



# РИСОВОДСТВО RICE GROWING

12 / 2008

Научный журнал

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

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Ж.М. Мухина, Ю.А. Мягих, Д. Богомаз, Т.В. Матвеева, С.В. Токмаков<br>Создание кодоминантного молекулярного ПЦР-маркера<br>для идентификации гена расоспецифической<br>устойчивости к пирикулярриозу риса <i>Pi-ta</i> ..... | 3  |
| П. И. Костылев, В. В. Бредихин<br>Влияние размеров флаговых листьев риса<br>на признаки продуктивности и их наследование.....                                                                                               | 6  |
| Е. Г. Савенко, В. А. Глазырина<br>Оптимизация питательных сред<br>в культуре пыльников риса ( <i>Oriza sativa</i> L.) .....                                                                                                 | 10 |
| В. Н. Шиловский, В. Я. Рубан<br>Формирование урожая риса в зависимости<br>от погодных условий 2005-2007 годов .....                                                                                                         | 13 |
| В. А. Попов<br>Физика, энергетика и биологическая<br>продуктивность климата в рисовой экосистеме .....                                                                                                                      | 17 |
| Г. Л. Зеленский, А. Р. Третьяков<br>Атлант – сорт риса, устойчивый к абиотическим стрессам.....                                                                                                                             | 22 |
| В. А. Ладатко, А. Г. Ладатко, М. А. Ладатко<br>Изменение линейных размеров листьев риса<br>при инокуляции семян микоризой ( <i>Glomus intraradices</i> ).....                                                               | 26 |
| А. Г. Ладатко, М. А. Ладатко, В. А. Ладатко<br>Применение гумата калия жидкого торфяного в рисоводстве.....                                                                                                                 | 35 |
| И. А. Столяров, А. Г. Коровянский<br>К вопросу о применении гербицида Номини на посевах риса.....                                                                                                                           | 42 |
| О. В. Зеленская<br>К истории освоения Приазовских плавней и создания<br>рисовых систем в дельте реки Кубани. Обзор .....                                                                                                    | 45 |

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>А. Х. Шеуджен, Е. М. Харитонов</i><br>Бразилия: почвенно-климатические ресурсы зоны рисосеяния ..... | 51 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

### **Материалы конференции**

---

|                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>К. Шермагамбетов, Ж. А. Абильдаева</i><br>Совершенствование защиты риса от вредителей,<br>болезней и сорняков в условиях Приаралья..... | 63 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Х. Джамантиков, Е. Х. Джамантиков,<br/>А. Б. Абжалелов, Ш. С. Момынова, И. Э. Смирнова</i><br>Внедрение технологии устойчивого производства риса<br>в условиях вторичного засоления почв Приаралья ..... | 65 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Ж. А. Абильдаева, Л. А. Тохетова, К. Омарбаева</i><br>Устойчивость сортообразцов ярового ячменя<br>к фузариозной корневой гнили в условиях<br>рисового севооборота казахстанского Приаралья ..... | 70 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

### **Наука-производству**

---

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>В. И. Воробьев</i><br>Алгоритм выбора рисоуборочного комбайна ..... | 73 |
|------------------------------------------------------------------------|----|

### **В записную книжку специалиста**

---

|                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Выступление руководителя департамента сельского хозяйства<br>и перерабатывающей промышленности<br>администрации Краснодарского края И. А. Лобача<br>на совещании рисоводов Кубани<br>11 апреля 2008 года (пос. Октябрьский)..... | 77 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>А. Г. Зеленский</i><br>Гуминовое удобрение Эдагум СМ<br>в сбалансированном питании растений риса ..... | 81 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>А. Г. Зеленский</i><br>Гербицид Кларис как резерв роста урожайности риса..... | 83 |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|

### **Инновации**

---

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| <i>А. Загородников</i><br>Растем вместе с рынком ..... | 84 |
|--------------------------------------------------------|----|

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>М. Захаров</i><br>Формула успеха: гибкость и технологичность производства..... | 87 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|

### **Дайджест**

---

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>И. А. Глазунова</i><br>Ситуация на мировом рынке риса обостряется ..... | 89 |
| Подборка публикаций из газет .....                                         | 90 |

