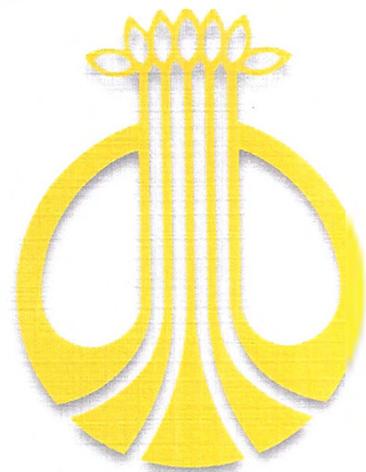


ISSN 1684-2464



# РИСОВОДСТВО RICE GROWING



7 / 2005

Научный журнал

Учрежден  
государственным научным учреждением  
Всероссийским научно-исследовательским  
институтом риса  
Российской академии сельскохозяйственных наук

7/2005

# РИСОВОДСТВО

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Издается с 2002 г.

Выходит два раза в год

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

## СОДЕРЖАНИЕ

Национальный проект «Развитие АПК».....	3 ✓
<i>Гордеев А.В.</i> «Правительству России надо защищать отечественный рынок!» .....	5
<i>Гончарова Ю.К.</i> Использование культуры пыльников в селекции риса в Китае. Обзор.....	8
<i>Шпак Д.В., Судин В.М.</i> Экологическая оценка сортов риса в условиях юга Украины.....	13 ✓
<i>Гончарова Ю.К., Иванов А.Н., Кладь Р.П.</i> Вариабельность содержания хлорофилла у коллекционных образцов риса при воздействии стрессовых факторов.....	16
<i>Зеленский Г.Л., Бегун И.И., Зеленский А.Г.</i> Реакция форм риса с эректоидными листьями на загущение .....	21
<i>Воробьев Н.В., Скаженник М.А.</i> Физиологические основы повышения урожайности сортов риса.....	26
<i>Ладатко Н.А., Воробьев Н.В.</i> Накопление пластидных пигментов в листьях риса в зависимости от засоления и уровня азотного питания.....	33
<i>Зеленская О.В.</i> Длиннозерные формы риса с окрашенным перикарпом в условиях Краснодарского края.....	42 ✓
<i>Давиденко Е.А., Авакян Э.Р.</i> Изучение содержания липидов (сырых жиров) и витамина В <sub>2</sub> (рибофлавина) в зерне сортов риса с окрашенным и неокрашенным перикарпом .....	45

<i>Авакян Э.Р., Кумейко Т.Б., Ольховая К.К.</i> Биохимические признаки сортообразцов риса, различающихся по устойчивости к пирикулярриозу .....	47
<i>Шевцов В.В.</i> Урожайность риса и посевные качества семян при использовании комплексных удобрений .....	52
<i>Ладатко В.А., Ладатко А.Г.</i> Влияние Флавобактерина и минеральных удобрений на посевные качества репродукционных семян риса .....	55
<i>Бондарева Т.Н., Дмитренко Н.Н., Шеуджен А.Х., Онищенко Л.М.</i> Влияние марганца и воздушно-теплового обогрева семян риса на потребление и вынос элементов минерального питания растениями .....	63
<i>Туманьян Н.Г., Сорочинская Е.М., Власов В.Г., Лоточникова Т.Н., Машонина О.А., Киселева Н.Н.</i> Оценка глубины залегания белка в зерновках сортов риса .....	74
<i>Досеева О.А., Ткаченко Ю.А.</i> Распространение засоленных почв и почвенные процессы в условиях засоления рисовых оросительных систем. Обзор .....	79
<i>Гуторова О.А., Ладатко А.Г., Черниченко И.Д., Суетов В.П.</i> Морфогенетические изменения аллювиальной луговой почвы, длительно используемой под посевы риса .....	85
<i>Коровянский А.Г., Гершунина В.Я., Агарков В.Д.</i> Этапы органогенеза как критерий оптимальных сроков применения гербицидов на основе солей 2М–4М в посевах риса .....	91
<i>Ладатко М.А., Лоточникова Т.Н.</i> Влияние эмистина на урожайность и качество риса .....	95
<i>Ладатко А.Г., Земнухова Л.А., Федорищева Г.А., Ковалевская В.А.</i> Получение аморфного кремнезема из лузги и соломы риса .....	100
<i>Паращенко В.Н.</i> Практические аспекты точного применения удобрений при возделывании риса по интенсивной технологии .....	106
<i>Зеленский А.Г.</i> Новый гербицид на защите риса .....	110
<i>Кутернега Н.Д.</i> Противозлаковый гербицид Кларис: эффективность и экономичность .....	112
Ресурсосберегающие технологии сева риса .....	114
Информация .....	116
<i>Александрова Н.В.</i> ВНИИ риса – среди лидеров .....	117
Правила оформления представляемых в редакцию авторских оригиналов .....	118

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КУЛЬТУРЫ ПЫЛЬНИКОВ  
В СЕЛЕКЦИИ РИСА В КИТАЕ . ОБЗОР\***

Ю.К. Гончарова, к.б.н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Сокращение времени, необходимого для создания сортов, – основное назначение получения дигамплоидов в культуре пыльников. При традиционных методах селекции для получения гомозиготных линий необходимо 5-7 поколений, с применением культуры пыльников достаточно двух. Кроме того, увеличивается эффективность селекции, так как отбор проводится в гомозиготных линиях, и фенотип полученных линий соответствует генотипу регенерантов. У растений, получаемых в культуре пыльников, легко выявляются рецессивные гены и мутации, поскольку они не перекрываются доминантными, поэтому в популяции дигамплоидов отмечается широкий размах варьирования по признакам, контролируемым рецессивными генами: хлорофилльные аномалии, высота растения, число метелок, масса 1000 зерен, время выметывания [2].

Проведенное в 1983 году сравнение эффективности применения культуры пыльников и Педигри - метода показало, что среди 200 линий, полученных при отборах в F2-F5 методом Педигри, были отобраны 2 линии, столько же линий отобрано из 17 дигамплоидных линий, полученных в культуре пыльников [4]. По продуктивности достоверных различий между ними не обнаружено, однако коэффициент вариации был ниже у дигамплоидных линий (11,9 – 14,9; 15,7- 17,2). Для эффективного отбора линий, различающихся по 10 генам, теоретически необходима популяция дигамплоидов  $2^{10}$ , но на практике признано достаточным получение 100 дигамплоидных линий одного образца [1]. Так, сорт Zhong – hua был отобран из 71 дигамплоидной линии, Zhong – hua 8 и Zhong – hua 9 из 40 линий. Благодаря использованию культуры пыльников получены также несколько стабильных линий межвидовых гибридов риса с кукурузой, сорго, бамбуком [21]. Популяции дигамплоидов нашли широкое применение в молекулярно-генетических исследованиях. Известно, что гибриды между подвидами риса имеют низкую озерненность гибридов первого поколения - обычно 26-36 %, беккроссирование позволяет ее увеличить до 50%, в культуре пыльников результаты выше – 80%.

Первые сорта получены через культуру пыльников в Китае в 1975 году. В основном для их создания использовали гибриды первого поколения. Уже к 1983 году было районировано 28 новых сортов, полученных при помощи данного метода. Среди них Xin-xiu, Wan- keng, выращиваемые на площади 300 000 и 530 000 га, соответственно [9,10]. Культура пыльников также может быть использована для создания линий, устойчивых к стрессам, путем добавления стрессора в среду. Для повышения генетического разнообразия получаемых дигамплоидных линий применяют различные мутагены в начальный период культивирования пыльников или ионизирующие излучения для обработки метелок.

Культивирование пыльников гетерозисных гибридов риса позволяет создать сорта риса с такой же продуктивностью, как исходные гибриды, и даже выше. Сорта Nan-hua 5, Nan-hua 11, Nan-hua 22, полученные из пыльцы гибридов Nan-you; Shan-hua 7701, Shan-hua 78-1791, Shan-hua 7706, Shan-hua 792, Shan-hua 793 из пыльцы Shan- you; Yin –hia из пыльцы Yin-you являются примерами таких сортов [11, 20].

**Факторы, влияющие на эффективность образования каллуса и регенерацию растений.**

*Стадия развития пыльцы и отбор материала.* НиIZEКИ и УНО впервые получили растения риса в культуре пыльников в 1968 году. Они же сообщили о том, что наибольшая эффективность получения каллусов отмечена на стадии одноядерной пыльцы.

---

\* Работа поддержана грантом РФФИ № 03-04-96852

Дальнейшее изучение показало, что частота образования каллуса на ранней одноядерной стадии – 5,6 %, в ее середине – 37,5% и 10,5% в фазу поздней одноядерной стадии. На стадии первого митоза она сохраняется на уровне 6,7 % и снижается до 0 на двух- и тетраядерной стадиях [14,15]. Необходимо по морфологическим признакам выделять метелки с наиболее высокой встречаемостью пыльцы, находящейся в середине или в конце одноядерной стадии. Обычно в методических пособиях рекомендуют отбирать метелки, у которых расстояние между флагом и вторым листом 5-7 см, или 1/3 часть метелки, оттенок цветковых чешуй должен быть светло-желтым, длина пыльников и тычиночных нитей – от 1/3 до 1/2 длины цветковых чешуй. Однако эти показатели существенно изменяются в зависимости от сорта и условий выращивания. Различаются они для главной и боковых метелок одного сорта. Отбор материала должен проводиться в утренние часы в ясную погоду. После дождя многие метелки могут быть инфицированы.

**Условия выращивания донорных растений.** Важны также условия выращивания донорных растений, причем температура, при которой они выращиваются, оказывает наибольшее влияние на индукцию каллусов и последующую регенерацию растений. Так, у растений, выращенных при 18-20<sup>0</sup>С, частота получения каллусов, регенерация зеленых растений более чем в два раза выше, а образование альбиносов ниже, чем при их выращивании при температуре 26-28<sup>0</sup>С [7].

**Генотип донорных растений.** Различная отзывчивость на культуру пыльников характерна для сортов, видов и подвидов риса. Максимальная среди культивируемого риса отмечена для глютинозного риса, далее следуют: подвид *japonica*, *japonica/indica* гибриды, *indica / indica* гибриды и подвид *indica*. Внутри подвидов различия по данному признаку также весьма значительны. Содержание и баланс эндогенных гормонов у сортов риса определяют различную их способность к регенерации [16].

У дикого риса (*Oryza perennis*) частота образования каллуса ниже, чем у культивируемого (*Oryza sativa*). Отмечено влияние цитоплазмы на частоту образования регенерантов [19]. Низкое содержание аланина в пыльниках, что характерно для сортов подвида *indica*, снижает частоту образования каллуса [8].

**Предварительная подготовка пыльников.** Предварительное содержание пыльников при низкой температуре значительно увеличивает выход зеленых растений и индукцию каллусов. Продолжительность воздействия зависит от температуры. Для сортов подвида *japonica* более эффективно воздействие температуры 5<sup>0</sup>С в течение семи дней, чем при 10<sup>0</sup>С десять дней или при 13<sup>0</sup>С десять-четырнадцать дней; для сортов подвида *indica* – 3-5<sup>0</sup>С в течение десяти дней, чем при 6-8<sup>0</sup>С десять-пятнадцать дней или при 9-10<sup>0</sup>С пятнадцать-двадцать дней. Чем выше температура, тем продолжительнее воздействие, но период действия температур также варьирует в зависимости от используемого материала. Слишком длительное воздействие низких температур приводит к снижению регенерации зеленых растений и повышению числа альбиносов. Причины положительного воздействия низких температур еще недостаточно выяснены. Предполагают, что оно стимулирует переход большинства микроспор на одноядерную стадию, и обеспечивает благоприятные условия для дальнейшего роста пыльцевых зерен, увеличивая продолжительность их жизни [12].

**Воздействие химических веществ.** При культивировании пыльников на среде, содержащей от 50- 250 мг/л колхицина, частота индукции каллусов, регенерации зеленых растений и образования диплоидов увеличиваются до 79%, без применения колхицина не превышает 53,8%. При более высокой концентрации колхицина увеличивается выход альбиносов и снижаются перечисленные ранее показатели [13].

**Среды для получения каллуса.** Для подвида риса *japonica* более эффективно использование среды №6. Наилучшие результаты получены при концентрации ионов

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KNO}_3$  35 ммоль/л и 28 ммоль/л соответственно. Среда № 5, М 8 лучшие результаты дает для сортов подвида *indica*, но концентрация ионов  $\text{NH}_4^+$  не должна превышать 3,5 ммоль/л. Для гибридов разработана среда SK<sub>3</sub>. Наилучшие результаты получены при использовании половины неорганических солей среды №6 в комбинации с органическими компонентами среды MS [17]. Для подвида *japonica* эффективно использование MS, для *indica* - ХМ-2. Необходимо отметить, что концентрация сахарозы 3% используется для индукционной среды, для регенерации растений используют ее концентрацию 6%, при более высоком ее содержании увеличивается количество альбиносов.

Для сортов подвида *japonica* используют 2,4 Д 2 мг/л. При 10 мг/л этого вещества увеличивается процент образования каллуса, но снижается частота регенерации зеленых растений, более высокая концентрация эндогенных гормонов нужна для сортов подвида *indica* [16].

**Среды для регенерации растений.** До 1984 года считалось, что для де- и редифференциации растительных тканей необходимо использовать разные среды: в первом случае используют среду для индукции каллусогенеза, во втором - среду для регенерации растений. С 1984 года стали появляться публикации о возможности прямой регенерации (применении одной среды для индукции каллусогенеза и регенерации растений). Однако частота регенерации растений была слишком низкой для применения ее в селекционной работе и использовании фенил-ацетиловой кислоты (ФАК) в культуре пыльников и ее влиянии на транспорт ауксинов (индолил-3-ацетиловой кислоты), и депрессировании 2,4 Д процесса дифференциации каллусов [11,12]. В 1992 году появилось сообщение о значительном увеличении количества регенерантов при использовании ФАК при культивировании пыльников пшеницы и овса [10]. Было отмечено, что эти свойства она проявляет только при наличии нафтален-ацетиловой кислоты. Разработкой методов прямой регенерации растений из пыльников риса занимались в КНИИР с 1994 года. Полученные результаты показали, что по частоте индукции каллуса 2,4 Д и ФАК достоверно не различались. Частота дифференциации зеленых растений была значительно выше (15,6- 46,6%) при применении ФАК, чем на среде с 2,4 Д (0 до 13, 3%). Среда М8 в сочетании с ФАК показала лучшие результаты по регенерации зеленых растений как для гибридов, так и для сортов подвигов *japonica* и *indica*.

Побеги начинают появляться на 30-40 день после высадки пыльников на среду, причем даже в темноте (образовавшиеся бледно - желтые регенеранты приобретают зеленую окраску после двух дней культивирования на свету), через 2-3 недели проростки высотой более 10 см могут быть высажены в поле. На 45-й день общая частота прямой регенерации (зеленые растения и альбиносы) составила соответственно 0,56; 1,64; 2,69%, зеленых растений 0,39; 0,92; 0,36 % для сортов подвида *indica*, *japonica* и гибрида. От общего числа регенерировавших растений частота прямой регенерации для изучаемых образцов составила 30,2; 27,3; 39,1%. Причем количество альбиносов при прямой регенерации сокращалось. Без использования ФАК прямой регенерации растений отмечено не было. Частота регенерации зеленых растений для подвида *japonica* при использовании ФАК была выше на среде М 8 в 21,6 раза ; №6 в 10,8 раза. При прямой регенерации растений среда №6 показала лучшие результаты, но концентрация ФАК оказывала значительно большее влияние. Для подвида *japonica* необходимая концентрация ФАК 10 мг/л, *indica* - 15 мг/л [3,11].

**Факторы, повышающие выход альбиносов:**

1. Высокая концентрация сахарозы, более 9%
2. Недостаток или избыток  $\text{Fe}^{2+}$  ионов

3. Высокая концентрация 2,4 D. При его концентрации 20 мг/л все получаемые регенеранты - альбиносы.

4. Высокая температура при культивировании пыльников. При температуре выше 30 °C большинство регенерантов альбиносы.

5. Содержание метелок для инокуляции пыльников при высокой температуре, 26-35 °C (за 3-5 дней до ее начала), также приводит к регенерации только альбиносов.

Каллус наиболее чувствителен к воздействию высокой температуры в первые 8 дней после инокуляции. Возможным фактором снижения выхода зеленых растений является дегенерация пластид при высоких температурах культивирования пыльников [18].

### **Генотипическая вариабельность растений, получаемых в культуре пыльников.**

Изучение возможности получения регенерантов из тканей пыльника показало, что ткани пыльника не способны к регенерации растений. В опытах все полученные при культивировании на среде растения происходят из пыльцы. Однако ткани пыльника стимулируют андрогенез и обеспечивают дополнительное питание микроспор в период дедифференциации, адсорбируя и трансформируя питательные элементы среды [2].

Гомозиготность получаемых в культуре тканей линий изучал Чен (Chen, 1986) [10]. В его опытах среди 484 растений, полученных из пыльцы гибридов первого поколения, 434 линии были гомозиготны (90%), 50 линий (10%) расщеплялись по фертильности и морфологическим признакам. Причиной появления расщепления являлись мутации, частота которых в диплоидных линиях, полученных в культуре пыльников, значительно выше. Встречаются мутации по вариации в структуре и числе хромосом. Среди растений, получаемых в культуре пыльников, встречаются диплоиды, гаплоиды, триплоиды, тетраплоиды, пентаплоиды и анеуплоиды [2]. Частота их появления варьирует в зависимости от возраста каллуса, условий культивирования и концентрации гормонов. Подвид *indica* образует больше полиплоидов 42,4%, чем гаплоидов 12,8%, диплоидов 41,1% в отличие от *japonica*. Среди анеуплоидов наиболее часто встречаются трисомии ( $2n+1$ ), дуплицированные трисомии ( $2n+1+1$ ), тетрасомии ( $2n+2$ ), моносомии ( $2n-1$ ), нуллисомии ( $2n-2$ ) [21]. Другой причиной расщепления может быть получение растений из негаплоидной пыльцы, вследствие не расхождения материнских хромосом. У растений, получаемых в культуре пыльников, отмечается широкий размах варьирования по признакам, контролируемым рецессивными генами: хлорофилльные аномалии, высота растения, число метелок, масса 1000 зерен, время выметывания [2].

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Chen C. C. *In vitro* development of plant from microspores of rice // *In Vitro*. -1977.- Vol.13.- P.484 - 489.
2. Chen C. C. & Chen C.M. Changes in chromosome number in microspore callus of rice during successive subcultures // *Can. J. Genet. Cytol.* -1980.- Vol.22.- P. 607 - 614.
3. Chen L. J., Lai P. C., Liao C. H. & Tsay H. S. Medium evaluation for rice anther culture // *Plant Tissue Culture*. - Tokyo,1982.- P. 551 - 552.
4. Chen Y., Li L. C., Wang R. E., Li S. Y., Tian W. Z. & Zeng S. W. Investigation on the induction and genetic expression of rice pollen plants // *Scientia Sinica*. -1974.- Vol.17.- P. 209 - 226.
5. Chen Y. & Li L. T. Investigation and utilization of pollen-derived haploid plants in rice and wheat // *Plant Tissue Culture*. - 1978.- P.199 - 212.
6. Chen Y., Zuo Q. X., Wang R. E. & Zhang G. H. Applications of orthogonal arrays in screening the media for anther culture of the hybrid plants between Keng and Hsien rice // *Anther Culture*, Beijing - 1978. - P. 40 - 49.
7. Chen Y., Zuo Q. X., Li L. D. and Zheng S. Green plants regenerated from isolated rice pollen grains *in vitro* and the induction factors // *Acta Genetica Sinica*. -1981.- Vol.8.- P.158 - 168.

8. Chen Y., Zuo Q. X., Li S. Y. & Qu R. D. Plant regeneration from isolated rice pollen culture and some factors affecting induction frequency // *Plant Tissue and Cell Culture*, Tokyo - 1982.- P.559 - 560.
9. Chen Y. Anther and pollen culture of rice in China // *Cell and tissue culture techniques for cereal crop improvement*, Beijing -1983.- P. 1 - 26.
10. Chen Y. Anther and pollen culture of rice // *Haploids of higher plants in vitro*. Beijing: China Academic Publishers, 1986. – P.3 - 25.
11. Chen Y. The inheritance of rice pollen plant and its application in crop improvement // *Haploids of higher plants in vitro*. – Berlin,1986.- P. 18 - 133.
12. Hu Z.H., Liang S., Huang Z. & He J.B. Improvements of the anther culture method in rice// *Anther culture*, Beijing -1978.- P. 93-98.
13. Hu Z.H., Liang S. Ways of improving the method of rice anther culture // *Acta Phytophysiological Sinica* – 1979.- Vol.5.- P. 131-139.
14. Niizeki H., K. Oono Induction of haploid rice plants from anther culture // *Proc. Japan Acad.*- 1968.- Vol.44.- P.554-557.
15. Niizeki H., Oono K. Rice plants obtained by anther culture // *Les Cultures de Tissus de Plantes*- 1971.- P. 251-257.
16. Sasaki T. Rice cultivars having a high capacity for regeneration from the anther callus, and their genealogies // *Japan. J. Breed*- 1986.- Vol. 36.- P.64-65
17. Shen J.H., Li M.F., Chen Y.Q., Zhang Z.H. Improving rice by anther culture // *Cell and tissue culture techniques for cereal crop improvement*, Beijing -1983.- P. 183-205.
18. Wang J.J., Sun J.S., Zhu Z.Q. Effects of in vitro culture conditions on the occurrence of albino seedlings derived from rice pollens // *Asta Botan. Sinica*- 1977.- Vol. 18.-P.190-199.
19. Woo S.C., Mok T., Huang C.Y. Anther culture of *Oryza sativa* L., *O. perennis* Moench hybrids // *Bot. Bull. Acad. Sci.(Taiwan)* – 1978.– Vol.19. – P. 171-178.
20. Xu S.H. The present status of rice breeding with anther culture in northern China. // *Agri. Hort.* – 1988.- Vol. 63.-P. 365-373.
21. Zhou C., Young H., Tian H., Liu Z., Yan H. *In vitro* culture unpollinated ovaries in *Oryza sativa* L. // *Haploids of higher plants in vitro* - Berlin: Springer,1986.- P.165-181.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КУЛЬТУРЫ ПЫЛЬНИКОВ В СЕЛЕКЦИИ РИСА В КИТАЕ. ОБЗОР

Ю.К. Гончарова

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

### РЕЗЮМЕ

В статье обсуждаются возможности использования культуры пыльников в селекции риса. Факторы, влияющие на эффективность образования каллуса и регенерацию растений, а также генотипическая вариабельность растений, получаемых в культуре пыльников.

## THE USE OF ANTHER CULTURE IN RICE BREEDING IN CHINA. REVIEW

Yu.K. Goncharova

All-Russian Rice Research Institute

### SUMMARY

The possibilities of anther culture use in rice-breeding are discussed in the article. The factors, influenced on the efficiency of callus formation and plant regeneration, and also genotypic plant variability, obtaining in anther culture.

**ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРОФИЛЛА  
У КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ РИСА  
ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ СТРЕССОВЫХ ФАКТОРОВ\***

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

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

В настоящее время разработано много методических подходов и параметров оценки экологической пластичности и стабильности генотипов. Существуют различные толкования этих терминов и свойств [3]. Одни авторы [5,6] под «экологической пластичностью» генотипа понимают его способность адекватно реагировать на изменяющиеся условия произрастания. Другие - как способность генотипа формировать высокий урожай хорошего качества в различных почвенно-климатических условиях, а также отзываться на улучшение агротехники возделывания и, особенно, на факторы интенсификации [7].

По А.А. Жученко, адаптивные реакции растений контролируются коадаптированными блоками генов (супергенами), которые мало подвержены разрушению в процессе селекции [2]. А.В. Кильчевский и Л.В. Хотылева считают, что общая адаптивная способность к изменениям факторов среды — сложный количественный признак, контролируемый полигенами, и включающий в себя два относительно независимых признака — стабильность и продуктивность [4]. Комбинируя эти признаки, можно отобрать сорта с высокой общей адаптивной способностью. Для разработки методов селекции сортов с высокой адаптивностью необходимо изучить механизм устойчивости коллекционных образцов при воздействии стрессовых факторов.

Почвенно-климатические условия - основные стрессоры при культивировании риса в Краснодарском крае, где в настоящее время сосредоточено 80% валового производства риса. В этом регионе подвержено засолению 25% почвенного покрова. В плавневой зоне засолено более 56 % площади [10]. Засоление значительно снижает продуктивность риса, так как нарушается метаболизм растений и изменяются фотосинтетические показатели. Разные сорта риса различаются по реакции на воздействие этого стрессового фактора. Механизм устойчивости растений риса к засолению с точки зрения генетики слабо изучен.

Исследования влияния засоления на содержание пигментов проводили и ранее, так Б. П. Строгановым [1] показано, что при засолении среды хлоропласты сохраняют высокую фотосинтетическую и фотохимическую активность, а ослабление функциональной активности фотосинтетического аппарата зависит от площади поверхности и содержания хлорофилла. Н.С. Тур и Г.П. Колесников [9] в статье, посвященной фотосинтетической продуктивности сортов риса в условиях засоления, отметили, что засоление почвы у всех сортов повышало содержание групп хлорофилла *a* и *b* во все периоды вегетативного роста в 1,2—1,5 раза. В верхних листьях у всех сортов в контроле и на засоленном фоне хлорофилла *a* и *b* содержалось больше, чем в последующих. Особенно четко это проявлялось на незасоленной почве.

По заключению А.А. Ничипоровича [8], повышенное содержание хлорофилла создает тот потенциал, который может быть использован в тех случаях, когда условия оказываются более благоприятными для фотосинтеза, чем те, при которых фотосинтетический аппарат формировался изначально.

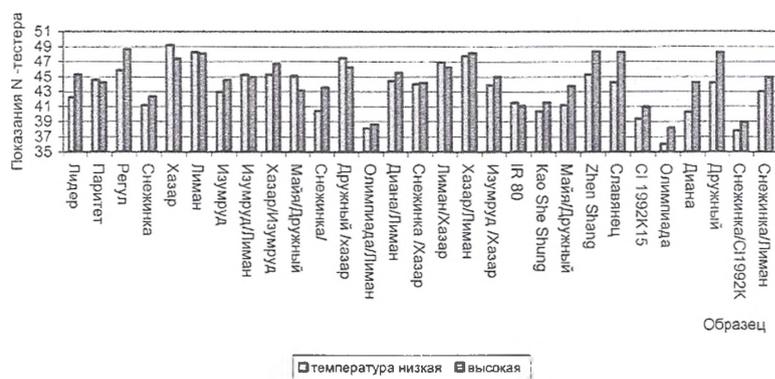
---

\* Работа поддержана грантом РФФИ № 03-04-96763

**Цель исследований.** Изучить вариабельность содержания хлорофилла у коллекционных образцов при воздействии стрессовых факторов, для разработки методов селекции сортов с высокой адаптивностью.

**Материал и методика исследований.** Устойчивость растений риса к действию засоления изучали в 2003-2005 гг. в лизиметрах на 30 сортах отечественной селекции (в анализ брали 20 растений каждого образца) и 60 коллекционных образцах, объединенных в 3 группы: солеустойчивые, холодоустойчивые, образцы с комплексом хозяйственно ценных признаков. Суммарное содержание хлорофилла измеряли при помощи прибора Chlorophyll meter (SPAD-502). Воздействие высоких температур в камерах искусственного климата на 30 сортах и 13 гибридных комбинациях при дневных температурах 25<sup>0</sup> и 35<sup>0</sup>С, ночные температуры совпадали. Для анализа брали 30 растений сорта и 20-30 для гибридных комбинаций.

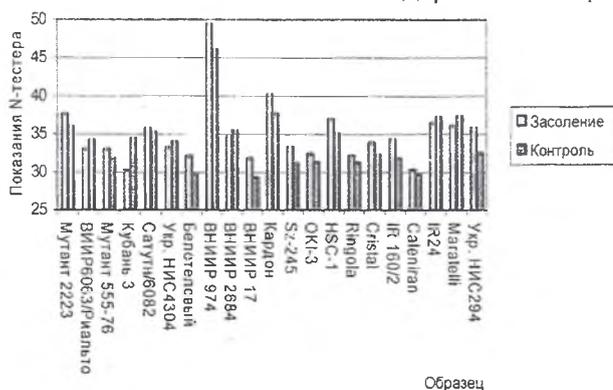
**Результаты.** Общее содержание хлорофилла у коллекционных образцов риса при воздействии высоких температур в фазу цветения показано на рисунке 1.



**Рис. 1.** Вариабельность по общему содержанию хлорофилла при воздействии высоких температур в фазу цветения у коллекционных образцов риса.

Двухфакторный дисперсионный анализ показал достоверное влияние как сорта, так и температуры на изучаемый признак. Доля влияния генотипа образца, рассчитанная по методу Плохинского, составила 89,4 % (по Лакину – 85,6 %), температуры – 3,6 %. Таким образом, определяющим фактором является генотип образца. Мы доказали влияние высокой температуры на признак содержание хлорофилла, однако механизм данного явления остался неизвестен. Для его уточнения мы провели изучение воздействия на этот признак другого стрессового фактора (засоления).

Действие фактора изучали в лизиметрах на 60 образцах, объединенных в 3 группы: солеустойчивые, холодоустойчивые, образцы с комплексом хозяйственно ценных признаков. Действие засоления было аналогичным – повышало содержание хлорофилла (рис. 2-4).



**Рис. 2.** Вариабельность по общему содержанию хлорофилла при засолении в фазу кущения у холодоустойчивых образцов

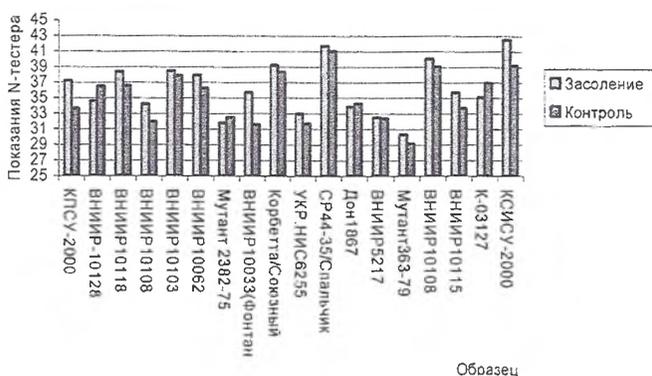


Рис. 3. Вариабельность по общему содержанию хлорофилла при засолении в фазу кушения у солеустойчивых образцов

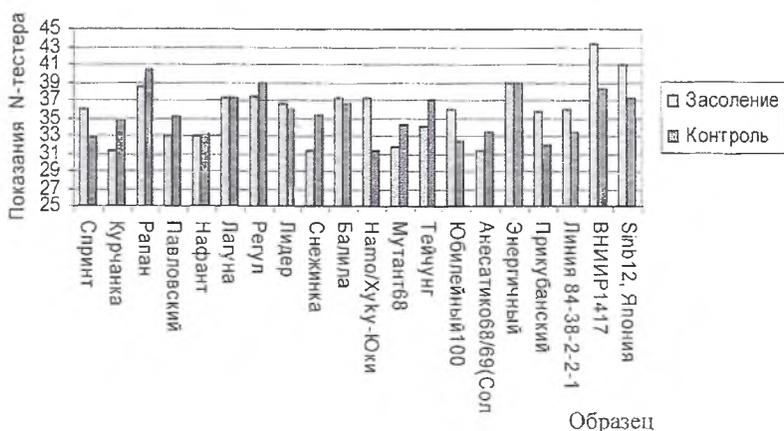


Рис. 4. Вариабельность по общему содержанию хлорофилла при засолении в фазу кушения, у образцов с комплексом хозяйственно-ценных признаков

Измерения проводили на трех фазах: начало кушения, кушение, выметывание. Изучение вариабельности по суммарному содержанию хлорофилла в коллекционных образцах в различные фазы развития при засолении показало достоверное увеличение содержания хлорофилла при воздействии стрессового фактора (табл. 1, 2).

Таблица 1. Вариабельность по суммарному содержанию хлорофилла в коллекционных образцах при засолении в различные фазы развития

Характеристика образцов	Начало кушения	Кушение		Выметывание	
		засоление	контроль	засоление	контроль
Холодоустойчивые образцы	32,22	31,83	31,51	34,86	34,06
Солеустойчивые образцы	33,98	32,69	31,93	35,88	34,80
С комплексом ценных признаков	34,87	33,02	32,22	35,50	35,68

**Таблица 2.** Результаты двухфакторного дисперсионного анализа влияния засоления на общее содержание хлорофилла у образцов риса

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-значение	F критическое
Строки	423,3677	30	14,11226	8,560247	3,61E-08	1,840871
Столбцы	15,10258	1	15,10258	9,16096	0,005039	4,170886
Погрешность	49,45742	30	1,648581			
Итого	487,9277	61				

Засоление проводили только в фазу кушение, в связи с этим действие его в фазу выметывания значительно ослабевало, но все же образцы, подвергшиеся воздействию стрессового фактора, и в последующие фазы сохраняли более высокое содержание хлорофилла. Если в первом случае более высокое значение фактора можно объяснить ускоренным прохождением фаз вегетации, то во втором полученные результаты объяснить подобным образом нельзя. Известно, что у растений с  $C_3$  типом фотосинтеза при увеличении температуры повышается темновое дыхание, что сильно отражается на чистой фиксации  $CO_2$  в течение суток. По-видимому, повышенное содержание хлорофилла - один из компенсационных механизмов, обеспечивающий гомеостатичность образца при воздействии стрессовых факторов.

**Выводы.** 1/. Во всех изучаемых группах образцов при воздействии стрессовых факторов (засоление, высокие температуры) общее содержание хлорофилла увеличивается.

2/. Повышенное содержание хлорофилла является одним из компенсационных механизмов, обеспечивающих гомеостатичность образца при воздействии стрессовых факторов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Гавриленко В.Ф., Жигалова Т.В. Большой практикум по фотосинтезу- М., 2003.- 252с.
2. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (Эколого-генетические основы). — М.: Изд-во РУДН, 2001. — 1488 с.
3. Зауралов О.А. Стратегия адаптации высших растений к неблагоприятным условиям среды // С.-х. биология. Сер. Биология растений, 2000.- №5.- С.39-44.
4. Кильчевский А.В, Хотылева Л.В. Экологическая селекция растений.- Минск, 1997.- 372 с.
5. Лайск А.Х. Применение физиологических методов при оценке селекционного материала и моделировании новых сельскохозяйственных культур.- М.,1983.-252с.
6. Марковский В.И., Васин В.И., Харитонов А.А. Расчет экологической устойчивости культур //Земледелие. - 1991. - № 12. - С. 38-40.
7. Мединец В.Д. Сократить сроки испытания сортов // Селекция и семеноводство. - 1977. - № 5. - С. 53-56.
8. Ничипорович А.А. Хлорофилл и фотосинтетическая продуктивность растений // Хлорофилл. – Минск: Наука и техника, 1974. – С.49-62.
9. 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.
10. Шеуджен А.Х., Харитонов Е.М., Бондарева Т.Н. Происхождение, распространение и история возделывания культурных растений Северного Кавказа.- Майкоп, 2001.- 602 с.

**ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРОФИЛЛА  
У КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ РИСА  
ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ СТРЕССОВЫХ ФАКТОРОВ**

Ю.К. Гончарова, А.Н. Иванов, Р.П. Кладь

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

**РЕЗЮМЕ**

Обсуждается вариабельность содержания хлорофилла у коллекционных образцов при воздействии стрессовых факторов, для разработки методов селекции сортов с высокой адаптивностью. Установлено, что повышенное содержание хлорофилла - один из компенсационных механизмов, обеспечивающий гомеостатичность образца при воздействии стрессовых факторов.

**VARIABILITY OF CHLOROPHYLL CONTENT OF RICE COLLECTION  
UNDER STRESS FACTORS INFLUENCE**

Yu.K. Goncharova, A.N. Ivanov, R.P. Klad

All-Russian Rice Research Institute

**SUMMARY**

The variability of chlorophyll content of collection samples under influence of stress factors is discussed for development of breeding methods of varieties of high adaptability. It was found that high chlorophyll content is one of the compensation mechanisms, providing homeostatisity of sample under the influence of stress factors.

УДК:633.18:633.52

## РЕАКЦИЯ ФОРМ РИСА С ЭРЕКТОИДНЫМИ ЛИСТЬЯМИ НА ЗАГУЩЕНИЕ

Г.Л. Зеленский, д.с.-х.н

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

И.И. Бегун, А.Г. Зеленский

Кубанский государственный аграрный университет

Рост растений и их продуктивность (накопление биомассы) – результат прежде всего фотосинтетической деятельности. Важным резервом повышения фотосинтетической продуктивности является оптимизация архитектоники растения, обеспечивающая лучшую освещенность листьев разных ярусов и снижающая конкуренцию растений. Это имеет большое значение, так как рост отдельных растений в посевах в значительной степени ограничен конкуренцией за солнечный свет. А в условиях орошения и при интенсивном применении удобрений солнечная радиация может быть единственным фактором, лимитирующим рост и накопление биомассы [4].

**Цель исследования.** Изучить реакцию разнотипных растений риса с эректоидными листьями на различную густоту продуктивного стеблестоя.

**Материал и методика.** Материалом для исследований послужили три формы растений риса с эректоидным расположением листьев: 1) СПу-79-96-02 – растения с плотной непонижающей метелкой, 2) СПу-78-96-02 – с рыхлой понижающей метелкой, 3) СПу-77-96-02 – с длинной рыхлой понижающей метелкой. Растения с эректоидными листьями изучали в сравнении с районированным сортом Лиман, который имеет обычное расположение листьев.

Исследования проводили в 2003 – 2004 гг. на вегетационной площадке Кубанского госагроуниверситета. Использовали методики, принятые во ВНИИ риса [3], которые уточняли в соответствии с поставленной задачей. Подготовку почвы, уход за растениями осуществляли с учетом рекомендаций по возделыванию риса, принятых для зоны.

Растения выращивали в бетонных лизиметрах при двух вариантах густоты стояния – 300 и 400 растений на 1 м<sup>2</sup>. Схема посадки: 3x7,5 и 4,5x7,5 см. Повторность – трехкратная. Перед посадкой семена предварительно проращивали в термостате при температуре 25°C в течение 7 суток, затем высаживали в лизиметры. Водный режим – укороченное затопление. Постоянный слой воды, начиная с фазы трех листьев, поддерживали на уровне 8-10 см. В фазе всходов была проведена расстановка растений в лизиметрах для формирования необходимой густоты стояния. В варианте опыта 1 (при густоте 300 растений на 1 м<sup>2</sup>) оставляли по 22 растения на 1 рядке, в варианте 2 (при 400 растениях на 1 м<sup>2</sup>) – 33 растения. В фазах кущения и выметывания измеряли высоту растений, угол отклонения листа от стебля, площадь листьев главного побега, количество продуктивных побегов к уборке.

В фазе полной спелости зерна отбирали растения для биометрического анализа. Исследуемые растения извлекали с корнем. В дальнейшем, в лабораторных условиях, измеряли длину главной метелки, число колосков фертильных и стерильных, взвешивали зерно с главной метелки, с растения и т.д. Статистическую обработку данных опыта проводили методом дисперсионного анализа [1].

**Результаты и обсуждение.** Важнейшим компонентом, определяющим продуктивность растений риса в ценозе, является густота их стояния. Она, в свою очередь, оказывает непосредственное влияние на формирование всех элементов продуктивности. Общий габитус растений, размеры и форма листовых пластинок, их ориентация относитель-

но вертикали определяют поведение фитоценоза как среды рассеивания света и обеспечения энергией всех ярусов листьев.

Программой исследований предусматривалось измерение угла отклонения листа от стебля и определение площади листовой поверхности в фазах кушения и выметывания (табл.1,2).

