно, растительная клетка воспринимает разнообразные химические стимулы и реагирует на них. Так, изменение концентрации сахаров во флоэмном токе, олигомерные сахара, индолилуксусная кислота, брассиностероиды и др. вызывают физиологическую реакцию. Среди этого довольно обширного списка химических веществ можно выделить гормоны растений. Фитогормоны регулируют жизнь каждого растения на всех ее этапах, начиная от формирования семени и заканчивая старением и отмиранием. Все фитогормоны имеют общие свойства: они синтезируются в самом растении и являются высокоэффективными регуляторами физиологических программ. Они способны воздействовать при крайне низких концентрациях ( $10^{-5}$ - $10^{-12}$  М) благодаря высокой чувствительности к ним растительных клеток. С помощью фитогормонов одни типы клеток и тканей растений регулируют физиологические процессы в других типах клеток и тканей [1]. Однако, учитывая то обстоятельство, что их промышленное производство экономически не целесообразно, практического применения фитогормоны не получили. На смену им пришли фиторегуляторы – экзогенные синтетические и природные органические соединения, способные влиять на жизненные процессы растений, не оказывая в используемых концентрациях токсического воздействия [2].

**Цель исследования.** Подобрать в лабораторных условиях фиторегуляторы, способные восстановить всхожесть семян; определить их оптимальные концентрации и выяснить целесообразность сочетания препаратов для повышения их эффективности.

**Материал и методы.** Для исследования были отобраны сорта риса Вевель и Лиман селекции ВНИИ риса с 30 и 94-процентной всхожестью, соответственно. Опыты проводили с 3-х и 4-кратной повторностью. Использовали фиторегуляторы – альбит, эмистим и экост 1ГФ. Семена обрабатывали препаратами в заданных концентрациях влажно-сухим способом (2,0% увлажнения). Контролем служили семена, обработанные дистиллированной водой. Энергия прорастания, всхожесть, длина корешка и стебелька, а также массу проростков определяли по методике ВНИИ риса [3, 4].

**Результаты.** В ходе предыдущих исследований процесса восстановления всхожести семян на 15 сортообразцах (всхожесть 1-8%) нами были испытаны гиббереллин (0,001%)

---

\* Работа поддержана грантом РФФИ № 03-04-96720

и раствор Мурасиге и Скуго. В результате оказалось, что вышеупомянутые физиологически активные вещества не оказывали существенного влияния на прорастание зерновок. Поэтому работы по восстановлению всхожести маложизнеспособных семян были продолжены с применением новых, высокоэффективных фиторегуляторов широкого спектра действия, проявляющих свои свойства при очень низких концентрациях ( $10^{-5}$ - $10^{-12}$ ) [5].

Результаты исследований показали, что все испытываемые препараты положительно воздействуют на посевные качества семян риса. Однако важно отметить, что их эффективность изменяется в зависимости от применяемой дозы и используемого сорта. Так, на рисунке 1 видно, что оптимальной дозой применения альбита для повышения всхожести семян риса сорта Вевель является 50 мл/т (+ 2,0%). Увеличение же дозы до 70 мл приводит к её снижению. Измерения линейных размеров проростков позволяют сделать вывод о том, что альбит сильнее оказывает влияние на длину ростка, нежели корешка, увеличивая его на 23,6 – 27,0%. И только применение 30 мл/т обеспечивает равнозначный прирост и стебелька, и корешка, превышая контроль в среднем на 23,7%.

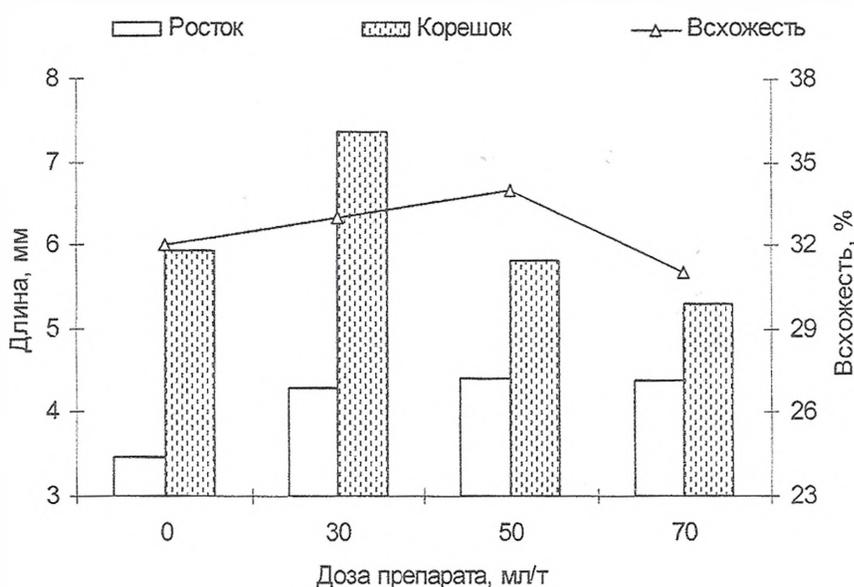


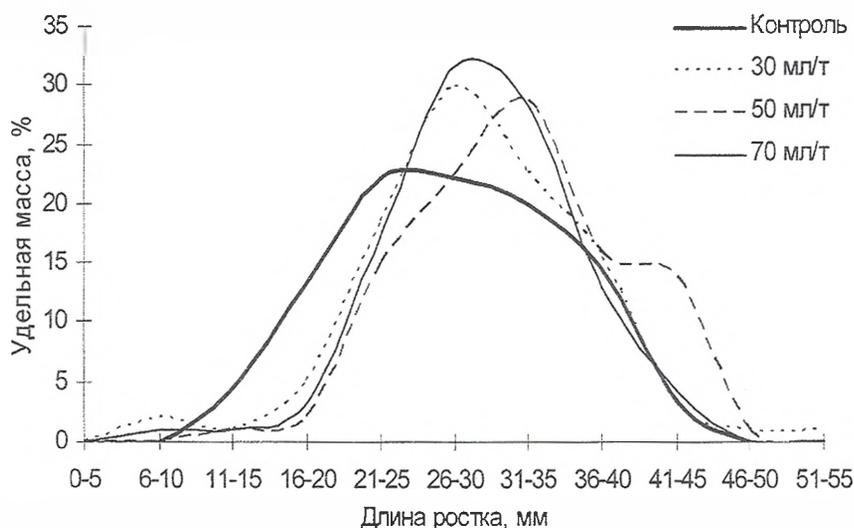
Рис. 1. Влияние альбита на длину проростков и всхожесть семян риса сорта Вевель.

Отзывчивость семян риса сорта Лиман (табл. 1) на применение альбита была почти схожей с сортом Вевель, с той лишь разницей, что использование высоких доз препарата не оказывало отрицательного эффекта, а положительное воздействие дозы 50 мл/т доминировало на всех изучаемых показателях.

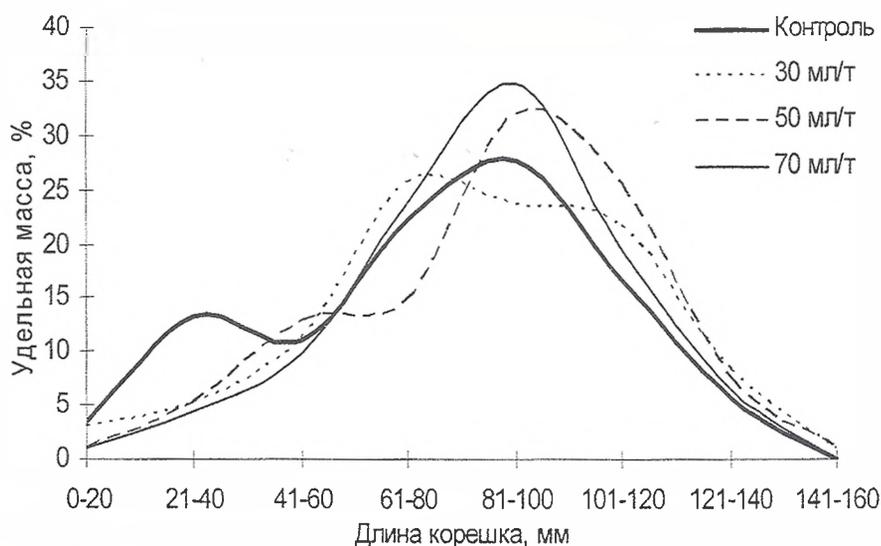
Таблица 1. Влияние альбита на посевные качества и рост проростков семян риса сорта Лиман

| Вариант           | Энергия прорастания, % | Всхожесть, % | Длина ростка, мм | Длина корешка, мм | Масса 100 шт. проростков, г |
|-------------------|------------------------|--------------|------------------|-------------------|-----------------------------|
| Контроль          | 89,8                   | 94,0         | 27,7             | 75,0              | 0,391                       |
| 30 мл/т           | 92,0                   | 94,8         | 29,5             | 83,9              | 0,398                       |
| 50 мл/т           | 93,0                   | 96,5         | 32,0             | 88,3              | 0,449                       |
| 70 мл/т           | 91,8                   | 94,5         | 29,7             | 84,6              | 0,441                       |
| НСР <sub>05</sub> | 3,0                    | 2,4          | 1,7              | 2,0               | 0,021                       |