### **Информация**

---

|                                                       |     |
|-------------------------------------------------------|-----|
| ВАК одобрила список зарубежных научных журналов ..... | 100 |
|-------------------------------------------------------|-----|

**СОЗДАНИЕ КОДОМИНАНТНОГО МОЛЕКУЛЯРНОГО ПЦР-МАРКЕРА  
ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ГЕНА РАСОСПЕЦИФИЧЕСКОЙ  
УСТОЙЧИВОСТИ К ПИРИКУЛЯРИОЗУ РИСА *PI-TA***

Ж. М. Мухина<sup>1</sup>, к. б. н., Ю. А. Мягких<sup>1</sup>, аспирант, Д. Богомаз<sup>2</sup>,  
Т. В. Матвеева<sup>2</sup> к. б. н., С.В. Токмаков<sup>1</sup>, аспирант.

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт риса

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский государственный университет

В мировой научной литературе описано более 30 генов, которые в различной степени контролируют устойчивость растений риса к пирикуляриозу. К ним относятся: *Pi-a*, *Pi-b*, *Pi-f*, *Pi-i*, *Pi-k*, *Pi-ta*, *Pi-z* и др. [5] Одним из эффективных генов расоспецифической устойчивости риса к пирикуляриозу в зоне рисосеяния Краснодарского края является ген *Pi-ta* [1]. На основе анализа сиквенса аллелей гена *Pi-ta* (база данных: [www.ncbi.nih.gov](http://www.ncbi.nih.gov).) был выполнен дизайн праймеров для проведения полимеразной цепной реакции (ПЦР) с последующей визуализацией ампликонов для выявления доминантной и рецессивной аллелей гена. Эффективность созданной маркерной системы гена *Pi-ta* продемонстрирована на сортах риса *K1* и *Ir-36* (положительный контроль) и *Nipponbare* (отрицательный контроль), а также на ряде сортов отечественной селекции.

Создание устойчивых к неблагоприятным факторам внешней среды сортов риса является одной из главных задач современной селекции данной культуры. Несовершенный гриб *Magnaporthe grisea* (Hebert) Barr (*Pyricularia oryzae* Cavara L.) является возбудителем одного из наиболее вредоносных заболеваний риса (*Oryza sativa* L.) – пирикуляриоза. Потери урожая от него достигают в Краснодарском крае в среднем 25-30 %. Выход крупы из зерна зараженных растений уменьшается на 23-25 % [2].

Разработка сортов, несущих совокупность генов устойчивости к пирикуляриозу, является наиболее перспективным решением в борьбе с заболеванием. Однако оценка селекционного материала по фенотипу классическими фитопатологическими методами затруднительна из-за перекрывающихся фенотипических эффектов разных генов устойчивости.

Развитие современных ДНК-технологий привело к появлению маркерной селекции (*marker assisted selection (MAS)*), которая в настоящее время успешно применяется в селекционных программах. Использование молекулярных маркеров, тесно сцепленных с генами, обеспечивающими устойчивость растений к патогену, значительно облегчает селекционную работу [4].

Ген устойчивости к пирикуляриозу *Pi-ta* секвенирован и, предположительно, принимает участие в формировании иммунитета риса. Он был идентифицирован Kiyosawa вместе с другими генами резистентности, образующими кластер [6].

Ген локализован в цетромерном регионе 12 хромосомы и кодирует 928-аминокислотный полипептид с молекулярной массой 105 kD. По результатам анализа аминокислотной последовательности продукта гена была определена его принадлежность к наиболее распространенному классу генов устойчивости растений – *NBS-LRD*, кодирующих белки, в структуру которых входит нуклеотид-связывающий домен – *nucleotide binding site (NBS)*, а также рецепторную область, богатую лейцином – *leucine rich domain (LRD)*.

В результате анализа аминокислотной последовательности продукта гена была определена единичная аминокислотная замена аланина на серин в позиции 918, которая обуславливает различие между устойчивыми и восприимчивыми сортами к совместимым расам патогена [3].

**Цель исследования.** Создать внутригенный кодоминантный маркер гена *Pi-ta* и проверить его эффективность для дальнейшего использования в маркерной селекции риса при создании устойчивых к патогену сортов.

**Материал и методика исследования.** Для дизайна праймеров использовали сиквенс доминантной аллели гена *Pi-ta* AF207842 (источник – сорт *Yashiro-mochi*) и его рецессивной аллели AY196754 (источник – сорт *Tsuyake*) в базе данных [www.ncbi.nih.gov](http://www.ncbi.nih.gov).