**Таблица 1.** Угол отклонения листа от стебля, фаза кушения, градус (2003- 2004 гг.)

Сорт, форма	Лист сверху									
	Вариант 1					Вариант 2				
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й
Лиман	5	11	24	32	46	6	12	22	39	39
СПу-79-96-02	8	9	11	14	24	7	7	9	14	20
СПу-78-96-02	6	7	11	14	17	6	7	9	11	18
СПу-77-96-02	6	7	9	12	15	6	8	9	11	14

Из таблицы видно, что угол отклонения первого листа в фазе кушения в обоих вариантах опыта у всех изучаемых растений был почти одинаковым. Разница стала заметна уже у второго листа: 2-й и последующие листья контрольного сорта Лиман отклонялись от стебля в 2-3 раза сильнее. В фазе выметывания различия были более заметны (табл.2).

По мере роста растений угол отклонения листьев от стебля меняется. Так, к фазе выметывания листья исследуемых форм были вертикальными, а у сорта Лиман угол отклонения листьев был значительно большим. Густота стояния растений как в фазе кушения, так и в фазе выметывания на угол отклонения листа от стебля не влияла.

**Таблица 2.** Угол отклонения листа от стебля, фаза выметывания, градус (2003- 2004 гг.)

Сорт, форма	Лист сверху									
	Вариант 1					Вариант 2				
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й
Лиман	27	22	26	–	–	24	18	26	–	–
СПу-79-96-02	12	12	15	17	–	11	10	14	17	–
СПу-78-96-02	10	8	10	12	–	10	8	9	11	–
СПу-77-96-02	9	8	12	13	–	10	8	12	14	15

Одним из основных показателей, характеризующих фотосинтетическую деятельность растений, является площадь листовой поверхности, от размеров которой зависят коэффициенты поглощения падающей на посев энергии солнечной радиации [5]. Многочисленные исследования показывают, что недостаточные размеры листовой поверхности в течение вегетации – одна из основных причин, препятствующих формированию оптимальной структуры посева и вызывающих слабое использование солнечной энергии [4]. Именно исходя из этого, мы определяли площадь листовой поверхности. Изучаемые формы отличались по этому признаку (табл. 3.)

**Таблица 3.** Развитие листового аппарата растений риса при различной густоте (2003 – 2004 гг.)

Сорт, форма	Площадь листьев растения, см <sup>2</sup>			
	в фазе кушения		в фазе выметывания	
	вариант 1	вариант 2	вариант 1	вариант 2
Лиман	76,6	69,3	63,4	63,9
СПу-79-96-02	69,3	72,3	107,8	113,5
СПу-78-96-02	96,3	103,6	179,6	197,4
СПу-77-96-02	89,2	93,3	133,3	150,3

Из таблицы следует, что при увеличении числа стеблей на 1 м<sup>2</sup> (2 вариант) площадь листовой поверхности у вертикальнолистных растений увеличивается. У растений контрольного сорта площадь листьев в этом случае несколько снижалась. Растения Лимана к фазе выметывания имели меньшую площадь листьев, чем в фазе кушения, по причине их последовательного отмирания. У растений с вертикальными листьями наблюдалась обратная тенденция. По мере роста растения увеличивали ассимилирующую поверхность. К фазе выметывания площадь их листьев была в 2 раза больше, чем во время кушения.

Наибольшей площадью листовой поверхности среди исследуемых форм отличались растения формы СПу-78-96-02; к фазе выметывания она достигла 197,4 см<sup>2</sup>. Это объясняется тем, что растения данной формы имеют более широкие и длинные листья. Наименьшая площадь листьев была отмечена у растений формы СПу-79-96-02, их короткие, но более широкие, чем у Лимана, листья, позволили сформировать 113,5 см<sup>2</sup> ассимилирующей поверхности. Растения формы СПу-77-96-02 заняли промежуточное положение по этому показателю.

Таким образом, все три формы формировали в 2-3 раза большую, чем у Лимана, площадь листовой поверхности. По мнению А.А. Ничипоровича, идеальный по структуре посев с достаточно большой площадью листьев сможет проводить наибольшую суммарную фотосинтетическую работу, т.е. лучше всего использовать приходящуюся на него энергию солнечной радиации [2]. В результате этого растения накапливают и больше органической массы.

Для получения высокой урожайности необходимо иметь достаточную емкость запасующих органов. У риса это свойство обеспечивается уровнем развития и оптимальным сочетанием элементов продуктивности: числа продуктивных стеблей, длины метелки, числа колосков и зерен в метелке, массы 1000 зерен, массы зерна с метелки и растения. В конечном итоге, урожайность зависит от числа продуктивных стеблей и массы зерна с метелки. Число продуктивных стеблей регулируется нормой высева. Элементы структуры метелки зависят от генотипа сорта.

Изученные нами формы риса по-разному реагировали на увеличение плотности стеблестоя (табл.4).

**Таблица 4.** Биометрические показатели растений риса в зависимости от густоты стояния (2003-2004 гг.)

Признак	Лиман		СПу-79-96-02		СПу-78-96-02		СПу-77-96-02	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Высота растений, см	80,6	80,0	67,9	68,8	90,9	89,0	91,0	91,1
Длина метелки, см	12,2	12,0	12,8	12,9	19,6	19,2	21,1	25,5
Общее количество колосков, шт	107,9	108,0	182,8	173,0	169,3	158,0	168,1	149,6
Стерильность, %	12,2	10,7	23,5	21,8	15,4	14,4	16,1	15,9
Плотность метелки	8,8	9,0	14,3	13,4	8,6	8,2	8,0	7,0
Масса зерна с метелки, г	2,16	2,17	2,28	2,12	3,05	2,85	2,89	2,73

Так, высота растений и длина главных метелок изменялась мало. Исключение - СПу-77-96-02, у которого при загущении удлинилась метелка более чем на 4 см. Индивидуальная продуктивность метелок на загущенных посевах незначительно уменьшалась (как общее количество колосков, так и масса зерна с метелки), хотя стерильность в вариантах изменялась мало. Здесь следует отметить, что наименьшей стерильностью обладает сорт Лиман. Это свидетельствует о его высоких адаптивных качествах.

Однако по общей продуктивности растения изучаемых вертикальнолистных форм превосходили сорт Лиман. Кроме того, эти растения имели большую продуктивную кустистость. Это, в конечном итоге, привело к формированию большей урожайности с единицы площади (табл. 5).

**Таблица 5.** Урожайность форм риса в зависимости от густоты стояния растений, г/м<sup>2</sup> (2003-2004 гг.)

Сорт, форма (фактор А)	2003 г		НСР <sub>05</sub> по фактору В	2004 г		НСР <sub>05</sub> по фактору В
	1*	2		1	2	
Лиман	620,8	626,6	71,28	682,7	563,1	39,27
СПу-79-96-02	1092,2	817,6		1210,2	1291,5	
СПу-78-96-02	1035,6	1019,7		1080,7	1032,7	
СПу-77-96-02	973,8	1018,4		1125,1	1360,7	
НСР <sub>05</sub> по фактору А	100,80			55,53		

\* густота растений – фактор В

Как видно из таблицы 5, формы риса с эректоидными листьями существенно превышают по урожайности сорт Лиман при обоих уровнях густоты. Максимальную урожайность (1360,7 г/м<sup>2</sup>) показала форма СПу-77-96-02 в 2004 г. при повышенной густоте - 400 растений на 1 м<sup>2</sup>.

**Выводы.** Полученные данные свидетельствуют, что продуктивность исследуемых вертикальнолистных форм при загущении не снижается. Однако их урожайность в значительной мере связана с уровнем питания и погодными условиями года. Поэтому для таких форм риса необходимо разрабатывать индивидуальную сортовую агротехнику, чтобы они показали свою максимальную продуктивность. Кроме того, эти формы являются качественно новым исходным материалом для селекции высокоурожайных сортов риса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Ничипорович А.А. КПД зеленого листа. – М.: Знание, 1964. – 45 с.
3. Сметанин А.П., Дзюба В.А., Апрод А.И. Методика опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса. – Краснодар, 1972. – 156 с.
4. Формирование урожая основных сельскохозяйственных культур / Пер. с чеш. З.К. Благовещенской. – М.: Колос, 1984. – 367с.
3. Фотосинтетическая деятельность и урожайность риса в зависимости от норм удобрений и погодных условий года./ Воробьев Н.В., Скаженник М.А., Пшеницына Т.С. // Бюл. НТИ ВНИИ риса. – Вып. 38. – Краснодар, 1989. – С.13-17.

#### РЕАКЦИЯ ФОРМ РИСА С ЭРЕКТОИДНЫМИ ЛИСТЬЯМИ НА ЗАГУЩЕНИЕ

Г.Л. Зеленский

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

И.И. Бегун, А.Г. Зеленский

Кубанский государственный аграрный университет

#### РЕЗЮМЕ

Приведены результаты изучения трех новых форм риса с эректоидными листьями. Показано, что с увеличением густоты стеблей индивидуальная продуктивность растений практически не уменьшается, а урожайность с единицы площади возрастает.

Новые формы риса являются ценным исходным материалом для селекции высокопродуктивных сортов риса.

## **RESPONSE OF RICE FORMS WITH ERECTOID LEAVES FOR THICKNESS**

G.L. Zelensky

All-Russian Rice Research Institute

I.I. Begun, A.G. Zelensky

Kuban State Agricultural University

### **SUMMARY**

The results of study of three forms of rice with erectoid leaves are given. It was shown that with increase of thickness of stems the individual plant productivity practically don't increase, but the yield from area unit increases.

New rice forms are not valuable initial stock for breeding of highly productive rice varieties.

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ  
УРОЖАЙНОСТИ СОРТОВ РИСА****Н.В. Воробьев, д.б.н., М.А. Скаженник, д.б.н.**

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Проблема повышения урожайности риса связана с совершенствованием технологии его возделывания и созданием и внедрением в производство новых высокопродуктивных сортов. Её эффективное решение затрудняется недостаточной изученностью физиологических процессов формирования урожая у растений и агрофитоценозов сортов риса.

Результаты селекции зерновых культур [4,8] показывают, что урожайность современных сортов пшеницы, ячменя повысилась главным образом за счет перераспределения продуктов фотосинтеза из вегетативных в репродуктивные органы, приведшего к увеличению доли зерна в общей биомассе посева. Однако у риса физиологические механизмы, обуславливающие повышение урожайности у новых сортов, исследованы недостаточно.

**Цель работы.** Исследовать фотосинтетические и продукционные процессы у разных по продуктивности генотипов риса на трех фонах минерального питания и на основе этого разработать морфофизиологические показатели (признаки) растений, определяющие урожайность сортов для использования их в селекции.

**Методы исследования.** Эксперименты проводили в 2002-2003 гг. в вегетационных опытах: в железобетонных резервуарах, на трех фонах минерального питания с использованием сортов Лиман, Рапан, Хазар, Лидер, Юпитер, различающихся по урожайности. Дозы удобрений приведены в таблицах. Густота всходов – 300 шт./м<sup>2</sup>. В опытах изучали параметры фотосинтетической деятельности по А.А. Ничипоровичу [6], интенсивность кущения растений, содержание неструктурных углеводов и небелкового азота в стеблях и зачаточной метелке. В фазе полной спелости риса определяли урожайность зерна и элементы её структуры.

**Результаты.** Для характеристики фотосинтетической деятельности растений в посевах А.А. Ничипоровичем [6,7] был разработан ряд показателей: индекс листовой поверхности посева (ИЛП, м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>); фотосинтетический потенциал (ФП млн. м<sup>2</sup>/га дней); чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ г/м<sup>2</sup> листьев за сутки); суточный прирост фитомассы (г/м<sup>2</sup> площади посева за сутки). Определение количественных величин этих показателей у растений в ценозах исследуемых сортов риса показало, что только последний параметр (суточный прирост фитомассы) имеет достаточно тесную прямую связь с урожайностью сортов. У остальных подобной зависимости не обнаружено.

Посевы исследуемых сортов риса значительно различались по числу плодородных побегов на единицу площади из-за неодинакового у их растений уровня кущения. В связи с этим определение площади листьев и фотосинтетического потенциала у отдельных побегов и их связи с продуктивностью метелки представляет большой практический интерес для селекции. Данные представлены в таблице 1. Как видно, побеги у сортов риса имели весьма разную площадь листьев и ФП в период созревания риса. У сортов Рапан, Хазар, Юпитер площадь листьев побега и его ФП в период созревания на оптимальном и высоком фонах минерального питания (N<sub>24</sub>P<sub>12</sub>K<sub>12</sub> и N<sub>36</sub>P<sub>18</sub>K<sub>18</sub>) были на 12-29% больше, чем у стандарта Лимана. Между площадью листьев побега в фазе цветения растений на этих фонах NPK и зерновой продуктивностью его метелки установлена высокая прямая зависимость (0,95±0,20 – 0,9±0,12). Достаточно сильная аналогичная связь установлена и между ФП побега и его продуктивностью (r = 0,88±0,20-0,94±0,14). Это свидетельствует о том, что величина листовой поверхности плодородного побега и его фотосинтетический

потенциал являются важными морфофизиологическими признаками (тестами) для оценки селекционных образцов на продуктивность.

**Таблица 1.** Фотосинтетическая деятельность отдельных побегов сортов риса на разных фонах минерального питания

Фон удобрений, г д.в. на м <sup>2</sup>	Сорт	Площадь листьев побега, см <sup>2</sup>		ФП побега, дм <sup>2</sup> /сут.	Масса побега в цветение, г	Масса зерна с метелки при полной спелости, г
		цветение	полная спелость			
N <sub>12</sub> P <sub>6</sub> K <sub>6</sub>	Лиман (st)	81,4	38,3	16,8	2,27	1,83
	Рапан	89,0	36,3	17,5	2,62	2,01
	Хазар	92,3	34,3	17,7	2,70	2,06
	Лидер	90,7	42,7	18,7	2,61	1,66
	Юпитер	101,3	39,0	19,6	2,67	2,02
N <sub>24</sub> P <sub>12</sub> K <sub>12</sub>	Лиман (st)	92,4	48,9	19,8	1,89	1,29
	Рапан	107,7	50,6	22,2	2,44	1,67
	Хазар	113,7	68,3	25,5	2,59	1,81
	Лидер	96,3	43,3	19,5	2,47	1,50
	Юпитер	113,5	70,1	25,7	2,55	1,90
N <sub>36</sub> P <sub>18</sub> K <sub>18</sub>	Лиман (st)	95,6	55,5	21,2	1,83	1,14
	Рапан	108,4	71,4	25,2	2,10	1,35
	Хазар	112,5	74,8	26,2	2,33	1,62
	Лидер	109,1	68,2	24,8	2,23	1,43
	Юпитер	113,3	75,2	26,4	2,31	1,64
НСР <sub>05</sub> вар.		—	—	—	0,11	0,07

Однако на среднем фоне питания (N<sub>12</sub>P<sub>6</sub>K<sub>6</sub>) достоверной связи между этими параметрами не установлено, что указывает на необходимость проводить оценку селекционных образцов по фотосинтетическим показателям побега на достаточно плодородных почвах с внесением оптимальных доз удобрений.

Различия в величине площади листьев и ФП побега у сортов при одинаковом числе всходов на единицу площади определяется разным уровнем кушения растений. В связи с этим процесс кушения и его роль в формировании урожая зерна у исследуемых сортов представляет большой научный интерес. Однако до настоящего времени этот вопрос у риса исследован недостаточно. Показано [1,3,6], что уровень кушения растений определяет у них число продуктивных боковых побегов. А как влияет на образование боковых побегов степень обеспеченности растений азотом и сортовые особенности? Какое воздействие оказывает уровень кушения на массу плодородных побегов и их органов - стеблей и метелок, определяющих продуктивность последних? Об этом известно мало, что не позволяет разработать оптимальные показатели кушения растений у сортов, связанных с их продуктивностью. Результаты наших исследований представлены в таблице 2.

Как видно, уровень общего кушения растений зависит от степени обеспеченности риса азотом и в меньшей степени - от сорта. На среднем фоне питания коэффициенты общего кушения растений колебались в пределах 1,6-2,2 и у трех сортов (Рапан, Хазар, Юпитер) образовавшиеся боковые побеги из-за недостатка азота вскоре отмерли, поэтому на этом фоне удобрений между величиной коэффициента общего кушения и числом плодородных побегов на м<sup>2</sup> какой-либо связи не обнаружено. На оптимальном и высоком фонах удобрений между коэффициентом кушения растений и количеством продуктивных побегов на м<sup>2</sup> установлена высокая прямая зависимость ( $r = 0,91 \pm 0,17 - 0,95 \pm 0,13$ ). Одновременно с ростом числа продуктивных побегов на м<sup>2</sup> уровень кушения растений оказывает отрицательное влияние на массу отдельного побега и его органов - стебля и метелки.

**Таблица 2.** Общее кушение растений у сортов риса на разных фонах минерального питания и его связь с числом побегов на м<sup>2</sup> и массой отдельного побега и его органов в фазе цветения растений

Фон удобрений	Сорт	Коэффициент общего кушения	Число побегов, шт./м <sup>2</sup>	Масса побега, г	Масса стебля, г	Масса метелки	
						г	её доля в массе побега, %
N <sub>12</sub> P <sub>6</sub> K <sub>6</sub>	Лиман (st)	2,2	345	2,27	1,69	0,31	13,7
	Рапан	1,9	300	2,62	1,88	0,40	15,3
	Хазар	1,6	300	2,70	1,94	0,41	15,2
	Лидер	2,1	360	2,61	1,75	0,36	13,8
	Юпитер	1,6	300	2,67	1,84	0,40	15,0
N <sub>24</sub> P <sub>12</sub> K <sub>12</sub>	Лиман	3,3	630	1,89	1,37	0,24	12,7
	Рапан	2,7	555	2,44	1,74	0,35	14,3
	Хазар	2,4	495	2,59	1,79	0,39	15,1
	Лидер	2,9	570	2,47	1,60	0,29	11,7
	Юпитер	2,4	510	2,55	1,66	0,36	14,1
N <sub>36</sub> P <sub>18</sub> K <sub>18</sub>	Лиман	3,9	705	1,83	1,28	0,21	11,5
	Рапан	3,4	630	2,10	1,43	0,27	12,9
	Хазар	2,8	600	2,33	1,58	0,33	14,2
	Лидер	3,8	660	2,23	1,36	0,27	12,1
	Юпитер	2,7	585	2,31	1,55	0,30	13,0
НСР <sub>05</sub> вар.		0,10	30	0,10	0,08	0,02	

Боковые непродуктивные побеги, не образуя дополнительного зерна, первое время развиваются за счет ассимилятов материнского побега, затем конкурируют с ним за свет и элементы минерального питания. В итоге они значительно ослабляют его рост и развитие, снижают у него массу метелки, которая тесно связана с её зерновой продуктивностью. Об этом свидетельствуют данные, представленные в таблице 2. На оптимальном и высоком фонах питания между величиной коэффициента общего кушения растений и массой побега, а также массой метелки в фазе цветения установлена сильная отрицательная зависимость ( $r = -0,86 \pm 0,22$  -  $-0,99 \pm 0,06$ ). Однако на среднем фоне питания, на котором наблюдалось невысокое кушение, а образовавшиеся побеги вскоре редуцировались, отдавая часть своих пластических веществ в материнские побеги, аналогичной отрицательной зависимости обнаружено не было.

О недостатке углеродистых соединений для формирования высокопродуктивной метелки при сильном кушении материнских растений, вероятно, можно судить по содержанию углеводов в их стеблях, которые используются в процессе образования плодоноса и налива зерновок. С целью подтверждения этого предположения определяли содержание неструктурных углеводов в стеблях в период кушение-трубкование риса у трех разных по уровню кушения сортов – Лиман, Рапан и Хазар. Результаты этого исследования приведены в таблице 3, из которой видно, что в стеблях (во влагилицах листьев) в фазе кушения, когда в них разворачиваются биохимические процессы, связанные с началом формирования метелки, содержание неструктурных углеводов у сильно кустящегося сорта Лиман значительно ниже, чем у сортов Рапан и Хазар. Пониженное содержание этих соединений в стеблях сохраняется у первого сорта и в фазе трубкования, когда происходит интенсивное образование элементов продуктивности метелки.

**Таблица 3.** Влияние уровня общего кушения растений на содержание неструктурных углеводов в стеблях сортов риса и их связь с озерненностью метелок

Фон удобрений	Сорт	Коэффициент общего кушения	Содержание углеводов в стеблях, %			Число зерен на метелке, шт.
			кушение		трубкование 10 <sup>2</sup> листьев	
			5 <sup>1</sup> листьев	8 <sup>1</sup> листьев		
N <sub>12</sub> P <sub>6</sub> K <sub>6</sub>	Лиман (st)	2,2	15,0	18,5	22,6	77,1
	Рапан	1,9	22,0	20,2	26,5	85,9
	Хазар	1,6	20,7	18,1	24,4	86,8
N <sub>24</sub> P <sub>12</sub> K <sub>12</sub>	Лиман	3,3	9,7	14,2	14,7	59,3
	Рапан	2,7	17,3	17,0	18,9	80,5
	Хазар	2,4	14,2	17,9	16,8	79,8
N <sub>36</sub> P <sub>18</sub> K <sub>18</sub>	Лиман	3,9	5,8	10,1	10,7	52,2
	Рапан	3,4	11,3	11,9	11,3	65,8
	Хазар	2,8	11,3	12,9	14,5	74,7
НСР <sub>05</sub> вар.		0,1	0,51	0,52	0,52	5,0

Примечания: 1 – во влагалищах листьев; 2 – в соломине вместе с влагалищами листьев

Между величиной коэффициента общего кушения растений и содержанием углеводов в стеблях установлена достаточно высокая отрицательная связь:  $r = -0,84 \pm 0,15$  (5 листьев);  $-0,77 \pm 0,18$  (8 листьев);  $-0,76 \pm 0,19$  (10 листьев). Аналогичная связь найдена между первым показателем и озерненностью метелки:  $r = -0,88 \pm 0,16$ . Уровень содержания углеводов в стеблях у сортов в эти фазы положительно коррелирует с озерненностью метелки при полной спелости:  $r = 0,88 \pm 0,13$  (5 листьев);  $0,87 \pm 0,14$  (8 листьев);  $0,82 \pm 0,16$  (10 листьев). Полученные результаты показывают, что содержание неструктурных углеводов в стеблях в период кушение-трубкование риса тесно связано с формированием продуктивности метелки у сортов риса, и оно может быть использовано в качестве физиологического теста при оценке селекционных образцов на продуктивность.

Известно, что между метаболизмом углерода и азота в растениях существует тесная связь и при уменьшении потока углеродистых веществ в развивающиеся стебель, метелку в тканях этих органов накапливаются азотистые небелковые соединения. Об этом свидетельствуют наши наблюдения за содержанием углеводов и небелкового азота в зачаточной метелке риса в фазе трубкования (10 листьев), когда её масса составила 12-15% от таковой в фазе цветения (табл. 4). Как видно, содержание углеводов в её тканях у сортов на среднем фоне питания было одинаковым и составило 30,6-31,1%. На оптимальном фоне у сильно кустящегося сорта Лиман оно понизилось до 28,4%, а у других сортов изменилось мало. На высоком фоне питания содержание углеводов в метелках понизилось у всех сортов, но в большей степени у Лимана и Рапана. Между их содержанием в зачаточном плодonoсе и числом зерен на нем при полной спелости у исследуемых сортов установлена достаточно высокая прямая связь ( $r = 0,85 \pm 0,20$ ).

Но особенно значительные сортовые различия наблюдаются по содержанию небелкового азота в тканях зачаточной метелки. У Лимана на всех трех фонах минерального питания его концентрация на 30-60% была выше, чем у Хазара и Рапана. Между содержанием небелкового азота в тканях метелки у сортов риса в фазе трубкования и числом зерен на ней при полной спелости установлена очень высокая отрицательная связь ( $r = -0,96 \pm 0,11$ ) и положительная связь между первым показателем и долей стерильных колосков на метелке ( $r = 0,76 \pm 0,24$ ).

**Таблица 4.** Содержание неструктурных углеводов и небелкового азота, их соотношение в зачаточной метелке в фазе трубкования (10 листьев) у сортов риса и их связь с числом зерен и долей стерильных колосков на ней при полной спелости

Фон удобрений	Сорт	Содержание углеводов, %	Содержание небелкового азота, %	Соотношение, Y/N	Число зерен на метелке, шт.	Доля стерильных колосков на метелке, %
N <sub>12</sub> P <sub>6</sub> K <sub>6</sub>	Лиман (st)	30,6	1,01	30,3	77,1	11,6
	Рапан	30,7	0,74	41,5	85,9	9,2
	Хазар	31,1	0,76	40,9	86,8	9,6
N <sub>24</sub> P <sub>12</sub> K <sub>12</sub>	Лиман	28,4	1,29	22,0	59,3	20,8
	Рапан	31,4	1,05	29,9	80,5	17,4
	Хазар	30,1	1,07	28,1	79,8	12,6
N <sub>36</sub> P <sub>18</sub> K <sub>18</sub>	Лиман	26,8	1,98	13,5	52,2	19,2
	Рапан	26,3	1,50	17,5	65,8	25,5
	Хазар	29,7	1,23	24,1	74,7	18,4
НСП <sub>05</sub> вар.		0,54	0,04	—	4,0	—

Недостаточный приток углеродистых и усиленный азотистых соединений к формирующейся метелке, особенно у интенсивно кустящегося сорта Лиман, вызывает несбалансированное её питание углеродом и азотом, о чем можно судить по величине соотношения углеводы-азот небелковый ( $Y/N_{\text{небелк.}}$ ) в её тканях, которое на среднем фоне питания у сортов риса составляет 30-42 единицы, а на высоком фоне снижается до 14-24 единиц. Такое питание оказывает отрицательное влияние на формирование фертильных колосков на плодonoсе [2,9]. Между величиной  $Y/N_{\text{небелк.}}$  и числом зерен на метелке установлена высокая прямая связь ( $r = 0,93 \pm 0,14$ ) и обратная зависимость между её величиной и долей стерильных колосков на метелке ( $r = -0,79 \pm 0,23$ ).

Полученные результаты показывают, что об оптимальном питании развивающейся метелки, при котором формируется её высокая продуктивность, можно судить по содержанию углеводов, небелкового азота и по величине их соотношения ( $Y/N_{\text{небелк.}}$ ) в её тканях. При этом оптимальное содержание углеводов в фазе трубкования (10 листьев) составляет 28-32%, небелкового азота 0,7-1,1%, а соотношение  $Y/N_{\text{небелк.}}$  – 30-42 единицы. Эти количественные показатели являются важными физиологическими тестами для оценки селекционных образцов на продуктивность метелки и уровня обеспеченности посевов риса азотом. Из этих данных следует, что формирование высокого урожая риса в значительной степени зависит от характера распределения образующихся в процессе фотосинтеза ассимилятов по органам растения. Если они в большей мере направляются на рост боковых побегов, то это приводит к ослаблению главных побегов, к формированию у них малопродуктивной метелки. Если большая часть ассимилятов главных побегов идет на собственное развитие, на отложение во влагалищах листьев больших запасов углеводов, которые затем используются на формирование метелки, то это обеспечит развитие мощного, более устойчивого к полеганию стебля и высокопродуктивного плодonoса. Более высокая урожайность сортов Хазар, Юпитер, Рапан на оптимальном и высоком фонах минерального питания по сравнению с Лиманом связана именно с высокой озерненностью метелки (табл. 5). Коэффициент корреляции между числом зерен на метелке и урожайностью сортов риса на фоне N<sub>24</sub>P<sub>12</sub>K<sub>12</sub> составил:  $r = 0,97 \pm 0,10$ , а на фоне N<sub>36</sub>P<sub>18</sub>K<sub>18</sub> –  $r = 0,75 \pm 0,24$ . В то же время между числом продуктивных побегов на м<sup>2</sup> и урожайностью сортов на этих фонах питания достоверной связи не установлено. На среднем фоне питания между числом плодonoсных побегов, озерненностью метелки, с одной стороны, и урожайностью сортов, с другой - никакой связи не обнаружено. Это указывает на то, что про-

водить оценку селекционных образцов по комплексу морфофизиологических признаков на продуктивность на этом фоне питания весьма затруднительно.

**Таблица 5.** Урожайность и элементы её структуры у сортов риса на разных фонах минерального питания

Фон удобрений	Сорт	Число продуктивных побегов, шт./м <sup>2</sup>	Число зерен		Масса 1000 зерен, г	Пустозерность, %	Урожайность	
			На метелке, шт.	на м <sup>2</sup> , тыс. шт.			кг/м <sup>2</sup>	отклонение от ст, %
N <sub>12</sub> P <sub>6</sub> K <sub>6</sub>	Лиман (ст)	345	77,1	26,6	23,89	11,6	0,718	-
	Рапан	300	85,9	25,8	23,59	9,2	0,708	-1,4
	Хазар	300	86,8	26,0	23,91	9,6	0,724	+0,8
	Лидер	360	67,3	24,2	24,65	20,7	0,693	-3,5
	Юпитер	300	85,7	25,7	22,59	6,1	0,677	-5,7
N <sub>24</sub> P <sub>12</sub> K <sub>12</sub>	Лиман	630	59,3	37,4	22,03	20,8	0,943	-
	Рапан	555	80,5	44,7	21,03	17,4	1,084	+15,0
	Хазар	495	79,8	39,5	22,48	12,6	1,023	+8,5
	Лидер	570	60,4	34,4	24,40	19,2	0,974	+3,3
	Юпитер	510	86,8	44,3	21,69	14,2	1,094	+16,0
N <sub>36</sub> P <sub>18</sub> K <sub>18</sub>	Лиман	705	52,2	36,5	21,66	19,2	0,910	-
	Рапан	630	65,8	41,5	20,95	25,5	1,013	+11,3
	Хазар	600	74,7	44,8	21,17	18,4	1,103	+21,2
	Лидер	660	58,9	38,9	24,00	21,9	1,083	+19,0
	Юпитер	585	75,2	44,0	21,00	18,0	1,068	+17,4
НСР <sub>05</sub> вар.		50	5,0	-	0,60	-	0,045	

**Выводы.** 1/. Основным фактором повышения урожайности сортов риса является более рациональное распределение продуктов фотосинтеза по органам растения. У высокопродуктивных сортов большая часть их направляется на развитие главных побегов, на накопление в стеблях больших запасов углеводов. Это ограничивает общее кущение растений, предотвращает образование посевов с излишней плотностью, в которых ассимилятов вполне достаточно для метаболизации поглощенного корневой системой азота. Развитие генеративных органов метелки в таких посевах протекает при оптимальном и сбалансированном по углероду и азоту питании, что обеспечивает формирование высокопродуктивного плодonoса. Более высокая урожайность посевов сортов на оптимальных по густоте всходов и уровню азотного питания связана исключительно с повышением продуктивности метелки.

2/. На основе установленных закономерностей предлагается комплекс морфофизиологических признаков (тестов) для оценки селекционных сортообразцов на урожайность. Коэффициент общего кущения растений при оптимальной густоте всходов (250-300 шт./м<sup>2</sup>) и оптимальной дозе минерального питания не должен превышать 2,4-2,7 единиц; содержание углеводов в стеблях (во влагиалищах листьев) в фазе кущения должно быть не ниже 17,0-18,0 %; содержание углеводов в зачаточной метелке в середине фазы трубкования (10 листьев) - не ниже 30-32%, небелкового азота - не выше 1,0-1,1%, а соотношение Y/N<sub>небелк.</sub> должно быть в пределах 28-30 единиц.

3/. Формирование высокопродуктивной метелки связано с изменениями массы побега и его органов. Особенно четко это проявляется в фазе цветения. У высокопродуктивных сортов Хазар, Рапан, Юпитер масса побега на оптимальном фоне питания в эту фазу составляет 2,4-2,6 г, метелки - 0,35-0,39 г, а её доля в массе побега - 14,0-15,0%, у стандарта Лимана соответственно 1,9; 0,24 г и 12,7%. Эти количественные показатели могут использоваться в качестве морфофизиологических тестов для оценки селекционных сортообразцов риса на продуктивность.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев Н.В., Скаженник М.А. Формирование элементов структуры урожая риса в зависимости от температуры и уровня минерального питания растений // Сельскохозяйственная биология. – 1988. - № 6. - С. 17-20.
2. Воробьев Н.В., Шеуджен А.Х., Алешин Н.Е., Скаженник М.А., Кудяев М.И. Формирование урожая риса в зависимости от обеспеченности растений азотом. - Майкоп, 1995. - 27 с.
3. Граб Т.А., Натальин Н.Б. Роль кушения в формировании урожая риса: Сб. науч. тр./ Кубанский СХИ. – Краснодар, 1969. – Вып. 23. – С. 65-71.
4. Кумаков В.А. Фотосинтетическая деятельность растений в аспекте селекции // Физиология фотосинтеза. – М.: Наука, 1982. – С. 283-293.
5. Кучеренко В.В. Биологические факторы формирования пустозерности у риса и пути её преодоления // Вестник с.-х. науки. - 1980. - № 8. - С. 90-95.
6. Ничипорович А.А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев // Тимирязевские чтения. – М., 1983. – Вып. XV – 94 с.
7. Ничипорович А.А. Теория фотосинтетической продуктивности растений и рациональные направления в селекции на повышение продуктивности // Физиолого-генетические основы повышения продуктивности зерновых культур. - М.: Колос, 1975. - С. 5-14.
8. Созинов А.А. Селекционно-генетические аспекты повышения продуктивности и качества зерна пшеницы // Фотосинтез и продукционный процесс. – М.: Наука, 1988. – С. 228-237.
9. Сметанин А.П., Цуранова Л.Г. Пустозерность и аминокислотный состав метелки риса в различных условиях выращивания // Краткие итоги н.и. работы за 1962-1963 гг. Кубанской рис. опыт. станции. – Краснодар, 1965. – С. 82-86.

## ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ СОРТОВ РИСА

Н.В. Воробьев, М.А. Скаженник

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

## РЕЗЮМЕ

В вегетационном мелкоделяночном опыте с пятью сортами риса – Лиман, Рапан, Хазар, Лидер и Юпитер на трех фонах минерального питания изучали фотосинтетическую и продукционную деятельность растений как основы повышения урожайности сортов. Показано, что сорта риса различаются по уровню кушения, по параметрам фотосинтетической деятельности отдельных побегов, по содержанию неструктурных углеводов в стеблях, по числу зерен в метелках. Более высокая урожайность у сортов Рапан, Хазар, Юпитер по сравнению с st Лиманом связана с большим накоплением углеводов в стеблях и с более интенсивным притоком пластических веществ в метелку, определяющим её потенциальную продуктивность.

## PHYSIOLOGICAL BASES OF YIELD INCREASE OF RICE VARIETIES

N.V. Vorobyov, M.A. Skazhennik

All-Russian Rice Research Institute

## SUMMARY

In vegetation small plot experiment with 5 rice varieties –Liman, Rapan, Khazar, Lider andYupiter on three backgrounds of mineral nutrition we studied photosynthetic and production activity of plants as a bases of yield increase of varieties.It is shown that rice varieties differ by tillering level, by parameters of photosynthetic activity of separate shoots, by content of nonstructural carbohydrates in stems, by grain quantity in panicles. Higher yield of the varieties Rapan, Khazar,Yupiter, as compared to Liman, is connected with big consumption of carbohydrates in stems and with more intensive transfer of plastic matters into panicle, determining its potential productivity.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев Н.В., Скаженник М.А. Формирование элементов структуры урожая риса в зависимости от температуры и уровня минерального питания растений // Сельскохозяйственная биология. – 1988. – № 6. – С. 17-20.
2. Воробьев Н.В., Шеуджен А.Х., Алешин Н.Е., Скаженник М.А., Кудаев М.И. Формирование урожая риса в зависимости от обеспеченности растений азотом. – Майкоп, 1995. – 27 с.
3. Граб Т.А., Натальин Н.Б. Роль кушения в формировании урожая риса: Сб. науч. тр./ Кубанский СХИ. – Краснодар, 1969. – Вып. 23. – С. 65-71.
4. Кумаков В.А. Фотосинтетическая деятельность растений в аспекте селекции // Физиология фотосинтеза. – М.: Наука, 1982. – С. 283-293.
5. Кучеренко В.В. Биологические факторы формирования пустозерности у риса и пути её преодоления // Вестник с.-х. науки. – 1980. – № 8. – С. 90-95.
6. Ничипорович А.А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев // Тимирязевские чтения. – М., 1983. – Вып. XV – 94 с.
7. Ничипорович А.А. Теория фотосинтетической продуктивности растений и рациональные направления в селекции на повышение продуктивности // Физиолого-генетические основы повышения продуктивности зерновых культур. – М.: Колос, 1975. – С. 5-14.
8. Созинов А.А. Селекционно-генетические аспекты повышения продуктивности и качества зерна пшеницы // Фотосинтез и продукционный процесс. – М.: Наука, 1988. – С. 228-237.
9. Сметанин А.П., Цуранова Л.Г. Пустозерность и аминокислотный состав метелки риса в различных условиях выращивания // Краткие итоги н.и. работы за 1962-1963 гг. Кубанской рис. опыт. станции. – Краснодар, 1965. – С. 82-86.

## ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ СОРТОВ РИСА

Н.В. Воробьев, М.А. Скаженник

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

## РЕЗЮМЕ

В вегетационном мелкоделяночном опыте с пятью сортами риса – Лиман, Рапан, Хазар, Лидер и Юпитер на трех фонах минерального питания изучали фотосинтетическую и продукционную деятельность растений как основы повышения урожайности сортов. Показано, что сорта риса различаются по уровню кушения, по параметрам фотосинтетической деятельности отдельных побегов, по содержанию неструктурных углеводов в стеблях, по числу зерен в метелках. Более высокая урожайность у сортов Рапан, Хазар, Юпитер по сравнению с st Лиманом связана с большим накоплением углеводов в стеблях и с более интенсивным притоком пластических веществ в метелку, определяющим её потенциальную продуктивность.

## PHYSIOLOGICAL BASES OF YIELD INCREASE OF RICE VARIETIES

N.V. Vorobyov, M.A. Skazhennik

All-Russian Rice Research Institute

## SUMMARY

In vegetation small plot experiment with 5 rice varieties –Liman, Rapan, Khazar, Lider andYupiter on three backgrounds of mineral nutrition we studied photosynthetic and production activity of plants as a bases of yield increase of varieties.It is shown that rice varieties differ by tillering level, by parameters of photosynthetic activity of separate shoots, by content of nonstructural carbohydrates in stems, by grain quantity in panicles. Higher yield of the varieties Rapan, Khazar,Yupiter, as compared to Liman, is connected with big consumption of carbohydrates in stems and with more intensive transfer of plastic matters into panicle, determining its potential productivity.

**НАКОПЛЕНИЕ ПЛАСТИДНЫХ ПИГМЕНТОВ В ЛИСТЬЯХ РИСА  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЗАСОЛЕНИЯ И УРОВНЯ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ**

Н.А. Ладатко, Н.В. Воробьев, д.б.н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Процесс фотосинтеза начинается с поглощения кванта света пигментами растений, которые запасают солнечную энергию в виде АТФ. Осуществление этого процесса возможно лишь при наличии всех компонентов пигментной системы, основным из которых является хлорофилл *a*. Остальные (хлорофилл *b*, каротиноиды и даже некоторые формы хлорофилла *a*) принадлежат к числу дополнительных, выполняющих вспомогательные функции, но не участвующих непосредственно в преобразовании световой энергии в химическую [10]. Хлорофилл играет основную роль в фотохимических реакциях, с которыми связано выделение кислорода и образование НАДФ Н и АТФ [7]. В последние годы было определено, что каротиноиды выполняют не только функцию светособирающей антенны, расширяя световой диапазон, но и фотопротекторную функцию при избытке света, а также влияют на конформационное состояние мембран, расширяя диапазон их фазового перехода [8].

Количество пигментов в растении обуславливается как генотипическими особенностями, так и условиями его произрастания. На протяжении всей активной жизни листа и его органоидов происходит постоянное разрушение и биосинтез новых молекул хлорофилла. Соотношение скоростей их образования и разрушения зависит от физиологического состояния клетки и всего растения, определяя количественное содержание пигментов [7,11].

Исследования, касающиеся изучения влияния засоления на содержание фотосинтетических пигментов, весьма противоречивы. Встречаются сообщения как о снижении содержания пигментов под воздействием солевого стресса, так и его увеличении [1,4,5,9]. Вызвано это тем, что исследования проводились с разным типом и уровнем засоления субстрата, вызывающим различные анатомо-морфологические и физиолого-биохимические изменения в растении.