Кривые модификационной изменчивости длины ростка и корешка (рис. 2 и 3) показали, что применение альбита увеличивает долю проростков с большей длиной. Так, при использовании дозы 50 мл/т (рис. 2) пик приходится на ростки с длиной 31-35 мм (в контроле 21-25 мм), а 30 и 70 мл – 26-30 мм. Следует отметить, что основная доля ростков была в следующих пределах: контроль – 16-40 мм, опыт – 21-45 мм. Изменчивость длины корешка (рис. 3) имела тот же характер, что и у ростка. При этом отчётливо заметно, что доза 70 мл/т сильнее увеличивает удельную массу корешков с той же длиной, что и в контроле, а применение 50 мл/т – долю корешков с большей длиной.



**Рис. 2.** Кривые модификационной изменчивости длины ростка проростков риса при обработке семян альбитом.



**Рис. 3.** Кривые модификационной изменчивости длины корешка проростков риса при обработке семян альбитом.

В опыте с эмистимом оптимальной дозой была 10 мл/т. Её применение увеличивало процент всхожих семян и линейные размеры проростков (рис. 4). Увеличение до 30 мл/т способствовало более активному росту корешка у семени. Процент всхожих семян

риса сорта Вевель от применения эмистима в дозе 10 мл/т составил 36,7%, что на 8,4% больше контроля, а по длине ростка и корешка – 26,6 и 26,3%, соответственно.

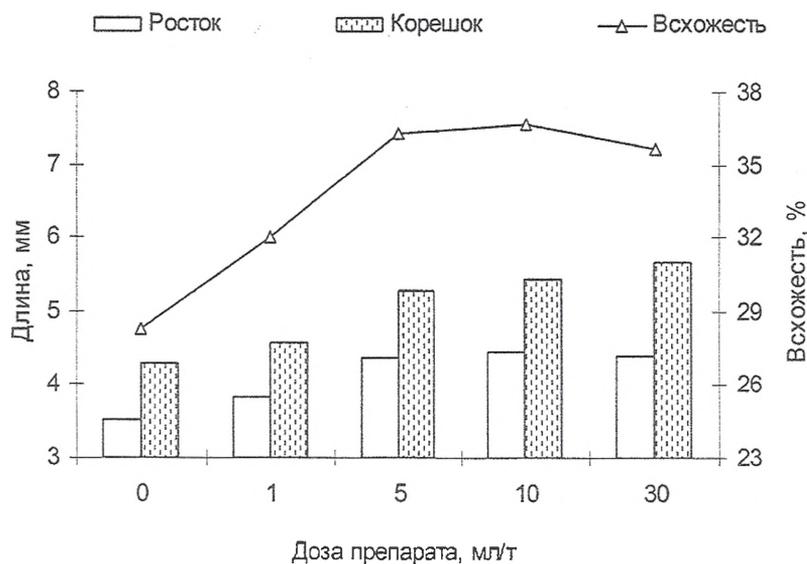


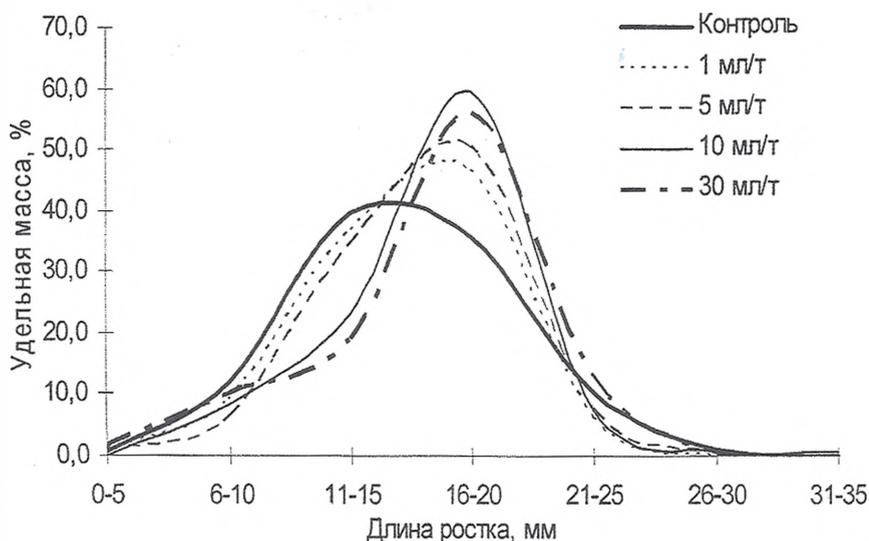
Рис. 4. Влияние эмистима на длину проростков и всхожесть семян риса сорта Вевель.

Отзывчивость семян риса сорта Лиман несколько отличалась от сорта Вевель (табл. 2). Так, увеличение лабораторной всхожести было менее интенсивным (+ 1,5 против + 8,4%), это объясняется довольно высоким её показателем, а рост проростков – более интенсивным (прирост длины ростка и корешка составил 1,6 и 5,3 мм, а на Вевеле – 0,9 и 1,4 мм), это свидетельствует о том, что более жизнеспособные семена содержат большее количество метаболитов, необходимых для начального роста [6]. В работах некоторых исследователей [7, 8] также отмечено изменение эффективности рострегулирующих веществ в зависимости от сорта и разнокачественности семян риса.

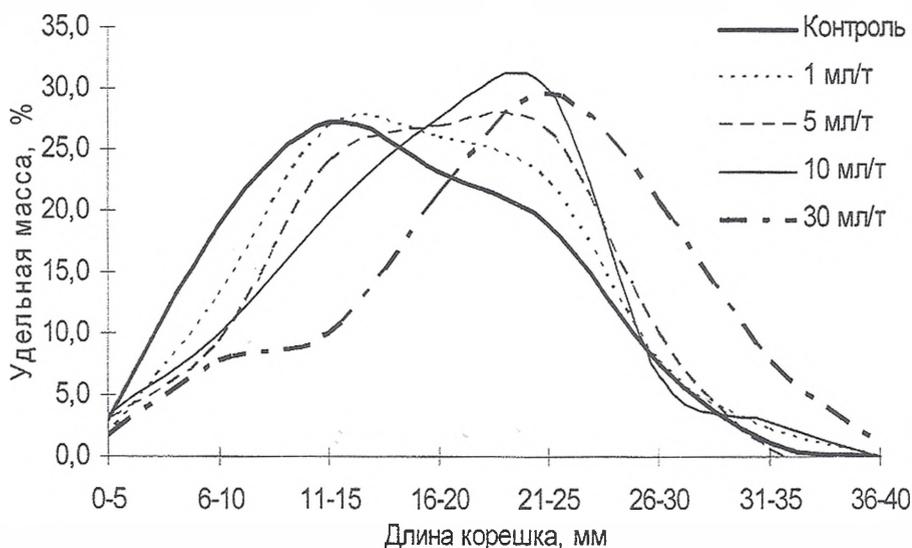
Таблица 2. Влияние эмистима на посевные качества и рост проростков семян риса сорта Лиман

| Вариант           | Энергия прорастания, % | Всхожесть, % | Длина ростка, мм | Длина корешка, мм | Масса 100 шт. проростков, г |
|-------------------|------------------------|--------------|------------------|-------------------|-----------------------------|
| Контроль          | 90,5                   | 94,8         | 15,1             | 16,1              | 0,185                       |
| 1 мл/т            | 90,8                   | 95,0         | 15,5             | 17,4              | 0,187                       |
| 5 мл/т            | 91,0                   | 96,3         | 16,3             | 17,8              | 0,202                       |
| 10 мл/т           | 91,3                   | 96,3         | 16,7             | 18,8              | 0,213                       |
| 30 мл/т           | 90,8                   | 96,0         | 16,4             | 21,4              | 0,213                       |
| НСР <sub>05</sub> | 2,8                    | 2,4          | 0,8              | 1,2               | 0,011                       |

Кривые модификационной изменчивости на рисунке 5 указывают на преимущество дозы 10 мл/т, которая увеличивает удельную массу ростков с большей длиной, уменьшая при этом – с меньшей. Такая же зависимость наблюдалась при использовании 30 мл/т эмистима. Из рисунка 6 видно преимущество дозы 30 мл/т, выразившееся в смещении модификационной кривой в сторону увеличения длины корешка. Всё это сказалось на массе проростков, которая была одинаково высокой (+ 15,1% к контролю) в вариантах с дозой эмистима 10 и 30 мл/т.