Для этого была использована программа *Vector NTI Advance 10*.

Для проверки эффективности созданного маркера использовали ДНК растений сорта *KI*, несущего доминантную аллель гена *Pi-ta*, и сорта *Nipponbare* с рецессивной аллелью данного гена.

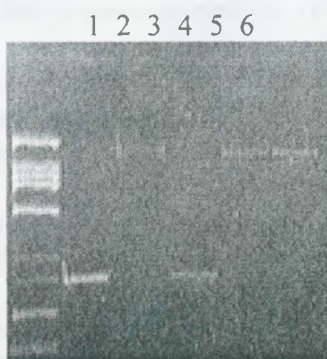
Экстракцию ДНК осуществляли СТАВ-методом [7].

Постановку ПЦР проводили по следующей программе: 5 минут при 94°C для начальной денатурации; следующие 30 циклов: 30 секунд отжиг при 65°C, 30 секунд синтез при температуре 72°C, 15 секунд при 94°C. Финальный цикл синтеза – при 72°C 5 минут.

Для постановки ПЦР использовали следующий состав реакционной смеси: 2,5 µl 10×*ExTaq Polymerase* буфер, 0,5 µl 2,5 mM *dNTPs* 0,2 µl, *ExTaq*-ДНК полимеразы (5u/µl), 2 µl каждого праймера, 40-50 ng ДНК в общем реакционном объеме 25 µl.

Продукты ПЦР анализировали электрофорезом в 8 % полиакриламидном геле на основе 1×Трис боратного буфера (0,09 М Трис, 0,09 М Борной кислоты, 2мМ ЭДТА, pH=8,2), с последующей визуализацией в ультрафиолетовом свете после окраски раствором бромистого этидия (5 мкг/мл).

**Результаты исследования.** Дизайн аллельспецифичных праймеров выполнялся таким образом, чтобы нуклеотидная замена, обуславливающая полиморфизм между доминантной и рецессивной аллелями целевого гена, находилась на 3' конце прямого праймера первой праймерной пары и 3' конце обратного праймера второй праймерной пары. Таким образом, синтез продуктов ПЦР для каждой аллели должен происходить в противоположном направлении. Прямой и обратный праймеры для каждой праймерной пары были подобраны так, чтобы размер синтезируемого продукта ПЦР, характерного для каждой из аллелей гена, отличался более чем на сто пар нуклеотидов для удобства визуализации ПЦР-продуктов в агарозных гелях (рис. 1). В ходе работы были отобраны по два прямых и обратных праймера. Результаты проверки эффективности созданной маркерной системы гена *Pi-ta* представлен на рисунке 1.



**Рис. 1.** Аллельная миграция в локусе *Pi-ta*, выявленная внутригенным кодоминантным маркером, созданным в рамках данного исследования

1 – маркер молекулярного веса, 2 – сорт *KI* (положительный контроль), 3 – сорт *Nipponbare* (отрицательный контроль), 4 – сорт *Ir-36* (положительный контроль), 5 – сорт Талисман, 6 – сорт Снежинка.

**Выводы.** Таким образом, в результате исследования был создан внутригенный кодоминантный маркер гена расоспецифической устойчивости риса к пирикуляриозу *Pi-ta*, эффективность которого продемонстрирована на контрольных сортах. Данный маркер будет в дальнейшем использован в селекционных программах по созданию сортов риса, устойчивых к пирикуляриозу, скрининга рабочих коллекций исходного селекционного материала, исследования гибридных комбинаций и их потомков на наличие доминантной аллели целевого гена и т. д.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Зеленский Г. Л. Селекция сортов риса, устойчивых к пирикулярриозу, рисовой листовой нематодой и бактериальному ожогу в условиях Российской Федерации: Автореф. дис. на соискание уч. ст. доктора с.-х. наук. – Краснодар: КубГАУ, 1993. – 49 с.
2. Система рисоводства Краснодарского края: Рекомендации / Под общ. ред. Е.М.Харитоновой. – Краснодар, ВНИИ риса, 2005. – 340 с.
3. Bryan G. T., Wu K.S., Farrall L., Jia Y., Hershley H.P. et al. A single amino acid difference distinguishes resistant and susceptible alleles of the rice blast resistance gene *Pi-ta* // The Plant Cell. – 2000. – Vol.12. – P. 2033-2045.
4. Jena Kshirod K., Moon Huhn-Pal, David J. Mackill. Marker Assisted Selection – A New Paradigm in Plant Breeding // Korean J. Breed. – 2003. – Vol. 35. – P. 133
5. Kinoshita Toshiro. Gene analyses // Science of the Rice Plant Genetics. – 1997. – Vol.3. – P. 197-251.
6. Kurata N., Umehara Y., Tanoue H., Sasaki T. Physical mapping of the rice genome with YAC clones // Plant. Mol. Biol. – 1997. – Vol.35. – P. 101-113.
7. Murray M.G., Thompson W.F. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA // Nucleic Acids Research. – 1980. – Vol. 10. – P. 4321-4325.