Определенные затруднения при рассмотрении количественного содержания пигментов в листьях (не учитывая ярусную изменчивость) представляет выбор расчетной единицы, к которой следует относить их количество. При отнесении массы пигментов к разным характеристикам листа (поверхностным, весовым или объемным) неизбежно вмешивается влияние его структурных особенностей. Так, при расчете на 1 дм<sup>2</sup> поверхности основное искажение вносит разная толщина листовой пластинки; при расчете на 1 г сырой массы – разное содержание воды в листе; при расчете на 1 г сухой массы – разная плотность сложения мезофилла. Все эти моменты затрудняют сравнение содержания хлорофилла у растений, имеющих листья разной структуры, даже в одинаковых условиях. Тем более, затруднительна интерпретация содержания пигментов в зависимости от условий, поскольку одновременно изменяются и структурные особенности листа [3].

Изменение параметров пластид и их числа в клетке существенно влияет на ассимиляционную поверхность растения. В период интенсивного роста листа скорость растяжения клеток и увеличение числа хлоропластов не синхронна, что ведет к снижению фотосинтетической активности единицы площади листа при почти двукратном снижении количества хлоропластов в онтогенезе. При этом расчет количества хлорофилла и объема хлоропластов показал их постоянное соотношение: на единицу объема хлоропласта в любой зоне листа приходилось равное количество молекул хлорофилла [6,7].

**Цель работы.** Изучить специфику накопления пластидных пигментов в листьях разных по солеустойчивости сортов риса в условиях незасоленного и засоленного фонов при различной обеспеченности растений азотом.

**Материал и методы исследований.** В качестве объектов исследований использовали солеустойчивый сорт Спальчик, среднеустойчивый сорт Рапан и неустойчивый сортообразец ВНИИР 10127. Опыт проводили на вегетационной площадке в сосудах, вмещающих 6 кг почвы, отобранной на орошаемом участке ВНИИ риса. Искусственное засоление почвы осуществляли путем внесения в почву NaCl из расчета 0,25 % на сухую массу. 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 по схеме: РК, 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. Содержание хлорофилла *a*, *b* и каротиноидов в листьях риса определяли по методу Лихенталера [12].

**Результаты исследований.** Наибольшее содержание пластидных пигментов у сортов риса отмечается в фазу кущения и в течение вегетации постепенно снижается (табл. 1, 2, 3). Причем это наиболее закономерно для хлорофилла *a* и каротиноидов, тогда как содержание хлорофилла *b* может даже увеличиваться. Большое влияние на изменение количества хлорофилла в онтогенезе растения оказывает их обеспеченность питательными веществами.

Количественное содержание пигментов в расчете на единицу площади и единицу сырого веса листьев различается, но характер его изменения у сортов идентичен. В то же время процентное соотношение содержания пигментов в условиях засоления к их содержанию на пресном контроле при расчете на 1 г сырой массы листьев выше, чем при отношении количества пигментов к единице поверхности у сортов Спальчик и Рапан. Например, у сорта Спальчик в фазу цветения различия в содержании хлорофилла *a* при расчете на 1 дм<sup>2</sup> площади листьев составляют 19,9 %, а при расчете на 1 г сырой массы – 26,5 % (в среднем по вариантам опыта). У сортообразца ВНИИР 10127 наблюдается обратная реакция: 25,3 % и 23,9 % соответственно. Это обусловлено различной оводненностью их листьев на пресном и засоленном фонах. При этом максимальные значения содержания хлорофилла отмечены в листьях неустойчивого образца при засолении, что косвенно свидетельствует о более значительных мезоструктурных изменениях в этих вариантах по сравнению с пресным контролем.

Действие неблагоприятных факторов, в том числе солевого стресса, вызывает задержку растяжения клеток, что приводит к формированию мелкоклеточных тканей. Как правило, при этом число пластид в клетке уменьшается в меньшей степени, чем ее объем. В результате увеличивается относительный объем хлоропластов в клетке, и значительно возрастает число хлоропластов в 1 см<sup>2</sup>. Иногда это является причиной изменения интенсивности фотосинтеза, рассчитываемого на площадь листьев [6].

Изменение содержания пластидных пигментов зависит, помимо уровня и типа засоления, также от сорта, фазы вегетации и уровня минерального питания. Как показали результаты исследований у сортов Спальчик и ВНИИР 10127, содержание хлорофилла *a*, *b* и каротиноидов при засолении во всех вариантах в течение вегетации было выше, либо на уровне пресного контроля. В то же время у сорта Рапан в этих условиях содержание пигментов у растений засоленного фона в фазы кущения и трубкования было ниже или на уровне пресного контроля и лишь к цветению превысило пресный контроль.

Внесение возрастающих доз азота способствовало увеличению содержания пигментов в листьях растений риса на пресном фоне и особенно – в стрессовых условиях. Причем менее отзывчивым в этом отношении оказался сорт Рапан.

В незасоленных условиях содержание хлорофилла *a* у всех сортов в течение вегетации снижалось, в отличие от хлорофилла *b*, содержание которого к цветению в некоторых вариантах даже возрастало. При засолении содержание хлорофилла *a* у сортов изменялось в течение вегетации незначительно, а содержание хлорофилла *b* заметно увеличивалось к фазе цветения. В связи с этим отношение хлорофилл *a/b* по мере роста и развития растений (т.е. по мере старения листьев) постепенно снижалось, достигая максимальных значений в фазе кущения. Уровень азотного питания, а также солевой стресс, практически не оказывали влияния на это отношение.

**Таблица 1.** Динамика содержания пластидных пигментов в листьях сорта Спальчик при 0,25% засолении

Вариант	Содержание пигментов						Соотношение	
	мг/дм <sup>2</sup>			мг/г сырой массы			<i>a/b</i>	<i>a+b/кар.</i>
	хлорофилл		каротиноиды	хлорофилл		каротиноиды		
	<i>a</i>	<i>b</i>		<i>a</i>	<i>b</i>			
<b>Кущение</b>								
РК-П	1,10	0,24	0,32	0,84	0,18	0,24	4,55	4,25
РК-З	1,70	0,37	0,42	1,57	0,35	0,39	4,54	4,89
N <sub>1</sub> РК-П	3,80	0,67	1,01	2,68	0,48	0,71	5,65	4,44
N <sub>2</sub> РК-З	3,85	0,71	1,01	2,94	0,54	0,77	5,44	4,51
N <sub>3</sub> РК-П	3,90	0,68	1,04	2,43	0,43	0,65	5,69	4,41
N <sub>4</sub> РК-З	3,59	0,65	0,93	2,85	0,52	0,74	5,50	4,54
N <sub>5</sub> РК-П	3,48	0,58	0,96	2,46	0,41	0,68	6,04	4,24
N <sub>6</sub> РК-З	3,44	0,62	0,91	2,99	0,54	0,79	5,59	4,44
НСР <sub>05</sub> вар.	0,186	0,046	0,063					
<b>Грубкование</b>								
РК-П	1,38	0,30	0,37	0,92	0,20	0,25	4,60	4,55
РК-З	1,54	0,33	0,40	1,26	0,27	0,32	4,65	4,71
N <sub>1</sub> РК-П	2,62	0,61	0,65	1,77	0,41	0,44	4,31	4,96
N <sub>2</sub> РК-З	2,82	0,65	0,70	1,93	0,44	0,48	4,39	4,98
N <sub>3</sub> РК-П	2,76	0,64	0,69	1,81	0,42	0,46	4,33	4,89
N <sub>4</sub> РК-З	3,17	0,77	0,76	2,26	0,55	0,54	4,10	5,22
N <sub>5</sub> РК-П	3,00	0,69	0,75	1,93	0,44	0,49	4,36	4,89
N <sub>6</sub> РК-З	3,88	0,90	0,93	2,66	0,62	0,64	4,31	5,15
НСР <sub>05</sub> вар.	0,252	0,093	0,059					
<b>Цветение</b>								
РК-П	1,31	0,27	0,35	1,07	0,22	0,29	4,95	4,43
РК-З	1,57	0,32	0,42	1,38	0,28	0,37	4,91	4,55
N <sub>1</sub> РК-П	2,03	0,50	0,49	1,41	0,34	0,34	4,10	5,13
N <sub>2</sub> РК-З	2,91	0,78	0,75	2,18	0,59	0,56	3,72	4,95
N <sub>3</sub> РК-П	3,00	0,83	0,84	1,92	0,53	0,54	3,63	4,54
N <sub>4</sub> РК-З	3,05	0,93	0,88	2,28	0,69	0,65	3,29	4,54
N <sub>5</sub> РК-П	2,85	0,76	0,67	1,90	0,51	0,45	3,74	5,40
N <sub>6</sub> РК-З	3,90	1,07	0,88	2,77	0,76	0,63	3,64	5,63
НСР <sub>05</sub> вар.	0,155	0,066	0,052					

Содержание каротиноидов в листьях изученных сортов риса имело тенденцию к снижению по мере роста растений независимо от стрессового фона, но наиболее четко это проявилось только у образца ВНИИР 10127. Соответственно отношение хлорофилл *a+b/каротиноиды* к фазе цветения возрастало у всех сортов, имея большие значения при засолении, особенно у сортов ВНИИР 10127 и Рапан.

Увеличение содержания хлорофилла и каротиноидов у растений в условиях солевого стресса, по мнению Б.П. Строгонова, может быть связано с накоплением продуктов окисления углеводов – органических кислот цикла Кребса, продуктов гидролиза белков (глицин, пролин и др.), необходимых для синтеза этих пигментов.

**Таблица 2.** Динамика содержания пластидных пигментов в листьях сорта Рапан при 0,25% засолении

Вариант	Содержание пигментов						Соотношение	
	мг/дм <sup>2</sup>			мг/г сырой массы			a/b	a+b/кар.
	хлорофилл		каротиноиды	хлорофилл		каротиноиды		
	a	b		a	b			
кущение								
РК-П	1,39	0,31	0,36	1,17	0,26	0,31	4,55	4,65
РК-З	1,57	0,37	0,37	1,32	0,31	0,31	4,26	5,20
N <sub>1</sub> РК-П	3,31	0,57	0,89	2,59	0,45	0,70	5,78	4,34
N <sub>1</sub> РК-З	2,69	0,46	0,72	2,43	0,41	0,65	5,88	4,37
N <sub>2</sub> РК-П	3,04	0,54	0,81	2,26	0,40	0,60	5,62	4,41
N <sub>2</sub> РК-З	3,09	0,53	0,81	2,59	0,44	0,68	5,84	4,48
N <sub>3</sub> РК-П	3,55	0,61	0,97	2,93	0,50	0,80	5,81	4,30
N <sub>3</sub> РК-З	3,14	0,54	0,85	2,81	0,48	0,76	5,86	4,32
НСР <sub>05</sub> вар.	0,278	0,057	0,083					
трубкование								
РК-П	1,35	0,28	0,37	1,09	0,22	0,30	4,88	4,40
РК-З	1,77	0,40	0,44	1,29	0,29	0,32	4,41	4,94
N <sub>1</sub> РК-П	2,76	0,64	0,70	1,73	0,40	0,44	4,32	4,87
N <sub>1</sub> РК-З	2,47	0,57	0,56	1,69	0,39	0,38	4,38	5,42
N <sub>2</sub> РК-П	3,37	0,79	0,83	2,10	0,49	0,51	4,29	5,03
N <sub>2</sub> РК-З	3,26	0,78	0,74	2,13	0,51	0,48	4,22	5,49
N <sub>3</sub> РК-П	3,67	0,84	0,91	2,31	0,53	0,57	4,37	4,97
N <sub>3</sub> РК-З	3,36	0,77	0,76	2,05	0,47	0,46	4,37	5,46
НСР <sub>05</sub> вар.	0,278	0,116	0,063					
цветение								
РК-П	1,24	0,20	0,35	1,07	0,17	0,30	6,18	4,18
РК-З	1,60	0,38	0,43	1,36	0,32	0,36	4,21	4,62
N <sub>1</sub> РК-П	2,24	0,49	0,56	1,57	0,34	0,39	4,61	4,90
N <sub>1</sub> РК-З	3,35	0,84	0,80	2,33	0,58	0,55	3,99	5,26
N <sub>2</sub> РК-П	3,07	0,84	0,72	1,95	0,53	0,46	3,67	5,43
N <sub>2</sub> РК-З	3,53	0,89	0,81	2,40	0,60	0,55	3,98	5,46
N <sub>3</sub> РК-П	2,91	0,82	0,69	1,74	0,49	0,41	3,57	5,40
N <sub>3</sub> РК-З	3,73	0,92	0,87	2,32	0,58	0,54	4,04	5,37
НСР <sub>05</sub> вар.	0,375	0,097	0,082					

Благоприятным условием для усиления биосинтеза пигментов является также и повышение у растений под влиянием солей активности окислительных ферментов [7]. Подобная реакция растения на засоление определяется видовой, а также сортовой принадлежностью, онтогенетическим состоянием и другими параметрами, составляющими его солеустойчивость. С другой стороны, повышение содержания пигментов в листьях риса при засолении не будет компенсировать сокращение площади ассимиляционной поверхности, если при этом увеличивается только содержание хлорофилла в хлоропластах, но не увеличивается число пластид на единицу площади и индекс проективной поверхности хлоропластов (ИПХ).

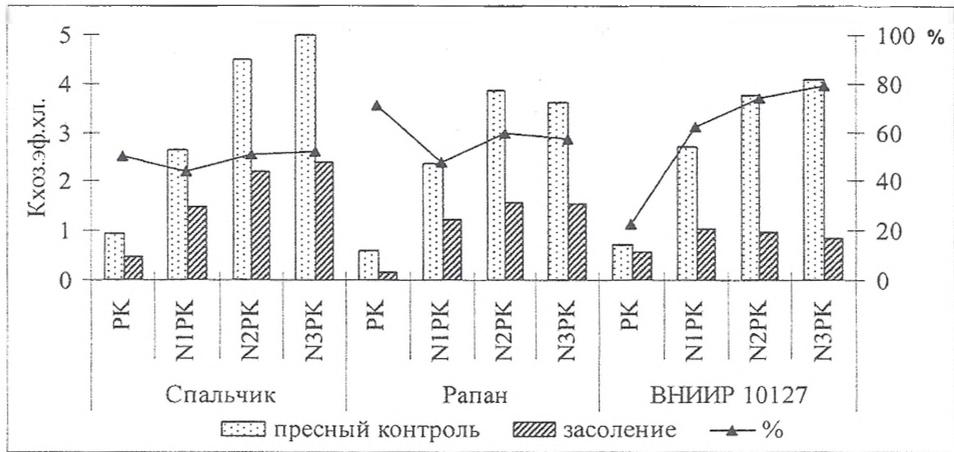
Таблица 3. Динамика содержания пластидных пигментов в листьях сортообразца ВНИИР 10127 при 0,25% засолении

Вариант	Содержание пигментов						Соотношение	
	мг/дм <sup>2</sup>			мг/г сырой массы			a/b	a+b/кар.
	хлорофилл		каротиноиды	хлорофилл		каротиноиды		
	a	b		a	b			
Кушение								
PK-П	1,18	0,36	0,29	0,93	0,29	0,22	3,84	5,51
PK-З	1,69	0,36	0,43	1,34	0,29	0,34	4,70	4,75
N <sub>1</sub> PK-П	3,46	0,60	0,92	2,51	0,43	0,67	5,77	4,40
N <sub>1</sub> PK-З	3,50	0,62	0,95	2,68	0,47	0,73	5,70	4,33
N <sub>2</sub> PK-П	3,24	0,55	0,89	2,47	0,42	0,68	5,88	4,26
N <sub>2</sub> PK-З	4,00	0,72	1,02	2,98	0,54	0,76	5,53	4,62
N <sub>3</sub> PK-П	3,25	0,55	0,88	2,44	0,41	0,66	5,94	4,31
N <sub>3</sub> PK-З	3,97	0,74	1,03	3,18	0,59	0,83	5,40	4,57
HCP <sub>05</sub> вар.	0,419	0,137	0,113					
Трубкавание								
PK-П	1,28	0,27	0,36	1,00	0,21	0,28	4,79	4,32
PK-З	1,93	0,40	0,50	1,46	0,30	0,38	4,83	4,62
N <sub>1</sub> PK-П	2,67	0,67	0,66	1,80	0,45	0,44	4,08	5,08
N <sub>1</sub> PK-З	2,66	0,59	0,67	1,84	0,41	0,46	4,53	4,85
N <sub>2</sub> PK-П	3,38	0,85	0,82	2,11	0,53	0,51	4,00	5,17
N <sub>2</sub> PK-З	3,79	0,87	0,91	2,54	0,59	0,61	4,34	5,10
N <sub>3</sub> PK-П	3,38	0,78	0,83	2,16	0,50	0,53	4,34	5,02
N <sub>3</sub> PK-З	4,48	1,08	1,05	2,98	0,72	0,70	4,15	5,32
HCP <sub>05</sub> вар.	0,672	0,131	0,066					
Цветение								
PK-П	1,27	0,29	0,33	1,22	0,28	0,32	4,39	4,72
PK-З	1,97	0,46	0,49	1,60	0,37	0,40	4,29	4,96
N <sub>1</sub> PK-П	2,26	0,56	0,55	1,70	0,43	0,41	4,00	5,16
N <sub>1</sub> PK-З	2,23	0,59	0,52	1,69	0,44	0,39	3,83	5,47
N <sub>2</sub> PK-П	2,39	0,57	0,58	1,50	0,36	0,37	4,18	5,08
N <sub>2</sub> PK-З	3,65	0,92	0,87	2,55	0,64	0,61	3,96	5,23
N <sub>3</sub> PK-П	2,87	0,62	0,70	2,04	0,44	0,49	4,64	5,02
N <sub>3</sub> PK-З	3,85	1,02	0,87	2,66	0,70	0,60	3,78	5,61
HCP <sub>05</sub> вар.	0,320	0,091	0,077					

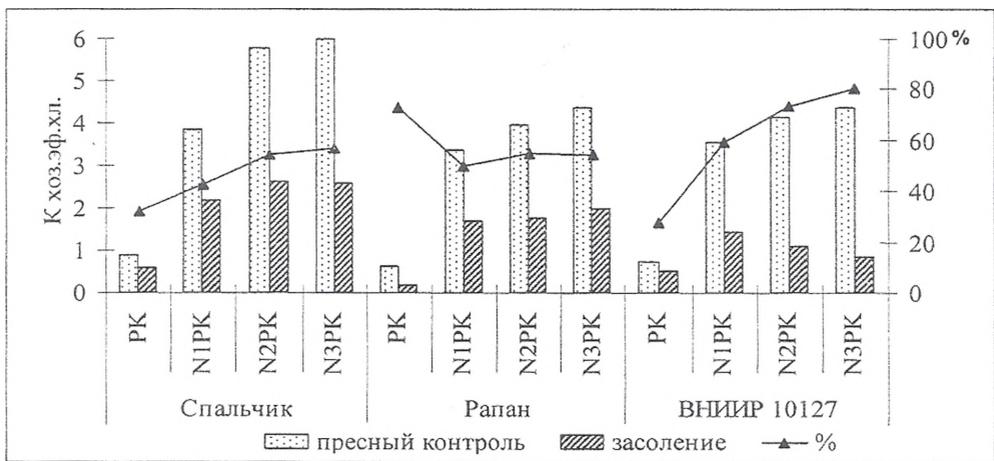
Число хлоропластов на единицу площади листа, индекс проективной поверхности хлоропластов и соответственно индекс мембран хлоропластов, регулируемые ростовыми реакциями, являются достаточно динамичными характеристиками мезоструктуры фотосинтетического аппарата и определяют внутреннюю ассимиляционную поверхность листа. При медленной регуляции фотосинтеза в онтогенезе и при адаптации к стрессовым условиям численность пластид изменяется в более широком диапазоне, чем активность единичного хлоропласта. Таким образом, в направленной селекции растений увеличение ППХ может оказаться более эффективным путем создания растений с повышенной активностью и эффективностью фотосинтеза [6].

Хлорофилл зеленых растений, несомненно, является важнейшим внутренним фактором фотосинтеза растений: от поглощения энергии света и участия в фотохимических реакциях ее переноса, до превращения ее в энергию химических связей при формировании конечных продуктов фотосинтеза. Однако, по мнению некоторых авторов [2], наиболее информативным признаком взаимосвязи содержания хлорофилла в отдельных органах и

целом растений с зерновой продуктивностью может быть не абсолютное содержание пигмента, а его соотношение с массой зерна, т.е. расчеты массы зерна на единицу хлорофилла – коэффициент хозяйственной эффективности хлорофилла ( $K_{\text{хоз.эф. хл.}}$ ). Этот показатель дает представление об эффективности использования хлорофилла в формировании зерновой продуктивности (рис. 1, 2, 3, 4).

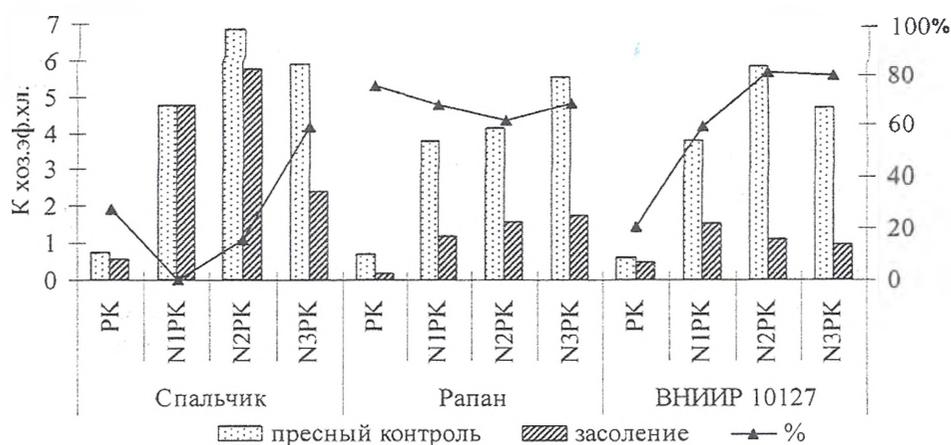


**Рис.1.** Коэффициент хозяйственной эффективности хлорофилла сортов риса в фазу кущения

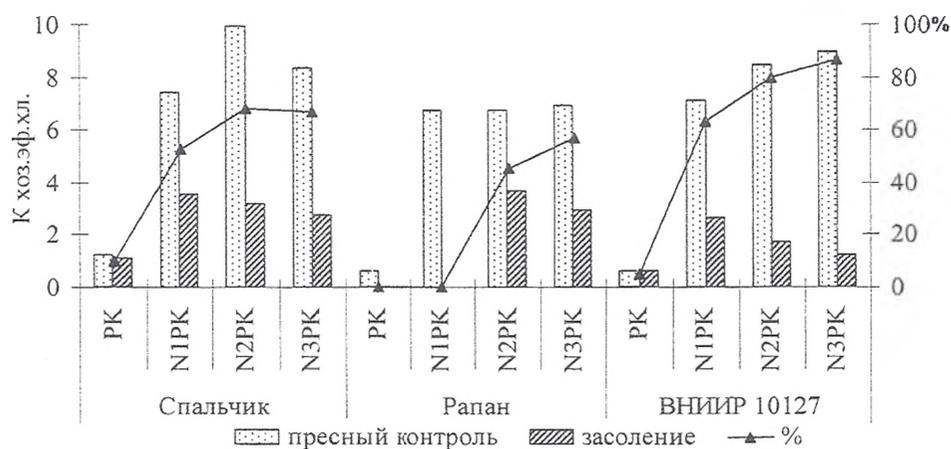


**Рис.2.** Коэффициент хозяйственной эффективности хлорофилла сортов риса в фазу трубкования

Солеустойчивый сорт Спальчик имел наибольшие абсолютные значения  $K_{\text{хоз.эф. хл.}}$  на протяжении всей вегетации растений – как на пресном фоне, так и под воздействием засоления. В стрессовых условиях наименьшая эффективность использования хлорофилла была у неустойчивого образца ВНИИР 10127, растения которого формировали меньший урожай в расчете на каждый грамм хлорофилла по сравнению с другими сортами. Сорт Рапан занимал, соответственно, промежуточное положение.



**Рис.3.** Коэффициент хозяйственной эффективности хлорофилла сортов риса в фазу цветения



**Рис.4.** Коэффициент хозяйственной эффективности хлорофилла сортов риса в фазу молочно-восковой спелости зерна

С фазы кушения до молочно-восковой спелости зерна значения  $K_{\text{хоз.эф. хл.}}$  у сортов закономерно возрастали из-за снижения содержания пигментов в листьях по мере их старения.

Большое влияние на эффективность использования хлорофилла оказал уровень минерального питания. У растений пресного фона с увеличением дозы азота соответственно возрастал и  $K_{\text{хоз.эф. хл.}}$ , за исключением некоторых вариантов, где внесение  $N_3PK$  не привело к дальнейшему повышению эффективности использования хлорофилла. В условиях засоления устойчивый и среднеустойчивый сорта также положительно реагировали на улучшение азотного питания, тогда как у неустойчивого ВНИИР 10127 при этом, напротив, эффективность использования хлорофилла снижалась. То есть, с внесением возрастающих доз азота содержание пигментов у него заметно возрастало, но это не приводило к соответствующему увеличению урожая.

Отрицательная реакция на внесение возрастающих доз азота при засолении в период созревания зерна у всех сортов и особенно - у неустойчивого образца (рис. 12), обусловлена увеличением вегетационного периода под воздействием солевого стресса и повышенных доз азотных удобрений.

Несмотря на значительные различия между сортами по накоплению надземной биомассы, площади листьев, фотосинтетическому потенциалу на пресном и засоленном фо-

нах, столь же четких различий в содержании пластидных пигментов обнаружено не было. Хотя эффективность использования хлорофилла на стрессовом фоне различна и определяется солеустойчивостью сорта, другими словами комплексом структурно-анатомическим и физиолого-биохимических признаков, обеспечивающих устойчивость сорта при неблагоприятных внешних условиях.

Как видно из рисунка 5, наибольшие изменения в накоплении хлорофилла ( $a + b$ ) при засолении отмечены у неустойчивого сортообразца ВНИИР 10127. Как правило, большая амплитуда количественных изменений признака в стрессовых условиях и большее время реакции говорит о меньшей устойчивости растительного организма. С другой стороны, наименьшие различия по содержанию хлорофилла между растениями пресного и засоленного фонов наблюдались у сорта Рапан, а не у солеустойчивого Спальчика.

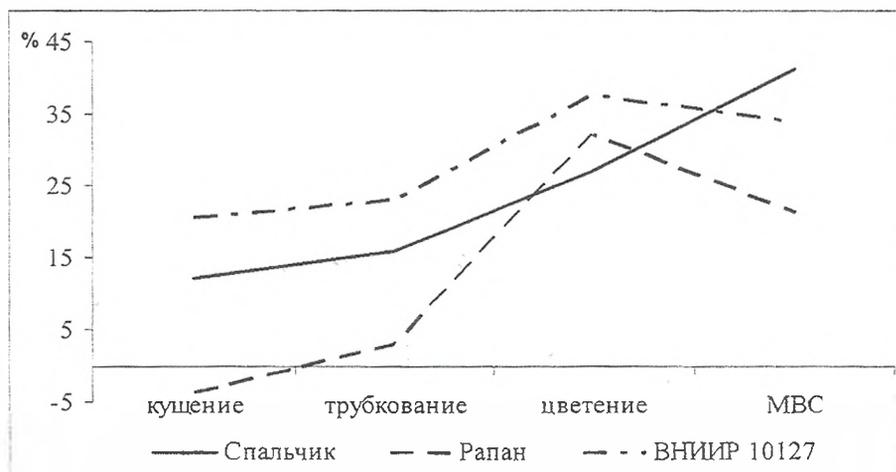


Рис. 5. Процентное соотношение содержания пигментов в листьях риса при засолении и на пресном фоне

Следовательно, абсолютные значения накопления пластидных пигментов в листьях, рассматриваемые отдельно от других структурных и физиологических параметров растений в стрессовых условиях не могут характеризовать солеустойчивость сорта. Для этого необходимо комплексное изучение особенностей формирования фотосинтетического аппарата у сортов риса под воздействием засоления.

**Вывод.** Засоление 0,25 % NaCl приводит к увеличению содержания пластидных пигментов в листьях изученных сортов риса, однако четкой связи с солеустойчивостью по этому признаку не обнаружено.

Повышение уровня азотного питания способствует большему накоплению пигментов, при этом степень положительного эффекта определяется особенностями сорта. У солеустойчивого сорта Спальчик и среднеустойчивого Рапана внесение возрастающих доз азота также повышает эффективность использования хлорофилла на формирование хозяйственной части урожая.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алина Б.А., Баймухашева Б.Г., Клышев Л.К. Влияние хлоридного засоления на состояние хлоропластов гороха // Физиология растений. – 1984. – Т.31. – № 5. – С. 817 – 825.
2. Беденко В.П., Бурдонов Е.И., Полонская Г.Н., Чигаев А.М. Научно-методические рекомендации по изучению морфофизиологических показателей фотосинтетической деятельности растений (на примере озимой пшеницы). – Калуга: Изд-во ЦНТИ, 2000. – 24 с.

3. Горышина Т.К. Фотосинтетический аппарат растений и условия среды – Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1989. – 204 с.
4. Достанова Р.Х. Влияние сернокислого и хлористого натрия на обмен пластидных пигментов у растений // Физиология растений.– 1966.– Том 13, № 4.– С. 614 – 622.
5. Лапина Л.П., Бикмухаметова С.А. Влияние изоосмотических концентраций NaCl и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> на интенсивность фотосинтеза и фотохимическую активность хлоропластов кукурузы // Физиология растений.– 1969.– Том 16, № 4.– С. 638 – 642.
6. Мокроносов А.Т. Онтогенетический аспект фотосинтеза. – М.: Наука, 1981, – 196 с.
7. Паршина З.С., Паршина Г.Н. Пигменты и фотохимическая активность хлоропластов озимой пшеницы. – Алма – Ата: Наука, 1983. – 140 с.
8. Стржалка К., Костецка-Гугала А., Латовски Д. Каротиноиды растений и стрессовое воздействие окружающей среды: роль модуляции физических свойств мембран каротиноидами // Физиология растений.– 2003.– Том 50, № 2.– С. 188 – 193.
9. Строгонов Б.П., Кабанов В.В., Шевякова Н.И. и др. Структура и функции клеток растений при засолении. – М.: Наука, 1970, – 318 с.
10. Сытник К.М., Мусатенко Л.И., Богданова Т.Л. Физиология листа. – Киев: Наукова думка, 1978. – 392 с.
11. Шлык А.А. Метаболизм хлорофилла в зеленом растении. – Минск: Наука и техника, 1965. – 396 с.
12. Lichenthaler H.K., Wellburn A.R. Determinations of total extracts in different solvents // Bioch. Soc. Transactions – 1983. Vol.1.– № 5.– P. 591-592.

### **НАКОПЛЕНИЕ ПЛАСТИДНЫХ ПИГМЕНТОВ В ЛИСТЬЯХ РИСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЗАСОЛЕНИЯ И УРОВНЯ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ**

Н.А. Ладатко, Н.В. Воробьев

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

#### **РЕЗЮМЕ**

У трех разных по солеустойчивости сортов риса изучено накопление пластидных пигментов на незасоленном и засоленном фонах при различной обеспеченности растений азотом. Установлено, что 0,25% засоление NaCl приводит к повышению содержания хлорофилла *a*, *b* и каротиноидов, не изменяя динамики их накопления в онтогенезе. Внесение азота увеличивает содержание пигментов, особенно на стрессовом фоне, а также повышает коэффициент хозяйственной эффективности использования хлорофилла.

### **ACCUMULATION OF PLASTID PIGMENTS IN RICE LEAVES IN DEPENDENCE WITH SALINITY AND NITROGEN NUTRITION LEVEL**

N.A. Ladatko, N.V. Vorobyev

All-Russian Rice Research Institute

#### **SUMMARY**

Accumulation of plastid pigments on non-saline and saline backgrounds at different providing of plants by nitrogen was studied at three rice varieties differing in salt tolerance. Was stated that 0.25% salinity NaCl leads to increase of chlorophyll *a*, *b* content and carotenoids and does not change dynamics of their accumulation in ontogenesis. Nitrogen application increases pigments content, especially on stress background, as well as increases coefficient of productional efficiency of chlorophyll application.

**ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЛИПИДОВ (СЫРЫХ ЖИРОВ) И ВИТАМИНА В<sub>2</sub> (РИБОФЛАВИНА) В ЗЕРНЕ СОРТОВ РИСА С ОКРАШЕННЫМ И НЕОКРАШЕННЫМ ПЕРИКАРПОМ**

Е.А. Давиденко, к.б. н., Э.Р. Авакян, д. б. н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Рис является одним из наиболее ценных зерновых злаков, поскольку в зерне содержатся различные полезные питательные вещества (витамины, липиды, углеводы, белки и т.д.). За счёт богатого биохимического состава рис обладает ценными нутрициологическими и целебными свойствами. В лечебных целях используется рисовая крупа, но особенно ценными качествами обладает рисовое масло (липиды), используемое для лечения онкологических и других заболеваний. Наиболее богаты липидами зародыши риса – 16,6 – 37,2%, обрубленные зерновки содержат 2,0 – 3,9% липидов в пересчете на сухое вещество, мучка – 8,8 – 15,3% [1].

Рибофлавин – витамин В<sub>2</sub> (6,7 – диметилизоаллоксазин) – азотистое основание, соединённое с остатком пятиуглеродного спирта рибита. Гистологические исследования показывают, что рибофлавин распределяется в эндосперме равномерно, его содержание: в шелушенном рисе – 0,35 – 0,86 мкг/г; в шлифованом рисе – 0,11 – 0,37 мкг/г; в зародыше – 5,0 мкг/г; в мучке – 1,4 – 3,4 мкг/г сухой массы [2]. Рибофлавин в соединении с фосфорной кислотой входит в состав флавиновых ферментов, с участием которых проходят многие важнейшие биохимические процессы в растении риса и в организме человека.

**Цель исследования.** Изучить содержание и динамику витаминов, липидов в сортах риса с окрашенным и неокрашенным перикарпом.

**Материал и методы исследования.** Проведены биохимические исследования по определению содержания липидов (сырых жиров) и рибофлавина в зерне сортов и сортообразцов риса с окрашенным (Карат) и неокрашенным (Янтарь, Лиман) перикарпом.

Определение общего содержания липидов (сырых жиров) проводили в лабораторных условиях экстракцией в аппарате Сокслета по Б. П. Плешкову, 1976 г. [3], в трёхкратной повторности. Вычисление результатов проводилось в пересчёте на абсолютно сухое вещество, в мг/г.

Определение рибофлавина осуществляли флуорометрическим методом, по К. Л. Половочкиной, Н. И. Зайцевой, Е. П. Скоробогатовой (1955 г.) [4], в трёхкратной повторности. Выделение рибофлавина проводили ферментативным способом с помощью трипсина, результаты выражали в мг/г сухого вещества.

Математическую обработку (корреляционный и двухфакторный регрессионный анализ) осуществили с помощью статистической программы «Statpak».

**Результаты и обсуждение.** Результаты исследований представлены в таблице.

На основании полученных результатов, представленных в таблице 1, можно судить о биохимической и селекционной ценности сортов риса с окрашенным перикарпом (темно-коричневым, фиолетовым и другими оттенками). Содержание рибофлавина (витамина В<sub>2</sub>) достоверно больше у сорта Карат, чем у сортов Лиман и Янтарь (перикарп – соломенно-жёлтого и белого цветов). Результаты корреляционного анализа подтверждают тот факт, что между признаками «содержание липидов в зерне» и «содержание В<sub>2</sub>» существует слабая положительная корреляционная зависимость, т.е. с возрастанием математического значения одного признака возрастает и значение другого. Значение ошибки коэффициента корреляции (Sr) и (Tr) – достоверность коэффициента приведены в таблице.

**Таблица** Содержание липидов и рибофлавина (В<sub>2</sub>) в зерне сортов риса с окрашенным и неокрашенным перикарпом

Тип перикарпа	Сорт	№ повторности	Содержание липидов, мг/г	Содержание рибофлавина (В <sub>2</sub> ), мг/г
Окрашенный	Карат	1	1,15	8,2
		2	1,24	5,5
		3	1,32	6,1
Неокрашенный	Янтарь	1	1,11	1,8
		2	1,27	2,7
		3	0,96	2,8
	Лиман	1	1,07	4,0
		2	1,25	3,5
		3	1,35	2,9
НСР <sub>0,002</sub>		F <sub>Ф<sub>3,2</sub></sub> < F <sub>Т<sub>6,2</sub></sub>		
R 0,153		St ± 0,373 Tr 0,4		

**Выводы.** Сорта риса с окрашенным перикарпом могут быть рекомендованы в качестве исходного материала для создания сортов с повышенным содержанием витаминов и жиров. Сорта риса с окрашенным перикарпом являются источником ценного рисового масла.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алёшин Е.П., Алёшин Н.Е. Рис. – Краснодар, 1997 – С.268.
2. Рис и его качество. – М.: Колос, 1976 – С.65.
3. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. – М.: Колос, 1976 – С.144–148.
4. Поволоцкая К.Л., Зайцева Н.И, Скоробогатова Е.П. Витаминные ресурсы и их использование. – Л., 1955 – С.104–106.

#### ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЛИПИДОВ (СЫРЫХ ЖИРОВ) И ВИТАМИНА В<sub>2</sub> (РИБОФЛАВИНА) В ЗЕРНЕ СОРТОВ РИСА С ОКРАШЕННЫМ И НЕОКРАШЕННЫМ ПЕРИКАРПОМ

Е.А. Давиденко, Э.Р. Авакян

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

#### РЕЗЮМЕ

Проведены биохимические исследования по определению содержания липидов (сырых жиров) и рибофлавина в зерне сортов и сортообразцов риса с окрашенным (сорт Карат) и неокрашенным (сорты Янтарь, Лиман) перикарпом. Сорта риса с окрашенным перикарпом могут быть рекомендованы в качестве исходного материала для создания сортов с повышенным содержанием витаминов и жиров. Сорта риса с окрашенным перикарпом являются источником ценного рисового масла.

#### THE STUDY OF THE CONTENT OF LIPIDS (RAW FATS) AND VITAMIN B<sub>2</sub> (RIBOFLAVIN) IN RICE GRAIN VARIETIES WITH COLORED AND NON-COLORED PERICARP

E.A. Davidenko, E.R. Avakyan

All-Russian Rice Research Institute

#### SUMMARY

Biochemical researches were carried out on determination of the content of lipids (raw fats) and riboflavin in grain of rice varieties and samples with colored (variety Karat) and non-colored (varieties Yantar, Liman) pericarp. Rice varieties with colored pericarp can be recommended as initial stock for release of varieties with high content of vitamins and fats. Rice varieties with colored pericarp are the sources of valuable rice oil.

**БИОХИМИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ СОРТООБРАЗЦОВ РИСА,  
РАЗЛИЧАЮЩИХСЯ ПО УСТОЙЧИВОСТИ К ПИРИКУЛЯРИОЗУ**

Э.Р. Авакян, д. б. н., Т. Б. Кумейко, к. с.-х. н., К. К. Ольховая

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Значительные потери урожая риса, составляющие иногда 30%, вызваны поражением грибом *Piricularia*. Его физиологическое воздействие на растение проявляется в нарушении целостности организма. И это не только механическое повреждение (стебель, листья, метелка), но и расстройство работы четко отлаженных физиолого-биохимических реакций растительного организма, приводящее в большинстве случаев к гибели растения риса, а значит, и к потерям урожая. Причины таких ситуаций различны: субъективные – избыточное питание азотом, которое приводит к умягчению тканей и более лёгкому проникновению гиф гриба; объективные – температура воздуха в периоды вегетации, повышенная влажность и т.д.

Поражение грибом проявляется в способности патогена переключать метаболиты растения на себе. Объясняется это тем, что гриб обладает мощным ферментативным аппаратом, способным специфически воздействовать на клетку растения. Растение в свою очередь обладает мощными защитными свойствами от поражения грибом; оно способно накапливать в клеточных стенках значительное количество кальция, калия, кремния, препятствующих поражению.