**Рис. 5.** Кривые модификационной изменчивости длины ростка проростков риса при обработке семян эμισтимом.



**Рис. 6.** Кривые модификационной изменчивости длины корешка проростков риса при обработке семян эμισтимом.

Использование экоста 1ГФ для улучшения посевных качеств семян риса выявило высокую эффективность его применения на сорте Вевель (рис. 7), в частности, использование данного препарата в дозе 5 и 10 г/т увеличивало процент всхожих семян на 9,5%. Однако целесообразнее, на наш взгляд, применять меньшую дозу, так как при этом происходит и наибольший прирост к контролю длины ростка и корешка, составляющий соответственно 18,7 и 48,7%. Дальнейшее уменьшение дозы до 1 г снижает эффективность препарата.

Совместное применение экоста 1ГФ с эμισтимом (рис. 8) показало, что лучшим сочетанием является использование препаратов по схеме: 1 г/т + 1 мл/т. В результате чего всхожесть семян по отношению к контролю увеличивается на 8,0%, длина ростка — на 13,6%, а корешка

– 30,2%. Увеличение доз препаратов не только повышает затраты, но и снижает эффективность смеси по таким показателям, как всхожесть семян и длина корешка.

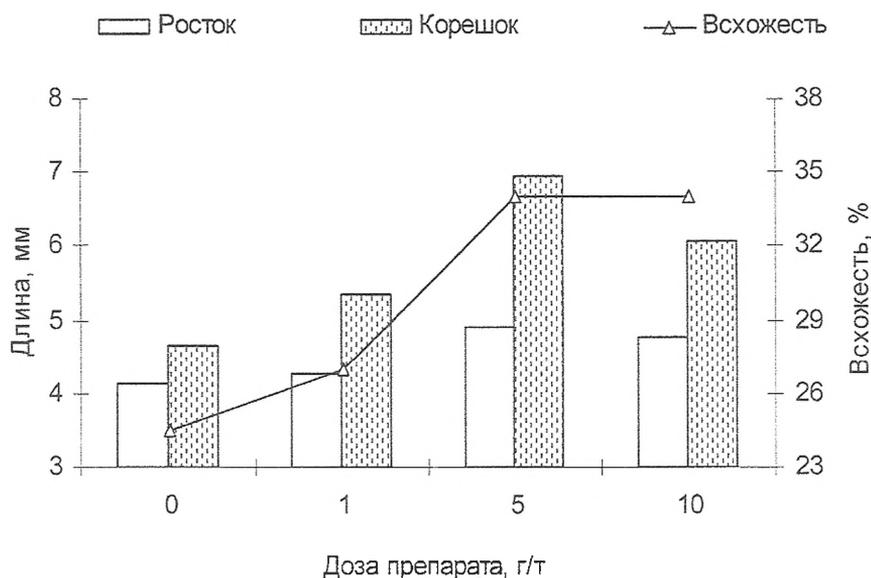


Рис. 7. Влияние экоста 1ГФ на длину проростков и всхожесть семян риса сорта Вевель.

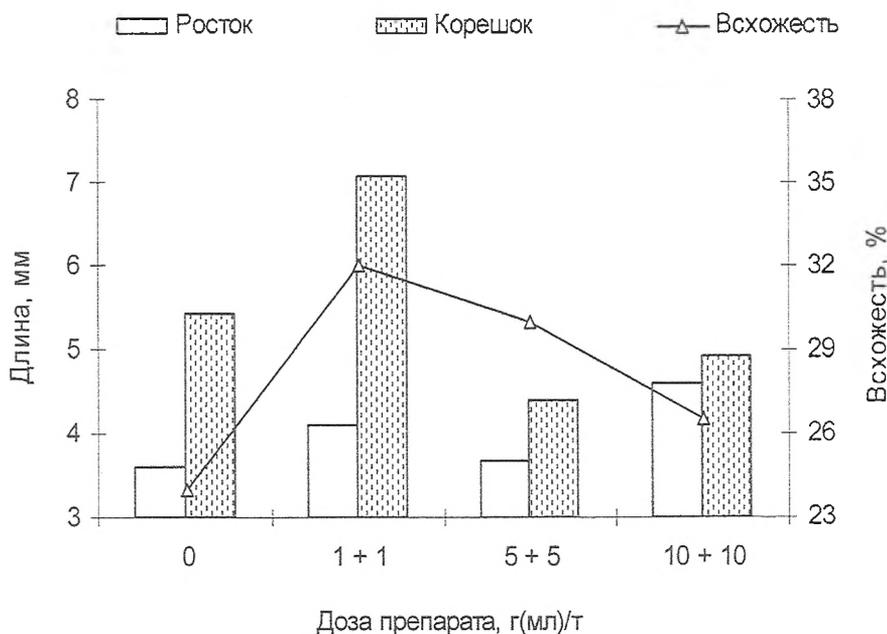


Рис. 8. Влияние смеси экоста 1ГФ и эместима на длину проростков и всхожесть семян риса сорта Вевель.

**Выводы.** 1/. Повышение всхожести семян риса при обработке их фиторегуляторами происходит в результате положительного воздействия данного приёма на прорастание семян и рост проростков, обусловленного изменением гормонального статуса зерновки.

2/. Эффективность применяемых фиторегуляторов зависит от жизнеспособности семян и сорта, что связано с различным содержанием фитогормонов и других соединений в семенах разных сортов.

3/. Полученными данными установлено, что обработка семян риса альбитом в дозе 50 мл/т, эмистимом – 10 мл/т, экостом 1ГФ – 5 г/т и смесью препаратов эмистим (1 мл/т) + экост 1ГФ (1 г/т) способствует повышению энергии прорастания, всхожести семян, линейных размеров проростков и их массы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кулаева О.Н. Гормональная регуляция физиологических процессов у растений на уровне синтеза РНК и белка // 41-е Тимирязевское чтение. – М.: Наука, 1982. – 84 с.

2. Шевелуха В.С., Блиновский Н.К. Состояние и перспективы исследований и применения фиторегуляторов в растениеводстве // Регуляторы роста растений.- М., 1990.- С. 6-36.

3. Сметанин А.П., Дзюба В.А., Апрод А.И. Методики опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса. – Краснодар: Кн. изд-во, 1972. – 156 с.

4. Шеуджен А.Х., Алешин Н.Е., Авакян Э.Р. и др. Методика лабораторных, вегетационных и полевых опытов с микроудобрениями в рисоводстве.– Майкоп, 1994.- 36 с.

5. Ковалёв В.М., Янина М.М. Методические принципы и способы применения рострегулирующих препаратов нового поколения в растениеводстве // Аграрная Россия. – 1999. - № 1 (2). – С. 9 – 13.

6. Воробьёв Н.В. Физиологические основы прорастания семян риса и пути повышения их всхожести.– Краснодар: ООО «МС-Центр», 2003 г. – 116 с.

7. Алешин Н.Е., Барчукова А.Я., Нагорная Е.В., Бартенева Т.П. Влияние обработки семян риса регуляторами роста на интенсивность прорастания // Регуляторы роста и развития растений.- М., 1993. С. 126.

8. Ладатко А.Г., Грачева Н.П. Регулирование жизнеспособности разнокачественных семян риса // Регуляторы роста и развития растений.- М., 1999. С. 204.

*Материал поступил в редакцию 11.01.05*

#### ПРИМЕНЕНИЕ ФИТОРЕГУЛЯТОРОВ – ПУТЬ К ВОССТАНОВЛЕНИЮ ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН РИСА

М.А. Ладатко, Т.Г. Мазур, Н.Н. Малышева

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

#### РЕЗЮМЕ

Приведены данные лабораторных опытов, указывающие на эффективность применения фиторегуляторов в качестве препаратов, обеспечивающих увеличение линейных размеров проростков и повышение всхожести семян (даже с низкой жизнеспособностью). Определены оптимальные дозы их применения.

#### APPLICATION OF PHYTOREGULATORS IS THE WAY TO RESTORATION OF RICE SEEDS GERMINATION

M.A. Ladatko, T.G. Mazur, N.N. Malysheva

All-Russian Rice Research Institute

#### SUMMARY

The data of laboratory experiments indicating efficiency of phytohormones application as preparations providing increase of the linear dimensions of seeds growing and germination even with low viability received. Optimum doses of their using are determined.