## СОЗДАНИЕ КОДОМИНАНТНОГО МОЛЕКУЛЯРНОГО ПЦР-МАРКЕРА ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ГЕНА РАСОСПЕЦИФИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ К ПИРИКУЛЯРРИОЗУ РИСА *PI-TA*

Ж. М. Мухина<sup>1</sup>, Ю. А. Мягких<sup>1</sup>,  
Д. Богомаз<sup>2</sup>, Т. В. Матвеева<sup>2</sup>, С. В. Токмаков<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт риса

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский государственный университет

## РЕЗЮМЕ

В рамках данного исследования был разработан внутригенный кодоминантный маркер, сонаследуемый с геном *Pi-ta*, который может быть использован для предварительной проверки селекционного материала на ранней стадии развития растений без использования фенотипической оценки, что позволит сделать работу в области маркерной селекции по данному гену быстрой и эффективной.

## CREATION OF CO-DOMINANT MOLECULAR PCR-MARKER FOR IDENTIFICATION OF GENE OF RACE SPECIFIC RESISTANCE TO BLAST *PI-TA*

Zh. M. Mukhina, Yu. A. Myagkih, S. V. Tokmakov

All-Russian Rice Research Institute

D. Bogomaz, T. V. Matveyeva

St. Petersburg State University

## SUMMARY

In the framework of the given research we developed intragenic co-dominant marker, co-inherited with the gene *Pi-ta*, which can be used for preliminary test of breeding stock at early stage of plant development, without use of phenotypic evaluation. It helps to carry out researches in marker breeding by the given gene fast and efficient.

**ОПТИМИЗАЦИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕД  
В КУЛЬТУРЕ ПЫЛЬНИКОВ РИСА (*ORIZA SATIVA* L.)****Е. Г. Савенко, В. А. Глазырина**

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Регенерационная способность растений является свойством генотипа. В то же время успешное культивирование клеток и тканей в условиях *in vitro* в значительной степени определяется составом питательной среды и условиями выращивания. Путем внесения изменений в состав компонентов стандартной культуральной среды удастся добиться повышения частоты образования морфогенного каллуса и эффективности регенерации растений.

**Цель исследования.** Подбор оптимальных условий, стимулирующих в культуре пыльников риса индукцию морфогенного каллуса у различных генотипов.

**Материал и методы.** Работу проводили на 12 гибридных комбинациях. Растения-доноры выращивали в поле, на вегетационной площадке и в камерах искусственного климата. Пыльники отбирали за 2-3 дня до выметывания соцветий, что соответствует одноядерной стадии развития пыльца.

В эксперименте использовали метод культуры пыльников, который заключается в инокуляции пыльников на искусственные питательные среды в асептических условиях.

Базовой средой для каллусообразования являлась среда, содержащая макро- и микросоли по прописи Мурасиге и Скуга, дополненная фитогормонами (цитокинины, ауксины в различных концентрациях) и веществами с гормоноподобным действием (салициловая кислота), а также нитратом серебра ( $\text{AgNO}_3$ ), обладающим асептическими свойствами. На каждый вариант инокулировано по 3270 пыльников.

Качество каллуса (морфологию и цвет) оценивали под микроскопом. Высшее качество имел компактный, плотный, узловатый каллус, от белого до светло-желтого цвета. Низшее качество имел водянистый, мягкий, рыхлый, темно-желтого оттенка каллус.