Растение вообще и рис в частности, – саморегулирующаяся система, во многих случаях справляющаяся с различными внешними воздействиями. Однако система работает, если воздействия не носят запредельный характер. Любой экстремальный эффект вызывает изменения в физиолого – биохимическом статусе растения, которые могут приводить к необратимым процессам (гибели).

**Цель исследования.** Изучить механизмы устойчивости к пирикуляриозу, поскольку селекция устойчивых форм основывается в современных условиях на иммунологических, молекулярно–биологических и биохимических методах исследования.

**Материал и методы.** Материал для исследования был предоставлен лабораторией селекции ВНИИ риса (В. С. Ковалевым и Н. В. Остапенко).

В лабораторном эксперименте в 14-дневных проростках, выращенных в контрольных условиях и обработанных суспензией гриба пирикулярии, провели оценку устойчивости этих образцов по активности амилаз ( $\alpha+\beta$ ) [8]. Амилазы ( $\alpha+\beta$ ), активность которых зависит от уровня фитогормона гибберелловой кислоты (ГК), расщепляет крахмал на моносахара, которые являются субстратом для питания патогена [6]. Содержание кремнезема в листовых пластинах проростков риса определяли весовым методом [12]. Активность фотосинтеза по содержанию пигментов в хлоропластах по Н.К. Lichtenthaler (1938) [11] вегетирующих растений (9 лист). Оптические свойства ДНК определяли по величине гиперхромного эффекта (ГЭ) в проростках риса, различающихся по устойчивости к пирикуляриозу [9], активность пероксидазы - по В. Ф. Гавриленко [4].

**Результаты и обсуждение.** Результаты эксперимента с искусственным заражением проростков суспензией гриба по активности амилаз ( $\alpha+\beta$ ), содержанием  $\text{SiO}_2$  и ИРБ приведены в таблице.

**Таблица.** Активность амилазных ферментов, содержание SiO<sub>2</sub> в листовых пластинах проростков риса, различающихся по устойчивости к пирикулярриозу и взаимосвязь этих признаков с интенсивностью развития болезни (ИРБ)

Вариант	Активность амилаз ( $\alpha+\beta$ ), мг/мг белка /час		Содержание SiO <sub>2</sub> %	ИРБ, %
	контроль	опыт		
<b>Устойчивые и среднеустойчивые</b>				
Аметист	4,6	3,01	4,01	11,1
Лиман	5,5	3,6	6,1	16,7
Хазар	4,1	4,4	6,2	16,7
Изумруд	10,3	4,9	5,5	17,8
Спальчик	3,3	2,5	5,53	22,2
Лидер	3,5	2,5	6,2	4,5
ВНИИР 7609	7,8	4,9	4,3	23,3
ВНИИР 7607	4,28	2,14	4,01	7,8
<b>Неустойчивые</b>				
ВНИИР 7617	2,7	5,0	2,4	44,4
ВНИИР 7653	1,4	4,2	3,6	64,4
ВНИИР 7679	1,5	4,53	3,4	50,0
ВНИИР 7718	2,1	6,3	2,7	56,7
Рапан	2,9	5,3	3,5	30
ВНИИР 18	3,5	4,3	3,4	40,0
НСР <sub>05</sub>	1,0	0,7	0,9	—

Анализируя результаты исследований по активности амилаз, можно прийти к выводу: у устойчивых сортообразцов активность фермента в контроле выше активности фермента в зараженных проростках; у неустойчивых сортообразцов активность фермента у зараженных растений выше таковой у контрольных растений.

Различаются сортообразцы по содержанию кремнезема. В листовых пластинах оно выше у устойчивых сортообразцов, чем у неустойчивых.

Кремнезем играет значительную роль в метаболизме растения риса. Присутствие кремнезема в тканях риса обуславливает их механическую прочность, повышая устойчивость не только к полеганию, но и к болезням, вредителям и другим стрессовым воздействиям [1, 3, 5, 7]. Сложный комплекс, который кремний образует с компонентами клеточной стенки, устойчив к атакам энзимов микроорганизмов, поэтому SiO<sub>2</sub> препятствует проникновению гиф пирикуляррии и других грибов внутрь клетки. Кремний тканей риса, повышая их механическую прочность, создает преграду не только гифам гриба, но и повышает окислительно – восстановительный потенциал клеточного сока риса, что препятствует развитию патогена. Кремнезем клеточных стенок и окремневших клеток определяет устойчивость риса к гельминтоспориозу, лептоспориозу, стеблевой гнили, защищает его от поражения насекомыми. Личинки сверлильщика не могут проникать в ткани риса, обладающие высоким содержанием SiO<sub>2</sub>.

Определяя содержание кремнезема в листовых пластинах проростков риса, можно отбирать и включать затем в селекционные работы исходный материал с заведомо известными ценными признаками - устойчивостью к полеганию, к патогену, а значит, и высокой продуктивностью.

Экспериментально показано: гиперхромный эффект (оптические свойства) ДНК из листовых пластин устойчивых к пирикулярриозу сортообразцов (Янтарь, Дружный, Аметист) составляет 2,7%, 1,5% и 0,8% соответственно. У среднеустойчивых (Фонтан, Регул, Серпантин) эта величина выше и составляет 11, 3%, 10,1%, 11,7%, и 6,7% соответственно. У неустойчивых - ВНИИР 10157, Боярин – 16,7%, 41, 2% соответственно.

В ультрафиолетовой области спектра ДНК поглощает ультрафиолетовые лучи максимум при 260 нм, что на 40% меньше, чем смесь нуклеотидов, характерная для образца денатурированной ДНК.

Этот эффект, называемый «гиперхромным эффектом», обусловлен упорядоченным расположением азотистых оснований в цепи ДНК, допускающим комплементарные изменения между основаниями. При денатурации ДНК водородные связи, стабилизирующие азотистые основания в определенном положении, разрываются, что приводит к увеличению поглощения в ультрафиолетовой области спектра, равному при нарушении структуры ДНК 40% по сравнению с нативными образцами ДНК, т.е. величина ГЭ может служить показателем нативности ДНК, стабильности и устойчивости к внешним воздействиям, как то повышенные или пониженные температуры, реакция почвы и т.д.

Активность пероксидазы (у.е./г/сек), определенная в листовых пластинках проростков риса устойчивых к пирикулярриозу сортов (Снежинка, Аметист, ВНИИР 10171) – 2,72; 1,95; 2,32 выше, чем у средне- и неустойчивых (Спринт-1,6; Рапан, 1,7). Энергетический потенциал митохондриального аппарата у устойчивых форм превышает таковой у неустойчивых.

Активность фотосинтеза, определенная по содержанию хлорофиллов из хлоропластов листовых пластинок проростков у устойчивых сортов выше, чем у неустойчивых.

Так, у устойчивых - Снежинки, Янтаря, Аметиста, ВНИИР 10171 - содержание суммы хлорофиллов (а+б) мг/г сырого вещества 0,056; 0,065; 0,079; 0,111; у неустойчивых - Беррина, Рапана, ВНИИР10103 - это признак 0,048; 0,048; 0,049; то есть система фотосинтеза в хлоропластах устойчивых сортов активнее, чем у неустойчивых.

Анатомо-морфологические исследования на устойчивость к пирикулярриозу проводили на вегетирующих растениях в фазу трубкования и выметывания – цветение микрофотографированием и определяли интенсивность окрашивания фенолов поперечных срезов побегов растений риса [2, 10].

Исследования показали, что у устойчивых и среднеустойчивых форм риса (Аметист, Водолей, Лиман, Хазар, Лидер, Регул, ВНИИР 8125, Дружный), обладающих пониженным уровнем гибберелловой кислоты (ГК), в фазу трубкования на поперечных срезах по жилкам - окрашивание розовое или бледно-розовое. У неустойчивых форм, ГК, (ВНИИР18, ВНИИР 7832, ВНИИР 7883, ВНИИР 8058, ВНИИР 8067, ВНИИР 8069) имеющих повышенный уровень в эту же фазу, окрашивание не происходит. В фазу выметывания-цветения на поперечных срезах, устойчивых и среднеустойчивых форм окрашивание коричневого цвета (интенсивно или слабо). У неустойчивых форм в фазу выметывания-цветения окрашивание на поперечных срезах по жилкам слабо-желтое, т.е. у форм риса, более устойчивых к патогену, синтез фенолов, играющих защитную роль, активнее, чем у неустойчивых. Последнее, как ранее было показано, может быть объяснено повышенным уровнем ГК у неустойчивых форм, нарушающим биосинтез фенолов в растительном организме и снижающим тем самым устойчивость к патогену.

Анатомо-морфологические характеристики поперечных срезов листьев вышеуказанных сортов, различающихся по устойчивости к пирикулярриозу, также различаются.

Рассчитывали отношение площади поперечного сечения листа к площади ксилемы и флоэмы. Оказалось, что этот показатель у устойчивых и среднеустойчивых форм риса (Лиман-20,3, ВНИИР 10097-16,3, Регул-13,4) выше, чем у неустойчивых (ВНИИР18-11,5).

Анатомо-морфологические характеристики поперечных срезов органов растения риса (лист, главный побег) позволяют выявлять различия устойчивых и неустойчивых к пирикуляррии форм риса.

**Выводы.** 1/. У сортообразцов, устойчивых к пирикулярриозу, активность амилаз ( $\alpha+\beta$ ) ниже, чем у контрольных; у неустойчивых форм активность амилаз ( $\alpha+\beta$ ) сравнима с таковой в контроле или превышает её значение.

2/. Содержание кремнезёма ( $\text{SiO}_2$ ) в образцах (листовые пластины проростков) выше у устойчивых к пирикулярриозу сортообразцов, нежели у неустойчивых

3/. Анатомио-морфологические исследования сортообразцов риса (поперечные срезы листа и главного побега) показали, что синтез фенолов, играющих защитную роль у растений к патогену, у устойчивых форм значительно активнее, нежели у неустойчивых.

4/. По изученным признакам получены сравнимые между собой и с ИРБ (полевые опыты) результаты, т.е., по данным лабораторных исследований, уже на уровне проростков, можно говорить об устойчивости к поражению патогеном, а значит, и о выборе перспективной на этот признак формы риса.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Алешин Н.Е., Авакян Э.Р., Дякунчак С.А., Барышок В.П., Воронков М.Г. Роль кремния в устойчивости риса к пирикулярриозу // Вестник ДАН СССР. – 1986. – Т.291. – С.499-502.

2. Алешин Е.П., Власов В.Г. Анатомия риса. – Краснодар: ВНИИ риса, 1982. – 111 с.

3. Авакян Э.Р., Ковалев В.С., Логвина Т.Б., Коплик Н.Н., Харченко Е.С. Устойчивость растений риса к пирикулярриозу и содержание гибберелинов в них // Регуляторы роста и развития растений в биотехнологии.: Докл. VI межд. конф. 26-28 июня 2001 г. – М., 2001. – С.250.

3. Гавриленко В. Ф., Ладыгина М. Е., Хандобина Л. М. Большой практикум по физиологии растений. - М.: Высшая школа, 1975. – 320 с.

4. Дякунчак С.А., Ефимова Г.В., Авакян Э.Р. Влияние кремнийорганических соединений на развитие пирикулярриоза риса (возбудитель – *Piricularia oryzae* Briosi et cow) // Микология и фитопатология. – 1984. – Т.18. – Вып.6. – С. 489-492.

5. Кефели В. И., Сидоренко О.Д. Физиология растений с основами микробиологии. – М.: Агропромиздат, 1991. – С.145-151.

6. Кумейко Т.Б., Авакян Э.Р. Интенсивность развития болезни пирикулярриоза риса различных сортов // Нетрадиционное растениеводство: эниология, экология, здоровье: Докл. X межд. симпоз., 2-10. 09. 2002. –Алушта, 2002. - С.19.

7. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений.– М.: Колос, 1976. – С. 223-225.

8. Филиппович Ю.Б., Егорова Т.А., Севастьянова Г. А. Большой практикум. - М.: Просвещение, 1982.- С.168-169.

9. Фурст Г. Г. Методы анатомо-гистохимического исследования растительных тканей – М.: Наука, 1979. – С.32.

10. Lichtenthaller H.K., Wellburn F.R. Determination of total carotinoides & chlorophylles "a" & "b" of leaf extracts in different solvents // Biochem. Sci. Irans. - 1938. - Vol. 5. - P.591-528.

11. Yoshida S. Laboratory manual for physiological studies of rice.– Los Banos:Laguna, 1979.- P.70.

### БИОХИМИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ СОРТООБРАЗЦОВ РИСА, РАЗЛИЧАЮЩИХСЯ ПО УСТОЙЧИВОСТИ К ПИРИКУЛЯРРИОЗУ

Э.Р. Авакян, Т. Б. Кумейко, К. К. Ольховая

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

## РЕЗЮМЕ

Проведены биохимические и молекулярно-биологические исследования сортов риса, различающихся устойчивостью к пирикулярриозу. Показано, что по комплексу признаков, определенных на уровне проростков в лабораторных условиях, можно отобрать формы, устойчивые к патогену, с целью их использования в селекционном процессе.

## BIOCHEMICAL TRAITS OF RICE VARIETY SAMPLES, DIFFERING BY RICE RESISTANT TO BLAST

E.R. Avakyan, T.B. Kumeiko, K.K. Olkhovaya  
All-Russian Rice Research Institute

## SUMMARY

We carried out biochemical and molecular-biological researches of rice varieties, with different blast resistance. It is shown that it is possible to select forms resistant to pathogen for their use in breeding process by complex of traits.

## УРОЖАЙНОСТЬ РИСА И ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ

В.В. Шевцов

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Эффективное применение минеральных удобрений является одним из факторов получения высокого урожая риса, а также кондиционных семян. В этой связи решающее значение имеет сбалансированное питание растений макро- и микроэлементами [3,6]. Ранее проведенными исследованиями установлена высокая агроэкономическая эффективность применения комплексных удобрений при обработке семян риса (тенсо-коктейль) и некорневой подкормке растений (кристалон) [2].

**Цель исследований.** Установить влияние комплексных удобрений, содержащих макро- и микроэлементы, а также их сочетаний на урожайность и посевные качества семян риса.

**Методы исследований.** В условиях полевого опыта (ООО «Анастасиевское») в 2004-2005 годах изучали влияние указанных выше удобрений на урожайность и посевные качества семян риса. В опытах применяли (состав, %):

– тенсо-коктейль (ТК): В – 0,52; Са (ЭДТА) – 2,57; Сu (ЭДТА)- 0,53; Fe (ЭДТА) – 2,10; Fe(ДТПА) – 1,74; Mn (ЭДТА) – 2,57; Zn (ЭДТА) – 0,53; Мо – 0,13;

– кристалон специальный (Кр.): В – 0,025%, Сu - хелат EDTA – 0,01%, Fe - хелат ДТРА, EDTA – 0,07%, Mn - хелат EDTA – 0,04%, Мо – 0,004%, Zn - хелат ДТРА – 0,025%, NPK – 18:18:18+3.

Почва опытных участков – лугово-болотная тяжелосуглинистая. Предшественник риса – многолетние травы. Технология возделывания - общепринятая. Режим орошения – постоянное затопление. Сорт риса – Лиман (элита). Перед посевом семена риса обработали тенсо - коктейлем полусухим способом (100 г на 1 т). Обработку растений кристалоном (2,5 кг/га) проводили в фазу кушения риса (5-6 листьев). Обеспеченность растений азотом определяли с помощью N-тестера непосредственно перед некорневой подкормкой и через семь дней после нее [5].

Уборку урожая проводили методом раздельного комбайнирования. Данные по урожайности приводили к стандартным показателям: 14% влажности и 100% чистоты [1]. Всхожесть и энергию прорастания полученных семян определяли стандартными методами [4].

**Результаты исследований.** При получении всходов из-под слоя воды густота растений достигает в среднем 120-140 шт./м<sup>2</sup>, поэтому повышение полевой всхожести является важнейшей задачей. Проведенными исследованиями в 2004-2005гг. установлено, что обработка семян тенсо-коктейлем способствовала повышению полевой всхожести. Так, в вариантах опыта с обработкой семян тенсо-коктейлем в фазу всходов она была на 20-23 % больше, чем в других вариантах, а всходы в этих вариантах были получены на 4-5 дней раньше, чем в контроле. Наряду с этим в фазу кушения установлено и повышение обеспеченности растений азотом на 4,3-4,9%.

**Таблица 1.** Урожайность риса и выход семян при использовании тенсо-коктейля и кристалона

№ п/п	Вариант	Урожайность, т/га			Выход семян, %
		2004 г.	2005 г.	Среднее	
1.	Контроль	7,1	7,8	7,4	54,6
2.	Тенсо-коктейль, 100г/т	8,0	8,8	8,4	53,6
3.	Кристалон, 2,5 кг/га	7,6	8,3	7,9	59,8
4.	Тенсо-коктейль, 100 г/т + кристалон 2,5 кг/га	8,3	9,4	8,8	61,2
	НСР <sub>05</sub>	0,36	0,19		

Увеличение урожайности риса на 13,5% получено в варианте, где применялась предпосевная обработка семян тенсо-коктейлем. Применение кристалона для некорневой подкормки растений привело к росту урожайности риса на 6,7% по сравнению с контрольным вариантом. Обработка семян риса тенсо-коктейлем, а затем растений кристалоном позволила обеспечить прибавку урожайности риса на 18,9% (табл. 1).

Применение комплексных удобрений оказало положительное влияние на посевные качества семян. Так, при обработке семян риса тенсо-коктейлем получены семена, у которых энергия прорастания и всхожесть по сравнению с контрольным вариантом выше на 3,4 и 2,0%, соответственно. Обработка семян тенсо-коктейлем, а затем растений кристалоном позволила получить семена, у которых энергия прорастания и всхожесть были соответственно на 8,7 и 3,7% выше по сравнению с контролем (табл. 2).

**Таблица 2.** Посевные качества семян риса при использовании тенсо-коктейля и кристалона

№ п/п	Наименование варианта	Всхожесть семян, %	Энергия прорастания, %
1	Контроль	93,5	80,8
2	Тенсо-коктейль, 100г/т	95,5	84,2
3	Кристалон 2,5 кг/га	95,8	86,8
4	Тенсо-коктейль, 100г/т+ кристалон 2,5 кг/га	97,2	89,5
	НСР <sub>05</sub>	1,3	2,0

**Выводы.** 1/. Обработка семян риса тенсо-коктейлем способствует увеличению полевой всхожести. Это обеспечивает прибавку урожая 1,0 т/га. Обработка семян тенсо-коктейлем, а затем растений кристалоном в фазу кушения позволяет получать дополнительную прибавку урожая 1,4т/га.

2/. Предпосевная обработка элитных семян риса тенсо-коктейлем позволила получить семена первой репродукции с полевой всхожестью на 4,9% выше, чем в контроле, а обработка семян тенсо-коктейлем, а затем растений кристалоном – на 5,8% выше, чем в контроле.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта.- М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Паращенко В.Н. Эффективность применения новых комплексных удобрений при возделывании риса / О.В.Кузнецова, Т.М.Туриченко, Р.С. Шарифуллин, Н.М. Кремзин, Л.А. Швыдкая // Рисоводство. – 2004. - № 5. – С. 69-72.
3. Рис – технологии эффективного минерального питания: Сборник материалов / Под общ. ред. Е.М. Харитоновна – Краснодар, 2005. – 43 с.
4. Сметанин А.П., Дзюба В.А., Апрод А.И. Методика опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса. – Краснодар, 1972. – 154 с.
5. Точное внесение азотных удобрений: Обобщенные рекомендации по использованию прибора «N – тестер» на посевах зерновых культур. – Краснодар, 2003. – 32 с.
6. Шеуджен А.Х. Агрохимия и физиология питания риса. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2005. – 1012 с.

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ РИСА**

В.В. Шевцов

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

### **РЕЗЮМЕ**

В условиях полевых опытов в 2004-2005 гг. установлено положительное влияние обработки семян риса тенсо-коктейлем и некорневой подкормки растений кристаллоном специальным как отдельно, так и в сочетании на урожайность и посевные качества семян. Предпосевная обработка семян тенсо-коктейлем (100 г/т) и некорневая подкормка растений кристаллоном (2,5 кг/га) в фазу кущения риса обеспечивает прибавку урожайности на 18,9%.

## **EFFICIENCY OF APPLICATION OF NEW COMPLEX FERTILIZERS IN RICE CULTIVATION**

V.V. Shevtsov

All-Russian Rice Research Institute

### **SUMMARY**

Under the conditions of field tests in 2004-2005 it was found the positive influence of rice seeds treatment by tenso-cocktail and foliar nutrition by special crystallon separately, and in combination for yield and sowing quality of seeds. Pre-seeding treatment of seeds by tenso-cocktail (100 g/t) and foliar nutrition of plants by crysrallon (2.5 kg/ha) in phase of rice tillering provides with yield increase of 18.9%.

УДК 633.18:631.8:631.847.212:631.531.011

## **ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ИНОКУЛЯЦИИ НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА ВЫРАЩЕННЫХ СЕМЯН РИСА**

**В.А. Ладатко, к.с.-х.н., А.Г. Ладатко, к.б.н.**

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Инокуляция семян биопрепаратами и разная обеспеченность растений минеральными удобрениями оказывают заметное влияние на массу 1000 зерен и их разнокачественность [2, 4, 5, 6, 9]. Известно также, что с ростом массы зерновок увеличивается масса как эндоспермов, так и зародышей, а между их массами существует тесная прямая корреляционная зависимость [2]. Причем именно масса зародышей во многом определяет посевные и урожайные свойства семян. Есть также сведения о том, что самой высокой всхожестью и энергией прорастания обладают семена средней фракции, а у мелких и крупных семян эти показатели снижаются [2, 3].

Известно, что из-за финансовых ограничений во многих хозяйствах не соблюдается внесение рекомендуемых доз удобрений под рис. Это оказывает существенное влияние не только на количество, но и на качество урожая. В связи с этим актуальной является проблема оптимизации питания растений на семеноводческих посевах.

На вопрос о том, как влияет разная обеспеченность материнских растений элементами минерального питания на посевные качества семян, нет однозначного ответа. Тем более, в литературе практически полностью отсутствуют сведения о влиянии на эти показатели бактериальных удобрений. Проведенные нами исследования позволили частично разобраться в этом вопросе.

**Цель исследования.** Изучить влияние обеспеченности материнских растений элементами минерального питания в сочетании с инокуляцией семян флавобактером на посевные качества семян риса.

**Материал и методика.** Исследования проводили в 2002–2003 годах на вегетационной площадке ВНИИ риса в сосудах емкостью 7 л, заполненных лугово-черноземовидной почвой. Масса сухой почвы в сосуде составляла 6 кг. Исходная почва имела следующие показатели: рН – 7,1, содержание общего азота – 0,28%, общего углерода – 1,69%, отношение С:N – 6,0. В качестве удобрения использовали неполную питательную смесь Д.Н. Прянишникова (далее – ПСП), в которой нитрат аммония был заменён карбамидом в равной пропорции. Предпосевную инокуляцию семян сорта Лиман проводили культурой *Flavobacter* на торфяной основе.

Влияние предпосевной инокуляции на посевные качества семян риса оценивали на двух фонах минерального питания: низком – 2 ПСП и высоком – 4 ПСП.

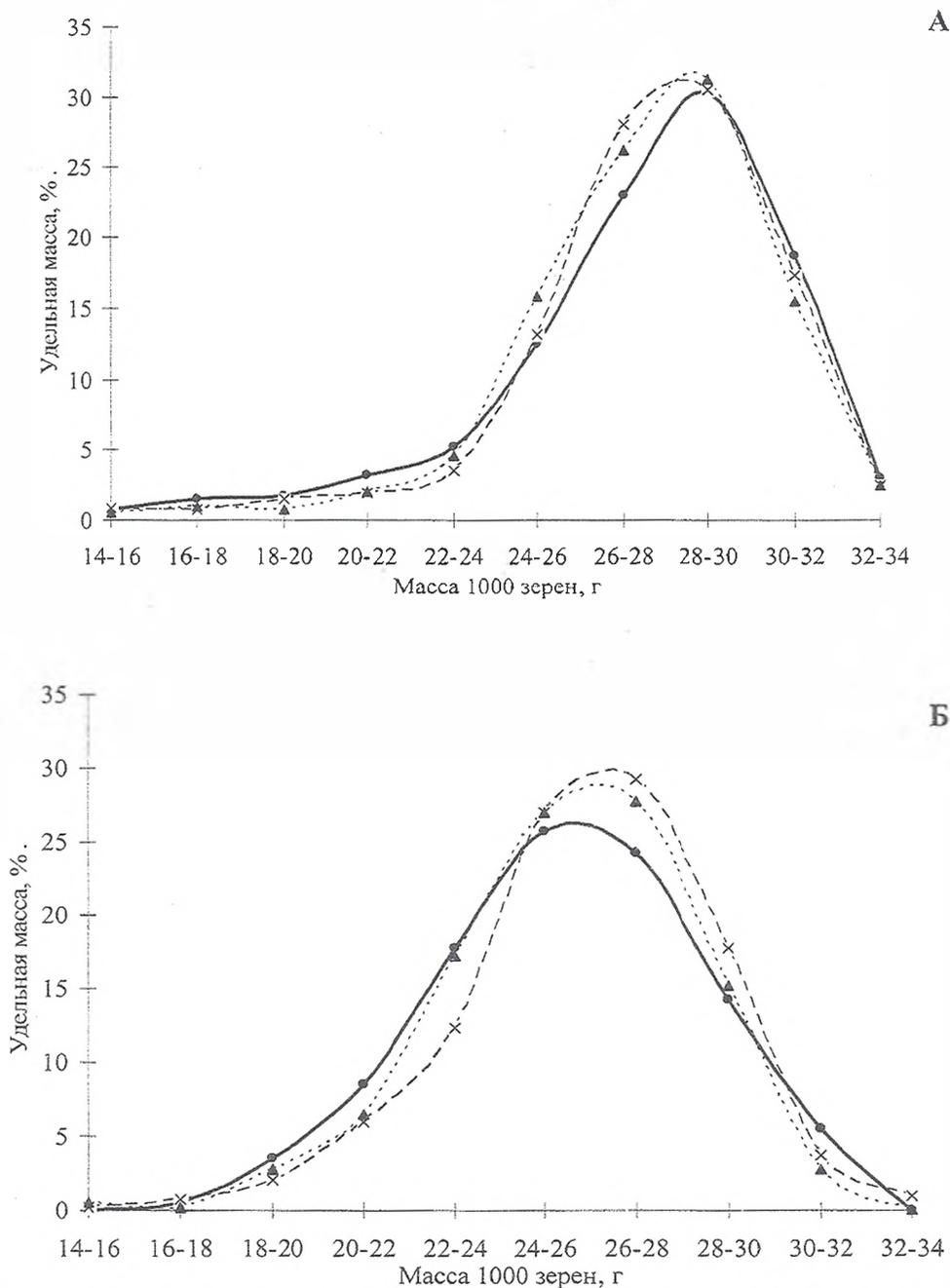
Схема опыта включала следующие варианты:

- 1) низкий фон без инокуляции семян (контроль 1);
- 2) вариант 1 + инокуляция флавобактером 550 г/га;
- 3) вариант 1 + инокуляция флавобактерином 1100 г/га;
- 4) высокий фон без инокуляции (контроль 2);
- 5) вариант 4 + инокуляция флавобактером 550 г/га;
- 6) вариант 4 + инокуляция флавобактером 1100 г/га;

Проращивание полученных в опыте семян проводили при температуре 14°C. Посевные качества и показатели силы роста семян определяли по общепринятым методикам [1, 7, 8]. Для определения линейных размеров ростка и корешка препарированию подвергали по 400 штук проростков каждого варианта. Повторность опыта – четырехкратная.

**Результаты.** Поскольку метод фракционирования семян на решетках обладает низкой «чувствительностью», то для изучения модификационной изменчивости массы семе-

ни мы взвешивали на аналитических весах по 400 зерновок каждого варианта. Полученные данные представлены на рисунке 1.



**Рис. 1.** Кривые модификационной изменчивости массы зерновки риса при инокуляции семян материнских растений флавобактером на низком (А) и высоком (Б) фонах питания (—●— без инокуляции, --×-- инокуляция флавобактером (550 г/га) ···▲··· инокуляция флавобактером (1100 г/га).

Как видно из приведенных данных, обеспеченность материнских растений элементами минерального питания в сочетании с инокуляцией оказывает существенное влияние на весовую разнокачественность полученных в опыте семян. На низком фоне питания, независимо от доз биопрепарата, в среднюю фракцию вошли семена с массой 1000 зерен от

26 до 30 г. При этом в варианте без инокуляции доля ее в общей массе семян составила 53,3%, а при внесении возрастающих доз флавобактера – 58,5% и 57,6%.

Лучшая обеспеченность растений элементами минерального питания наряду с увеличением урожая зерна привела к снижению массы семени. В результате в среднюю фракцию вошли семена с массой 1000 зерен от 24 до 28 г. Доля этой фракции в общей массе семян варьировала от 54,8 до 56,3%, в зависимости от дозы биопрепарата, при 50,1% в контроле.

Следует отметить, что независимо от уровня минерального питания наибольший положительный эффект достигается при инокуляции семян флавобактером в дозе 550 г/га. Увеличение нормы расхода препарата приводит к уменьшению доли средней и крупной фракции семян.

При формировании зерновок в условиях высокой обеспеченности элементами минерального питания, по сравнению с низким фоном (вар.2), всхожесть и дружность прорастания семян имеют тенденцию к снижению и достоверно замедляется скорость их роста (табл. 1). В этих условиях достоверно уменьшаются такие показатели силы роста, как высота ростка и длина корешка.

**Таблица 1.** Влияние инокуляции семян материнских растений флавобактером на посевные качества и силу роста семян риса

Уровень минерального питания (фактор А)	Доза флавобактерина, г (фактор В)	Всхожесть, %	Дружность прорастания, шт./сут.	Скорость роста проростков, сут.	Интенсивность роста проростков, мг/100 шт./сут.	Высота ростка, мм	Длина корешка, мм	Масса проростков, мг/100 шт.
2 ПСП	0	99,8	12,1	11,0	27,2	9,4	26,3	190,9
	550	100,0	12,3	10,8	27,4	10,0	27,9	196,5
	1100	100,0	13,4	11,0	28,4	10,0	29,0	197,9
4 ПСП	0	98,8	10,9	11,3	27,4	8,7	23,4	184,4
	550	99,5	12,1	11,2	28,8	9,6	26,5	196,5
	1100	100,0	12,2	10,9	28,4	10,0	28,2	200,5
НСР <sub>05</sub> А		0,52	1,23	0,11	0,80	0,20	0,68	4,67
НСР <sub>05</sub> В		0,64	1,50	0,13	0,98	0,25	0,83	5,72
НСР <sub>05</sub> АВ		0,90	2,13	0,18	1,38	0,35	1,18	8,10

Несмотря на то, что семена в контрольных вариантах обладали высокими посевными качествами, инокуляция семян материнских растений флавобактером оказала положительное влияние на изучаемые показатели. Так, если по дружности прорастания и интенсивности роста проростков наблюдалась лишь тенденция к их увеличению, то остальные достоверно увеличились под действием биопрепарата.

Из приведенных данных видно, что большей изменчивостью среди изучаемых характеристик обладали показатели силы роста семян, зависящие в значительной степени от массы зерновок. В связи с этим интересно было определить модификационную изменчивость этих показателей. Результаты этих исследований, представленные на рисунках 2 и 3, показывают, что выращивание материнских растений на высоком фоне питания (рис. 2 Б, 3 Б) приводит к уменьшению по сравнению с низким фоном (рис. 2 А, 3 А) как высоты ростка, так и длины корешка. Применение бактериального удобрения уменьшает негативное влияние высоких доз удобрений. Причем различия между вариантами с использованием биопрепарата были незначительны. Это, по-видимому, связано с тем, что значения изучаемых показателей достигли максимума, определяемого пределами ненаследственной внутрисортовой изменчивости.

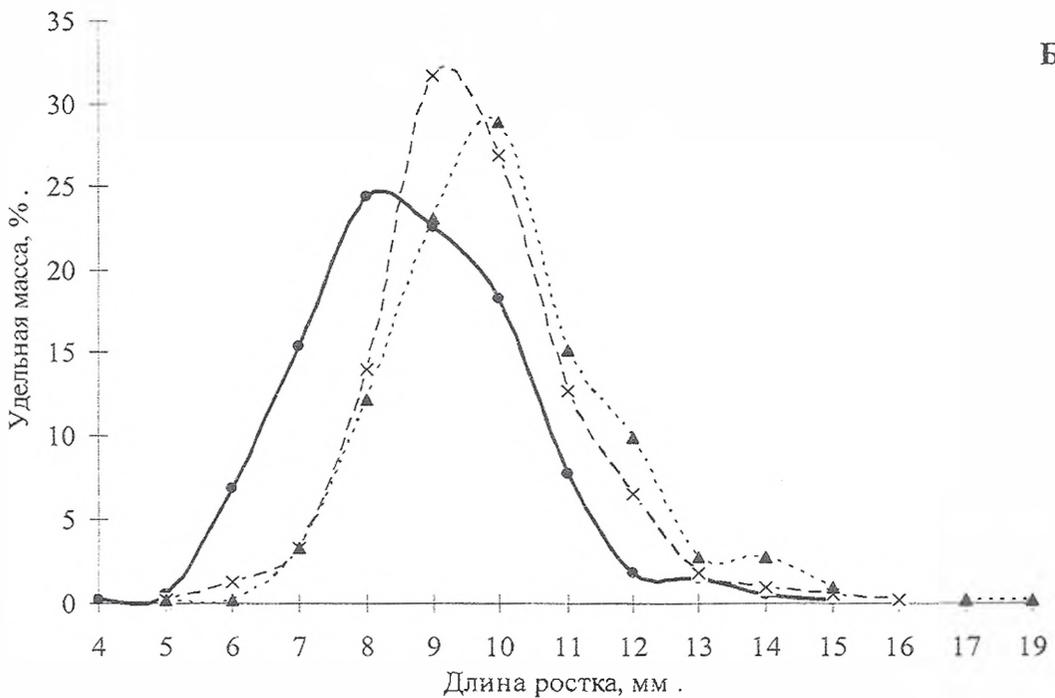
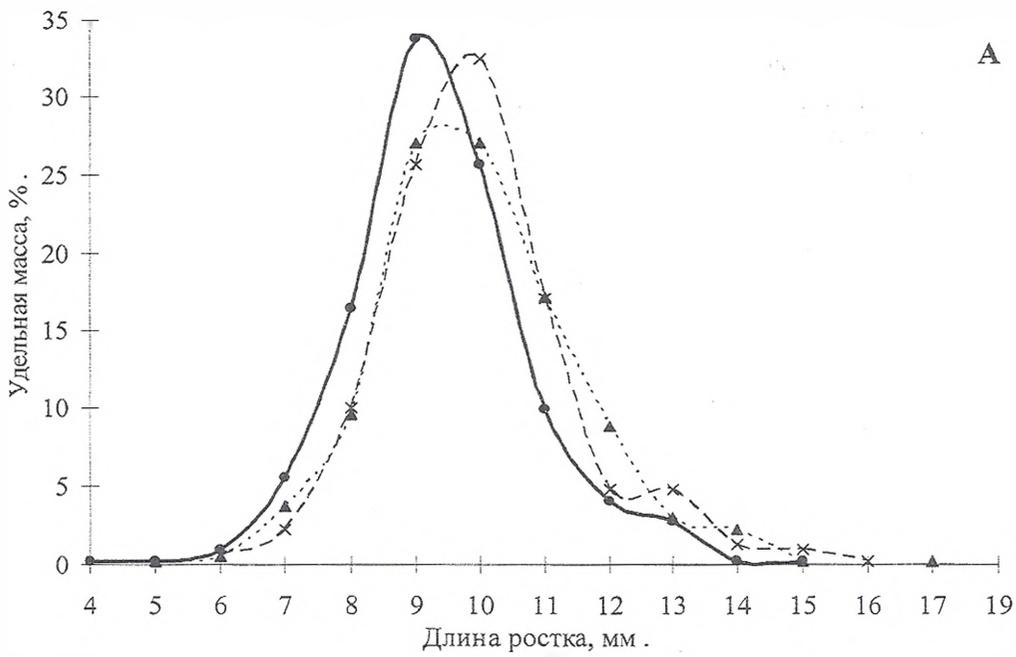


Рис. 2. Кривые модификационной изменчивости длины ростка проростков риса при инокуляции семян материнских растений флавобактером на низком (А) и высоком (Б) фонах питания (—●— без инокуляции, - -x- - инокуляция флавобактером (550 г/га) ···▲··· инокуляция флавобактером (1100 г/га).

Известно, что надземные и подземные органы растений обладают неодинаковыми темпами роста. В связи с этим определенный интерес представляют данные о том, как фактически изменялась высота ростка в зависимости от длины корешка.