УДК 631.8:633.18

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ «РИСОВОЕ» И АКВАРИНА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ РИСА

Н.В. Шамрай, Р.С. Шарифуллин, к. с.-х. н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

А.А. Салтанов\*

директор ООО «Чибий»

Без питания растений, сбалансированного по макро- и микроэлементам, невозможно получение высоких стабильных урожаев риса. Удобрения должны не только восполнять общий недостаток в почве элементов питания, необходимых для формирования высокого урожая, но и устранять несоответствие между естественно складывающимися темпами мобилизации элементов питания в почве и потребностью в них риса в течение периода вегетации [1,4].

Учитывая запросы рисоводов, Буйский химический завод разработал и производит серию новых удобрений, в том числе органоминеральное удобрение (ОМУ) и Акварин. ОМУ «Рисовое» изготавливается на основе торфа и содержит (%): азота – 7,8, фосфора – 10,9, калия – 8,4, а также включает в себя цинк – 0,8, молибден – 0,05 и магний – 1,4; Акварин-5 – полностью водно-растворимое комплексное минеральное удобрение, в его состав входит (%): азот – 18, фосфор – 18, калий – 18, магний – 2, сера – 1,5, железо – 0,054, цинк – 0,014, медь – 0,01, марганец – 0,042, молибден – 0,004 и бор – 0,02.

**Цель исследования.** Определить влияние различных доз ОМУ в сочетании с Акварин-5 на продуктивность риса на фоне минеральных удобрений в условиях полевого опыта

**Материал и методика.** Исследования проводили на ОПУ ВНИИ риса в 2002-2004 годах. Почва – лугово-черноземная тяжелосуглинистая слабосолонцеватая. Она характеризуется следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 3,2%, общего азота – 0,22%, фосфора – 0,20%, калия – 2,3%, легкогидролизуемого азота – 5,6 мг/100 г почвы, подвижных соединений фосфора и калия (по Чирикову) – 5,8 и 19,9 мг/100 г почвы.

Предшественник – «Рис после пара». Повторность опыта – шестикратная. Площадь делянки – 25 м<sup>2</sup> (5х5).

Посев в опытах проводили элитными семенами сорта Рапан селекционной сеялкой. Норма высева – 7 млн. всхожих зерен на гектар. Минеральные удобрения – карбамид (N-46,4% д.в.), простой суперфосфат (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- 26% д.в.), хлористый калий (K<sub>2</sub>O -60% д.в.) и ОМУ вносили в основной прием в дозах согласно схеме опыта. Часть дозы азота вносили в подкормку. Внекорневую подкормку Акварин-5 производили в фазу кущения риса.

Агротехника в опытах соответствовала рекомендациям ВНИИ риса [2].

Статистическую обработку полученных результатов проводили дисперсионным методом [3]. Данные урожайности приведены к стандартным показателям (14%-влажность, 100% - чистоты).

**Результаты исследований.** Проведенными исследованиями (опыт 1) установлено, что урожайность риса во всех вариантах, где применялось ОМУ, была выше, чем у контроля (табл. 1). При дозах ОМУ 50 и 100 кг/га окупаемость каждого внесенного килограмма удобрения зерном составляла 7-9 кг, в то время как при дальнейшем повышении доз ОМУ окупаемость снижалась до 6,7-4,7 кг зерна.

\* А.А. Салтанов – региональный представитель Буйского химического завода на юге России, тел.: (861) 252-32-31, 252-35-37.

Связано это, видимо, с тем, что ОМУ в дозах 50-100 кг/га восполняет дефицит микроэлементов и уменьшает недостаток их в почве. Дальнейшее увеличение дозы ОМУ становится менее эффективным.

**Таблица 1.** Влияние различных доз ОМУ на урожайность риса (опыт 1)

| Вариант                 | Урожайность, т/га | Прибавка к контролю, т/га |
|-------------------------|-------------------|---------------------------|
| Контроль(без удобрений) | 4,07              | –                         |
| ОМУ – 50 кг/га          | 4,42              | 0,35                      |
| ОМУ – 100 кг/га         | 4,96              | 0,89                      |
| ОМУ – 150 кг/га         | 5,08              | 1,01                      |
| ОМУ – 200 кг/га         | 5,18              | 1,12                      |
| ОМУ – 250 кг/га         | 5,45              | 1,38                      |
| ОМУ – 300 кг/га         | 5,49              | 1,42                      |
| НСР <sub>05</sub>       | 0, 234            |                           |

В опыте 2 установлено, что применение ОМУ в сочетании с некорневой подкормкой Акварин-5 обеспечило урожайность 8,23 т/га (табл. 2).

**Таблица 2.** Урожайность и показатели экономической эффективности в зависимости от применения ОМУ в сочетании с минеральными удобрениями и Акварином-5 (опыт 2)

| Вариант   | Урожайность, т/га | Прибавка |      | Условно чистый доход, руб./га | На единицу затрат, руб. |
|---|-------------------|----------|------|-------------------------------|-------------------------|
|   |                   | т/га     | %    |                               |                         |
| Контроль (без удобрений)                                  | 4,94              | –        | –    | –                             | –                       |
| Стандарт N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>45</sub> | 7,33              | 2,39     | 44,8 | 5427                          | 2,02                    |
| N <sub>150</sub> +ОМУ 50 кг/га                            | 7,68              | 2,74     | 35,6 | 8460                          | 3,19                    |
| N <sub>150</sub> +ОМУ 50 кг/га+ Акварин 5кг/га            | 8,23              | 3,61     | 42,2 | 11754                         | 3,62                    |
| НСР <sub>05</sub>   | 0, 462            |          |      |                               |                         |

Внесение ОМУ совместно с азотным удобрением обеспечило прибавку урожайности 0,35 т/га по сравнению с вариантами, где применялось полное минеральное удобрение (N<sub>150</sub>P<sub>60</sub>K<sub>45</sub>). Дальнейшее увеличение урожайности получено в варианте, где ОМУ в количестве 50 кг вносили на фоне 150 кг азота, и в течение вегетации проведена внекорневая подкормка растений Акварином-5 в дозе 5 кг/га. Данный вариант является наиболее экономически выгодным: условно чистый доход составил 11754 руб./га, а окупаемость затрат – 3,62.

**Выводы.** 1/. Органоминеральное удобрение (ОМУ) обладает удобрительной ценностью. Дозы ОМУ от 50 до 300 кг/га увеличивают урожайность соответственно от 0,35 до 1,42 т/га.

2/. Наиболее эффективным является применение азотного удобрения (N<sub>150</sub>) совместно с ОМУ 50 кг/га и обработкой вегетирующего риса в фазу кушения Акварином -5 (5 кг/га).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алешин Е.П., Конохова В.П. Краткий справочник рисовода. – М.:Агропромиздат, 1986. – 253с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1973. – С. 231-288.
3. Практическое руководство по интенсивной технологии возделывания риса в Краснодарском крае. – Краснодар, 1986. – 37с.
4. Шеуджен А.Х., Кизинек С.В. Удобрение риса.- Майкоп, 2004. – 148с.

*Материал поступил в редакцию 26.01.05*

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ «РИСОВОЕ» И АКВАРИНА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ РИСА

Н.В.Шамрай, Р.С.Шарифуллин  
Всероссийский научно-исследовательский институт риса  
А.А.Салтанов  
ООО «Чибий»

## РЕЗЮМЕ

Определено влияние различных доз ОМУ «Рисовое» в сочетании с Акварином-5 на продуктивность риса в условиях полевого опыта на фоне минеральных удобрений.

## EFFICIENCY OF ORGANOMINERAL FERTILIZER “RISOVOE” AND AQUARIN DURING RICE MANAGEMENT

N.V. Shamrai, R.S. Sharifullin  
All-Russian Rice Research Institute  
A.A. Saltanov  
JSC “Chibiy”

## SUMMARY

Influence is determined of different doses of organic and mineral fertilizer “Risovoe” in combination with Aquamarine-5 on rice productivity under the conditions of field experiment on mineral fertilizers basis.

## ГИДРАВЛИКА САМОЗАРЯЖАЮЩИХСЯ СИФОННЫХ ЧЕКОВЫХ ВОДОВЫПУСКОВ С ПОДВИЖНЫМ ГРЕБНЕМ

С.А. Ольховой

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

В последние годы проводились испытания большого количества авторегуляторов уровня воды в рисовом чеке. Практического применения они так и не получили по трем причинам:

- техническая сложность конструкций и высокая стоимость устройств;
- сложность в эксплуатации;
- низкая надежность и невысокая точность поддержания изменяющегося во времени агротехнически заданного слоя воды [1,2,4].

На наш взгляд, проблема может быть успешно решена, если воспользоваться конструкцией [3], представляющей собой приставку к чековому водовыпуску в виде сифона с подвижным гребнем. По сравнению с существующими она имеет следующие преимущества:

- не требует переустройства водовыпуска;
- отличается простотой конструкции и эксплуатации;
- надежна в эксплуатации.

Однако гидравлические характеристики сифонов с подвижным гребнем в гидравлической теории изучены недостаточно.

**Цель работы.** Изучить гидравлические характеристики сифонов с подвижным гребнем с помощью простейшей гидросистемы.

**Материал и методика исследований.** Нами проведены лабораторно-гидравлические исследования модели сифона с подвижным гребнем. Лабораторная установка представляла собой два бака, по 10 л каждый, соединенных между собой гибким шлангом  $\varnothing 0,006$  м и длиной 0,83 м. С помощью установки измеряли продолжительность полного опорожнения верхнего бака при различном положении шланга (рис.): 1 – горизонтальное; 2 – шланг в точке 0 поднят на высоту 10 см; 3 – то же 20 см; 4 – то же 30 см; 5 – то же 40 см.

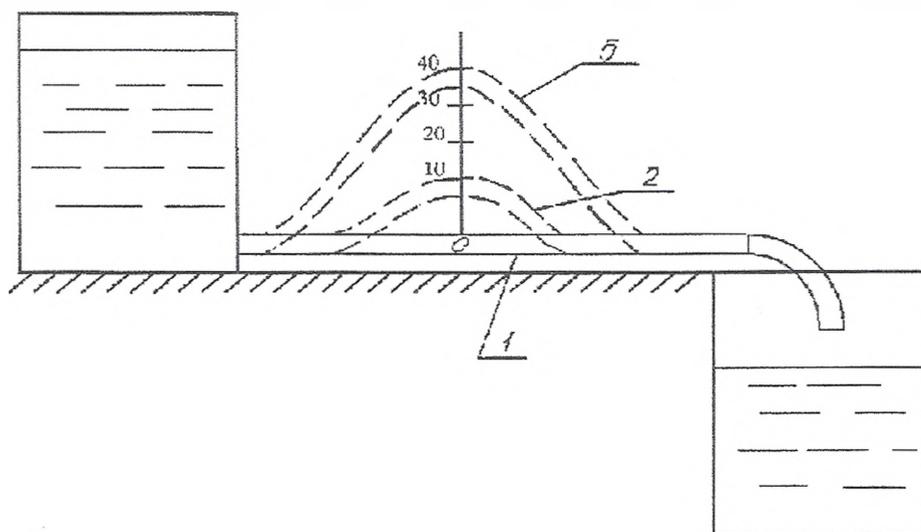


Рис. Схема испытательной гидросистемы.

Опыт проведен с трехкратной повторностью. Продолжительность опорожнения измеряли секундомером.

Особенность второй части опыта состояла в том, что в первом баке поддерживали постоянный уровень воды. При проведении опыта фиксировали время перелива заданного объема воды (10 л), поддерживая при этом во втором баке фиксированную величину уровня. Опыт также проведен с трехкратной повторностью.

Расход сифона определяли по формуле:

$$Q = \mu \omega \sqrt{2gH}, \quad (1)$$

где  $\omega$  – площадь сечения трубы сифона, м<sup>2</sup>;

$\mu$  – коэффициент расхода, определяемый опытным путем.

**Результаты.** Исследования показали, что при поддержании в сосудах постоянных горизонтов воды расход сифона оказался одинаковым для всех случаев положений его гребня, в том числе и выше уровня воды в верхнем сосуде. В том случае, когда напор уменьшался, расход (при положении гребня ниже начального уровня воды) в верхнем также был одинаковым, до  $H=h$ , затем резко уменьшался, как представлено в таблице.

**Таблица.** Влияние положения гребня на расход сифона, л/с

| Вариант            | Напор, см | Положение гребня относительно начального уровня воды в верхнем сосуде, ± см |        |        |        |        |
|--------------------|-----------|---|--------|--------|--------|--------|
|                    |           | -27   | -17    | -7     | +3     | +13    |
| Напор постоянный   | 27        | 0,0333  | 0,0317 | 0,0327 | 0,0331 | 0,0321 |
| Напор изменяющийся | 27→0      | 0,015   | 0,016  | 0,016  | 0,013  | 0,009  |

**Выводы.** 1/. При расположении гребня ниже уровня воды в оросителе  $\mu \approx \text{const}$ .

2/. При расположении гребня выше уровня воды в оросителе коэффициент расхода снижается, когда  $H \rightarrow 0$ , по зависимости:

$$\mu = \mu_0 \cdot k, \quad (2)$$

где  $k$  – поправочный коэффициент, определяемый экспериментально,  $k = 0,037$ .

$$\mu = 0,037 \mu_0$$

Иными словами, подъем гребня сифонного гидроавтомата на 1 см снижает коэффициент расхода в 0,037 раза.

3/. При работе сифона, когда идет наполнение чека водой, его гребень под влиянием поплавка будет подниматься, однако автомат продолжит работать до тех пор, пока горизонты воды в оросителе и чеке не выровняются. Для того, чтобы автомат прекратил подачу воды после достижения в чеке заданного уровня, в его гребне необходимо устроить клапан для разрядки сифона.

4/. Чтобы в период первоначального затопления рисового чека автомат начал работать при минимальном горизонте воды в оросителе, поплавков следует поместить в приемок ниже поверхности рисового чека.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кибальников С.В. Автоматизация рисовых оросительных систем. – М.: Агропромиздат, 1985. – 109 с.
2. Коваленко П.И. Автоматизация мелиоративных систем. – М.: Колос, 1983. – 301 с.

3. Попов В.А. Регулирование грунтовых вод на рисовых системах. – Краснодар: Краснодарское книжное издательство, 1983. – 96 с.

4. Тумаян В.И. Гидравлика сифонных водосбросов. – М.: Госэнергоиздат, 1949. – 120 с.

*Материал поступил в редакцию 10.01.05*

## **ГИДРАВЛИКА САМОЗАРЯЖАЮЩИХСЯ СИФОННЫХ ЧЕКОВЫХ ВОДОВЫПУСКОВ С ПОДВИЖНЫМ ГРЕБНЕМ**

С.А. Ольховой

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

### **РЕЗЮМЕ**

Представлены результаты гидравлических исследований характеристик сифонов с подвижным гребнем и влияние положения гребня на расход и коэффициент расхода. Приведены теоретические и прикладные данные, описывающие процессы, происходящие в сифоне гидроавтомата.

## **HYDRAULICS OF SELF CHARGING SIPHON PLOT WATER OUTPUTS WITH MOVABLE RIDGE**

S.A. Olkhovoi

All-Russian Rice Research Institute

### **SUMMARY**

Results of hydraulic researches are shown of characteristics of siphons with movable ridge and influence of ridge position on expenditure and expenditure coefficient. Theoretical and applied data are given, which describe processes, taking place in siphon of hydro automat.

**ЗАКОН УБЫВАЮЩЕЙ ОТДАЧИ ЗАТРАТ: ФИЗИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ И ПРИЛОЖЕНИЕ К ЗАДАЧАМ РИСОВОДСТВА**

В.А. Попов, д. т. н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

От земледельцев-практиков нередко можно услышать суждение: “Каждая последующая прибавка урожая достигается с большими затратами, чем предыдущая”. В науке эта мысль представлено в виде закона убывающей отдачи затрат [1]. Из него следует, что существует “потолок” урожайности, превышение которого технологическими методами экономически не целесообразно. Другими словами, в условиях рыночной экономики производству нужен не рекордный урожай любой ценой, а высокая прибыль, без которой расширенное воспроизводство невозможно. [5].

Закон убывающей отдачи затрат (ЗУОЗ) не имеет математического выражения, поэтому в практической земледелии его не используют для количественных прогнозов, оценок и расчетов, в частности, для определения экономически выгодной урожайности. Автор настоящей статьи сделана попытка математического оформления этого закона, ведь, по словам Г. Галилея, «законы природы написаны на языке математики».