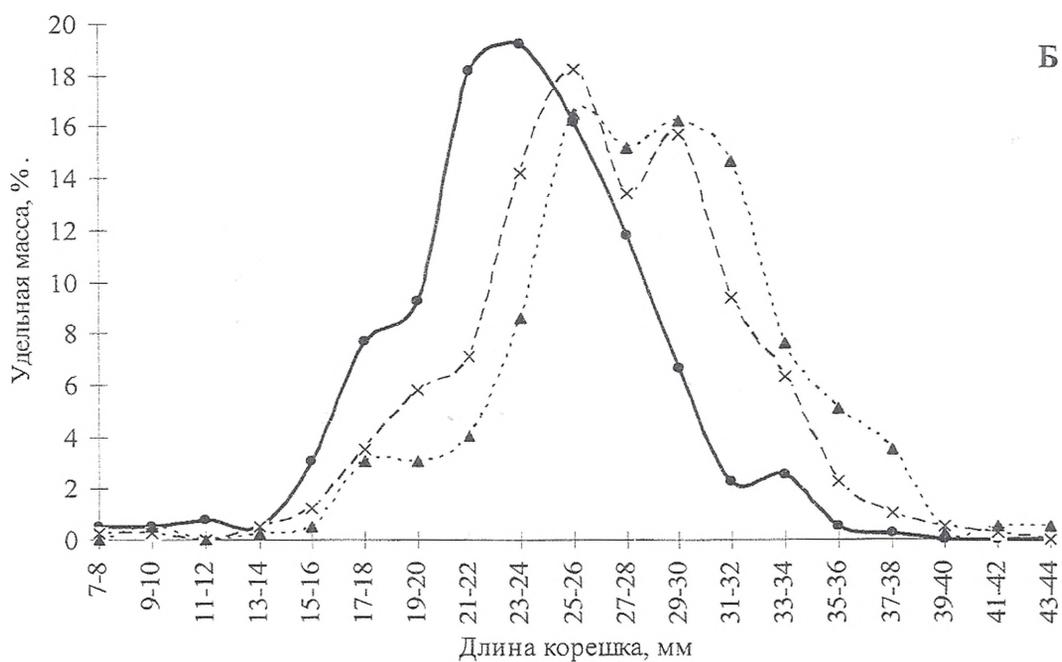
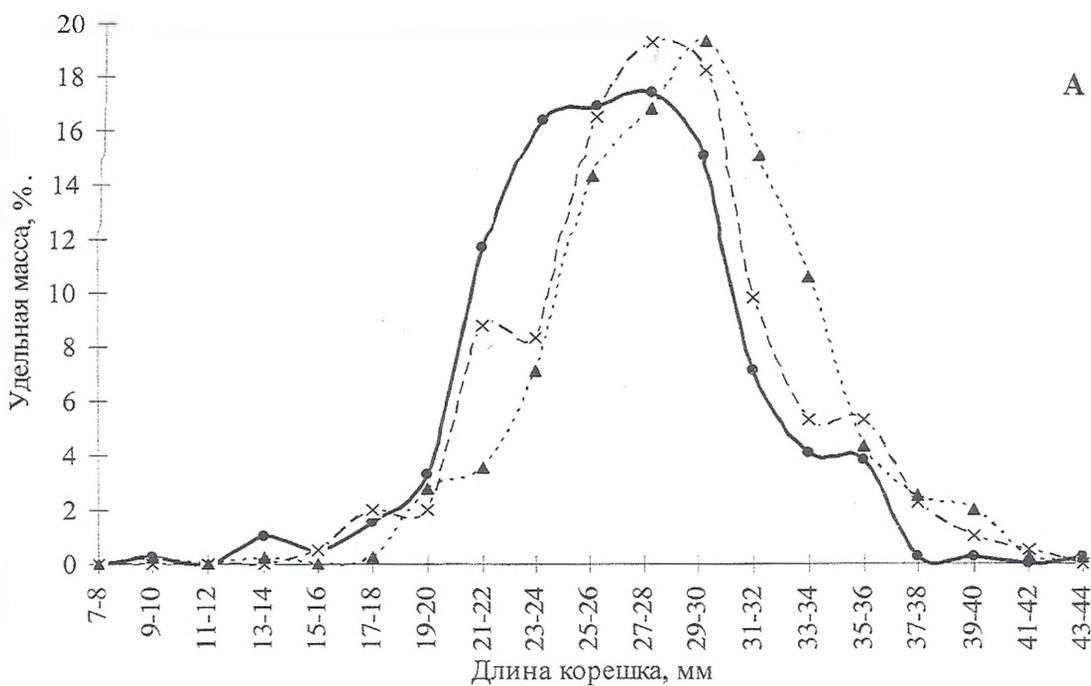
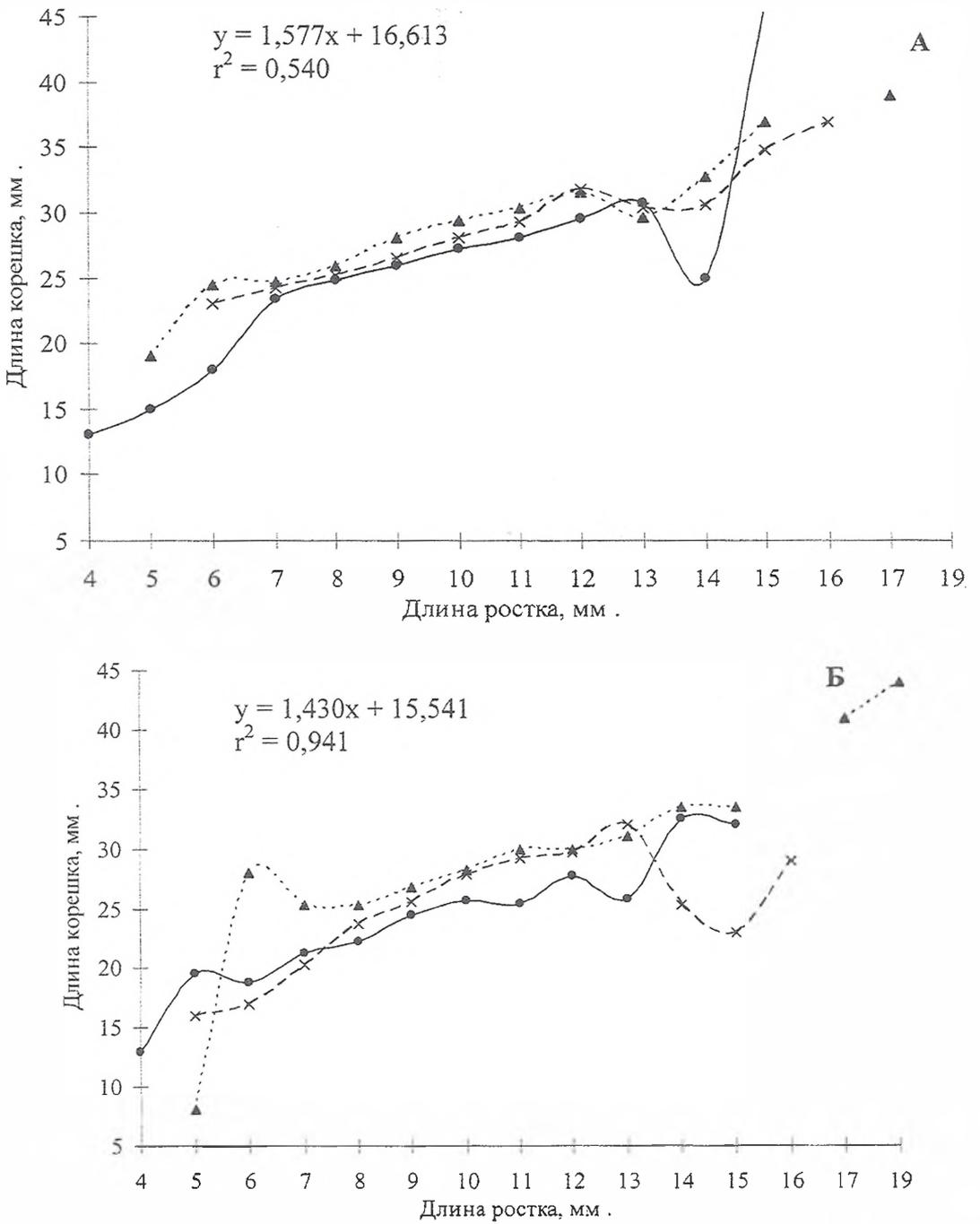


Рис. 3. Кривые модификационной изменчивости длины корешка проростков риса при инокуляции семян материнских растений флавобактером на низком (А) и высоком (Б) фонах питания (—●— без инокуляции, - - x - - инокуляция флавобактером (550 г/га) - - ▲ - - инокуляция флавобактером (1100 г/га).

Из рисунка 4 видно, что большему росту соответствует и больший корешок, а зависимость между этими показателями характеризуется сильной прямой корреляцией ( $r = 0,912 \pm 0,088$ ). Причем у проростков с высотой роста от 7 до 13 мм, составляющих 95,8 % выборки, эта связь наиболее сильная ( $r = 0,980 \pm 0,089$ ). Следует также отметить, что независимо от обеспеченности материнских растений элементами питания в вариан-

тах с применением флавобактера семена обладали более интенсивным ростом корешков и ростков.



**Рис. 4.** Изменение длины ростка и корешка проростков риса при инокуляции семян материнских растений флавобактером на низком (А) и высоком (Б) фонах питания (—●— без инокуляции, - - x - - инокуляция флавобактером (550 г/га) ···▲··· инокуляция флавобактером (1100 г/га).

А поскольку, как отмечено ранее, в этих вариантах формировались и более крупные семена, то было интересно выяснить: в какой зависимости между собой находятся эти показатели. Расчет коэффициентов корреляции показал, что между линейными размерами и массой проростка существует сильная связь, значение которой составляет  $0,775 \pm 0,135$  для

ростка и  $0,802 \pm 0,127$  для корешка, при доле влияния массы проростка на его линейные размеры 60,02 и 64,29 % соответственно.

**Выводы.** 1/. Уровень обеспеченности растений риса элементами минерального питания в сочетании с инокуляцией флавобактером оказывает неоднозначное влияние на посевные качества и показатели силы роста семян. Лучшая обеспеченность материнских растений элементами питания наряду с увеличением урожая приводит к снижению массы 1000 зерен, силы роста семян и ухудшению их посевных качеств.

2/. Использование в технологии возделывания риса приема с предпосевной инокуляцией семян сглаживает негативное влияние высоких доз минеральных удобрений, повышая массу семян за счет увеличения доли средней и крупной фракций, всхожести, дружность прорастания семян и интенсивности роста проростков, а также достоверно увеличивая скорость роста, линейные размеры и массу проростков.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев В.Н. Влияние температуры среды на прорастание семян и интенсивность роста проростков различных сортов риса // Бюл. НТИ ВНИИ риса.- Краснодар, 1974.- № 14.- С. 18-21.
2. Воробьев Н.В. Физиологические основы прорастания семян риса и пути повышения их всхожести.- Краснодар: МС-Центр, 2003.- 116 с.
3. Кизилова Е.Г. Разнокачественность семян и ее агрономическое значение.- Киев: Урожай, 1974.- 216 с.
4. Ладатко В.А., Воробьев Н.В. Повышение посевных качеств семян сортов риса при оптимизации азотно-фосфорного питания растений // Рис России.- 1996.- Т. 4, № 3(8).- С. 54.
5. Ладатко В.А., Ладатко М.А. Действие фосфорных удобрений на урожай риса при разном уровне азотного питания // Рисоводство. - 2002. - Вып. 1. - С. 61-65.
6. Ладатко Н.А. Изменение массы 1000 зерен у сортов риса в зависимости от доз азота на засоленном и незасоленном фонах // Эволюция научных технологий в растениеводстве: Сб. науч. тр., посвящ. 90-летию КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко.- В 4-х т.- Краснодар, 2004.- Т.3: Биотехнология. Горох. Травы. Рис. Конопля. Хлопчатник.- С. 261-266.
7. Сметанин А.П., Дзюба В.А., Апрод А.И. Методики опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса. - Краснодар: Краснодар. кн. изд-во, 1972. - 156 с.
8. 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.
9. Ladatko A.G., Ladatko V.A. Influence of phosphate mobilizing biological fertilizer on rice photosynthetic activity and yield // Proceedings of Eurorice 2001 Symposium CIRAD, IRD, KSAU, Krasnodar Territory, VNIIRISA on Rice genetic resources and breeding for Europe and other temperate areas.- CIRAD, 2001.- P. 127-130.

## ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ИНОКУЛЯЦИИ НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА ВЫРАЩЕННЫХ СЕМЯН РИСА

В. А. Ладатко, А. Г. Ладатко

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

## РЕЗЮМЕ

Изучено влияние минеральных удобрений и предпосевной инокуляции семян риса флавобактером на весовую разнокачественность, посевные качества и показатели силы роста репродукционных семян.

Установлено, что повышение уровня минерального питания приводит к снижению массы 1000 зерен, силы роста семян и ухудшению их посевных качеств. Применение микробиологических препаратов способствует повышению массы семян, всхожести, дружности прорастания и интенсивности роста проростков, а также достоверному увеличению скорости роста, линейных размеров и массы проростков.

## **INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS AND INOCULATION ON SEEDING QUALITIES OF RICE SEEDS**

V. A. Ladatko, A. G. Ladatko

All-Russian Rice Research Institute

### **SUMMARY**

Influence is studied of mineral fertilizers and preseeding inoculation of rice seeds by phlavobacter on different quality of weight, seeding qualities and growth strength indices of reproduction seeds

Was proved that increase of mineral nutrition level leads to decrease of 1000 grain weight, growth strength of seeds and worsening of their seeding qualities. Application of bio preparation provides grain weight increase, germination, evenness of sprouting and intensity of sprouts growing as well as correct increase of growth speed, linear dimensions and sprouts weight.

УДК 631.531.011.2:633.18:577.118

## **ВЛИЯНИЕ МАРГАНЦА И ВОЗДУШНО-ТЕПЛОВОГО ОБОГРЕВА СЕМЯН НА ПОТРЕБЛЕНИЕ И ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЯМИ РИСА**

**Т.Н. Бондарева, к.с.-х.н.**

Всероссийский научно-исследовательский риса

**Н.Н. Дмитренко, А.Х. Шеуджен, д.б.н., Л.М. Онищенко, к.с.-х.н.**

Кубанский государственный аграрный университет

Предпосевная подготовка семян – важный элемент технологии выращивания риса. Основная ее задача – повысить полевую всхожесть семян, скорость появления всходов и интенсивность начального роста растений. Проведенные нами исследования показали, что воздушно-тепловой обогрев семян способствует повышению интенсивности поглощения воды, мобилизации запасных питательных веществ и ростовых процессов в семенах, увеличению обеспеченности 14-дневных проростков пластидными пигментами, повышению физиологической активности корневой системы, продуктивности фотосинтеза, а также поглощению растениями риса азота, фосфора и калия (Бондарева Т.Н., Дмитренко Н.Н., Шеуджен А.Х. и др., 2004). Наибольший эффект оказывает воздушно-тепловой обогрев семян при температуре 35°C в течение 24 ч, особенно в сочетании с обработкой медью и марганцем (Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н., Аношенков В.В., 2001).

**Цель исследований.** Изучить влияние обогрева семян и их обогащения марганцем на рост и развитие растений риса.

**Материал и методы.** Для изучения влияния воздушно-теплого обогрева и обогащения марганцем семян на поглощение растениями риса марганца, азота, фосфора и калия проведен полевой опыт. Для посева использовали семена сорта Лиман: 1) сухие – контроль (СС); 2) увлажненные (УС); 3) сухие, подвергнутые воздушно-тепловому обогреву (СС+ВТО); 4) увлажненные, подвергнутые воздушно-тепловому обогреву (УС+ВТО); 5) обогащенные марганцем (УС+Mn); 6) увлажненные, обогащенные марганцем и подвергнутые воздушно-тепловому обогреву (УС+ВТО+Mn). Воздушно-тепловой обогрев семян производился в термостате при температуре 35°C в течение 24 ч.; увлажнение и обработка семян 1 % водным раствором марганца – вручную путем смачивания из расчета 10 л рабочего раствора на 1 т посевного материала. Почва – лугово-черноземная. Растения выращивали на фоне  $N_{150}P_{120}K_{90}$ . Для вычисления коэффициентов использования растениями риса азота, фосфора и калия из удобрений предусматривался вариант  $N_0P_0K_0$ . Контролем служил вариант посева сухими семенами на фоне внесения удобрений –  $N_{150}P_{120}K_{90}+CC$ . Предшественник – рис. Режим орошения – укороченное затопление. Площадь делянки - 4 м<sup>2</sup>. Повторность – четырехкратная.

В фазы всходов, кущения, выметывания и созревания определяли линейные размеры и сухую массу надземных органов и корней растений риса, содержание в них марганца, азота, фосфора и калия. На основании полученных данных рассчитывали динамику потребления и вынос растениями этих элементов. Сухую массу растений определяли путем высушивания при температуре 106°C в течение 6 ч; содержание азота, фосфора и калия в одной навеске по методике Куркаева (Куркаев В.Т., 1970), марганца – путем сухого озонирования на атомно-абсорбционном спектрофотометре (Куркаев В.Т., Шеуджен А.Х., 2001); коэффициенты использования элементов питания из удобрений разностным методом (Куркаев В.Т., Шеуджен А.Х., 2001; Шеуджен А.Х., 2005).

**Результаты исследований.** Полученные данные показали, что воздушно-тепловой обогрев семян и их обогащение марганцем способствуют повышению полевой всхожести семян и выживаемости растений к уборке. В наибольшей степени полевая всхожесть се-

мян увеличивается при совместном воздействии на них изучаемых факторов (+2,5 % по сравнению с выращиванием на N<sub>150</sub>P<sub>120</sub>K<sub>90</sub>). Под воздействием обработки семян марганцем или их обогрева полевая всхожесть повышается в меньшей степени – на 1,8 и 1,3 % соответственно. Воздействие изучаемых факторов на выживаемость растений значительнее. При посеве семенами, обогащенными марганцем, она увеличивается на 3,4 %, а при использовании посевного материала, подвергнутого увлажнению и обогреву, – на 2,1 %. Эффект от их взаимного влияния выражается в повышении выживаемости растений на 6,6 %.

При посеве семенами, обогащенными марганцем, период от посева до фазы полных всходов сокращается на 1 день, обогретыми семенами – на 3, а при обогащении микроэлементом и воздействии теплом – на 2 дня. В дальнейшем действие марганца проявляется в некотором сокращении периода кушение–выметывание и удлинении периода созревания, вероятно, вследствие формирования более мощных растений. В целом вегетационный период в этих вариантах не изменяется. При посеве обогретыми семенами все фазы вегетации растений проходят быстрее, вследствие чего вегетационный период сокращался на 5 дней.

На накопление сухого вещества в надземных органах и корнях растений риса положительное влияние оказывали: воздушно-тепловой обогрев и обогащение семян марганцем. В наибольшей степени на этот показатель влиял марганец. Однако воздушно-тепловой обогрев усиливал его положительное воздействие (табл. 1).

**Таблица 1.** Динамика накопления сухого вещества растениями риса при воздушно-тепловом обогреве и обработке семян марганцем, г/растение

Вариант	Фаза вегетации				
	всходы	кущение	выметывание	полная спелость зерна	
				вегетативная масса	зерно
Надземные органы					
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> +CC	0,12	0,64	3,68	3,72	5,10
N <sub>150</sub> P <sub>120</sub> K <sub>90</sub> (фон)+CC	0,24	0,95	4,88	4,92	5,63
Фон+УС	0,25	0,97	4,91	5,00	5,58
Фон+УС+Мп	0,39	1,18	5,12	5,18	7,46
Фон+СС+ВТО	0,31	1,09	4,94	4,99	5,68
Фон+УС+ВТО	0,35	1,11	4,95	5,00	5,72
Фон+УС+Мп+ВТО	0,44	1,26	5,23	5,24	7,52
НСР <sub>05</sub>	0,05	0,14	0,15	0,08	1,10
Корни					
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> +CC	0,08	0,30	0,98	0,96	–
N <sub>150</sub> P <sub>120</sub> K <sub>90</sub> (фон)+CC	0,10	0,52	1,04	1,06	–
Фон+УС	0,11	0,55	1,05	1,06	–
Фон+УС+Мп	0,24	0,64	1,14	1,15	–
Фон+СС+ВТО	0,18	0,58	1,08	1,08	–
Фон+УС+ВТО	0,19	0,59	1,09	1,10	–
Фон+УС+Мп+ВТО	0,26	0,66	1,20	1,21	–
НСР <sub>05</sub>	0,06	0,06	0,07	0,05	–

Обогащение посевного материала марганцем способствует более интенсивному поступлению этого элемента в растения. Его содержание в надземных органах достоверно выше, чем при посеве сухими необработанными семенами на протяжении всего онтогенеза. В надземных органах растений, полученных из обогретых семян, в фазу всходов марганца содержалось значительно меньше, чем при посеве сухими семенами. В последующие фазы вегетации эти отличия между названными вариантами сокращались до несущест-

ственных (табл. 2). Аналогичные закономерности отмечены и при определении содержания марганца в корнях риса с той лишь разницей, что воздушно-тепловой обогрев семян на количество этого элемента существенного влияния не оказывал, а положительное влияние обработки семян марганцем - как самостоятельно, так и в сочетании с воздушно-тепловым обогревом - ограничивалось периодом всходы-кущение. Содержание марганца в зерне риса увеличивалось при обогащении посевного материала этим элементом на 5,0–5,5 мг/кг сухой массы.

**Таблица 2.** Динамика содержания марганца в растениях риса при воздушно-тепловом обогреве и обработке семян этим элементом, мг/кг сухой массы

Вариант	Фаза вегетации				
	всходы	кущение	выметывание	полная спелость зерна	
				вегетативная масса	зерно
Надземные органы					
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> +CC	265,0	248,5	226,5	185,4	42,8
N <sub>150</sub> P <sub>120</sub> K <sub>90</sub> (фон)+CC	296,5	275,0	235,2	200,0	50,5
Фон+УС	288,0	273,6	234,8	199,5	50,6
Фон+УС+Мп	316,8	294,5	275,5	216,5	55,5
Фон+СС+ВТО	275,5	268,0	239,1	200,0	52,6
Фон+УС+ВТО	275,0	267,6	239,0	199,2	53,0
Фон+УС+Мп+ВТО	312,5	290,5	275,0	204,5	56,0
НСР <sub>05</sub>	15,5	15,4	16,2	16,0	4,5
Корни					
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> +CC	181,0	164,5	151,0	126,5	–
N <sub>150</sub> P <sub>120</sub> K <sub>90</sub> (фон)+CC	198,5	171,8	166,2	135,8	–
Фон+УС	198,2	170,9	165,8	134,0	–
Фон+УС+Мп	206,9	180,5	171,3	138,8	–
Фон+СС+ВТО	196,0	168,5	166,8	136,4	–
Фон+УС+ВТО	195,5	168,2	166,5	136,0	–
Фон+УС+Мп+ВТО	204,5	180,1	170,5	138,7	–
НСР <sub>05</sub>	5,5	5,9	5,8	4,5	–

В растениях, выросших из семян, обработанных марганцем, и из семян, подвергнутых совместному воздействию марганца и теплового обогрева, на протяжении всего вегетационного периода азота содержалось больше, чем при посеве необработанными семенами. При этом в фазу полной спелости относительное содержание этого элемента в вегетативных органах было ниже, а в зерне, наоборот, выше. У растений из семян, прошедших воздушно-тепловую обработку, содержание азота в растениях (как в надземных органах, так и в корнях) несколько меньше, чем из семян, не подвергавшихся предпосевной обработке. Различия, наблюдаемые при этом, были несущественными (табл. 3).

Воздушно-тепловой обогрев и обработка семян марганцем отражались на содержании в растениях риса фосфора. Положительное влияние первого из них на содержание фосфора в надземных органах проявлялось лишь в фазу всходов, а в корнях – в течение всей вегетации. Влияние второго фактора выражалось в большем содержании фосфора в надземных органах в течение всей вегетации, а в корнях оно обнаруживалось, начиная с фазы кущения. Предпосевная обработка семян марганцем обуславливала большее накопление фосфора в зерне (табл. 4).

**Таблица 3.** Динамика содержания азота в растениях риса при воздушно-тепловом обогриве и обработке семян марганцем, % сухой массы

Вариант	Фаза вегетации				
	всходы	кушение	выметывание	полная спелость зерна	
				вегетативная масса	зерно
Надземные органы					
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> +CC	3,12	2,84	1,58	0,62	1,16
N <sub>150</sub> P <sub>120</sub> K <sub>90</sub> (фон)+CC	3,90	3,05	1,74	0,76	1,28
Фон+УС	3,90	3,02	1,74	0,76	1,28
Фон+УС+Мп	3,98	3,20	1,88	0,72	1,31
Фон+СС+ВТО	3,85	3,01	1,76	0,74	1,29
Фон+УС+ВТО	3,81	3,00	1,77	0,73	1,29
Фон+УС+Мп+ВТО	3,94	3,18	1,89	0,70	1,32
НСР <sub>05</sub>	0,06	0,04	0,09	0,03	0,03
Корни					
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> +CC	1,59	1,36	0,76	0,64	—
N <sub>150</sub> P <sub>120</sub> K <sub>90</sub> (фон)+CC	1,96	1,62	0,94	0,74	—
Фон+УС	1,94	1,61	0,93	0,73	—
Фон+УС+Мп	2,12	1,84	1,02	0,81	—
Фон+СС+ВТО	1,92	1,60	0,94	0,74	—
Фон+УС+ВТО	1,89	1,58	0,94	0,75	—
Фон+УС+Мп+ВТО	2,00	1,80	1,00	0,84	—
НСР <sub>05</sub>	0,03	0,09	0,05	0,07	—

**Таблица 4.** Динамика содержания фосфора в растениях риса при воздушно-тепловом обогриве и обработке семян марганцем, % сухой массы

Вариант	Фаза вегетации				
	всходы	кушение	выметывание	полная спелость зерна	
				вегетативная масса	зерно
Надземные органы					
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> +CC	0,72	0,66	0,65	0,20	0,58
N <sub>150</sub> P <sub>120</sub> K <sub>90</sub> (фон)+CC	0,99	0,82	0,74	0,24	0,64
Фон+УС	0,96	0,81	0,72	0,24	0,64
Фон+УС+Мп	1,06	0,92	0,88	0,22	0,68
Фон+СС+ВТО	0,95	0,82	0,74	0,23	0,65
Фон+УС+ВТО	0,94	0,81	0,64	0,23	0,65
Фон+УС+Мп+ВТО	1,04	0,89	0,86	0,21	0,68
НСР <sub>05</sub>	0,04	0,07	0,07	0,02	0,04
Корни					
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> +CC	0,70	0,59	0,55	0,46	—
N <sub>150</sub> P <sub>120</sub> K <sub>90</sub> (фон)+CC	0,88	0,62	0,60	0,58	—
Фон+УС	0,86	0,62	0,60	0,58	—
Фон+УС+Мп	0,91	0,68	0,66	0,62	—
Фон+СС+ВТО	0,94	0,64	0,64	0,61	—
Фон+УС+ВТО	0,95	0,64	0,64	0,61	—
Фон+УС+Мп+ВТО	0,90	0,66	0,66	0,62	—
НСР <sub>05</sub>	0,03	0,02	0,03	0,03	—

На содержание калия в растениях риса обработка семян марганцем и их обогрив действует так же, как и на содержание фосфора (табл. 5).

Содержание элементов питания в надземных органах и корнях не дает полного представления об их поглощении растениями, т. к. рассчитывается на единицу сухого вещества, т. е. выражается относительной величиной. Абсолютное содержание элементов питания в растениях в большей степени свидетельствует об их поглощении и накоплении.

Таблица 5. Динамика содержания калия в растениях риса при воздушно-тепловом обогреве и обработке семян марганцем, % сухой массы

Вариант	Фаза вегетации				
	всходы	кущение	выметывание	полная спелость зерна	
				вегетативная масса	зерно
Надземные органы					
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> +CC	2,54	2,34	2,00	1,95	0,28
N <sub>150</sub> P <sub>120</sub> K <sub>90</sub> (фон)+CC	2,88	2,46	2,26	2,00	0,34
Фон+УС	2,86	2,45	2,26	2,02	0,34
Фон+УС+Мп	2,90	2,50	2,32	2,10	0,38
Фон+СС+ВТО	2,82	2,48	2,28	2,08	0,36
Фон+УС+ВТО	2,81	2,46	2,28	2,09	0,36
Фон+УС+Мп+ВТО	2,88	2,49	2,32	2,10	0,39
НСР <sub>05</sub>	0,04	0,03	0,03	0,06	0,03
Корни					
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> +CC	1,68	1,32	0,62	0,52	—
N <sub>150</sub> P <sub>120</sub> K <sub>90</sub> (фон)+CC	1,86	1,44	0,76	0,60	—
Фон+УС	1,82	1,42	0,77	0,60	—
Фон+УС+Мп	1,88	1,50	0,80	0,66	—
Фон+СС+ВТО	1,82	1,46	0,79	0,64	—
Фон+УС+ВТО	1,80	1,45	0,79	0,64	—
Фон+УС+Мп+ВТО	1,90	1,52	0,82	0,66	—
НСР <sub>05</sub>	0,03	0,03	0,03	0,04	—

Анализ накопления марганца в надземных органах показал, что обработка семян этим элементом, воздушно-тепловой обогрев увлажненных семян и сочетание этих факторов обуславливают более интенсивное его поглощение растениями (рис. 1). Влияние марганца распространяется на весь период вегетации, а воздушно-теплого обогрева ограничивается периодом всходы-кущение. В фазу всходов его количество в надземных органах растений при посеве обогащенными марганцем семенами в 1,7 раза, семенами, подвергнутыми воздушно-тепловому обогреву и увлажнению, – в 1,4 раза, обработке теплом и марганцем – в 2,0 раза; а в фазу кушения – соответственно в 1,3; 1,2 и 1,4 раза больше, чем у растений из необработанных семян. В фазу выметывания различия растений по содержанию марганца не велики. В зерне с этих растений накапливалось марганца больше, чем с растений из необработанных семян (рис. 2). По содержанию этого элемента в соломе они не различались.

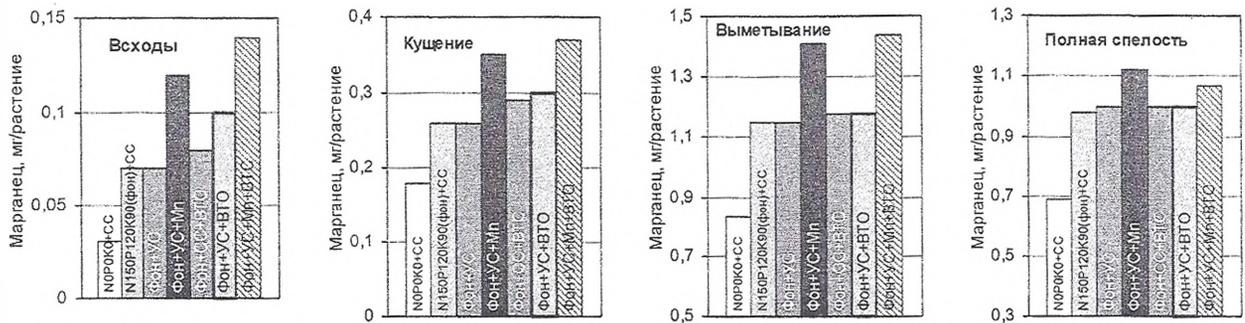
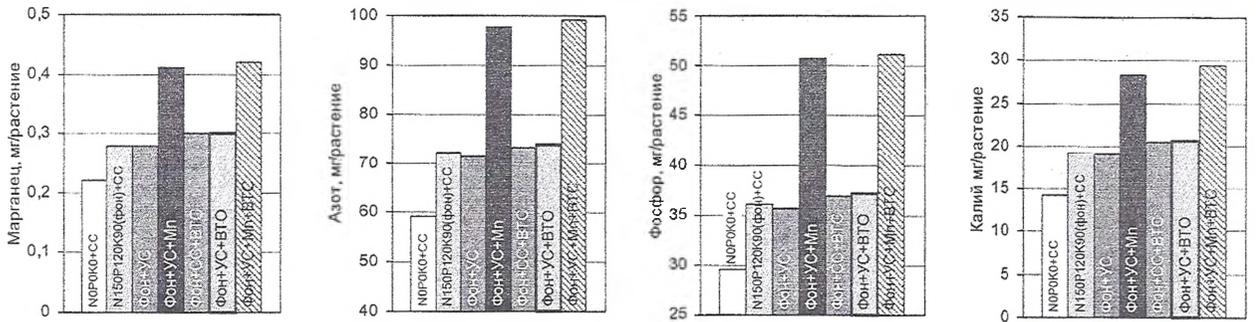
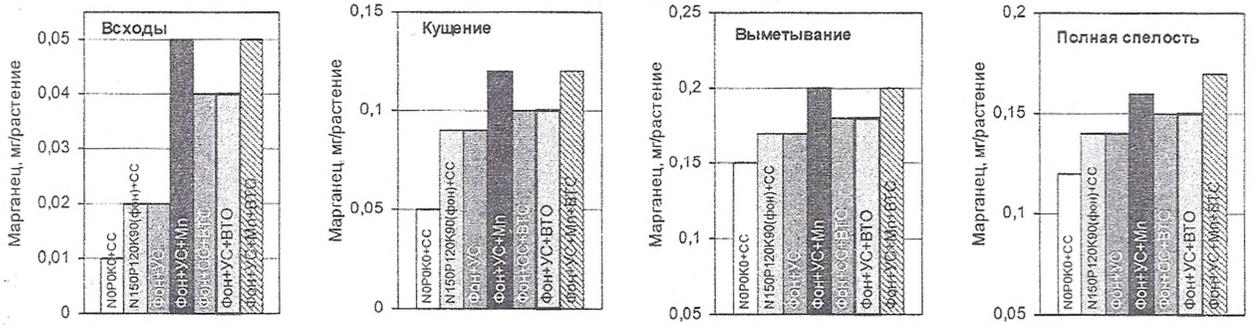


Рис. 1. Динамика накопления марганца в надземных органах растений риса при воздушно-тепловом обогреве и обогащении семян этим элементом



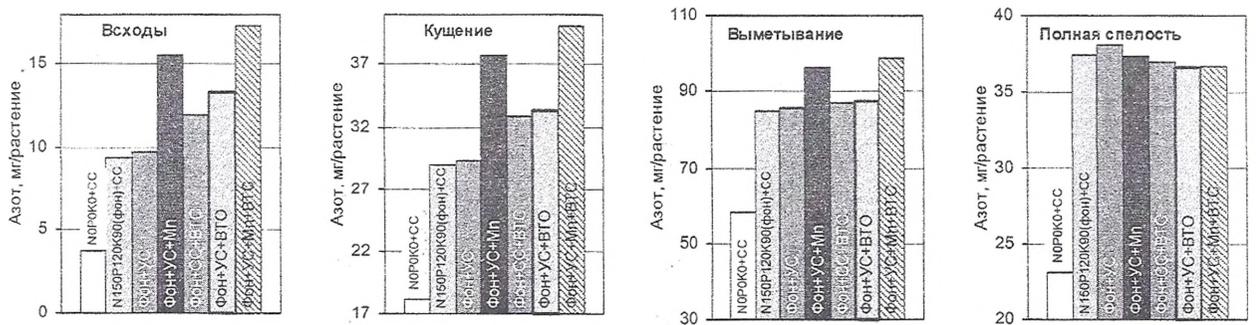
**Рис. 2.** Накопление элементов питания в зерне риса при воздушно-тепловом обогреве и обогащении семян марганцем

Воздушно-тепловой обогрев увлажненных семян и обогащение марганцем, а также их совместное воздействие обуславливают большее накопление этого элемента в корнях риса. В фазу всходов его количество превышало контроль в 2,0–2,5 раза, в кушение – 1,1–1,3 раза, в выметывание и полную спелость было на 0,01–0,03 г/растение больше, чем у растений из необработанных семян (рис. 3).



**Рис. 3.** Динамика накопления марганца в корнях растений риса при воздушно-тепловом обогреве и обогащении семян этим элементом

На накопление азота в растениях риса предпосевная подготовка семян оказывала значительное положительное влияние. В надземных органах в фазу всходов его накапливалось на 2,58–7,58 мг/растение, кушения – 3,83–11,09, выметывание – 2,03–13,94, полную спелость в зерне – на 1,21–27,2 мг/растение больше, чем в растениях из необработанных семян (рис 2; 4).



**Рис. 4.** Динамика накопления азота в надземных органах растений риса при воздушно-тепловом обогреве и обработке семян марганцем

В соломе азота, наоборот, содержалось меньше, но незначительно. Влияние воздушно-теплового обогрева семян без их увлажнения на поглощение азота влияло несуществ-

венно, хотя тенденция к его усилению наблюдалась во все фазы вегетации. Наиболее активно на этот процесс воздействовал марганец. Влияние воздушно-теплового обогрева было слабее, однако при совместном его использовании с обработкой семян марганцем, он усиливает действие последнего. Положительное влияние воздушно-теплового обогрева увлажненных семян на накопление азота в надземных органах ограничивается периодом всходы-кущение.

Влияние изучаемых приемов предпосевной подготовки семян на накопление азота в корнях аналогично описанному для надземных органов (рис. 5). Следует отметить, что наиболее сильное воздействие на накопление растениями этого элемента изучаемые приемы оказывают на ранних этапах онтогенеза, т. е. период его наиболее интенсивного поглощения.

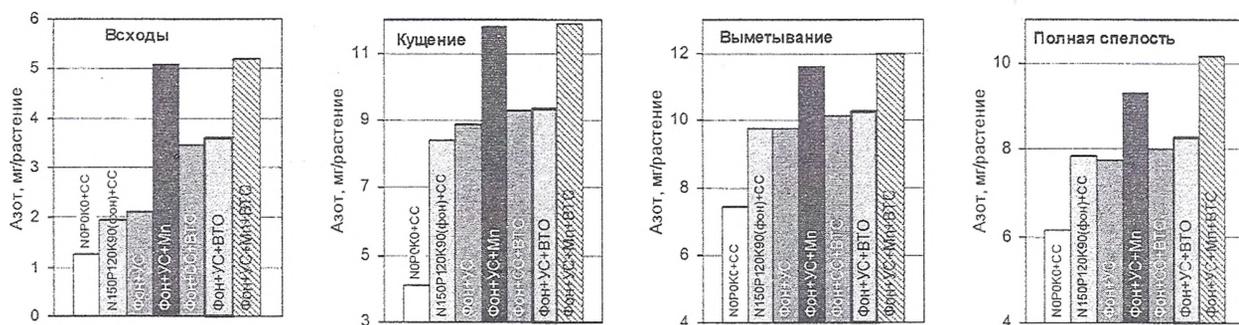


Рис. 5. Динамика накопления азота в корнях растений риса при воздушно-тепловом обогреве и обработке семян марганцем

Воздушно-тепловой обогрев семян и их обогащение марганцем обусловили активизацию поглощения фосфора растениями риса. В результате их влияния его количество в надземных органах увеличивалось по сравнению с растениями из необработанных семян в фазу всходов на 0,56–2,2 мг/раст., кущения – 1,15–3,42, выметывания – 0,45–8,95, в зерне в фазу полной спелости – на 0,89–15,11 мг/растение, что соответственно составило 23,5–92,4%, 14,8–43,9, 1,2–24,8 и 0,89–15,11% (рис. 2; 6).

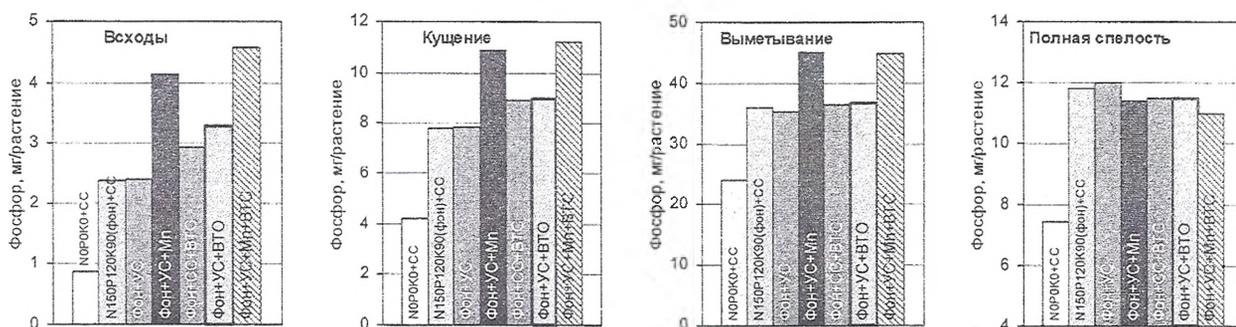


Рис. 6. Динамика накопления фосфора в надземных органах растений риса при воздушно-тепловом обогреве и обработке семян марганцем

Достоверно больше, чем в контроле, фосфора накапливалось в растениях при обработке семян марганцем, действие воздушно-теплового обогрева распространялось лишь на период всходы-кущение. Их совместное воздействие оказывало наиболее сильное влияние, которое сохранялось в течение всей вегетации.

Под влиянием изучаемых приемов в течение всего вегетационного периода количество фосфора в корнях было значительно больше, чем в контроле (рис. 7). Наиболее суще-

ственные изменения в накоплении этого элемента отмечены при посеве семенами, обработанными марганцем, а также увлажненными и обогретыми, но самыми значительными они были при совместном влиянии названных приемов.

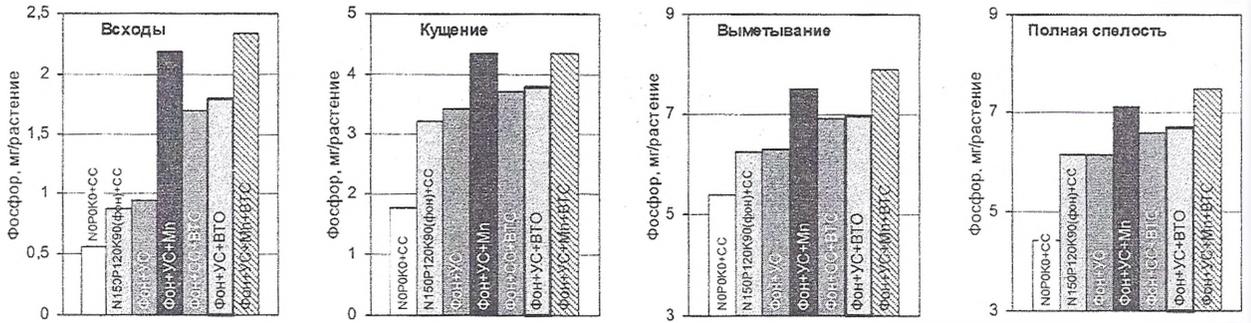


Рис. 7. Динамика накопления фосфора в корнях растений риса при воздушно-тепловом обогреве и обработке семян марганцем

На поглощение и накопление калия в растениях риса воздушно-тепловой обогрев, марганец и их совместное использование для предпосевной обработки семян влияют также как и накопление фосфора (рис. 2; 8; 9).