Прежде всего установим границы корректности его использования, и, в первую очередь, лимитирующего фактора Ю. Либиха (в отечественной литературе он известен как закон минимума, оптимума и максимума). Согласно нему урожай  $Y$  в интервале изменения фактора  $\Phi$  от 0 до оптимума повышается от 0 до максимума ( $Y_{\text{макс}}$ ), а затем с его увеличением снижается до 0. Из этого вытекает, что ЗУОЗ может существовать, по определению, только в пределах  $\Phi_0$ - $\Phi_{\text{опт}}$ , так как при  $\Phi > \Phi_{\text{опт}}$  прибавки урожайности в силу действия закона максимума быть не может, она, наоборот, понижается.

Как известно, Ю. Либих не представил свой закон в виде функции  $Y = f(\Phi)$ , что затрудняет его количественное исследование. Если предположить, что связь ( $Y = k\Phi$ ) линейная, то ЗУОЗ в этом случае не имеет права на существование, так как затраты на каждую последующую прибавку урожая на отрезке  $0 \dots Y_{\text{макс}}$  не увеличиваются, а оказываются одинаковыми:  $\Delta Y_1 / \Delta \Phi_1 = \Delta Y_2 / \Delta \Phi_2 = \dots = \Delta Y_n / \Delta \Phi_n$ , что противоречит определению закона.

Противоречит определению и представление связи в виде параболы, как это предлагает Н.С. Лебедев [1], так как она не имеет точки перегиба, в связи с чем ЗУОЗ вступает в действие уже с нуля затрат, что противостоит естественности, так как затраты в начальный момент не могут быть не рентабельными.

Нами доказано [2], что закон лимитирующего фактора описывает дифференциальное уравнение Гаусса:

$$Y_{\Phi} / Y_{\text{п}} = e^{-4,5(\Phi_0 - 1)^2}, \quad (1)$$

где  $Y_{\Phi}$  – урожайность при наличии лимитирующего фактора;

$Y_{\text{п}}$  – потенциальная эколого-генетическая урожайность;

$\Phi_0$  – количественное выражение фактора (в долях от оптимального, при котором получен наивысший урожай,  $Y_{\text{макс}}$ ).

В отличие от параболы кривая Гаусса (рис. 1) имеет точку перегиба В. Очевидно, что ЗУОЗ существует именно в интервале  $\Phi(B; Y_{\text{макс}})$ , так как только в нем кривая урожайности отклоняется вправо от касательной к точке В, что свидетельствует о снижении темпов роста урожая и, как следствие, увеличении последующих затрат на единицу прибавки. Установим значение ординаты точки В.

Известно, что ординату точки перегиба кривой можно получить, взяв вторую производную ее уравнения. В нашем случае  $Y'' \approx 0,75$ . Таким образом, приходим к выводу: най-

высшую отдачу затрат (3) дает урожай, равный  $0,75Y_{\text{макс}}$ , дальнейшее увеличение которого снижает ее.

Для лучшего понимания физической природы исследуемых законов на рисунке 1 в безразмерных координатах и в предположении пропорционального изменения  $\Phi_0$  и  $Z_0$  представлены две кривые – (1) и (2), первая построена с использованием уравнения (1), вторая – уравнения (2), предложенного нами:

$$D_0 = 2 \cdot Z_0 \sqrt{1 - Z_0^2}, \quad (2)$$

где  $D_0$  – чистый доход на единицу продукции (в долях от дохода, полученного при максимальной урожайности);

$Z_0$  – затраты производства.

Как видно из рисунка, кривые не совпадают: вершина второй отклонена от первой на величину 0,25. Экономический расчет подтвердил эту закономерность: максимальная урожайность 5,9 т/га получена при норме азота 120 кг/га ( $N_{\text{опт}}$ ), а максимальный чистый доход на единицу продукции и минимальные затраты при дозе  $0,75N_{\text{опт}}=90$  кг/га (табл.).

**Таблица.** Влияние доз азота на величину урожая, затрат производства и чистого дохода (сорт лиман, затраты в ценах 2002 г.)

| Показатель                                     | Азот, кг/га |         |         |         |         |         |
|--|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|  | 0           | 30      | 60      | 90      | 120     | 150     |
| Урожайность [6], ц/га                          | 44,5        | 48,0    | 51,2    | 55,4    | 58,9    | 55,7    |
| Стоимость риса, рублей                         | 14858,6     | 16027,2 | 17095,7 | 18498,1 | 19666,7 | 18598,2 |
| Затраты [7], рублей                            |             |         |         |         |         |         |
| – базовые (обработка, планировка, полив. уход) | 11458       | 11458   | 11458   | 11758   | 12458   | 12708   |
| – удобрения                                    | 0           | 355,7   | 693,0   | 1039,5  | 1386,0  | 1732,5  |
| – уборка и сушка зерна                         | 1773,9      | 2233,0  | 2598,6  | 2831,1  | 2995,3  | 2833,6  |
| Итого затрат:                                  |             |         |         |         |         |         |
| – всего  | 13231,9     | 14046,7 | 14749,6 | 15628,6 | 16839,3 | 17274,1 |
| – на единицу продукции                         | 297,3       | 292,6   | 288,1   | 282,1   | 285,9   | 310,1   |
| Чистый доход:                                  |             |         |         |         |         |         |
| – всего  | 1626,7      | 1980,5  | 2346,1  | 2869,5  | 2828,4  | 1324,1  |
| – на единицу продукции                         | 36,55       | 41,26   | 45,80   | 51,80   | 48,0    | 23,77   |

Одним из важнейших экономических показателей эффективности сельскохозяйственного производства является величина экономически выгодного урожая, при котором получают наивысшую прибыль за счет снижения материальных и энергетических ресурсов. Как установлено выше, ее можно определить по формуле:

$$Y_{\text{жк}} = 0,75Y_{\text{п}} \quad (3)$$

Однако воспользоваться этим уравнением нельзя, так как в нем не известна величина  $Y_{\text{п}}$ , которая по закону Ю. Либиха формируется при оптимуме всех факторов жизни, а создать такие условия в лаборатории сложно. К сожалению, проблема определения потенциально возможного урожая  $Y_{\text{п}}$  теоретическим путем до сих пор не решена, хотя такие попытки исследователями неоднократно предпринимались. Их критический обзор изложен в нашей статье [2]. Не останавливаясь на нем, приведем предложенное нами (на примере культуры риса) уравнение для определения  $Y_{\text{п}}$ . Оно вытекает из положения о том, что уровень урожайности при оптимуме удобрений и влаги детерминируется градиентом упругости водяного пара в атмосфере, являющегося энергетическим фактором испарения и, как следствие, транспирации – ключевого звена продукционного процесса [3]:

$$Y_n = \alpha (E - E_0), \text{ т/га}, \quad (4)$$

где  $E$  – потенциал испаряемости климата, под которым понимается количество воды, которое может испариться с открытой водной поверхности за вегетационный период, мм;

$E_0$  – порог испаряемости, ниже которого посевы не формируют хозяйственно полезный урожай, так как не могут завершить свой жизненный цикл, мм;

$\alpha$  – биологический эквивалент испаряемости, связанный с продукционным процессом растений.

При среднемноголетней величине  $(E - E_0) = 408,4$  мм за вегетационный период (120 дней) потенциальная урожайность риса в Краснодарском крае составит 8,4 т/га, а экономически выгодная – 6,4 т/га.

Подставляя (4) в (3), в итоге получим:

$$Y_{\text{эк}} = 0,75 \alpha (E - E_0), \text{ т/га} \quad (5)$$

В уравнения (4) и (5) входит показатель  $\alpha$ , величина которого, в отличие от других ( $E$  и  $E_0$ ), является регулируемой с помощью различных агроприемов (планировка и обработка почвы, режим орошения, внесение структурообразователей, оптимальные сроки выполнения работ и другое). Их биологический эффект проявляется в том, что, способствуя сохранению и доступности почвенных факторов жизни (в первую очередь удобрений, воды, кислорода и тепла), они усиливают интенсивность биологического испарения, повышая тем самым эффективность продукционного процесса.

В настоящее время величина  $\alpha$  в производстве не превышает 0,01, на госсортоучастках она возрастает до 0,015 т/га·мм. В будущем, с повышением инженерного уровня и при переходе на “точное” земледелие, она может быть доведена до 0,020-0,025 т/га·мм.

В связи с тем, что перечисленные агроприемы выполняют энерго- и интеллектуально вооруженные рисоводы, можно предположить, что урожайность зависит не только от количества факторов жизни, но и от количества работников в комплексном производственном звене. Статистический анализ подтвердил это предположение.

Для исследования взяли 12 рисоводческих хозяйств, входящих в систему межгосударственного объединения “Рис”. Статистические показатели их деятельности взяты за период, когда хозяйства практически полностью были обеспечены удобрениями, гербицидами, горючим и техникой (1991-92 годы). Стояла задача: установить влияние количества работников, прямо или косвенно занятых в производстве риса, на урожайность и прибыль из расчета на одного человека.