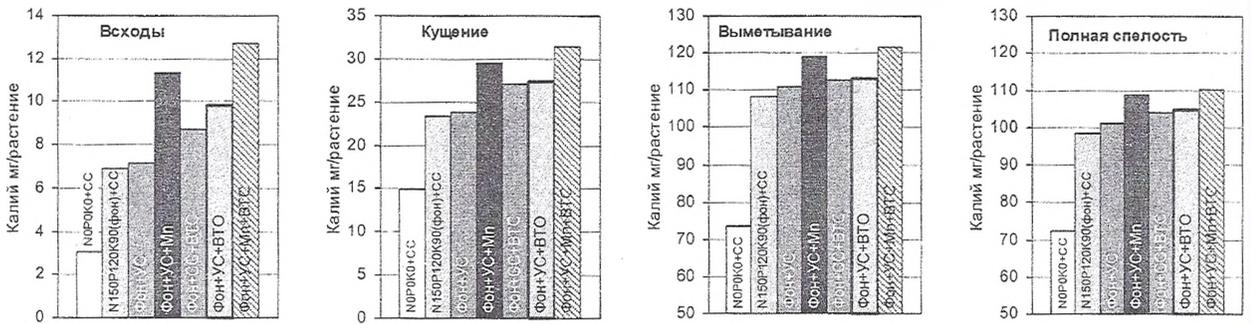


Рис. 8. Динамика накопления калия в надземных органах растений риса при воздушно-тепловом обогреве и обработке семян марганцем

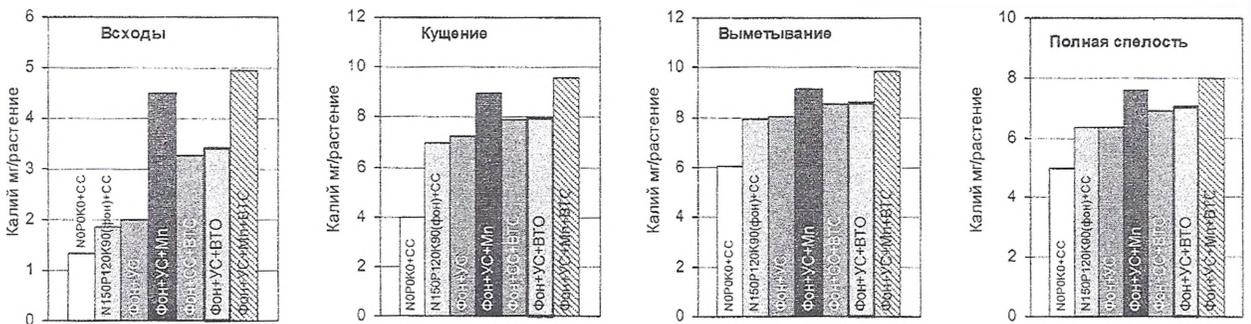


Рис. 9. Динамика накопления калия в корнях растений риса при воздушно-тепловом обогреве и обработке семян марганцем

Интенсификация поглощения и накопления растениями азота, фосфора, калия и марганца отразилась на продуктивности посевов. Все изучаемые приемы предпосевной обработки семян, за исключением увлажнения, обеспечивали достоверный рост урожайности зерна риса (табл. 6), которая увеличивалась на 4,0–7,8 ц/га. Максимальная прибавка получена при воздушно-тепловом обогреве обогащенных марганцем семян.

**Таблица 6.** Урожайность основной и побочной при воздушно-тепловом обогреве и обработке семян риса марганцем, ц/га

Вариант	Урожайность		Прибавка зерна	
	соломы	зерна	к варианту без удобрений	к фону
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> +CC	36,5	41,6	–	–
N <sub>150</sub> P <sub>120</sub> K <sub>90</sub> (фон)+CC	56,8	64,8	23,2	–
Фон+УС	57,1	65,1	23,5	0,3
Фон+УС+Mn	62,3	71,0	28,4	6,2
Фон+СС+ВТО	60,4	68,8	27,2	4,0
Фон+УС+ВТО	60,5	69,0	27,4	4,2
Фон+УС+Mn+ВТО	63,7	72,6	31,0	7,8
НСР <sub>05</sub>				4,0

Расчеты показали, что, несмотря на большой вынос азота, фосфора и калия, растения используют их эффективно. Об этом свидетельствует некоторое сокращение затрат азота на формирование 1 ц зерна, такой же расход фосфора и незначительное увеличение затрат калия (табл. 7).

**Таблица 7.** Вынос элементов питания урожаем риса при воздушно-тепловом обогреве и обработке семян марганцем, кг/га

Вариант	Вынос, кг/га			Затраты элемента на формирование 1 ц урожая зерна, кг
	зерно	солома	хозяйственный	
Азот				
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> +CC	22,63	48,26	70,89	1,70
N <sub>150</sub> P <sub>120</sub> K <sub>90</sub> (фон)+CC	43,17	82,94	126,11	1,95
Фон+УС	43,40	83,33	126,73	1,95
Фон+УС+Mn	44,86	93,01	137,87	1,94
Фон+СС+ВТО	44,70	88,75	133,45	1,94
Фон+УС+ВТО	44,16	89,01	133,17	1,93
Фон+УС+Mn+ВТО	44,59	95,83	140,42	1,93
Фосфор				
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> +CC	7,30	24,13	31,43	0,76
N <sub>150</sub> P <sub>120</sub> K <sub>90</sub> (фон)+CC	13,63	41,47	55,10	0,85
Фон+УС	13,70	41,66	55,29	0,85
Фон+УС+Mn	13,71	48,28	61,99	0,87
Фон+СС+ВТО	13,89	44,72	58,61	0,85
Фон+УС+ВТО	13,92	44,85	58,77	0,85
Фон+УС+Mn+ВТО	13,38	49,37	62,75	0,86
Калий				
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> +CC	71,18	11,65	82,83	1,99
N <sub>150</sub> P <sub>120</sub> K <sub>90</sub> (фон)+CC	113,60	22,03	135,63	2,09
Фон+УС	115,34	22,13	137,47	2,11
Фон+УС+Mn	130,83	26,98	157,81	2,22
Фон+СС+ВТО	125,63	24,77	150,40	2,19
Фон+УС+ВТО	126,44	24,84	151,28	2,19
Фон+УС+Mn+ВТО	133,77	28,31	162,08	2,23

Воздушно-тепловой обогрев семян способствует лучшему усвоению питательных элементов из удобрений (табл. 8). Его положительное влияние выражается в увеличении коэффициента использования азота на 4,3–4,5 %, фосфора – 2,8–2,9 %, калия – на 14,4–15,4 %. Обогащение семян марганцем оказывает более существенное влияние на использование питательных веществ из удобрений. При посеве такими семенами из удобрений растения используют 44,7 % азота, 25,5 % фосфора и 63,3 % калия, что соответственно на 7,4, 5,6 и 2,6 % выше, чем при посеве сухими необработанными семенами. Наиболее эффективно питательные элементы удобрений усваивают растения, выросшие из семян, испытавших воздействие воздушно-теплого обогрева и обогащенных марганцем. Коэффициент использования такими растениями азота возростал по сравнению с контролем (N150P120K90+CC) на 9,1 %, фосфора – 6,2 %, калия – 25,1 %. Рост извлечения из почвы элементов питания, поступающих с удобрениями, свидетельствует о сокращении их потерь, т. е. поступления в окружающую среду. Следовательно, предпосевная подготовка семян, включающая воздушно-тепловой обогрев и обогащение марганцем, не только повышает эффективность применения удобрений, но и уменьшает негативное их воздействие на окружающую среду.

**Таблица 8.** Коэффициенты использования элементов питания растениями риса из удобрений при воздушно-тепловом обогреве и обработке семян марганцем

Вариант	Коэффициент использования, %		
	азот	фосфор	калий
N150P120K90(фон)+CC	36,8	19,72	58,67
Фон+УС	37,23	19,88	60,71
Фон+УС+Mn	44,65	25,47	63,31
Фон+СС+ВТО	41,71	22,65	75,08
Фон+УС+ВТО	41,52	22,78	76,06
Фон+УС+Mn+ВТО	46,35	26,10	85,83

**Выводы.** Предпосевная обработка семян марганцем, теплом с увлажнением и без него, а также в сочетании, является эффективным приемом воздействия не только на полевую всхожесть семян, но и на рост и развитие растений риса. В наибольшей степени на полевую всхожесть семян, накопление растениями сухого вещества, потребление элементов питания и продуктивность влияет предпосевная обработка семян, включающая их воздушно-тепловой обогрев и обогащение марганцем. На ранних стадиях развития (посев – начало кущения) наиболее значимо влияние воздушно-теплого обогрева семян. В последующем - возрастает воздействие марганца.

Применение предпосевной подготовки семян путем их обогрева и обогащения марганцем позволяет повысить урожайность зерна риса на 4,0–7,8 ц/га. Рост урожайности происходит вследствие повышения на 1,2–2,5 % полевой всхожести семян и на 1,9–6,6 % выживаемости растений, а также энергичного роста, особенно на ранних этапах онтогенеза, стеблей и корней, что обеспечивает скорейшее получение всходов, развитие корневой системы и ассимиляционного аппарата. Растения из таких семян поглощают и накапливают больше азота, фосфора и калия. По этой причине, а также из-за более высокой урожайности, увеличивается их вынос с урожаем. При этом затраты азота, фосфора и калия на формирование 1 ц зерна не возрастают, что свидетельствует об эффективном их использовании.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бондарева Т.Н., Дмитренко Н.Н., Шеуджен А.Х., Онищенко Л.М. Влияние марганца и воздушно-теплового обогрева на прорастание семян риса // Рисоводство. – 2004. – Вып. 4. – С. 70–77.
2. Куркаев В.Т. О методике определения азота, фосфора и калия в растениях // Тр. Куб.СХИ. – 1970. – Вып. 20 (48). – С. 48–58.
3. Шеуджен А.Х. Агрохимия и физиология питания риса. – Майкоп: ГУРИПП "Адыгея" 2005. – 1012 с.
4. Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н., Аношенков В.В. Приемы повышения полевой всхожести семян и урожайности риса. – Майкоп: ГУРИПП "Адыгея", 2001. – 101 с.
5. Шеуджен А.Х., Куркаев В.Т. Агрохимия. – Майкоп: ГУРИПП "Адыгея" 2000. – 552 с.

## ВЛИЯНИЕ МАРГАНЦА И ВОЗДУШНО-ТЕПЛООВОГО ОБОГРЕВА СЕМЯН НА ПОТРЕБЛЕНИЕ И ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЯМИ РИСА

Т.Н. Бондарева

Всероссийский научно-исследовательский риса

Н.Н. Дмитренко, А.Х. Шеуджен, Л.М. Онищенко

Кубанский государственный аграрный университет

## РЕЗЮМЕ

Применение предпосевной подготовки семян путем их обогрева и обогащения марганцем позволяет повысить урожайность зерна риса на 4,0–7,8 ц/га. Рост урожайности происходит вследствие повышения на 1,2–2,5 % полевой всхожести семян и на 1,9–6,6 % выживаемости растений, а также энергичного роста, особенно на ранних этапах онтогенеза, стеблей и корней, что обеспечивает скорейшее получение всходов, развитие корневой системы и ассимиляционного аппарата.

Растения из таких семян поглощают и накапливают больше азота, фосфора и калия. По этой причине, а также из-за более высокой урожайности, увеличивается их вынос с урожаем. При этом затраты азота, фосфора и калия на формирование 1 ц зерна не возрастают, что свидетельствует об эффективном их использовании.

## MANGANESE INFLUENCE AND AERIAL –THERMAL HEATING OF SEEDS FOR CONSUMPTION AND CARRYING OUT OF MINERAL NUTRITION ELEMENTS BY RICE PLANTS

T.N. Bondareva

All-Russian Rice Research Institute

N.N. Dmitrenko, A.Kh. Sheudzhen,

L.M. Onishenko

Kuban State Agricultural University

## SUMMARY

The use of pre-seeding seed preparation by their heating and enriching by manganese helps to increase rice grain yield by 4.0-7.8 t/ha. Yield increase takes place by 1.2-2.5% increase of field seed germination and 1.9-6.6% of plant survival, and also powerful growth, especially at early stages of ontogenesis, stems and roots to provide with quick obtaining of shoots, development of root system and assimilation apparatus.

Plants from such seeds consume and accumulate more nitrogen, phosphorus and potassium. By this cause and because of high yield their carrying out with yield increases. Use of nitrogen, phosphorus and potassium for formation of 1 quintal of grain doesn't increase, that justifies on their effective use.

УДК 631.52:633.18.

## ОЦЕНКА ГЛУБИНЫ ЗАЛЕГАНИЯ БЕЛКА В ЗЕРНОВКАХ СОРТОВ РИСА

Н.Г. Туманьян, к.б.н., Е.М. Сорочинская, к.б.н., В.Г. Власов, к.м.н.,

Т.Н. Лоточникова, О.А. Машонина, Н.Н. Киселева

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Существуют различные подходы к решению проблемы сохранения белка в крупе – мягкое шлифование, обогащение белком. Однако мягкое шлифование способствует быстрой порче крупы (окислению липидов), а обогащение белком ведет к удорожанию готовой продукции. Основным подходом к решению проблемы сохранения белка в рисовом ядре, а значит, повышения питательной ценности риса, является создание сортов с высоким содержанием белка в глубоких слоях эндосперма - в срединной и центральной частях зерновки, не подвергающихся шлифованию. Вот почему актуальным является введение в практику селекции быстрого, точного метода оценки глубины залегания белка в зерновке риса.

**Цель исследования.** Разработать параметры нового высокоэффективного метода оценки глубины залегания белка в зерновке риса на основе световой микроскопии для селекции высокобелковых сортов.

**Материал и методы.** Материалом для исследований служили зерновки риса 6 сортов российской селекции: Лиман, Хазар, Юпитер, Фонтан, Янтарь, Серпантин. Препаративная подготовка образцов и параметры световой микроскопии описаны в разделе «Результаты».

Содержание белка определяли на приборе Кьельтек (Швеция). Образцы сжигали в серной кислоте при 420°C. На приборе Кьельтек проводили процесс дистилляции и титрования по принципу определения биологического азота по Кьельдалю.

Ядра риса получали на шелушильно-шлифовальной установке ЛУР 1М, лабораторной шлифовальной установке.

**Результаты и их обсуждение.** Рисовый белок по сравнению с белками других хлебных злаков обладает высокой питательной ценностью, что обусловлено высоким относительным содержанием лизина. Он не имеет аллергенных свойств, поэтому рекомендуется для детского и диетического питания. Однако по содержанию белка рис уступает другим злаковым. Содержание белка в зерне составляет 5-17 %. Для сорта характерны колебания до 7 % [6]. В крупе содержание белка снижено на 20-90 % в связи с технологическим приемом шлифования зерновки. Большое количество белка сосредоточено в оболочках зерновки – перикарпе, семенной оболочке - и алейроновом слое эндосперма [3, 4]. Эти слои удаляются при шлифовании. В связи с этим актуальна селекция сортов риса с глубоким залеганием белка в зерновке и разработка эффективных методов оценки глубины залегания белка в зерновке.

Подобраны и уточнены условия препаративной подготовки зерновок риса для световой микроскопии срезов зерновки и визуализации поверхности срезов. Изучали срезы 12-дневных зерновок. Зерновки последовательно фиксировали в этиловом спирте восходящей крепости: 60, 70, 80, 96 и 100 %. Затем зерновки обезвоживали и заливали в парафин. Срезы окрашивали бромфеноловым синим (специфическим для белка) красителем.

После обезвоживания зерновки готовили к заливке в парафин - пропитывали хлороформом и смесью хлороформ-парафин в соотношении 1:1. Срезы толщиной 8-10 мк готовили на микротоме и при окраске депарафинизировали ксилолом. После окраски срезы заключали в синтетический бальзам и просматривали в поле зрения микроскопа МБИ-6 при различных увеличениях – от 90 до 400 раз.

Метод для определения глубины залегания белка в зерновке риса является гистохимическим приемом. Он прост в использовании, имеет высокую разрешающую способность. Методы, предложенные ранее Е.В. Лебедевым и др. (1983, 1984 гг.), отличались тем, что кусочки эндоспермов заливали в эпоксидный эпон-аралдит, на микротоме получали полутонкие срезы, которые по стандартной методике для полутонких срезов окрашивали метиленовым голубым с фуксином основным [1, 2].

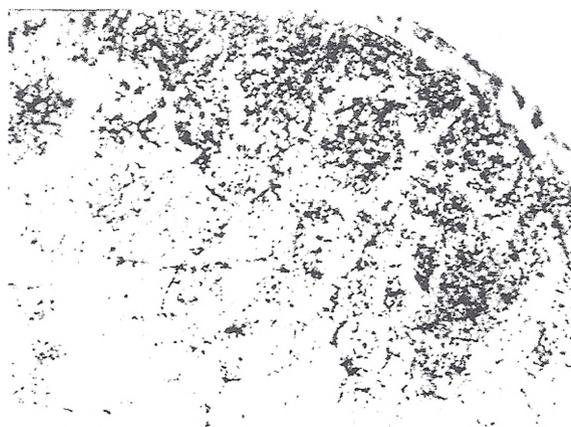
Характер распределения белка в зерновке можно определить, снимая слои оболочек и эндосперма при шлифовании. В эксперименте зерновки риса сортов Лиман, Хазар, Юпитер, Фонтан, Янтарь, Серпантин шлифовали в течение 1,5 мин и оценивали содержание белка в ядре и зерновке (см. табл.). Юпитер, Лиман и Хазар теряют при шлифовании зерен 50-54 % белка. У сортов Янтарь и Фонтан уходит с мулкой – 38-41 % белка. Больше всего белка остается в ядре у сорта Серпантин – 66 %.

**Таблица.** Характеристики шлифования зерновок риса

Сорт	Содержание белка в зерновке, %	Содержание белка в ядре, %	Изменение, Δ%/%
Лиман	11,9	5,8	6,1/51
Хазар	9,6	4,8	4,8/50
Юпитер	8,7	4,0	4,7/54
Фонтан	9,6	5,8	3,8/40
Янтарь	8,7	5,4	3,3/38
Серпантин	8,9	5,9	3,0/34

Полученные данные позволяют предварительно оценить характер залегания белка в эндосперме в зерновках у изученных сортов. Можно предположить, что самая глубокая белковая сеть у сорта Серпантин. У сортов Юпитер, Лиман и Хазар она в основном поверхностная в эндосперме, белком богаты зародыш, перикарп и семенная оболочка. Метод снятия оболочек, субалейронового слоя и зародыша зерновки дает общие представления о распределении белка и достаточно неточен, так как не дает возможности оценить распределение белка в толще эндосперма по заданным размерам и в интересующих исследователя направлениях в эндосперме зерновки. Сравнительный анализ распределения в зерновке по его содержанию в зерне и крупе может быть использован на предварительном этапе оценки.

На срезе зерновки сорта Лиман отмечен свойственный для поверхностного характер распределения белка. С латеральных, вентральной и дорсальной сторон видны крупные скопления алейроновых зерен. В глубине эндосперма встречаются отдельные белковые тела, их мало, скоплений нет (рис. 1).



**Рис. 1.** Срез зерновки (область алейронового слоя и подлежащего крахмалистого эндосперма) риса сорта Лиман. Увел. 100х.

На срезе сорта Юпитер конгломераты алейриновых зерен небольших размеров, далеко отстоят друг от друга. В центре эндосперма хорошо видны клеточные стенки и одиночные белковые тела (рис. 2). Содержание белка у сорта Юпитер достаточно низкое и значительно снижается при шлифовании. Микроскопические исследования подтвердили результаты предварительного анализа технологическим приемом.

На срезе зерновки сорта Хазар отмечена схожая с сортом Лиман картина - видны сплошные конгломераты алейриновых зерен, распределившихся в глубину около 0,1 мм. Затем, достаточно резко они переходят в одиночные алейриновые зерна и одиночные белковые тела крахмалистого эндосперма.

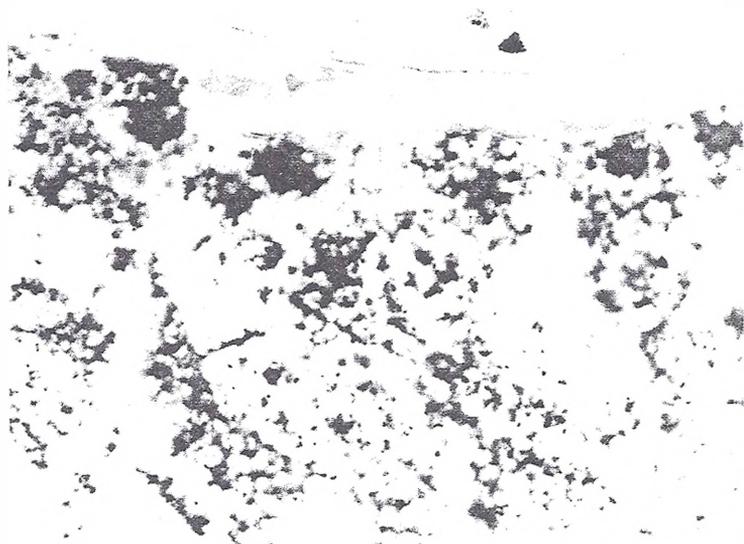


Рис. 2. Срез зерновки (область алейронового слоя и подлежащего крахмалистого эндосперма) риса сорта Юпитер. Увел. 100<sup>x</sup>.

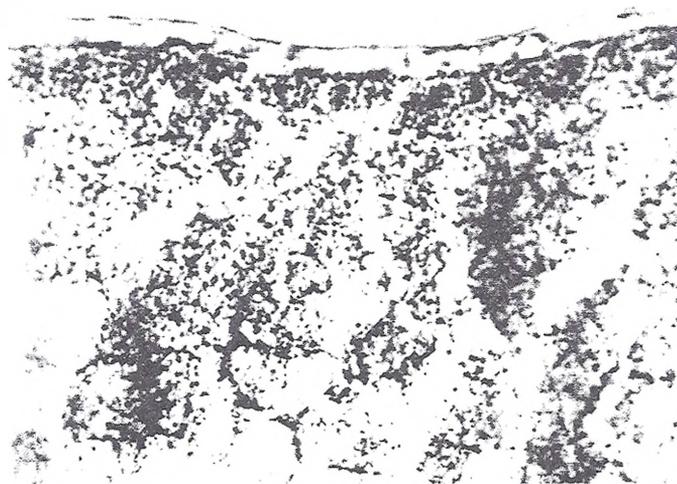


Рис. 3. Срез зерновки (область алейронового слоя и подлежащего крахмалистого эндосперма) риса сорта Серпантин. Увел. 100<sup>x</sup>.

В результате проведенных исследований срезов зерновок 6 сортов риса Лиман (11,9 %) был выделен как высокобелковый. Серпантин (5,9 %), Фонтан (5,8 %) и Лиман (5,8 %) имели высокое содержание белка в крупе, а у сортов Серпантина (66 %), Янтаря (62 %), Фонтана, (60 %) можно оценить залегание белка как средне-глубокое.

У исследованного исходного материала не найдены представители с истинно глубоким распределением белка, то есть таким, которое позволяет при стандартных условиях

шлифования получить крупу с остаточным белком в 70-80 %. Такие образцы селекционного материала риса известны за рубежом. Полное исследование имеющихся коллекций (ВИР, ВНИИ риса) с помощью световой микроскопии может помочь их выявлению.

**Выводы.** Усовершенствован способ оценки глубины залегания белка в зерновке риса. Разработаны параметры высокоэффективного лабораторного способа оценки исходного материала риса, вовлекаемого в селекционный процесс для создания высокобелковых сортов, позволяющего оценить до 1000 селекционных образцов в год. В результате оценки 6 сортов риса селекции ВНИИ риса выделен высокобелковый сорт и сорта со средневысоким содержанием белка в крупе.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Лебедев Е.В., Вишнякова И.А. Некоторые методические особенности получения полутонких срезов эндосперма зерновки риса для оптико-микроскопических исследований. // Пищевая технология. – 1984. – №5. – С. 113. – Деп. в ЦНИИ ТЭИ заготовок 22.07.1983, № 364зг-Д83.

2. Лебедев Е.В. Сравнительное исследование распределения и накопления белка в эндосперме различных сортов риса в последний период созревания / Н.П. Красноок, И.А. Вишнякова, З.З. Орлова // Пищевая технология. – 1985. – №3. – С.139. – Деп. в ЦНИИ ТЭИ заготовок 30.09.1983, № 373, зг-Д83.

3. Наливко Г.В., Воробьев Н.В. Изменение фракционного состава белков зерна риса в процессе созревания // Бюл. НТИ ВНИИ риса. – 1971. – Вып. 5. – С. 62-65.

4. Павлов А.К. Алейроновый слой, алейроновые зерна и белковые тела зерновых злаковых культур // Физиология и биохимия культурных растений. – 1972. – Т. 4. – Вып. 5. – С. 30-34.

5. Betchel D, Juliano B. Formation of protein bodies in the starch endosperm of rice (*Oryza sativa* L.). A reinvestigation // Ann.Bot. - 1980. – Vol.45. – P. 503-509.

6. Cruz L.J., Cagampang G.B., Juliano B.O. Biochemical factors affecting protein accumulation in the rice grain // Plant Physiol. – 1970. - Vol. 46. – P. 743-747.

### ОЦЕНКА ГЛУБИНЫ ЗАЛЕГАНИЯ БЕЛКА В ЗЕРНОВКАХ СОРТОВ РИСА

Н.Г. Туманьян, Е.М. Сорочинская, В.Г. Власов,

Т.Н. Лоточникова, О.А. Машонина, Н.Н. Киселева

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

### РЕЗЮМЕ

Разработаны параметры высокоэффективного лабораторного способа оценки исходного материала риса, вовлекаемого в селекционный процесс с целью создания высокобелковых сортов, позволяющего оценить до 1000 селекционных образцов в год. В результате оценки 6 сортов риса селекции ВНИИ риса выделен высокобелковый сорт и сорта со средневысоким содержанием белка в крупе. С помощью световой микроскопии осуществлено исследование физико-химического состояния пропаренной зерновки риса по поперечным сколам зерновки.

## THE EVALUATION OF THE DEPTH OF PROTEIN CONTENT IN RICE KERNELS

N.G. Tumanyan, E.M. Sorochinskaya, V.G. Vlasov,  
T.N. Lotochnikova, O.A. Mashonina, N.N. Kiselyova  
All-Russian Rice Research Institute

### SUMMARY

Parameters of highly effective laboratory method of evaluation of rice initial stock, involved in breeding process to release varieties with high protein content were developed; they help to evaluate up to 1000 breeding samples per year. As a result of the evaluation, 6 rice varieties of breeding of All-Russian Rice Research Institute, new variety with high protein content and with mid-high protein content in milled rice. By the help of light microscope we carried out the research of physical and chemical state of parboiled rice kernel by cross cuts of kernel.

УДК 631.6: 626.87: 631.445.52: 633.18

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ И ПОЧВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ В УСЛОВИЯХ РИСОВЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ. ОБЗОР

О.А. Досеева, к. с.-х. н., Ю.А. Ткаченко

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

В мире около 25 % всей поверхности суши представлены засоленными почвами [21]. Большие площади имеются в Иране, Афганистане, Ираке, Турции, Сирии, Ливане, странах Аравийского полуострова, Монголии, Индии, Центральном Китае. Широко распространены засоленные почвы в северной и юго-восточной частях Африки – в АРЕ, Алжире, Марокко, Тунисе. Много засоленных почв в США, Канаде, Мексике, Аргентине, Чили, Перу, Австралии. В Западной Европе площадь засоленных земель незначительна – в заметных количествах они встречаются лишь в Венгрии, Румынии, Албании, Италии и Испании, вдоль южного побережья Балтийского моря [7]. Б.П. Строганов (1962) указывает, что на территории бывшего СССР засолено около 10 % почв, а в отдельных регионах Средней Азии и Закавказья, Украины и Казахстана - до 90 % всей орошаемой площади [21].

На территории России наибольшее распространение засоленные почвы имеют на Северном Кавказе, Нижнем Поволжье, в степных районах Дона, Западной и Восточной Сибири и в ряде других мест [7].

В Краснодарском крае засоленные почвы составляют 12 % площади сельхозугодий (216,4 тыс. га). Из них 128,2 тыс. га – слабозасоленные (59,2 % от суммы засоленных почв), 29,3 тыс. га (13,5 %) – среднезасоленные, 51,4 тыс. га (23,8 %) – сильнозасоленные почв и 7,5 тыс. га (3,5 %) – солончаки [16].

В основе осолончакования почвы лежит процесс накопления растворимых солей в корнеобитаемом слое. Он связан с высоким уровнем инсоляции, усиливающим испарение и транспирацию почвенной влаги, близким залеганием минерализованных грунтовых вод [9], малой водопроницаемостью почвы, затрудняющей вертикальную фильтрацию, плохим дренажом, а также с наличием засоленных подстилающих и почвообразующих пород [20].

Основным источником солей в почве являются первичные минералы земной коры. В процессе химического выветривания, в частности, гидролиза, гидратации, растворения, окисления и карбонизации, из материнской породы высвобождаются соли, которые растворяются в почвенной влаге. Кроме того, отложения солей обнажаются при поднятии морского дна. Однако главным источником солей, причиняющих значительный ущерб орошаемому земледелию, являются поверхностные и грунтовые воды [9].

Растворимые соли, обуславливающие засоление почвы, как правило, представлены катионами натрия, кальция, магния и анионами – хлоридным, сульфатным, бикарбонатным, иногда карбонатным. Катионы калия встречаются гораздо реже. Бикарбонатный и карбонатный анионы обычно присутствуют в меньших количествах, чем хлоридный и сульфатный. Бикарбонаты образуются в результате растворения в почвенной влаге углекислоты атмосферного или биологического происхождения. Бикарбонатный и карбонатный ионы взаимосвязаны и относительное количество каждого из них определяет pH почвенного раствора. Значительное количество карбонатных ионов содержится только в тех почвах, pH которых равен 9 и более [9].

Состав солей и характер их связи со скелетом почв, грунтов зоны аэрации и водонесных грунтов весьма разнообразен. Необходимо различать легкорастворимые соли -  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ , а также бикарбонаты -  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  и соду  $\text{NaCO}_3$ ;

среднерастворимую соль – гипс  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  и труднорастворимые карбонаты  $\text{MgCO}_3, \text{CaCO}_3$ .

По степени токсичности легкорастворимые соли В.А. Ковда (1946) разместил в следующей последовательности:



Засоленные почвы делятся на:

- 1) солончаки и солончаковые почвы с избыточным содержанием легкорастворимых токсичных солей (главным образом, хлоридов);
- 2) солонцы и солонцеватые почвы, содержащие избыток ионов натрия (наряду с очень малым содержанием легкорастворимых солей).

В зависимости от характера связи солей с почвогрунтами различают следующие типы их засоления:

1) соли в почвогрунтах содержатся лишь в почвенном растворе, то есть в находящейся в их порах пленочной, капиллярной и свободной влаге, в твердой фазе почв они отсутствуют;

2) соли в почвогрунтах находятся в твердой фазе в виде ионов, адсорбированных на поверхности частиц и их агрегатов, в микропорах внутри частиц и агрегатов, а также в тупиковых порагах;

3) соли покрывают часть поверхности частиц, их агрегатов и микропор внутри них в виде тонкой кристаллической пленки (поверхностное засоление почвогрунтов);

4) соли в виде отдельных кристаллических частиц разной формы дисперсно рассеяны среди нерастворимых минеральных и органических частиц и их агрегатов (объемное засоление почвогрунтов) [9].

В зависимости от соотношения в почве солей различают несколько типов засоления. При этом их определяют по анионному составу. В наименование типа засоления включаются те анионы, содержание которых превышает 20 % от суммы эквивалентов анионов, извлеченных из почвы водной вытяжкой. Преобладающий по количеству ион ставится в названии последним. Засоление почвы каким-либо одним видом соли в природных условиях практически не встречается. Обычно в почве присутствуют смеси хлористого и сернокислого натрия в различном соотношении друг к другу, в отдельных районах к этим двум основным солям примешивается карбонат натрия [19].

Сульфатно-хлоридное (приморское) засоление типично для береговых низменностей зоны аридного климата – дельты рек Волги, Нила, Тигра, Евфрата, Хуанхэ, Инда, Ганга, Меконга, Ла-Платы, Рейна, польдеров Голландии и т.д. Хлоридно-сульфатное (континентальное) засоление встречается на плато Центральной Азии, в Восточной Африке, Мексике, на Западно-Сибирской и Прикаспийской низменностях, а также в долинах рек Азии, Южной Европы, Северной Африки, Америки. Щелочные почвы содового засоления широко распространены на речных террасах в муссонных тропиках Азии, в степях Австралии, саваннах Африки, пампасах Латинской Америки, в Калифорнии и других местах [21].

В Краснодарском крае процессы засоления наиболее выражены в зоне рисосеяния, которая расположена на трех геоморфологических образованиях: первой надпойменной террасе Кубани, древней дельте и современной дельте Кубани. Количество и тип аккумулярованных солей на указанных геоморфологических элементах различен [16].

Первая надпойменная терраса Кубани является зоной транзита солей. В зоне рисосеяния она отличается наименьшими солевыми запасами при преобладании сульфатного типа солей.

Древняя дельта Кубани является зоной аккумуляции солей и обладает значительными запасами водно-растворимых солей в почвогрунтах и грунтовых водах. В этом геоморфологическом регионе выявлена тенденция к изменению типа аккумулярованных со-

лей: с востока на запад по мере падения отметок местности возрастает доля хлоридов в сумме солей. Тип засоления изменяется от сульфатного до хлоридно-сульфатного и реже - сульфатно-хлоридного.

Современная дельта Кубани является зоной трансаккумуляции солей со всего бассейна Кубани. Солевые запасы почвогрунтов и грунтовых вод в этой зоне значительно выше, чем в зонах первой террасы и древней дельты вместе взятых. Преобладающими типами солей являются хлоридный и сульфатно-хлоридный [16].

Возделывание риса в дельте Кубани началось в 30-х годах прошлого столетия. В первую очередь под рис осваивали равнинные участки. К 1965 году площадь рисовых оросительных систем в дельте достигла 47 тыс. га. Пик расширения рисовых оросительных систем пришелся на период 1974-1980 гг, когда под рис было освоено 100 тыс. га Приазовских плавней – низкоплодородных земель, которые ранее практически не использовались в сельскохозяйственном производстве. Площадь рисовых оросительных систем в дельте Кубани увеличилась к этому времени до 253 тыс. га.

Основными типами почв, залегающих в древнедельтовых отложениях Кубани, являются долинные черноземы, структурные, суглинистые и уплотненные глинистые, местами солонцеватые. Большое распространение в низовьях Кубани имеют лугово-черноземные почвы. В верхней части иллювиального горизонта В залегают уплотненный слабоводопроницаемый слой. Засоление этих почв слабое – не превышает 0,1-0,2 % по сухому остатку. В пониженных местах рельефа, на современных отложениях Кубани, размещены луговые, лугово-болотные и торфяно-глеевые почвы с резко выраженными признаками заболачивания, плавневые и болотные почвы на разных субстратах. По механическому составу они относятся к средне- и тяжелосуглинистым разностям. В подстилающем горизонте преобладают аллювиальные слабоводопроницаемые глины.

Почвенный покров рисовых систем, построенных в период 1974-1980 гг. в зоне Приазовских плавней, а также Закубанских плавней, характеризуется тяжелым механическим составом, низкой водопроницаемостью и бесструктурностью. Уровень грунтовых вод равен 0,5-1,0 м. В низовьях Кубани плавневые земли характеризуются пестрым почвенным покровом с преобладанием торфяно-глеевых и перегнойно-глеевых, средне- и сильнозасоленных почв с сильноминерализованными грунтовыми водами. Торфяно-глеевые и перегнойно-глеевые почвы составляют 81 % от общей площади (92 тыс. га). Засоление их (от слабого до сильного) в основном сульфатного и хлоридного типов отмечено, главным образом, в верхнем горизонте [7].

В.П. Суетов и И.Д. Черниченко [4; 16] отмечают, что в настоящее время в зоне рисосеяния только 17 % площади рисовых оросительных систем представлены незасоленными почвами, а 83 % в различной степени засолены.

Рис является мелиорирующей культурой. Исследователями установлено, что при возделывании его в течение двух-трех лет засоленные почвы становятся практически незасоленными [2; 7; 8; 12; 13; 19]. Однако в ряде случаев наблюдается слабая промывка почв от легкорастворимых солей и ежегодная реставрацию засоления после удаления воды из чеков [6; 10; 11; 23].

В.Б. Зайцев (1975) установил, что при затоплении рисовых участков происходит смыкание оросительных и почвенно-грунтовых вод [5]. Однако этот период смыкания зависит от высотного положения чеков. На низких чеках смыкание наблюдается практически в течение всего вегетационного периода. На повышенных чеках оно происходит на 35-40-й день после первоначального затопления и прекращается в фазу восковой спелости, за 15-20 дней до уборки.

В периоды, когда грунтовые воды не поднимаются к поверхности затопленных чеков с плюсовыми отметками, создается возможность фильтрации поливной воды и, следовательно, вымывания из почвы легкорастворимых солей.

На низких чеках в период вегетации риса складывается гидрологическая обстановка (напорность почвенно-грунтовых вод, продолжительный период их смыкания с поверхностными водами), препятствующая вертикальной фильтрации и опреснению почв [1; 3; 10]. Поэтому на недrenированных и слабо дренированных участках с низкими абсолютными отметками рассоляющее действие культуры риса незначительное и ограничивается неглубоким верхним горизонтом [18].

Наиболее интенсивное засоление почв под рисом происходит в зоне, расположенной вдоль хозяйственных, участковых и картовых оросительных каналов [6]. Процесс вторичного засоления начинается там в период, когда чек еще не залит водой. Подъем грунтовых вод вдоль оросительного канала способствует подтягиванию легкорастворимых солей к поверхности чека. Кроме того, увлажнение почвы в предполивной период вследствие фильтрации воды через дно оросителя способствует выклиниванию грунтовых вод в приканальной полосе. Высокая минерализация почвенного раствора является причиной гибели семян [23].

Участки вторичного засоления наблюдаются и вдоль поперечного валика на нижележащем чеке. Чем больше разность отметок смежных чеков, тем сильнее выражено вторичное засоление вдоль валика. Рис на таких участках гибнет или находится в угнетенном состоянии.

Одной из причин гибели риса является низкое качество планировки чеков. На их поверхности остаются незатопленными отдельные участки, которые аккумулируют соли и вызывают вторичное засоление почв. По данным Ю.Ф. Янчковского (1967), на микробугорках содержится 4-5 % солей, в то время как на залитых водой участках намного меньше – 0,08-0,15 %, [23].

Недоучет особенностей водно-солевого режима рисовых полей, недостатки в проектировании, строительстве и эксплуатации коллекторно-дренажной сети приводят к снижению урожаев и гибели посевов риса на значительных площадях. Процессы вторичного засоления наблюдаются на рисовых системах Северного Кавказа, Казахстана, Украины, Сарпинской низменности и являются актуальной проблемой рисоводства, требующей поиска путей ее решения.

Снижение концентрации солей в почве представляет собой длительный процесс и при возделывании риса требует применения соответствующих агротехнических и инженерно-мелиоративных мероприятий. Агротехнические мероприятия должны быть направлены, в первую очередь, на оструктурирование засоленных почв рисовых полей и улучшение их водно-физических свойств, уничтожение слитности и глыбистости, изолирование верхних горизонтов от капиллярного увлажнения солеными грунтовыми водами, усиление аэрации и окислительных процессов. Эти мероприятия заключаются прежде всего в тщательной обработке почвы: глубокой вспашке и рыхлении, периодическом просушивании (занятой пар), правильном севообороте, внесении органических и минеральных удобрений, соответствующем режиме и технике полива сопутствующих культур рисового севооборота [12; 13; 19; 22].