Анализ показал (рис. 2), что урожайность риса с увеличением численности работников неограниченно возрастает до 7 т/га, однако максимальная прибыль получена при более низкой урожайности (6,2 т/га) и наличии в комплексном звене квалифицированных работников в количестве 12 человек на 100 га.

В заключение аналитического и статистического анализов уточним: экономический расчет (см. табл. ) выполнен без учета стоимости затрат на подачу оросительной воды (они в настоящее время оплачиваются за счет средств федерального и краевого бюджетов). Нетрудно подсчитать, что после введения в действие закона о платном водопользовании и лимитировании водозабора (стоимость воды, забранной за пределами лимита, увеличивается в 5 раз), возделывание средне- и среднепозднеспелых сортов, отзывчивых на азот, который удлиняет вегетационный и поливной периоды на 12-14 дней и более [4], может оказаться экономически не выгодным.

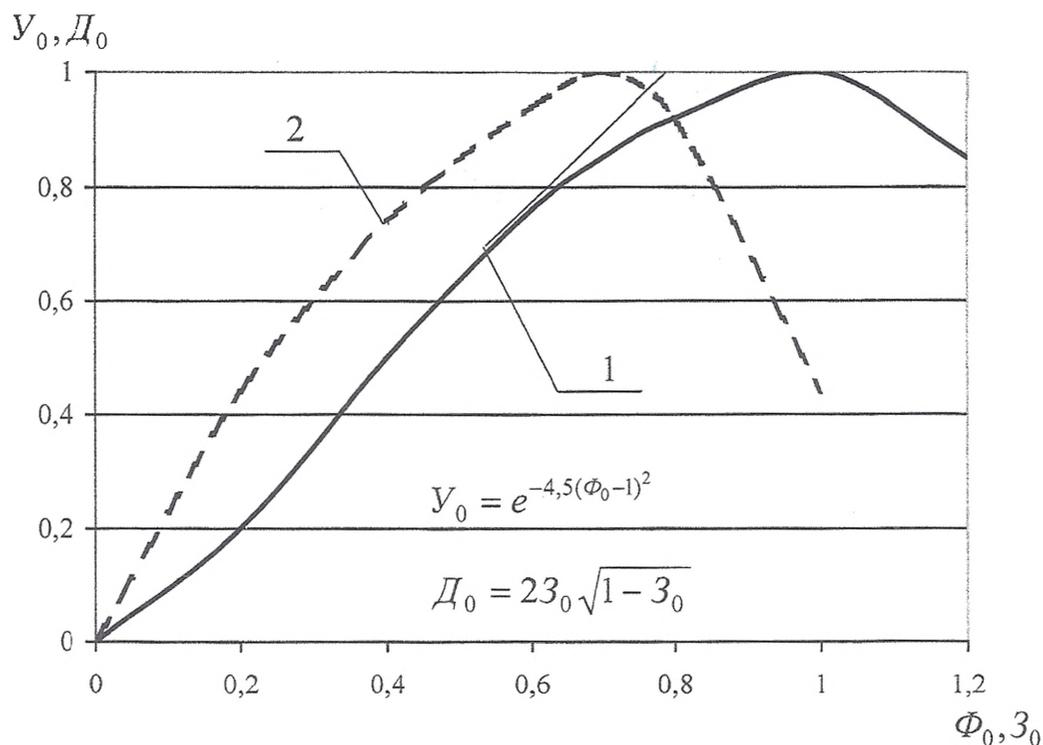


Рис. 1. Графоаналитическое представление законов лимитирующего фактора (1) и убывающей отдачи затрат (2)

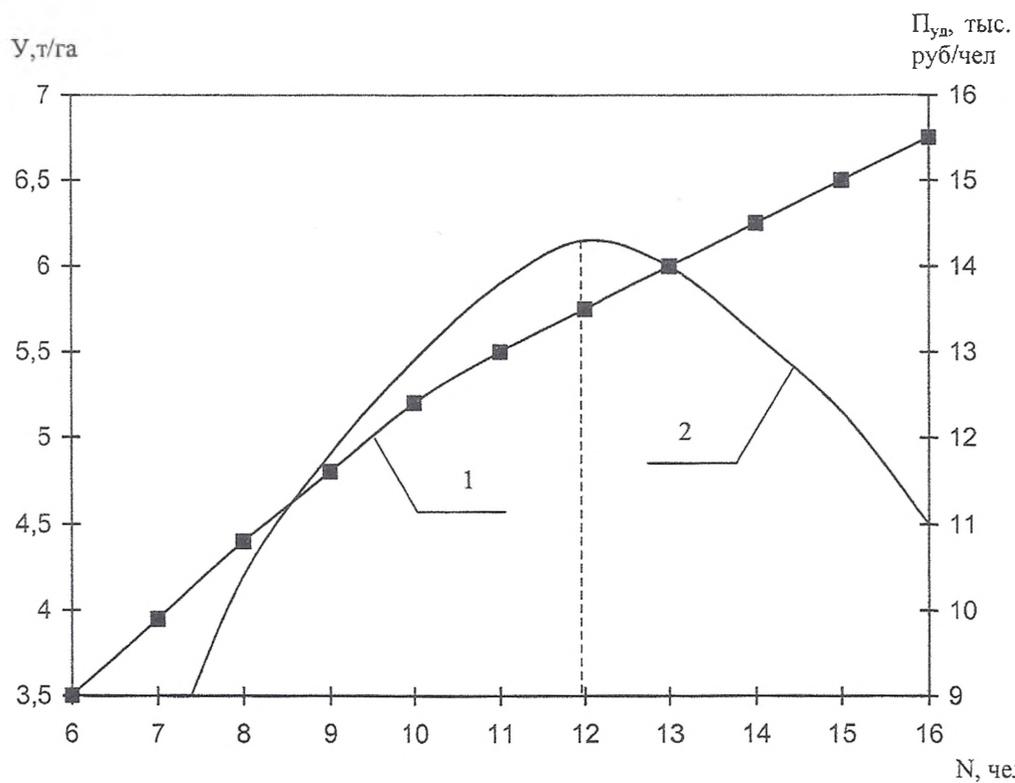


Рис. 2. Зависимость урожайности риса (1) и производства продукции на 1 человека (2) от количества энерго- и интеллектуально вооруженных работников комплексного звена рисоводов в расчете на 100 га

**Выводы.** 1/. Математическое оформление закона убывающей отдачи затрат в виде уравнений (1-5) позволяет моделировать процесс его действия. Экономически выгодный уровень урожайности в сложившихся социально-экономических условиях России составляет 6-6,5 т/га.

2/. Установлено, что внедрение в производство технологий или сортов интенсивного типа, затраты на реализацию потенциала которых ведут к снижению прибыли, не целесообразно.

3/. Одной из важных задач аграрной науки представляется разработка энергосберегающих, экономически оправданных технологий путем использования дешевых (в том числе, отходов промышленности) удобрений, скороспелых сортов, автоматизации орошения и многих других.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лебедев Н.С. Закон лимитирующего фактора: применение в земледелии // Земледелие. - 1994. - №6. - С.9-11.

2. Попов В.А. Математическое выражение закона лимитирующего фактора и его приложение к задачам мелиоративного земледелия // Мелиорация и водное хозяйство. - 1997. - №6. - С.28-34.

3. Попов В.А. Эколого-биологические аспекты программирования урожаев // Вестник РАСХН. - 2003. - №1. - С. 35.

4. Попов В.А., Квасинин Л.Д. Регламентирующая роль транспирации и слоя воды в реакциях риса на возрастающие дозы минеральных удобрений // Рисоводство. - 2002. - №3. - С.61-66.

5. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь – справочник – М.: Мысль, 1990. – С.167.

6. Чижиков В.Н. Продуктивность новых сортов риса в зависимости от уровня азотного питания // Рисоводство. - 2002. - №1. - С.54-58.

7. Mikkelsen, D.S. Nitrogen fertilization for maximum rice yields // Rice production school. - 1975. - P.14-16.

*Материал поступил в редакцию 14.03.05*

#### ЗАКОН УБЫВАЮЩЕЙ ОТДАЧИ ЗАТРАТ: ФИЗИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ И ПРИЛОЖЕНИЕ К ЗАДАЧАМ РИСОВОДСТВА

В.А. Попов

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

#### РЕЗЮМЕ

На основе методов математической физики и статистики установлены границы корректности применения и дано количественное (математическое) представление закона убывающей отдачи затрат, произведена его идентификация, показавшая высокую корреляцию результатов теоретических и экономических расчетов.