Полное опреснение почв практически труднодостижимо и нецелесообразно, поэтому все приемы мелиорации на засоленных почвах должны быть направлены на снижение в них концентрации солей до пределов, при которых сельскохозяйственные культуры дают удовлетворительный урожай [21]. Таким образом, необходима разработка и неукоснительное соблюдение агротехнических и мелиоративных мероприятий, способствующих увеличению выживаемости растений риса в условиях почвенного засоления и поднятию их продуктивности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ачканов А.Я., Бугаевский В.К., Тур Н.С. Динамика солей в почвах дельты Кубани и ее влияния на состояние посевов риса // Химия почв рисовых полей. – М.:Наука, 1976. – С. 26-36.
2. Бай И.Н. Борьба с засолением почв при культуре риса на пойме южного Буга: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Харьков, 1960. – 27 с.
3. Буйлов В.В., Подлесный И.В. Солевой режим почв приазовских плавней при культуре риса // Почвоведение. – 1983. – №1. – С. 82-89.
4. Загубин Н.Н., Жуков В.Д., Ачканов А.Я., Марченко З.С., Суетов В.П., Черниченко И.Д., Теренько Г.Н. Состояние почв Кубани на рубеже столетий // Состояние и пути мелиорации черноземов Кубани. – Краснодар, 2002. – 140 с.
5. Зайцев В.Б. Рисовая оросительная система. – М., 1975. – 303 с.
6. Зайцев В.Б., Попов А.А., Фишер Э.Е. Вторичное засоление почв под рисом в сухостепной и полупустынной зонах // Гидротехника и мелиорация. – 1973. – №4. – С. 60-68.
7. Ковда В.А. Происхождение и режим засоленных почв. – М., 1946. – 472 с.
8. Козин М.А. Возделывание риса на засоленных почвах в качестве промывной культуры / Гидротехника и мелиорация. – 1973. – № 9. – С. 50-57.
9. Коноплев В.П. Засоление почв при орошении и солеустойчивость культурных растений // Сельское хозяйство за рубежом. – 1966. – №10. – С. 1-13.
10. Кремзин Н.М., Бугаевский В.К. К вопросу об эффективности гипса и минеральных удобрений на солонцах при возделывании риса // Бюл. НТИ ВНИИ риса. – Вып. 31. – 1981. – С. 72-75.
11. Подлесный И.В. Некоторые особенности солевого режима почв приазовских плавней при культуре риса // Бюл. НТИ ВНИИ риса. – Вып. 31. – 1981. – С.69-72.
12. Попов В.А. Регулирование грунтовых вод на рисовых системах. – Краснодар: Краснодар. кн. изд-во, 1984. – 96 с.
13. Попов В.А. Научные основы управления продуктивностью рисовых полей // Экологические проблемы мелиорации. – М.: ВНИИГиМ, 2002. – С. 147 – 148.
14. Сердюк А.Г. Агротехника получения высоких урожаев риса на засоленных почвах // Сельское хозяйство за рубежом. – 1972. – № 11. – С. 7-8.
15. Словцова Г.А. Вопросы мелиорации засоленных почв // Сельское хозяйство за рубежом. – 1972. – № 7. – С. 1-5.
16. Суетов В.П., Черниченко И.Д. Обследование земель сельскохозяйственного назначения с выявлением и оценкой негативных явлений с учетом апробации проекта “Инструкции по крупномасштабным почвенным обследованиям сельскохозяйственных земель РФ”. – Краснодар, 1999. – 38 с.
17. Торн Д., Петерсон Х. Орошаемые земли. – М., 1952. – 218 с.
18. Тулякова З.Ф. Значение и особенности рисосессия на засоленных землях Северного Кавказа: Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. – Новочеркасск, 1975. – 70 с.
19. Тулякова З.Ф. Рис на засоленных землях. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.:Колос, 1978. – 240 с.
20. Тур Н.С. Особенности возделывания риса на засоленных землях. – Краснодар: Краснодар. кн. изд-во, 1978. – 113 с.
21. Удовенко Г.В. Солеустойчивость культурных растений. – Л.:Колос, 1977. – 215 с.
22. Цюрупа И.Г. Мелиорация солонцов // Сельское хозяйство за рубежом. – 1977. – № 3. – С. 4-7.
23. Янчковский Ю.Ф. Засоленные почвы крымского Присивашья и особенности их мелиоративного освоения культурой риса: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Симферополь, 1967. – 22 с.

## **РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ И ПОЧВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ В УСЛОВИЯХ ЗАСОЛЕНИЯ РИСОВЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

О.А. Досеева, Ю.А. Ткаченко

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

### **РЕЗЮМЕ**

В настоящее время 1/4 часть суши подвержена процессам засоления и площадь ее постоянно увеличивается. В Краснодарском крае процессы засоления наиболее выражены в зоне рисосеяния. Культура риса способна произрастать и давать урожай в условиях засоления, но слабо способствует рассолению почв при существующей системе земледелия.

## **DISTRIBUTION OF SALINE SOILS AND SOIL PROCESSES UNDER CONDITIONS OF SALINISATION OF RICE IRRIGATING SYSTEMS**

O.A. Doseeva, J.A. Tkatschenko

All – Russian Rice Research Institute

### **SUMMARY**

Nowadays 1/4 part of all land surface is subjected to soil salinity and its area is constantly increasing. In Krasnodar Territory salinity processes are mostly expressed in rice growing zone. Rice crop is able to grow and give yield under salinity conditions, but it poorly desalinates soils at existing agricultural system.

УДК 633.18:631.42:631.472

## **МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ АЛЛЮВИАЛЬНОЙ ЛУГОВОЙ ПОЧВЫ, ДЛИТЕЛЬНО ИСПОЛЪЗУЕМОЙ ПОД ПОСЕВЫ РИСА**

**О.А. Гуторова, А.Г. Ладатко, к. б. н.**

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

**И.Д. Черниченко, В.П. Суетов**

Научно-изыскательное общество «ГЕЯ-НИИ»

Освоение почв под посевы риса приводит к коренному изменению их исходных свойств и обуславливает проявление деградационных процессов [12]. В литературе имеются противоречивые сведения об изменении свойств почв в условиях бесменного возделывания риса. С одной стороны, длительное использование почвы не приводит к резкому изменению в содержании гумуса, но ухудшаются физические и водно-физические свойства, а также изменяется её морфологический облик [9]. С другой стороны, указывается на уменьшение содержания гумуса в верхних горизонтах, его качественного состава и отсутствие сильных изменений в строении гумусового профиля [5, 6].

**Цель работы.** Изучить влияние сельскохозяйственного использования аллювиальной луговой почвы [4] на изменение морфологических, агрофизических и агрохимических её свойств.

**Методика проведения исследований.** В пределах землепользования ЭСХ «Красное» Красноармейского района Краснодарского края были заложены почвенные разрезы, находящиеся в аналогичных почвенно-геоморфологических условиях на расстоянии нескольких сот метров друг от друга.

Разрез № 5. Вид угодий: бесменное возделывание риса с 1937 года без внесения удобрений (рисовая оросительная система ОЛ-4, карта 1, чек 2).

Разрез № 3. Вид угодий: возделывание риса в 8-польном севообороте (рисовая оросительная система ОЛ-4, карта 1, чек 7).

Разрез № 4. Вид угодий: богара (прифермское поле № 1), расположенная в пределах территории рисовой оросительной системы ОЛ-4.

Разрез № 2. Вид угодий: залежь, расположенная на территории рисовой оросительной системы ОЛ-4.

Почвенные образцы отбирали по генетическим горизонтам профиля. В свежих образцах почвы определяли: объёмную массу с ненарушенным сложением [10]; рН водной суспензии [2]; окисное и закисное железо по Казариновой-Окниной в модификации Коптевой [1]; сумму восстановленных продуктов в модификации Бутова [3]; легкоокисляемое по Кубелью-Тиману и трудноокисляемое водорастворимое органическое вещество по Тюрину [2]. В воздушно-сухих образцах проводили атомно-абсорбционное определение общего содержания кальция, марганца и железа в почве, разложенной сплавлением со смесью буры и соды [7, 8]; поглощённые основания в  $1\text{N CH}_3\text{COONH}_4$  [11]; общий углерод по Тюрину [2]; гранулометрический состав по Качинскому [10]; содержание углекислоты карбонатов газоволюметрическим методом [10].

**Результаты исследований.** Проведённое морфологическое изучение рисовой аллювиальной луговой почвы в сравнении с залежью и богарой позволили установить, что профиль рисовой почвы приобретает специфические черты строения. Выделения окисного железа в виде ржаво-бурых пятен наблюдаются уже в пахотном слое почвы, а конкреции полуторных окислов - в горизонте АВ. Рисовые участки характеризуются неяснокмоватой структурой и повышенным уплотнением. При этом, на участке 8-польного рисового севооборота признаки гидроморфизма в пахотном горизонте проявляются сильнее, чем на участке бесменного посева риса.

В условиях богары при морфологическом обследовании профиля почвы гидроморфные признаки не выявлены. Признаки гидроморфизма в виде чёрных потёков от сульфидов вдоль живых и отмерших корневищ тростника проявляются в профиле залежи. На кратковременное переувлажнение этого участка также указывает произрастание влаголюбивой сорной растительности – осота, тростника, камыша.

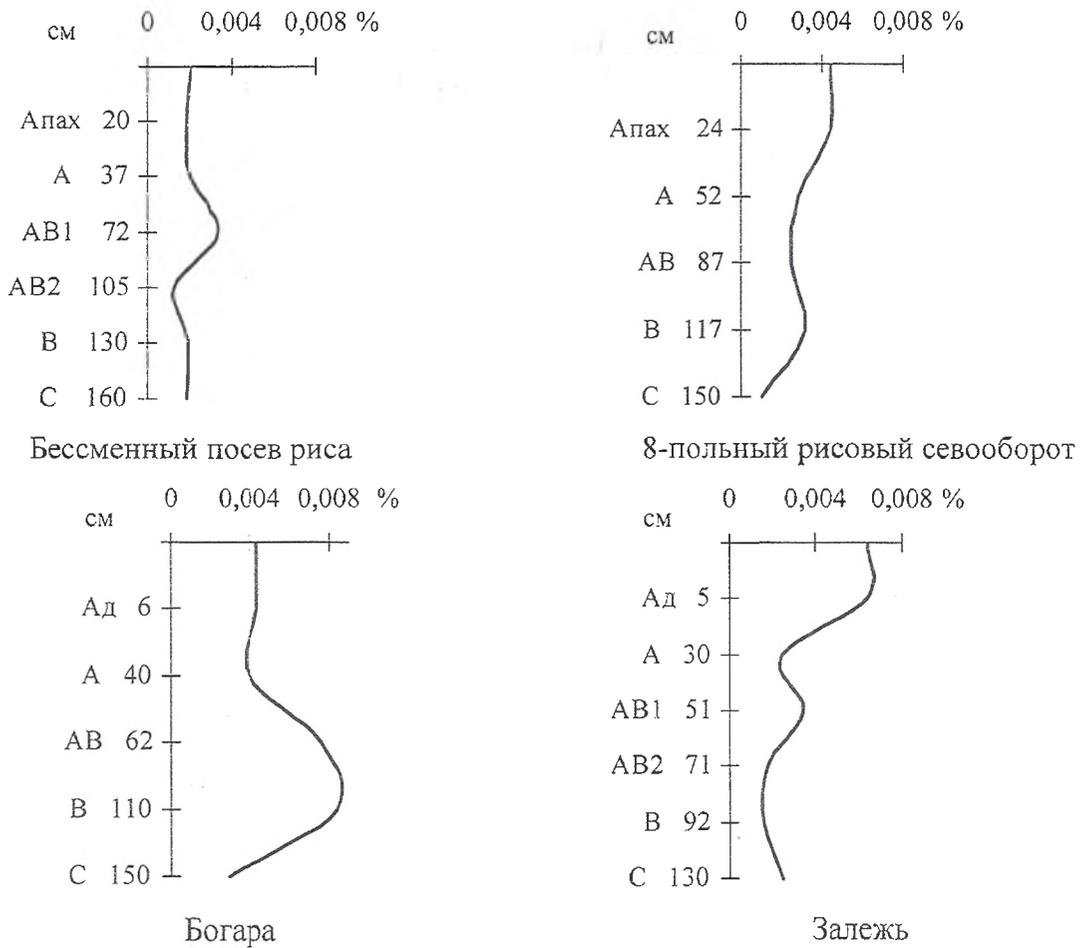
Почвообразующими породами аллювиальной луговой почвы являются карбонатные аллювиальные отложения. Они характеризуются грязно-палевой окраской, наличием карбонатных конкреций и значительной неоднородностью по гранулометрическому составу. При залегании почвенно-грунтовых вод со 135-150 см морфологические признаки оглеения нижних горизонтов не выражены.

Граница вскипания от действия соляной кислоты на рисовых участках начинается с глубины 70-77 см, на залежи - с 50 см и на богаре - с поверхности почвы. Понижение границы вскипания соответствует и снижению глубины залегания карбонатов. Наибольшее содержание карбонатов отмечено в почвообразующей породе (5,66-7,87%  $\text{CaCO}_3$ ). Верхние горизонты почвы содержат небольшое количество углекислого кальция. Реакция среды в пахотном слое под рисом близка к нейтральной (6,55-6,84 ед.), в верхнем гумусовом слое залежи - слабощелочная (7,68 ед.). С увеличением глубины щёлочность, в связи с появлением карбонатов возрастает, достигая в почвообразующей породе - 8,30-8,36 единиц рН. В верхней части почвенного профиля богары реакция среды - щелочная (7,83 ед.), а в пределах профиля - сильнощелочная (от 8,7 до 8,96 ед. рН).

Сумма поглощённых оснований в гумусовом горизонте зависит от гранулометрического состава и содержания гумуса и варьирует от 28,06 до 34,96 мг-экв. на 100 г почвы. В почвенном поглощающем комплексе (ППК) преобладает кальций, составляющий более 71% от суммы поглощённых оснований. Весьма значительно содержание и катиона магния (14-24% от суммы). На долю поглощенного натрия приходится от 2,9 до 5,0% от суммы. Отношение обменного кальция к магнию в верхних горизонтах 0-30(40) см залежи и богары составляет соответственно 4,48 и 5,67. В пахотных горизонтах 0-20(24) см рисовых почв это отношение уменьшается до 3,00, главным образом, за счёт уменьшения содержания поглощённого кальция и увеличения обменного магния. Отмечается увеличение отношения обменного магния к натрию в 1,5-2,3 раза по сравнению с залежью и богарой. При длительном бессменном возделывании риса сумма поглощенных оснований в верхнем горизонте уменьшается на 4,66-5,04 мг-экв. на 100 г за счёт снижения содержания катиона кальция на 20-29%.

Участки богары и залежи в своём гумусовом профиле имеют пронизанную корнями дернину мощностью 5-6 см с содержанием гумуса соответственно 4,31 и 4,56%. Среднемощный слой дернины сменяется горизонтом А мощностью 34 и 25 см, но уже с пониженным содержанием органического вещества (2,85 и 3,01%). В отличие от них рисовые почвы вследствие антропогенного воздействия отличаются образованием пахотного слоя мощностью 20-24 см с содержанием гумуса от 3,12% на участке 8-польного рисового севооборота до 2,88% на бессменном посеве. В отношении распределения гумуса по профилю почвы принципиальных различий не отмечено – с увеличением глубины его количество уменьшается. При этом наибольшее уменьшение гумуса наблюдается при бессменном возделывании риса, а его запасы в слое 0-37 см в 2 раза ниже по сравнению с залежью, что объясняется сокращением поступления в почву растительных остатков.

Дополнительную информацию об изменении свойств изучаемой почвы даёт определение водорастворимого органического вещества (ВОВ). Содержание и распределение ВОВ по профилю аллювиальной луговой почвы во многом зависит от физико-химических её свойств (рис. 1).



**Рис. 1.** Распределение легкоокисляемого водорастворимого органического вещества по профилю аллювиальной луговой почвы разного сельскохозяйственного использования

Уменьшение суммы поглощённых оснований за счёт снижения катиона кальция в пахотном слое приводит к вымыванию легкоокисляемого ВОВ в нижние слои почвы. Такие условия возникают при бессменном возделывании риса. При этом аккумуляция легкоокисляемого водорастворимого гумуса наблюдается в горизонте АВ<sub>1</sub>, а его содержание в пахотном слое уменьшается в 1,5 раза.

В профиле 8-польного рисового севооборота и залежи увеличение доли кальция в составе поглощённых оснований предотвращает вымывание легкоокисляемого ВОВ из верхних горизонтов почвы. При этом содержание легкоокисляемого ВОВ в пахотном слое 8-польного рисового севооборота достигает тех же величин, что и в гумусовом горизонте А участка залежи и богары, а в условиях бессменного возделывания риса снижается в 1,5-2,0 раза по сравнению с рисовым севооборотом, залежью и богарой.

В условиях богарного землепользования легкоокисляемое ВОВ увеличивается на глубине 40-110 см в 1,8-2,0 раза по сравнению с верхним горизонтом. Это связано, по-видимому, с сильнощелочной реакцией почвенной среды.

Трудноокисляемые соединения закрепляются в почвенной толще и являются мало подвижными и преобладающими соединениями (64-79% от суммы ВОВ). Однако сильнощелочные свойства почвенной среды в условиях богары приводят к распаду трудноокисляемых соединений и перераспределению их по профилю почвы.

Изученные участки одного типа почвы значительно различаются по содержанию механических элементов, особенно участок 8-польного рисового севооборота легкоглинистого гранулометрического состава, где содержание физической глины преимущественно илистых частиц ( $< 0,001$  мм) больше в 1,5 раза, а содержание песка (0,25-0,05 мм) меньше в 3,4-7,0 раз. Высокое содержание ила в верхней части профиля является одной из причин низкой фильтрационной способности, плохой аэрации и более интенсивного проявления процесса оглеения. Наиболее благоприятное соотношение механических элементов наблюдается в тяжелосуглинистых разновидностях при бессменном посеве риса, залежи и богары, где заметно возрастает доля песка.

Результаты сокращённого валового анализа показали слабую дифференциацию окислов железа в аллювиальной луговой почве. Обращает на себя внимание обеднение верхних горизонтов соединениями кальция, что связано с процессами выщелачивания. Довольно заметные изменения в минеральной части почвы наблюдаются по отношению к окиси марганца. Сельскохозяйственное использование почвы под культуру риса привело к перераспределению соединений марганца по профилю и накоплению их в горизонте АВ<sub>1</sub> или В.

Содержание и распределение по профилю суммарного кислотнорастворимого подвижного железа хорошо согласуются с морфологией почвы. Максимальное содержание общего подвижного железа и суммы восстановленных продуктов обнаруживается в верхней части профиля почвы. Но при этом в гумусовом горизонте почвы при бессменном возделывании риса образуется большее количество подвижного железа, чем в почве залежи, причём в обоих разрезах оно представлено в основном его окисной формой (92-94% от суммарного содержания подвижного железа). Аккумуляция железа в верхней части почвенного профиля обусловлена поступлением его в закисной форме из нижних горизонтов восходящими токами воды, последующим окислением под воздействием кислорода воздуха и выпадением в форме гидрата окиси.

**Выводы.** 1/. Длительное сельскохозяйственное использование аллювиальной луговой почвы для возделывания риса ведёт к усилению в ней гидроморфных признаков, вымыванию карбонатов из верхних горизонтов, изменению состава суммы поглощённых оснований, уменьшению содержания общего гумуса и перераспределению полуторных окислов вниз по профилю почвы. Снижение доли кальция в составе поглощённых оснований, а также сильнощелочные свойства почвенной среды способствуют увеличению подвижности легкоокисляемого водорастворимого органического вещества и перемещению его вниз по почвенному профилю.

2/. Длительное бессменное возделывание риса ведёт к уменьшению содержания катиона кальция в составе поглощённых оснований на 20-29% и легкоокисляемого водорастворимого органического вещества в 1,5-2,0 раза.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Александрова Л.Н. Лабораторно-практические занятия по почвоведению / Л.Н. Александрова, О.А. Найдёнова. - 3-е изд., доп. - Л.: Колос, 1976. - 89-90 с.
2. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд-во МГУ, 1970. - С. 487.
3. Бутов А.К. Модификация методики определения количества восстановленных продуктов в почве // Бюл. НТИ ВНИИ риса. - Краснодар, 1973. - Вып. XI. - С.71-73.
4. Вальков В.Ф. Почвоведение (почвы Северного Кавказа): Учеб. пособие / В.Ф. Вальков, Ю.А. Штомпель, В.И. Тюльпанов. - Краснодар: Советская Кубань, 2002.

5. Горшкова Е.И. Изменение содержания гумуса и азота в лугово-чернозёмных почвах дельты Кубани под влиянием культуры риса / Е.И. Горшкова, Э.А. Корнблум // Почвоведение. - 1970. - № 9. - С. 87-93.

6. Корнблум Э.А. Химико-минералогические особенности почв рисовых полей древней дельты Кубани / Э.А. Корнблум, Т.Г. Дементьева // Бюл. Почвенного ин-та им В.В. Докучаева. - 1975. - Вып. 9. - С. 5.

7. Лернер Л.А. Атомно-абсорбционное определение общего содержания железа и алюминия в почвах / Л.А. Лернер, Э.И. Тихомирова // Почвоведение. - 1974. - № 6. - С. 114-120.

8. Лернер Л.А. Атомно-абсорбционное определение общего содержания кальция, магния и марганца в почве, разложенной сплавлением со смесью буры и соды / Л.А. Лернер, Э.И. Тихомирова, Л.Ф. Плотникова // Почвоведение. - 1975. - № 1. - С. 122-127.

9. Обухова В.А. Микроморфология почв Кубанской рисовой системы / В.А. Обухова, К.Н. Фёдоров // Химия почв рисовых полей. - М.: Изд-во «Наука», 1976. - С. 120-127.

10. Пособие по проведению анализов почв и составлению агрохимических картограмм. - М.: Россельхозиздат, 1965. - 331 с.

11. Практикум по агрохимии / Под ред. В.Г. Минеева. - М.: Изд-во МГУ, 1989. - 304 с.

12. Цветнова О.Б. Биогеохимические аспекты изменений дельтовых ландшафтов при освоении их под культуру риса / О.Б. Цветнова, А.И. Щеглов: Тез. докл. VIII Всесоюзного съезда почвоведов. Кн. 4. - Новосибирск, 1989. - С. 69.

## **МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ АЛЛЮВИАЛЬНОЙ ЛУГОВОЙ ПОЧВЫ ДЛИТЕЛЬНО ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ПОД ПОСЕВЫ РИСА**

О.А. Гуторова, А.Г. Ладатко

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

И.Д. Черниченко, В.П. Суетов

Научно-изыскательное общество «ГЕЯ-НИИ»

### **РЕЗЮМЕ**

Рассмотрено влияние условий длительного сельскохозяйственного использования аллювиальной луговой почвы на изменение её морфологических, агрофизических и агрохимических свойств.

Показано, что снижение доли кальция в составе поглощённых оснований и смещение реакции почвенной среды в сильнощелочную сторону способствует увеличению подвижности легкоокисляемого водорастворимого органического вещества и перемещению его вниз по почвенному профилю.

Установлено, что при длительном использовании аллювиальной луговой почвы для возделывания риса происходит усиление в ней гидроморфных признаков, вымывание карбонатов из верхних горизонтов, изменение качественного состава суммы поглощённых оснований, уменьшение содержания общего гумуса и перераспределение полуторных окислов вниз по профилю почвы. В почвенном профиле 8-польного рисового севооборота и залежи, за счёт увеличения доли кальция в составе поглощённых оснований, не происходит вымывания легкоокисляемого водорастворимого органического вещества из верхних горизонтов почвы.

Длительное бессменное возделывание риса ведёт к уменьшению содержания катиона кальция в составе поглощённых оснований на 20-29% и легкоокисляемого водорастворимого органического вещества в 1,5-2,0 раза.

## MORPHOGENETIC CHANGES OF ALLUVIAL MEADOW SOIL LONG TIME USED FOR RICE CROPS

O.A. Gutorova, A.G. Ladatko  
All-Russian Rice Research Institute  
I.D. Chernichenko, V.P. Suetov  
Scientific investigation organization "GEA-NII"

### SUMMARY

Influence is studied of agricultural application conditions of alluvial meadow soil on change of its morphological, agro physical and agro chemical characteristics.

It is shown, that decrease of Calcium portion in the composition of absorbed bases and shift of soil medium reactions towards strong alkaline provides mobility increase of easily oxidizing dissolving in water organic matter and its movement downwards along the soil profile.

It is stated, that at application of alluvial meadow soil in rice production strengthening of its hydro morph traits takes place, as well as carbonates washing out from upper horizons, change of qualitative composition of absorbed bases sum, decrease of total humus content and redistribution of one and a half oxides downwards along the soil profile of 8-stage crop rotation. At the same time, washing out of easily oxidizing dissolving in water matter does not take place in soil profile of rice crop rotation and long fallows because of calcium portion increase in the composition of absorbed bases.

Long lasting rice cultivation as monoculture leads to decrease of calcium kation content in the composition of absorbed bases to 20-29 % and to decrease of easily oxidizing dissolving in water matter in 1.5-2.0 times.

**ЭТАПЫ ОРГАНОГЕНЕЗА КАК КРИТЕРИЙ  
ОПТИМАЛЬНЫХ СРОКОВ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ  
НА ОСНОВЕ СОЛЕЙ 2М-4Х В ПОСЕВАХ РИСА**

**А.Г. Коровянский, к.с.-х.н., В.Я. Гершунина, к.х.н., В.Д. Агарков, д.с.-х.н.**  
Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Последние исследования, связанные с определением оптимальных сроков применения хлорфеноксипроизводных гербицидов (на примере аминной соли 2,4-Д) в посевах риса в условиях Краснодарского края, проведены в начале 70-х годов прошлого столетия (Агарков, Ибрагимов, 1973; Ибрагимов, 1974). Было установлено, что пять изучавшихся сортов риса на обработку аминной солью 2,4-Д в разные этапы органогенеза реагируют неоднозначно. В итоге было рекомендовано: посевы сорта Дубовский 129 обрабатывать на третьем этапе органогенеза, который приходится на вторую половину фазы кушения - возраст растений риса 7-7,5 листьев. Более позднеспелый Краснодарский 424 не снижал биометрических показателей и урожайности при обработке в третий, четвертый и пятый этапы органогенеза (вторая половина кушения - начало выхода в трубку), когда растения риса находились в возрасте 7,5-9 листьев.

Вместе с аминной для борьбы с сорняками болотной экологической группы в то время рекомендовались натриевая соль 2,4-Д, эфиры 2,4-Д, натриевая соль 2М-4Х (дикотекс). Как морально устаревшие эти репорты в настоящее время в рисоводстве не применяются. На смену им пришло новое поколение хлорфеноксипроизводных гербицидов на основе диметиламинной, калиевой и натриевой солей 2М-4Х (Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ, 2004, 2005 гг.). Они рекомендованы к применению как в чистом виде, так и в качестве обязательного компонента смесей на основе базагран (базагран М, базагран Р). В связи с этим возникла необходимость в повторении исследований, выполненных в 1971-73 гг., по определению оптимальных сроков применения хлорфеноксипроизводных гербицидов на основе солей 2М-4Х.

**Цель исследований.** Установить оптимальный срок применения гербицидов на основе солей 2М-4Х в борьбе с клубнекамышом и другими сорняками болотной экологической группы.

**Методика исследований.** Полевые мелкоделяночные опыты проводили в 2004-2005 гг. в посевах риса сорта Рапан. Площадь опытных делянок - 10 м<sup>2</sup>, повторность - четырехкратная. Обработку посевов проводили в следующие сроки (возраст растений риса):

- 2 - 3 листа (II этап органогенеза);
- 5 - 6 листьев (III этап органогенеза, конус вегетативный);
- 8 - 9 листьев (III этап органогенеза, разрастание конуса и его дифференциация);
- 10 листьев (IV этап органогенеза, начало формирования элементов метелки).

В каждый из перечисленных сроков применялись следующие гербициды в максимальных дозах препарата:

- 1. Гербитокс, 50% ВРК - 2,0 кг/га;
- 2. Агритокс, 50% ВК - 2,0 кг/га;
- 3. Агроксон, 75% ВР - 1,8 кг/га;
- 4. 2М - 4Х 750, 75% ВР - 1,8 кг/га.

Контрольный вариант опыта гербицидами не обрабатывали.

Характер и скорость детоксикации гербицидов определяли путем отбора проб растений через каждые 10 суток (до полного исчезновения их остатков) с использованием ТСХ - метода. Повторность анализов - двукратная.

Окончательную оценку опыту давали на основании данных биометрической характеристики растений после уборки (25 растений с делянки, 100 - с варианта) и материалов фитотоксикологических исследований.

**Результаты исследований.** Первая часть экспериментальных данных в виде биометрической характеристики растений риса, обработанных гербицидами, представлена в табл. 1.

**Таблица 1.** Биометрическая характеристика растений и урожайность риса при обработке гербицидами на основе солей 2М-4Х в разном возрасте (этапы органогенеза (ВНИИ риса, среднее за 2004-2005 гг.)

Гербицид	Число продуктивных стеблей, шт./м <sup>2</sup>	Масса зерна с главной метелки, г	Пустозерность, %	Урожайность, т/га
Обработка в 2 -3 листа (II этап органогенеза)				
Контроль	244	3,4	16,4	7,2
Гербитокс	253	3,6	17,8	7,5
Агритокс	240	3,5	23,0	7,4
Агроксон	251	3,5	14,4	7,4
2М - 4Х 750	209	3,9	11,3	6,2
Обработка в 5 - 6 листьев (III этап органогенеза)				
Контроль	244	3,4	16,4	7,2
Гербитокс	208	3,9	14,8	7,1
Агритокс	259	3,2	20,2	7,3
Агроксон	227	3,4	12,6	6,6
2М - 4Х 750	238	3,6	14,9	7,8
Обработка в 8 - 9 листьев (III этап органогенеза)				
Контроль	244	3,4	16,4	7,2
Гербитокс	282	3,5	16,0	8,0
Агритокс	322	3,2	18,3	8,2
Агроксон	234	3,4	11,7	7,0
2М - 4Х 750	241	3,8	12,5	7,9
Обработка в 10 листьев (IV этап органогенеза)				
Контроль	244	3,4	16,4	7,2
Гербитокс	243	3,2	14,2	7,2
Агритокс	297	3,0	14,4	8,0
Агроксон	305	3,5	10,3	7,3
2М - 4Х 750	229	3,9	14,3	7,1
НСР <sub>05</sub>	25,0	0,2	2,0	0,4

Данные, полученные в опыте, показывают, что применение солей на основе 2М - 4Х в борьбе с клубнекамышом и другими сорняками болотной экологической группы возможно без снижения урожайности риса во все изучавшиеся сроки. Однако, с точки зрения биологической и экономической эффективности, обработка посевов риса в возрасте 2-3 листьев может быть нецелесообразной из-за недостаточно полного отрастания сорняков. И наоборот, обработка в поздние сроки (возраст риса 8-9 и 10 листьев) может также оказаться неэффективной, так как сорняки к этому времени уже оказали отрицательное воздействие на формирование урожая.

Таким образом, наиболее целесообразным и биологически обоснованным сроком применения гербицидов является время формирования рисом 5-6 листьев, то есть начало вступления его в фазу кушения. К этому времени (конец фазы всходов) заканчивается так называемый «докритический период», когда сорняки без ущерба для урожая могут находиться в посевах. По истечении этого срока - фазы всходов (в данном случае начало формирования рисом 5-6 листа, или первая половина третьего этапа органогенеза), необходимо принимать меры по уничтожению сорняков. Что касается клубнекамыша, то уничто-

жение его не позднее формирования им 4 - 6 листьев следует считать обязательным, так как с этого времени у 80-90% растений активно формируются столоны, а у 35-40% - новые клубни (Агарков, 1999).

Как свидетельствуют данные таблицы 2, в растениях риса, возраст которых не превышает 5-6 листьев, детоксикация гербицидов в основном происходит в течение 10-20 суток после обработки. С увеличением возраста обрабатываемых растений (8-9 и 10 листьев) процесс инактивации препаратов увеличивается до 30 суток, однако, через 40 суток после обработки остатки их в растениях не обнаруживаются. Отсутствуют они и в продуктах урожая - зерне и соломе.

Повторные анализы характера детоксикации гербицидов в 2005 году подтвердили результаты исследований 2004 года.

**Таблица 2.** Динамика детоксикации гербицидов на основе солей 2М-4Х при разных сроках обработки (ВНИИ риса, 2004 г.)

Время после обработки, сут.	Гербицид, мг/кг сырой массы			
	гербитокс	агритокс	агроксон	2М-4Х 750
Обработка в 2-3 листа (II этап органогенеза)				
0*	0,38	0,31	0,18	0,21
10	0,20	0,21	0,20	0,13
20	0,15	следы	0,13	0,10
30	следы	0	0	0
40	0	0	0	0
Обработка в 5-6 листьев (III этап органогенеза)				
0*	0,20	0,23	0,23	0,13
10	0,23	0,13	0,13	0,10
20	0,05	0,07	0,03	0
30	0	0	0	0
40	0	0	0	0
Обработка в 8-9 листьев (III этап органогенеза)				
0*	0,17	0,13	0,40	0,40
10	0,10	0,07	0,20	0,27
20	0,05	0,05	0,10	0,13
30	следы	0,03	0,05	0,05
40	0	0	0	0
Обработка в 10 листьев (IV этап органогенеза)				
0*	0,27	0,27	0,28	0,22
10	0,15	0,13	0,20	0,13
20	0,05	0,05	0,07	0,05
30	0,03	0,03	0,03	следы
40	0	0	0	0

\* в день обработки

**Выводы.** 1/. Биологически обоснованным сроком применения гербицидов на основе солей 2М-4Х в борьбе с клубнекамышом и другими сорняками болотной экологической группы является третий этап органогенеза, когда растения риса формируют 5-6 лист.

2/. Период, в течение которого происходит полная инактивация гербицидов в растениях риса, не превышает 30 суток. При обработке в 5-6 листьев этот процесс происходит на 10 суток быстрее.

Остатки гербицидов в продуктах урожая (зерно, солома) не обнаруживаются.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Агарков В.Д., Ибрагимов А. Реакция различных сортов риса в онтогенезе на обработку аминной солью 2,4-Д. // Бюл. НТИ ВНИИ риса. - Краснодар, 1973, - Вып. 9. - С. 41-43.
2. Ибрагимов А. Изучение реакции некоторых сортов риса в онтогенезе на обработку аминной солью 2,4-Д: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. - Ташкент, 1974. - 16 с.
3. Агарков В.Д. Биологически обоснованная борьба с клубнекамышом // Вестник КНЦ АМАН. - 1999. - Вып. 5. - С. 91-92.
4. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ. - М., 2004, 2005.

## ЭТАПЫ ОРГАНОГЕНЕЗА КАК КРИТЕРИЙ ОПТИМАЛЬНЫХ СРОКОВ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ НА ОСНОВЕ СОЛЕЙ 2М-4Х В ПОСЕВАХ РИСА

А.Г. Коровянский, В.Я. Гершунина, В.Д. Агарков  
Всероссийский научно-исследовательский институт риса

### РЕЗЮМЕ

Применение гербицидов на основе солей 2М-4Х для уничтожения клубнекамыша и других сорняков болотной экологической группы возможно в возрасте риса от 2-3 до 10 листьев. Оптимальным сроком обработки следует считать третий этап органогенеза, когда растения риса формируют 5-6 лист.

## ORGANOGENESIS STAGES AS A CRITERION OF OPTIMUM TERMS OF HERBICIDE APPLICATION ON THE BASIS OF SALTS 2 M-4X IN RICE SOWINGS

A.G. Korovyansky, V.Ya. Gershunina, V.D. Agarkov  
All-Russian Rice Research Institute

### SUMMARY

Herbicide application on the basis of salts 2M-4X to control bulrush and other weeds of swampy ecological group is possible from 2-3 to 10 leaf phases of rice.

Optimum term of treatment is considered to be the third organogenesis stage, when rice plants form 5-6 leaves.

Наряду с повышением урожайности зерна в рисоводстве большое значение придается его качеству. Ему уделяют большое внимание как заготовительные органы и перерабатывающая промышленность, так и потребитель. Первые судят о качестве риса по его засоренности, влажности, содержанию краснозерных форм, зерен с пожелтевшим эндоспермом, товарному виду и таким технологическим показателям, как плёнчатость, трещиноватость, стекловидность, однородность, плотность, размеры и форма зерна, легкость шелушения, которые определяют общий выход крупы. От них зависит закупочная цена на зерно, а, следовательно, и прибыль. Потребителю же важны товарные и кулинарные достоинства рисовой крупы: вкус, цвет, развариваемость, консистенция каши [3].

Существенным резервом увеличения производства ценной рисовой крупы является районирование сортов, обладающих высокими технологическими и потребительскими свойствами. На качество зерна риса влияют: погодные факторы, технология возделывания, уборки и послеуборочной обработки, а также организационно-технические условия, определяющие процесс производства зерна риса и его переработки [1].

Известно, что урожайность и качество – это два параметра, которые трудно совместить при получении сельскохозяйственной продукции. В большинстве случаев с увеличением урожайности снижается качество и наоборот. Поэтому цель исследователя, работающего в данном направлении – найти тот оптимум, при котором с повышением урожайности культуры, не снизится качество. Одним из элементов технологии возделывания риса, способным решить поставленную задачу, является применение регуляторов роста. Известно, что использование препаратов, обладающих физиологической активностью, способствует повышению не только урожайности, но и улучшению показателей признаков качества. Так, установлено, что предпосевная обработка семян риса регулятором роста фуrolан увеличивает урожай на 10-11% с одновременным улучшением качества, при этом снижается трещиноватость и повышается стекловидность [4]. Применение регуляторов роста - фитона, флорокрина, фумарана, мигугена - также улучшает технологические свойства зерна, особенно при обработке семян риса раствором флорокрина, в результате чего формируются более крупные и выполненные зерна, с высокой стекловидностью, низким процентом пленчатости и трещиноватости, что приводит к более высокому выходу целого ядра [8].

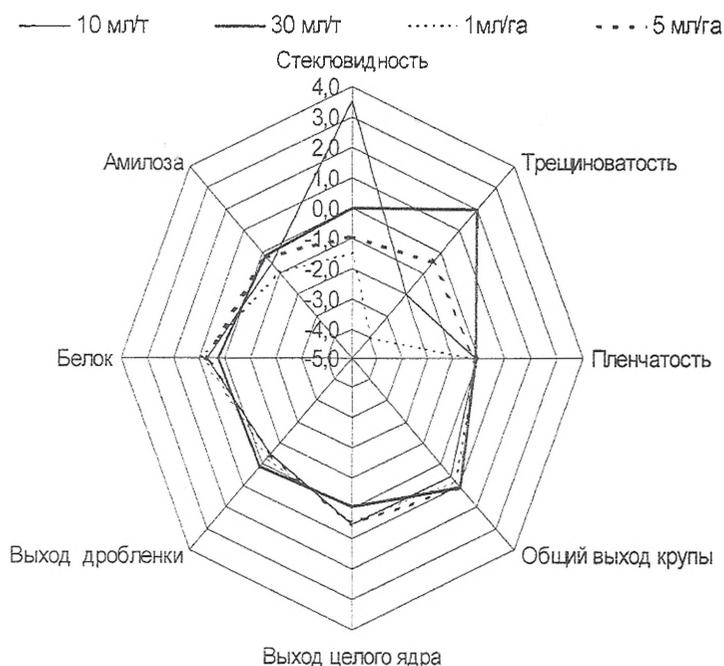
Улучшение качества зерна риса при использовании регуляторов роста происходит за счет сглаживания отрицательного влияния неблагоприятных условий среды, складывающихся при формировании, созревании и хранении зерна. Однако их эффективность во многом зависит от сопутствующих факторов.

**Цель исследования.** Изучить влияние регулятора роста эмистина на урожайность и технологические показатели качества зерна риса. Подобрать оптимальные дозы для каждого из способов применения препарата. Определить эффективность предпосевной обработки семян эмистином на разных фонах минерального питания.

**Материал и методы.** Для проведения исследования были заложены вегетационный и полевой опыты с сортом риса Лиман и использованием регулятора роста эмистина. Семена обрабатывали препаратом влажно-сухим способом (2,0% увлажнения), а растения - рабочим раствором из расчета 200 л/га. Контролем служили семена и растения, обработанные водой. Технологические показатели качества зерна риса определяли по общепринятым методикам [7].

**Результаты.** Зерно сорта риса Лиман обладает следующими технологическими характеристиками: стекловидностью 87-91%, трещиноватостью – 15-19%, пленчатостью – 16-18%, выходом крупы – 69-71%, выходом целого ядра в крупе – 75-88% [2].

О ценности полученного зерна риса для дальнейшей его переработки судят по таким показателям как: стекловидность, трещиноватость, пленчатость, общий выход крупы, выход целого ядра, содержание белка и амилозы [5]. Результаты исследований показали, что использование эмистима не снижает качества зерна риса. Однако следует заметить, что эффективность регулятора роста изменялась в зависимости от дозы и способа его применения. Так, из рисунка 1 видно, что оптимальной дозой применения эмистима для предпосевной обработки семян является 10 мл/т. В этом варианте значения стекловидности и содержания белка статистически достоверно превышали контроль. Кроме этого, отмечали незначительное повышение общего выхода крупы и целого ядра. Увеличение дозы препарата наряду с повышением общего выхода крупы приводило к возрастанию трещиноватости зерна. Однако эти значения были статистически недостоверны.



**Рис. 1.** Влияние разных доз и способов применения эмистима на технологические показатели признаков качества зерна риса по отношению к контролю, %

Использование регулятора роста для обработки вегетирующих растений, несмотря на снижение стекловидности зерна, способствовало более высокому выходу крупы и целого зерна, но достоверным было только снижение трещиноватости и увеличение содержания белка. Н.В. Санько и В.П. Деевой в вегетационных опытах с эмистимом на разных генотипах ячменя также была доказана его способность повышать содержание белка. Они предполагают, что при воздействии данного препарата синтез общих индуцированных белков контролируется преимущественно ядром, а специфических – ядерным и цитоплазматическим геномами [6].

Анализ урожая зерна риса при использовании эмистима показал, что наибольшая прибавка была получена при применении его для предпосевной обработки, особенно в дозе 10 мл/т семян она составила 43,7%. Для обработки растений наилучшей дозой является 1 мл/га (+ 27,3%).

Изучение влияния предпосевной обработки семян эмистимом совместно с внесением минеральных удобрений на урожайность риса показало положительную эффективность двух агроприемов (рис. 2). Так, с увеличением уровня азотного питания урожайность возрастала от 60,0 до 104,2 ц/га, что составляет 73,7%. Использование эмистима обеспечивало прибавку от 7,3 до 8,8%, в зависимости от фона минерального питания. При этом лучшей дозой была также 10 мл/т, а наибольшая эффективность от применения препарата была на фоне с внесением  $N_{90}P_{90}K_{60}$ .

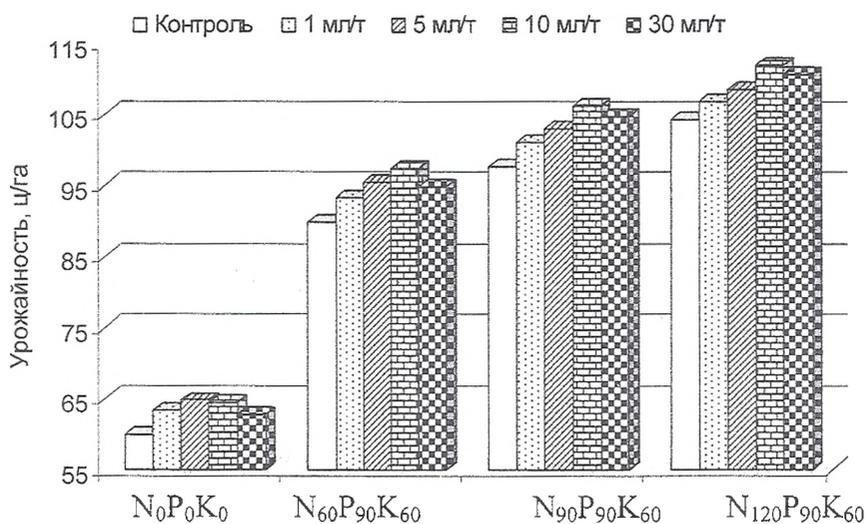


Рис. 2. Влияние эмистима и минеральных удобрений на урожайность зерна риса

С увеличением урожайности изменялись и технологические качества зерна риса (табл. 1). Пленчатость, являясь признаком, четко контролируемым генотипом сорта, имела слабую модификационную изменчивость в зависимости как от применения эмистима, так и минеральных удобрений. При этом наблюдали тенденцию к её снижению. Отмечали значительное варьирование такого признака качества как трещиноватость, что существенно повлияло на выход целого ядра. Выявлена высокая отрицательная корреляция между трещиноватостью и выходом целого ядра (-0,97) и высокая положительная корреляция между стекловидностью и общим выходом крупы (0,90), а также между содержанием белка и общим выходом крупы (0,92).

Применение эмистима и минеральных удобрений способствовало улучшению технологических качеств зерна риса. Так, с увеличением уровня минерального питания уменьшалась трещиноватость зерна, что положительно сказалось на выходе целого ядра. Отмечалось увеличение содержания белка в крупке, составившее на фоне  $N_{120}P_{90}K_{60}$  3,6%, при 2,6% без внесения удобрений. Между содержанием белка и амилозой была низкая отрицательная корреляция (-0,14).

Применение эмистима для предпосевной обработки семян риса также способствовало снижению трещиноватости, однако эти значения были статистически недостоверны. Наибольшая эффективность препарата достигалась при использовании его в дозе 10 мл/т, что способствовало достоверному увеличению общего выхода крупы за счет большей стекловидности и содержания белка.

**Таблица 1.** Влияние эмистима и минеральных удобрений на технологические показатели признаков качества зерна риса, %

Фон (А)	Доза препарата (В)	Стекло-видность	Трещиноватость	Пленчатость	Общий выход крупы	Выход целого ядра	Выход дробленого риса	Белок	Амилоза
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	0 мл/т	78,7	36,0	16,8	71,7	74,3	25,7	2,6	15,8
	1 мл/т	78,0	35,7	16,8	71,8	74,4	25,6	3,0	18,1
	5 мл/т	81,0	35,7	16,7	72,2	74,7	25,3	3,4	17,4
	10 мл/т	82,3	35,3	16,7	72,7	75,0	25,0	3,7	17,4
	30 мл/т	81,3	36,3	16,6	72,7	74,6	25,4	3,5	17,4
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub>	0 мл/т	80,7	31,3	16,8	71,9	77,7	22,3	3,3	16,9
	1 мл/т	80,7	31,3	16,7	72,4	77,7	22,3	3,4	17,0
	5 мл/т	81,7	30,7	16,6	72,8	77,8	22,2	3,7	16,7
	10 мл/т	83,0	30,7	16,6	73,1	78,1	21,9	4,3	17,0
	30 мл/т	81,7	31,0	16,5	73,2	77,9	22,1	4,0	17,2
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub>	0 мл/т	81,3	29,3	16,5	72,4	81,6	18,4	3,6	16,5
	1 мл/т	81,3	29,0	16,5	72,7	81,7	18,3	3,6	17,6
	5 мл/т	82,0	28,7	16,5	72,8	81,8	18,2	3,9	17,4
	10 мл/т	84,0	28,3	16,4	73,0	82,2	17,8	4,3	17,3
	30 мл/т	83,7	29,7	16,3	73,3	81,8	18,2	4,0	16,8
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub>	0 мл/т	82,3	28,0	16,4	72,5	82,8	17,2	3,6	15,4
	1 мл/т	82,3	28,0	16,4	73,0	82,8	17,2	3,7	17,5
	5 мл/т	83,7	27,3	16,4	73,5	83,2	16,8	4,0	16,9
	10 мл/т	84,3	26,3	16,3	73,5	83,6	16,4	4,4	16,1
	30 мл/т	84,0	28,3	16,3	73,7	83,5	16,5	4,5	15,7
НСР <sub>05</sub> А		1,29	2,51	0,20	0,50	2,03	2,03	0,27	0,22
НСР <sub>05</sub> В		1,44	2,81	0,22	0,56	2,27	2,27	0,30	0,24
НСР <sub>05</sub> АВ		2,89	5,62	0,44	1,12	4,55	4,55	0,60	0,48

**Выводы.** 1/. Использование эмистима способствует увеличению урожайности зерна риса, при этом не снижает его качества, а в некоторых случаях даже улучшает отдельные показатели признаков.

2/. Оптимальными дозами для обработки семян и вегетирующих растений являются 10 мл/т и 1 мл/га соответственно.

3/. Увеличение уровня минерального питания растений приводит к улучшению технологических качеств зерна риса. Наибольшая эффективность от предпосевной обработки семян эмистимом наблюдается на фоне без внесения удобрений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Казарцева А.Т., Шеуджен А.Х., Нецадим Н.Н. Эколого-генетические и агрохимические основы повышения качества зерна. – Краснодар, 2004. – 160 с.
2. Лоточникова Т.Н., Туманьян Н.Г. Признаки качества сортов риса Лиман и Регул // Рисоводство.- 2003.- № 3.- С. 74-76.
3. Ляховкин А.Г. Рис. Мировое производство и генофонд. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: ПРОФИ-ИНФОРМ, 2005. – 288 с.
4. Ненько Н.И., Косулина Т.П., Кульневич В.Г., Смоляков В.П., Барчукова А.Я., Гоник Г.Е. Перспективы применения высокоэффективного экологически чистого регулятора

роста растений препарата фурилан на рисе и сахарной свекле // Регуляторы роста и развития растений: Тез. докл. межд. конф., 29 июня-1 июля 1993 г. – Москва, 1993.- С. 210.

5. Рис и его качество / Под ред. Е.П. Козьминой. – М.: Колос, 1976.- 400 с.

6. Санько Н.В., Деева В.П. Действие регуляторов роста на компонентный состав растворимых белков у разных генотипов ячменя // Регуляторы роста и развития растений: Тез. докл. межд. конф., 24-26 июня 1997 г. – Москва, 1997.- С. 123-124.

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

8. Чернышева Н.В., Алешин Н.Е. Качество зерна риса в зависимости от обработки семян регуляторами роста // Регуляторы роста и развития растений: Тез. докл. межд. конф., 24-26 июня 1997 г. – Москва, 1997.- С. 163.

## **ВЛИЯНИЕ ЭМИСТИМА НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО РИСА**

М.А. Ладатко, Т.Н. Лоточникова

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

### **РЕЗЮМЕ**

В условиях вегетационных и полевых опытов показана эффективность использования эмистима в качестве препарата, способствующего повышению урожайности с одновременным сохранением качества зерна риса. Определены оптимальные дозы для каждого их способов его применения. Изучено влияние разных норм азота в составе полного минерального удобрения и предпосевной обработки семян эмистимом на показатели качества зерна риса.

## **INFLUENCE OF EMISTIM ON RICE YIELD AND QUALITY**

M.A. Ladatko, T.N. Lotochnikova

All-Russian Rice Research Institute

### **SUMMARY**

Data of vegetation and field tests demonstrate the efficacy of emistim application as method, promoting yield increase with simultaneous preservation of rice grain quality. Optimum doses are determined for each of the application methods. Influence on rice grain quality indices is studied of pre seeding grain processing by emistim as well as introduction of different Nitrogen doses in composition of complete mineral fertilizer.

## ПОЛУЧЕНИЕ АМОРФНОГО КРЕМНЕЗЕМА ИЗ ЛУЗГИ И СОЛОМЫ РИСА

А. Г. Ладатко, к.б.н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Л. А. Земнухова, д.х.н., Г. А. Федорищева

Институт химии ДВО РАН

В. А. Ковалевская, к.с.-х.н

Приморский научно-исследовательский институт сельского хозяйства

В процессе производства риса зерна и рисовой крупы образуется значительное количество побочной продукции в виде соломы, лузги, мучки и др.

Доля соломы в общей надземной массе растения риса зависит от сорта и составляет 42-62%. Рисовая солома после уборки основного урожая обычно не находит широкого применения и сжигается на полях.

Лузга, как правило, составляет пятую часть от массы убранного зерна и зависит от сортовых особенностей, почвенно-климатических условий и агротехники возделывания риса. У длиннозерных сортов риса выход лузги выше, чем у короткозерных. Частично лузга используется в качестве топлива, подстилки, разрыхлителя почвы в земледелии, строительстве и др. Однако более половины всей лузги вообще не находит применения, поэтому утилизацией лузги занимаются в каждом регионе самостоятельно, а так как этот процесс имеет стихийный характер, то возникают различные проблемы.

В то же время известно, что все побочные компоненты производства и переработки риса по своему химическому составу представляют собой ценное сырье для получения продуктов разного состава и назначения [5, 6, 13]. Фрагментарный анализ химического состава рисовой лузги, приведенного в разных научных источниках, показывает, что содержание отдельных компонентов варьирует в значительных пределах. Так, воды содержится в пределах 2,40-11,35%; сырого белка - 1,70-7,26%; сырого жира - 0,38-2,98%; безазотистых экстрактивных веществ - 24,70-38,79%; сырой клетчатки - 31,71-49,92%; золы - 13,16-29,04%; пентозанов - 16,94-21,95%; целлюлозы - 34,34-43,80%; других веществ - 21,40-46,97%. Присоблаждающим компонентом золы является диоксид кремния (кремнезем), доля которого составляет 94-96%.

**Цель исследования.** Исследовать условия получения и некоторые свойства аморфного кремнезема, выделенного из лузги и соломы разных сортов риса. В связи с необходимостью охраны окружающей среды от загрязнения и формирования безотходного производства за счет создания комплексной схемы переработки побочных продуктов производства риса, учитывающей потребности регионов, необходимы более полные сведения о химическом составе рисового сырья (лузга, солома и др.) в зависимости от сорта и места произрастания растения с целью рационального их использования. Несмотря на то, что первые научные публикации о составе, свойствах и возможном применении лузги появились более 100 лет назад [4], этот вопрос до сих пор недостаточно изучен. В ранних работах также была показана возможность получения аморфного кремнезема высокой чистоты и ксилита [7], фитина [8], полисахаридов [9] из рисовой лузги и мучки риса.

**Материал и методы.** Сырьем для получения аморфного кремнезема служили лузга и солома разных сортов риса, возделываемых в Краснодарском и Приморском краях (табл. 1). Исследовали образцы лузги, размер которых составлял не менее 2 мм, и соломы, измельченной на части до 10 мм, которые были предварительно промыты водой и высушены на воздухе до постоянной массы.

Получение аморфного кремнезема из исследуемого сырья проводили по шести схемам (табл. 2), которые подробно описаны в ряде работ [1, 7, 12]. Окислительный обжиг

выполняли в две стадии. Предварительное озоление сырья проводили при температуре 400°C на плитке в кварцевой чашке для удаления летучих веществ [7, 12], а окончательное озоление с доведением до постоянной массы, в лабораторной муфельной печи при 750±50°C.

**Таблица 1.** Наименование и происхождение сырья

Вариант	Сырье	Сорт риса	Регион возделывания
1	Лузга	Дальневосточный	Приморский край
2		Ханкайский-429	
3		Кубань-3	Краснодарский край
4		Изумруд	
5		Рапан	
6		Регул	
7	Солома	Дарий-8	Приморский край
8		Дальневосточный	
9		Ханкайский-429	
10		Ханкайский-52	
11		Дарий-122	

**Таблица 2.** Выход золы при разных условиях переработки сырья

Схема переработки	Условия переработки	Цвет золы	Выход золы, %	
			лузга	солома
I	Пиролиз при 600°C	черный	40-44	14-28
II	Окислительный обжиг при 700°C (в токе воздуха)	темный	15-21	10-14
III	Экстракция H <sub>2</sub> O, обжиг	светлый	14-20	10-14
IV	Обжиг, выщелачивание 1н HCl	светлый	13-19	10-14
V	Экстракция 0,1 н HCl	белый	13-20	10-13
VI	Экстракция 1 н HCl, обжиг	белый	13-19	10-13

После окислительного обжига образовавшуюся золу исследовали по стандартным методикам на атомно-абсорбционном спектрофотометре (AA-780, Nippon Jharrrell Ash), ИК-спектрофотометре («Specord», 400-4000 см<sup>-1</sup>), рентгенофазовом дифрактометре (ДРОН-2.0, CuK $\alpha$ -излучение) и термогравиметрическом дериватографе системы Паулик, Паулик и Эрдей. Кремний определяли весовым методом [2], а значения удельной поверхности аморфного кремнезема ( $S_{уд}$ ) - по прописи Айвазова [3] с использованием метиленового голубого.

**Результаты.** Как показали проведенные исследования, все образцы золы, полученные из рисовой лузги и соломы, имеют одинаковые рентгенограммы, указывающие на их аморфное состояние. При пиролизе лузги и соломы в токе гелия образуется аморфный продукт черного цвета, выход которого составляет 14-28% для соломы и 40-44% для лузги (табл. 2, схема I). Содержание SiO<sub>2</sub> в таком продукте изменяется в среднем от 38% (солома) до 49% (лузга) (табл. 3). Экспериментами установлено, что если пиролиз проводить при недостатке воздуха, то содержание SiO<sub>2</sub> в черной золе повышается до 77%. Окислительный обжиг лузги и соломы в токе воздуха (табл. 2, схема II) сопровождается образованием золы темно-серого оттенка, выход которой изменяется в диапазоне 10-14% для соломы и 15-21% для лузги. Для сравнения: исследованные нами образцы соломы и лузги риса из Вьетнама содержали золу в количестве примерно 5 и 12% соответственно. Концентрация аморфного SiO<sub>2</sub> в золе лузги и соломы составляет 93% и 87-88% соответственно (табл. 3). Обработка такой золы кислотой (табл. 2, схема IV) приводит к получению

светлого мелкодисперсного аморфного вещества с содержанием  $\text{SiO}_2$  91-95% для соломы и 96-98% для лузги (табл. 3).

При экстракции сырья горячей водой или кислотой (табл. 2, схемы III, V, VI) в раствор извлекаются водорастворимые органические и неорганические вещества, входящие в структуру растения. Состав и содержание их зависят от условий экстракции и вида сырья. В зависимости от целей можно получить разные по составу экстракты для последующего извлечения из них полисахаридов с биологически активными свойствами [9], фурфурола [22], производных фитиновой кислоты [8], ксилозы или ксилита [7, 13] и ряда других веществ [13].

**Таблица 3.** Содержание  $\text{SiO}_2$  в золе при разных условиях переработки лузги и соломы риса, %

Вариант	Схема переработки (*)					
	I	II	III	IV	V	VI
1	77,50	93,48	96,40	96,44	99,80	99,79
2	44,76	93,58	95,64	97,60	99,89	99,53
3	42,50	93,48	96,40	96,44	99,81	99,86
4	44,70	93,56	95,64	97,60	99,89	99,83
5	42,50	93,26	95,64	98,07	99,65	99,55
6	44,12	92,73	95,71	98,36	99,86	99,99
7	39,43	88,10	92,34	94,68	97,54	99,84
8	—	—	—	—	95,53	98,16
9	38,42	87,57	90,44	91,42	93,36	98,58
10	—	—	—	—	97,47	99,03
11	37,60	86,54	89,60	95,88	97,86	99,39

\* см. табл. 2

Окислительный обжиг остатка после экстракции приводит к образованию светлой (табл. 2, схема III) или белой (схемы V, VI) золы, представляющей собой аморфный кремнезем. Наиболее чистые образцы  $\text{SiO}_2$  получаются из сырья после предварительной обработки кислотой, в которых содержание его достигает 98-99% (табл. 3).

Влияние вида сырья на выход кремнезема представлено в таблице 4. Анализ данных показывает, что наибольшее содержание  $\text{SiO}_2$  (17,2-18,9%), полученного по схеме VI, обнаружено в лузге сортов риса из Краснодарского края, тогда как в сортах Приморского края – только 13,0-14,8%. При этом, независимо от сорта риса и региона его возделывания содержание кремнезема в соломе ниже, чем в лузге.

**Таблица 4.** Выход  $\text{SiO}_2$  при переработке лузги и соломы риса, %

Показатель	Вариант										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$\text{SiO}_2$	14,8	13,0	18,9	17,2	18,7	18,0	11,5	10,3	11,1	11,1	12,0

В качестве сопутствующих примесей в аморфном кремнеземе нами обнаружены следующие элементы: Na, K, Cu, Ag, Mg, Ca, Zn, Al, Mn, Fe и P. Содержание оксидов этих элементов зависит от чистоты кремнезема (табл. 5). В таблице 6 для сравнения приведен химический состав золы лузги овса из Амурской области, полученной по схеме V. Как

видно, преимущество рисовых отходов как сырья для производства аморфного кремнезема высокой чистоты - очевидно.

**Таблица 5.** Содержание оксидов элементов в образцах аморфного кремнезема из лузги и соломы риса, %

Вариант	SiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	MgO	CaO	ZnO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
3	96,400	0,030	0,330	0,350	0,008	0,043	0,090	0,027
	99,790	0,080	0,060	0,110	0,003	0,043	0,070	0,021
6	92,730	0,020	0,460	0,870	0,013	0,062	0,200	0,060
	99,860	0,020	0,076	0,020	0,002	0,017	0,014	0,054
7	97,500	0,100	0,080	0,080	0,002	0,070	0,050	0,160
	99,840	0,050	0,030	0,005	0,005	0,140	0,023	0,163
8	95,540	0,100	0,430	0,180	0,016	0,230	0,080	0,200
	98,160	0,100	0,063	0,010	0,004	0,402	0,051	0,361
9	93,300	0,090	0,860	0,500	0,025	0,080	0,150	0,260
	98,580	0,110	0,090	0,130	0,003	0,172	0,056	0,500
10	97,470	0,050	0,350	0,350	0,017	0,080	0,100	0,110
	99,030	0,120	0,050	0,010	0,004	0,265	0,430	0,361
11	99,390	0,028	0,040	0,010	0,003	0,080	0,032	0,147

**Таблица 6.** Химический состав золы из лузги овса, %

Выход золы, %	SiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	MgO	CaO	ZnO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O
3,2	94,080	0,440	0,610	1,460	0,140	0,300	0,013	0,290	0,220

Исследования других свойств образцов аморфного кремнезема из лузги и соломы риса показывают, что плотность вещества при содержании SiO<sub>2</sub> не менее 99%, определенная при 25°C в толуоле, составляет 2,01±0,05 г/см<sup>3</sup>; а насыпная масса продукта из лузги, прессованного под давлением 150 кг/см<sup>2</sup>, имеет значение 867 г/л, из соломы - около 600 г/л. Наибольшие значения удельной поверхности (380-454 м<sup>2</sup>/г) выявлены у образцов «черной золы», полученной по схеме 1 (табл. 2). Остальные вещества, выделенные из лузги или соломы, также характеризуются большей удельной поверхностью с величиной S<sub>уд</sub> = 252-310 м<sup>2</sup>/г. Температурные испытания аморфных веществ путем нагревания до 1000°C показали, что они переходят в кристаллическое состояние (формы α-кristобалита и тридимита), а величина S<sub>уд</sub> понижается до 8-10 м<sup>2</sup>/г. Потери при прокаливании для веществ с содержанием SiO<sub>2</sub> около 99 % составляют 0,1-1,2 %.

**Выводы.** Анализ полученных данных свидетельствует о том, что высокое содержание кремнезема в побочных продуктах рисового производства (лузга, солома) в условиях Приморского и Краснодарского краев позволяет рассматривать их как ценное сырье - в силу возобновляемости и постоянства химического состава - для получения диоксида кремния и кремнийсодержащих материалов разного назначения. Свойства золы зависят от условий переработки. Сравнение результатов исследования с основными требованиями стандартов разных стран для двуоксида кремния из минерального сырья (например, ГОСТов 14922-77, 9428-73) показывает, что все продукты переработки лузги и соломы риса могут иметь широкое практическое применение. Так, зола черного цвета, состоящая из карбонизированного кремнезема, представляет интерес для металлургов. Низкоуглеродистая (серого оттенка) или безуглеродистая (розового или светлого оттенков) зола может быть использована во многих областях, где применяется аморфный кремнезем типа «диатомовая земля», «диатомит», «трепел», «белая сажа», в том числе для производства качественного бетона. Более чистые продукты (зола белого цвета) могут использоваться в фармацевтике (наполнитель для лекарств), парфюмерии (наполнитель для зубных паст, кремов), колоночной хроматографии (сорбент), резиновой, фарфоровой, стекольной, тек-

стильной, пластмассовой, бумажной отраслях промышленности, а также как сырье для производства чистого кремния, карбида, нитрида и других соединений кремния, в том числе водорастворимых силикатов (“жидкое стекло”).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Айвазов Б.В. Практикум по химии поверхностных явлений и адсорбции.– М.: Высшая школа, 1973.– 206 с.
2. Ковалев В.С., Зеленский Г.Л., Шиловский В.Н., Зинник А.Н., Андрусенко В.В. Особенности агротехники новых сортов риса: Рекомендации.– Краснодар, 2000.–16 с.
3. ГОСТ 9428-73. Реактивы кремния двуокись. 1975.
4. Добржанский В.Г., Земнухова Л.А., Сергиенко В.И. Способ получения диоксида кремния из отходов производства риса и устройство для его осуществления: Патент РФ по заявке 2003125691 (решение о выдаче от 26.02. 2004)
5. Земнухова Л. А., Сергиенко В. И., Давидович Р. Л., Федорищева Г.А., Соловьева Т.Ф., Хоменко В.А., Горбач В.И. Получение ксилита и аморфного диоксида кремния из рисовой лузги // Вестник ДВО РАН.– 1996.– № 3.– С. 82 – 87.
6. Земнухова Л. А., Томшич С. В., Мамонтова В. А., Командорова Н. А., Федорищева Г. А., Сергиенко В. И. Исследование состава и свойств полисахаридов из рисовой лузги // Журнал прикладной химии. 2004 (в печати).
7. Земнухова Л.А., Сергиенко В.И., Каган В.С., Федорищева Г.А. Способ получения аморфного диоксида кремния из рисовой лузги: Патент РФ № 2061656 // БИ. 1996. – № 16.– С. 191.
8. Ковалевская В.А., Бондарина Л.А. Технологические качества зерна сортов риса селекции Приморского НИИСХ // Актуальные вопросы производства и переработки сельскохозяйственного сырья в Дальневосточном регионе: Сб. науч. тр./ РАСХН, Дальневост. НМЦ ВНИИ сои. – Благовещенск, 2002. –136 с.
9. Колзунова Л. Г., Земнухова Л. А., Федорищева Г. А., Куриленко Л. Н., Сергиенко В.И. Использование ультрафильтрации для извлечения солей фитиновой кислоты из отходов производства риса // Журнал прикладной химии.– 2000.– Т. 73.– № 10.– С. 1644-1651.
10. Сапрыкин Л. В., Киселева Н. В. Состояние и перспективы термической переработки рисовой лузги // Химия древесины (Рига).– 1990.– № 6.– С. 3-7.
11. Govindarao V. M. H. Utilization of rice husk – a preliminary analysis. // J. Sci. & Ind. Res.– 1980.– Vol.39.– P. 495-515.
12. Okutani T., Nakata Y. Industrial utilization of silica in rice hulls // Netsu sokutei Calorim. & Therm. Anal.– 1996.– Vol. 23.– № 3.– P. 117-127.
13. Wolff E.T. Aschenanalysen von landwirtschaftlichen Producten. Bd. 1, p. 39; Bd.2, p. 22 (Berlin, 1871) cited in McCall et al. (Ref. 150a).

#### ПОЛУЧЕНИЕ АМОРФНОГО КРЕМНЕЗЕМА ИЗ ЛУЗГИ И СОЛОМЫ РИСА

А. Г. Ладатко

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Л. А. Земнухова, Г. А. Федорищева

Институт химии ДВО РАН

В. А. Ковалевская

Приморский научно-исследовательский институт сельского хозяйства

#### РЕЗЮМЕ

Исследованы условия получения аморфного кремнезема из лузги и соломы разных сортов риса селекции Приморского и Краснодарского краев, а также показана возмож-

ность получения кремнийсодержащих продуктов с разным содержанием основного вещества (от 40,00 до 99,99 %) в зависимости от источника сырья и способа его переработки.

Определены характеристики кремнезема по плотности и насыпной массе. В качестве сопутствующих примесей в составе аморфного кремнезема обнаружены натрий, калий, рубидий, медь, серебро, магний, кальций, цинк, алюминий, железо и фосфор.

Рассмотрены возможности использования всех продуктов переработки лужги и соломы риса в различных производствах, применяющих как кремнеуглеродистые материалы, так и более чистые формы диоксида кремния в аморфном или кристаллическом состоянии.

## **DEVELOPMENT OF AMORPHOUS SILICA FROM RICE HULL AND STRAW**

A.G. Ladatko

All-Russian Rice Research Institute

L.A. Zemnukhova, G.A. Fedoritsheva

Chemistry Institute of Far East Department of Russian Academy of Science

V.A. Kovalevskaya

Primorsky Research Institute of agriculture

### **SUMMARY**

Conditions are studied of amorphous silica development from hull and straw of different rice varieties of Primorsky District and Krasnodar Territory breeding. Possibility is shown of development of silica containing products with different content of basic matter (from 40,00 to 99,99%) depending on resource source and way of its processing.

Silica characteristics are determined on density and bulk weight. Sodium, potassium, rubidium, cuprum, silver, magnesium, calcium, zinc, aluminum, iron and phosphorus were found as accompanying admixtures in composition of amorphous silica.

Possibilities of application were studied of all products of rice hull and straw processing in different productions, applying silica carbonaceous materials as well as more pure forms of silica dioxide in amorphous or crystallized condition.

УДК 633.82: 633.18

**ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТОЧНОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ РИСА ПО ИНТЕНСИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

**В.Н. Паращенко**

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Одним из основных путей реализации высокой продуктивности сортов риса является оптимизация питания растений элементами минерального питания. Современная технология применения минеральных удобрений должна быть направлена на получение планируемой урожайности риса 6-8 т/га при окупаемости 1 кг NPK не менее 14-16 кг зерна. Важным условием достижения поставленной цели является точное определение доз минеральных удобрений (в т.ч. комплексных) и их корректировка в процессе вегетации растений с использованием инструментальных методов диагностики.

Из минеральных удобрений, вносимых под рис, ведущая роль в повышении его урожайности принадлежит азотным. На их долю приходится 80-90 % прибавки урожая, получаемой от полного минерального удобрения (NPK)[1,8,11].

Важным условием точного применения азотных удобрений под рис, выращиваемый по интенсивной технологии, является их дробное внесение. При этом уменьшаются непроизводительные потери азота и обеспечиваются физиологические потребности риса в этом элементе минерального питания [2,7,13].

Агротехнологическими требованиями по внесению азотного удобрения являются: основное удобрение вносится в дозе не более 70 кг д.в. азота/га после проведения эксплуатационной планировки не ранее, чем за 5-6 дней до посева риса, и заделывается в почву до глубины 10-12 см. Период между внесением удобрения и его заделкой в почву не должен превышать 1 суток.

Учитывая то, что влияние азотного удобрения сильнее всего сказывается через продуктивную кустистость и озерненность метелки, так как азот в растение риса поступает быстро, его наиболее эффективное действие продолжается 10-15 дней. Поэтому основной способ воздействия азота на величину урожая риса – подкормки в сочетании с предпосевным внесением. Проведение подкормки азотным удобрением в возрасте 2-3 листьев у риса способствует образованию боковых побегов.

Критерием необходимости внесения подкормки в этот срок является содержание обменного аммония в слое почвы 0-20 см менее 2,5 мг/100 г. почвы. Ее доза определяется из расчета 30 мг азота на 1 растение. Однако при густоте посева менее 60 шт./м<sup>2</sup> проведение этой подкормки нецелесообразно.

**Таблица 1.** Шкала определения необходимости подкормки азотом в фазу кущения в зависимости от показаний «N-тестера» и планируемой урожайности риса

Показания «N-тестера»	Планируемая урожайность, т/га						
	3.0-4.0	4.1-5.0	5.1-6.0	6.1-6.5	6.6-7.0	7.1-7.5	Более 7.5
Менее 480	0	+	х	х	х	х	х
481-505	0	0	+	х	х	х	х
506-530	0	0	0	+	х	х	х
531-555	0	0	0	0	+	х	х
556-570	0	0	0	0	0	+	х
Более 571	0	0	0	0	0	0	+

- + – подкормка азотными удобрениями требуется;
- 0 – подкормка азотными удобрениями не требуется;
- х – увеличение дозы азотных удобрений экономически не оправдано.

В возрасте 5-6 листьев, когда у риса начинают формироваться меристематические ткани (конус нарастания), впоследствии образующие метелку, эффективна подкормка азотным удобрением. Необходимость этой подкормки определяется по результатам листовой диагностики. [5] Для этого рекомендуется использовать прибор «N-тестер», который позволяет оперативно получать информацию об обеспеченности растений азотом непосредственно в поле без повреждения листьев (табл.1).

**Таблица 2.** Дозы азота с учетом густоты стеблестоя риса

Густота стеблестоя, шт./м <sup>2</sup>	Доза N, д.в. кг/га
Менее 150	0
151-250	35
251-350	46
351-450	57
Более 451	69

Доза азота, вносимого в подкормку, определяется с учетом коэффициентов, учитывающих густоту стояния растений и биологические особенности сортов. Для этого используется информация, приведенная в таблицах 2, 3.

Пример определения дозы азотной подкормки: сорт риса – Лиман, планируемая урожайность – 6,5 т/га, фаза вегетации – кущение (6 листьев), густота стеблестоя 270 шт./м<sup>2</sup>, показания «N-тестера» - 526 ед.

Для получения урожайности риса 6,1-6,5 т/га в соответствии с данными таблицы 1 подкормка требуется (+). С учетом продуктивного стеблестоя (270 шт./м<sup>2</sup>) по таблице 2 и поправочного коэффициента на биологические особенности сорта Лиман (1,0), взятого по таблице 3, доза азотной подкормки составляет: 46 x 1,0 = 46 кг д.в./га.

**Таблица 3.** Поправочные коэффициенты для показаний «N-тестера» с учетом биологических особенностей сортов риса

Сорт риса	K*
Хазар	1,3
Рапан	1,1
Лиман	1,0
Дружный	1,0
Аметист	1,0

\* поправка на генотипически обусловленное содержание хлорофилла в зеленых листьях риса.

Применение азотных удобрений в дозах, обеспечивающих получение планируемой урожайности, и их корректировка в течение вегетации риса методом листовой диагностики с использованием «N-тестера» позволяет точно использовать минеральные удобрения в комплексе с остальными элементами агротехнологии.

Фосфор по дефицитности для питания растений занимает второе место после азота. Недостаток фосфора у риса приводит к уменьшению листовой поверхности, замедлению роста и развития, нарушению деятельности корневой системы и в результате к снижению продуктивности посевов [2,3,8].

Особенностью питания риса фосфором является то, что он интенсивно поглощается в начальные фазы вегетации, а в последующем перераспределяется между вегетативной и генеративной частями растения. В связи с этим эффективным является предпосевное или припосевное его внесение. При этом необходимо максимально приблизить удобрение к корневой системе растений, что обеспечивает питание молодых растений риса фосфором [4,10,14]. Внесенные удобрения заделываются до глубины 0-5 см. Применение фосфорных

удобрений под рис необходимо при содержании подвижных соединений фосфора (по Чирикову) в почве менее 30 мг/кг.

Калий – третий после азота и фосфора наиболее необходимый растениям элемент питания. Ближайшим резервом для питания растений риса являются необменные и фиксированные формы калия, которые при затоплении способны переходить в более усвояемые формы [2,12].

Применение калийного удобрения требуется при содержании в почве обменного калия менее 200 мг/кг. Высокая эффективность этого удобрения достигается при внесении до посева полной дозой (с заделкой до 12 см) или дробно: равными долями перед посевом и в подкормку в начале выхода в трубку. Дробное внесение особенно эффективно при высокой обеспеченности растений азотом (свыше 555 ед. при тестировании, табл. 1).

Центральное место в системе удобрений риса занимает расчет их доз с учетом биологических особенностей сорта, влияния предшественников в севообороте и нормативов выноса элементов минерального питания.

В связи с этим во ВНИИ риса разработан способ определения доз минеральных удобрений под планируемую урожайность сельскохозяйственных культур [9], согласно которому расчет доз удобрений проводится по следующим формулам:

Дозы внесения азотного ( $D_N$ ), фосфорного ( $D_P$ ) и калийного ( $D_K$ ) удобрений рекомендуется рассчитывать по формулам:

$$D_N = Y_n \times H \times K_{np} \times K_c \times K_m$$

$$D_{P,K} = Y_n \times H \times K_o$$

где  $D_{N,P,K}$  – дозы азотного, фосфорного, калийного удобрений, кг/га д.в.;

$Y_n$  – планируемая урожайность, т/га;

$H$  – нормативный расход азота, фосфора, калия на получение 1 т зерна риса и соответствующего количества побочной продукции, кг;

$K_o$  – поправочный коэффициент на обеспеченность почвы фосфором или калием;

$K_{np}$  – поправочный коэффициент на предшественник;

$K_c$  – поправочный коэффициент на биологические особенности возделываемого сорта;

$K_m$  – поправочный коэффициент на механический состав почвы.

С целью повышения эффективности применения в рисоводстве минеральных удобрений необходимо использовать и комплексные удобрения, что позволяет добиться сбалансированного питания растений [6]. Так при обработке семян тенсо-коктейлем (100 г/т) и некорневой подкормки растений в фазу кушения кристаллоном специальным (2,0-2,5 кг/га) прибавка урожая риса достигает 1,2-1,4 т/га.

**Выводы.** Точное применение минеральных удобрений в комплексе с другими элементами агротехнологии направлено на получение планируемой урожайности риса и эффективное использование ресурсов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алешин Е.П., Сметанин А.П. Минеральное питание риса. – Краснодар: Кн. изд-во, 1965.-208с.
2. Алешин Е.П., Сметанин А.П., Тур Н.С. Удобрение риса.- Краснодар: Кн.изд-во,1973.- 160с.
3. Ерыгин П.С. Физиология риса. – М.: Колос,1981.-208с.
4. Кириченко К.С. Применение минеральных удобрений под рис // Тр. ин-та / ВИУА.- 1973.-Вып.19.- С.173-180.

5. Паращенко В.Н., Кузнецова О.В. Адаптация метода диагностики обеспеченности риса азотом с использованием «N-тестера» // Современное приборное обеспечение и методы анализа почв, кормов, растений и сельскохозяйственного сырья: Матер. междунар. конф., 2-4 декабря 2003 г., Москва. – М.:ВНИИА, 2003. - С.123-124.

6. Паращенко В.Н., Кузнецова О.В., Туриченко Т.М., Шарифуллин Р.С., Кремзин Н.М., Швыдкая Л.А. / Эффективность применения новых комплексных удобрений при возделывании риса // Рисоводство. - 2004. - №5. – С.69-72.

7. Практическое руководство по интенсивной технологии возделывания риса. Москва, 1986г.- 65с.

8. Смирнова Н.Н. Удобрение риса. - М.: Россельхозиздат, 1978. - 64с.

9. Способ определения доз минеральных удобрений под планируемую урожайность сельскохозяйственных культур: Патент № 2193836 РФ / В.Н. Паращенко, И.Е. Белоусов, Н.М. Кремзин и др. - № 2000116432/13 // Бюл. № 34. – С.150.

10. Столыпин Е.И., Бабаджанов И.А. Агрохимическая характеристика почв районов рисосеяния и удобрение риса в Узбекской ССР // Тр. ин-та / ВИУА. – 1973.- Вып.19.- С.173-180.

11. Харитонов Е.М., Караченцев В.В., Шеуджен А.Х. Агроэкологические основы установления норм азотных удобрений в рисоводстве. - Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2003.-127с.

12. Шеуджен А.Х. Агрохимия и физиология питания риса. - Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2005.-101с.

13. Шеуджен А.Х., Воробьев Н.В., Алешин Н.Е., Скаженник М.А., Ларкин А.В. Диагностика питания риса макро- и микроэлементами.- Краснодар: Кн. изд-во, 1996 г.- 36с.

14. Эмгрунт В.Я., Калинин В.В., Паращенко В.Н., Белоусов И.Е. Эффективность фосфорного удобрения при различной глубине его заделки // Рисоводство. - 2004. - №4. - С.93-95.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТОЧНОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ РИСА ПО ИНТЕНСИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

В.Н. Паращенко

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

### **РЕЗЮМЕ**

Представлены способ определения доз минеральных удобрений и метод их корректировки в течение вегетации растений для точного применения удобрений под рис.

## **PRACTICAL ASPECTS OF PRECISE FERTILIZER APPLICATION AT RICE CULTIVATION BY INTENSIVE TECHNOLOGY**

V.N. Parashenko

All-Russian Rice Research Institute

### **SUMMARY**

We submit the method of determination of mineral fertilizers and their correction during vegetation period of plants for precise fertilizer application for rice.