#### LAW OF DECREASING EXPENSES RETURN: PHYSICAL ESSENCE AND APPLICATION TO RICE PRODUCTION TASKS

V.A. Popov

All-Russian Rice Research Institute

#### SUMMARY

On the basis of mathematical physics methods and statistics correctness limits are determined and quantitative (mathematical) conception of law of decreasing expenses return is given, identification is made, which showed high convergence of results of theoretical and economic calculations.

## **НОВЫЕ ГЕРБИЦИДЫ КОМПАНИИ БАСФ – НА ЗАЩИТЕ ПОСЕВОВ РИСА**

**А.С. Мырзин, к.с.-х.н., В.К. Сапелкин, к.с.-х.н.**

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

**В.В. Прокопенко, к.с.-х.н.**

РГПЗ «Красноармейский» им. А.И.Майстренко

**Ю.В. Шиленко, к.б.н.**

ЗАО БАСФ

Основными засорителями посевов риса в РФ являются виды ежовников, виды клубнекамышья, виды частухи, монохория Корсакова и др. В Краснодарском крае в борьбе с ежовниками рисоводы широко используют глубокий (25-27 см) слой воды [1,2]. Однако этот способ имеет ряд недостатков, а именно: расход оросительной воды возрастает на 15-20%, норма высева семян – на 25-30%, создаются благоприятные условия для интенсивного развития водорослей, вредителей проростков и всходов риса, на части площадей наблюдается изреживание посевов. После гибели ежовников возникает проблема отвода воды из чеков. В этой связи способ борьбы с ежовниками, основанный на применении глубокого слоя воды на посевах риса, не может быть альтернативой применению гербицидов.

В 2004 году площадь посевов риса в Краснодарском крае составила 100,1 тыс.га; противозлаковые гербициды были применены на 21,7 тыс.га, гербициды против осоковых и широколистных сорняков – на 85,2 тыс.га. В дальнейшем, с учетом фитосанитарного состояния рисовых полей, объемы применения противозлаковых гербицидов будут возрастать, использование препаратов против сорняков болотной экологической группы будет на уровне 90-95% посевных площадей риса.

Рисоводам Кубани хорошо знакомы гербициды компании БАСФ – фацет, базагран, базагран М и 2М-4Х [3]. С 2005 года из ассортимента гербицидов исключен фацет (д.в. квинкlorак), внесенный в «Список...» в 1993 году. На смену ему в 2004 году зарегистрирован новый противозлаковый гербицид системного действия аура плюс. Его действующее вещество – клефоксидим (75 г/л) – быстро проникает в растения (главным образом через листья, а также через корни), поступает в меристемные ткани, где блокирует синтез липидов. Сорняки погибают в течение 10-20 суток. Рабочая жидкость его – стойкая эмульсия, не требующая постоянного перемешивания. Оптимальная норма расхода препарата при обработке ежовников в возрасте 2-3 листьев – 1,5-2,0 л/га, 4-5 листьев – 1,8-2,3 л/га. Обработка проводится по влажной почве или при слое воды до 5 см. В течение 24 часов после обработки на поле создается слой воды в 2/3 высоты растений ежовников. Оптимальная температура воздуха во время обработки 18-24°C.

Проведенными во ВНИИ риса исследованиями подтверждена высокая биологическая и хозяйственная эффективность гербицида аура плюс. Так, в мелкоделяночных опытах 1998-1999 годов при норме расхода гербицида 2,7 л/га гибель ежовников при обработке их в возрасте 3-5 листьев составила 98,8%, а величина сохраненного урожая – 1,7 т/га.

С 2002 года компания БАСФ приступила к производству гербицида базагран Р, предназначенного для борьбы с сорняками болотной экологической группы вместо широко применявшегося базаграна М. Соотношение двух действующих веществ в этом препарате – бентазон (200 г/л) + МЦПА (250 г/л) – подобрано так, чтобы повысить биологическую эффективность нового гербицида, усилив системное действие для более эффективного уничтожения подземной части болотных сорняков (корневища, клубни, столоны). Сроки применения базаграна Р против монохории Корсакова – фаза розетки, клубнекамышья - 4-7 листьев у сорняка (наиболее уязвимы растения в возрасте 4-5 листьев). Обработка проводится по слою воды не более 5 см. После обработки слой воды 5-10 см удерживается.

живается в течение 10 суток. Оптимальная температура воздуха во время обработки - 20-26°C. Норма расхода препарата – 2,0 – 3,0 л/га.

Высокая биологическая и экономическая эффективность гербицидов аура плюс и базагран Р отмечена не только в мелкоделяночных опытах (ВНИИ риса), но и в широких производственных испытаниях, проведенных в ряде рисосеющих хозяйств края (РГПЗ «Красноармейский» им. А.И. Майстренко (табл.1), СХПК «Марьянский», АО «Славянское»).

**Таблица 1.** Биологическая и экономическая эффективность гербицидов компании БАСФ на посевах риса в РГПЗ «Красноармейский» им. А.И. Майстренко (2002-2004 гг.)

| Вариант                           | Биологическая эффективность, % | Урожайность, т/га | Величина сохраненного урожая |      | Стоимость сохраненного урожая, руб./га | Затраты на гербициды и их внесение, руб./га | Чистый доход, руб./га |
|-----------------------------------|--------------------------------|-------------------|------------------------------|------|--|---|-----------------------|
|                                   |                                |                   | т/га                         | %    |  |   |                       |
| Ежовники (возраст 2-3 листа)      |                                |                   |                              |      |  |   |                       |
| Контроль (без обработки)          | 88,0*                          | 5,10              | –                            | –    | –                                      | –   | –                     |
| Фацет 1,8 л/га                    | 95,0                           | 6,80              | 1,70                         | 33,3 | 7650                                   | 2380  | 5270                  |
| Аура Плюс 2,0 л/га                | 97,5                           | 7,00              | 1,90                         | 37,3 | 8550                                   | 2736  | 5814                  |
| Клубнекамыш (возраст 5-7 листьев) |                                |                   |                              |      |  |   |                       |
| Контроль (без обработки)          | 78,0*                          | 4,80              | –                            | –    | –                                      | –   | –                     |
| Базагран М 3,0 л/га               | 94,0                           | 6,05              | 1,25                         | 26,0 | 5625                                   | 605**                                       | 5020                  |
| Базагран Р 3,0 л/га               | 97,0                           | 6,25              | 1,45                         | 30,2 | 6525                                   | 605**                                       | 5920                  |

\* Число растений сорняков, шт./м<sup>2</sup>

\*\* Затраты с учетом государственных субсидий на гербициды

Данные, представленные в таблице, свидетельствуют о высокой биологической и экономической эффективности применения гербицидов аура плюс и базагран Р на посевах риса.

Учитывая сложное экономическое положение многих рисосеющих хозяйств Российской Федерации, компания БАСФ изыскала возможность в 2005 году снизить цену на гербицид аура плюс (по сравнению с 2004 г.) на 20%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Агарков В.Д., Касьянов А.И. Теория и практика химической защиты посевов риса. – Краснодар: Советская Кубань, 2000. – 336 с.
2. Система мероприятий по защите посевов риса от вредителей болезней и сорняков в Краснодарском крае. – Краснодар, 2000. – 31 с.
3. Сапелкин В.К., Прокопенко В.В., Шевченко В.И., Горбанец В.И., Шиленко Ю.В. Гербициды концерна БАСФ на защите посевов риса. - Рисоводство. – 2002 – №1 – с. 96-100.

*Материал поступил в редакцию 03.03.05*

#### НОВЫЕ ГЕРБИЦИДЫ КОМПАНИИ БАСФ – НА ЗАЩИТЕ ПОСЕВОВ РИСА

А.С.Мырзин, В.К.Сапелкин,  
 Всероссийский научно- исследовательский институт риса  
 В.В.Прокопенко,  
 РГПЗ «Красноармейский» им. А.И.Майстренко  
 Ю.В.Шиленко,  
 ЗАО БАСФ

## РЕЗЮМЕ

Установлена сравнительная биологическая и хозяйственная эффективность в борьбе с сорняками на посевах риса новых гербицидов компании БАСФ аура плюс и базагран Р.

## NEW HERBICIDES OF BASF COMPANY AT RICE CROPS PROTECTION

A.S. Myurzin, V.K.Sapelkin

All-Russian Rice Research Institute

V.V. Prokopenko

RGPZ «Krasnoarmeisky» by mane of A.I. Maistrenko

Yu. V. Shilenko

JSC BASF

## SUMMARY

Comparative biological and productional efficiency of new herbicides by JSC BASF Aura plus and Bazagran R was determined on rice crops during weed control.