**Результаты.** В контрольном варианте использовали ауксин 2,4-Д в количестве 2,0 мг/л. В этом варианте из 12 комбинаций риса только 4 индуцировали каллус. В 1-м (1,0 мг/л салициловой кислоты) и 2-м (2,0 мг/л салициловой кислоты) вариантах каллусогенез наблюдался у 8-ми и 10-ти комбинаций соответственно из 12-ти исследуемых. И этот показатель варьировал от 2,2 до 33,3 % в 1-м варианте и от 2,2 до 33,5 % – во 2-м варианте. Более того, у 4-х комбинаций во 2-м варианте наблюдалась регенерация зеленых почек и растений непосредственно на этой же среде (1,6-6,6 %).

3 и 4 варианты сред содержали  $\text{AgNO}_3$  (1,0 и 2,0 мг/л соответственно). В 3-м варианте восемь комбинаций индуцировали каллус. Каллусы трех комбинаций регенерировали зеленые растения непосредственно на этой питательной среде (0,4-57,7 %). В 4-м варианте у семи комбинаций удалось получить каллус. Каллусы трех комбинаций также регенерировали растения на этой же среде (0,9-4,4 %).

Регенерационную и каллусообразующую способность определяли в процентах (число каллусов и регенерантов от общего числа высаженных пыльников).

Из таблицы 1 видно, что дополнительное введение в питательную среду веществ с гормоноподобным действием (салициловая кислота и  $\text{AgNO}_3$ ) стимулирует не только лучший количественный каллусогенез, по сравнению с контролем, но и улучшает качество каллуса, что выражается в регенерации зеленых почек и растений тут же, без пассирования каллуса на другие регенерационные среды.

Каллус, полученный на 1, 2, 3 и 4-м вариантах, не регенерировавший растения, перенесли на среду МС с  $\alpha$ -НУК. Результаты, которые мы получили, свидетельствуют о том, что и эти каллусы имеют высокое качество с точки зрения морфологии, что отразилось на их регенерационной способности (1,25-15,55 %), (табл. 2).

Таблица 1. Каллусогенез из пыльников риса гибридных комбинаций *in vitro* (2007 г.)

| Комбинация            | Контроль                  |                |                | 1 вариант<br>(1,0 мг/л салициловой<br>кислоты) |                |                | 2 вариант<br>(2,0 мг/л салициловой<br>кислоты) |                |                | 3 вариант<br>(1,0 мг/л AgNO <sub>3</sub> ) |                |                | 4 вариант<br>(2,0 мг/л AgNO <sub>3</sub> ) |                |                |
|-----------------------|---------------------------|----------------|----------------|------------------------------------------------|----------------|----------------|------------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------------|----------------|----------------|
|                       | количество пыльников, шт. | калусогенез, % | регенерация, % | количество пыльников, шт.                      | калусогенез, % | регенерация, % | количество пыльников, шт.                      | калусогенез, % | регенерация, % | количество пыльников, шт.                  | калусогенез, % | регенерация, % | количество пыльников, шт.                  | калусогенез, % | регенерация, % |
| Белозерный х Паритет  | 45                        | –              | –              | 45                                             | 2,22           | –              | 45                                             | 2,22           | 2,22           | 45                                         | –              | –              | 45                                         | –              | –              |
| Боярин х Вираз        | 250                       | 12,8           | –              | 250                                            | 6,4            | –              | 250                                            | 6,0            | 1,6            | 250                                        | 8,4            | 0,4            | 250                                        | 2,8            | 1,6            |
| Янтарь х Вираз        | 150                       | –              | –              | 150                                            | 7,3            | –              | 150                                            | 11,3           | –              | 150                                        | 12,0           | –              | 150                                        | 7,3            | –              |
| Факел х Хазар х Лиман | 15                        | 40,0           | –              | 15                                             | 6,7            | –              | 15                                             | 33,5           | –              | 15                                         | 100            | –              | 15                                         | 6,7            | –              |
| Лидер х Первоцвет     | 30                        | –              | –              | 30                                             | 23,3           | –              | 30                                             | 30,0           | 6,6            | 30                                         | 6,6            | –              | 30                                         | 10,0           | –              |
| Новатор х Рапан       | 75                        | –              | –              | 75                                             | –              | –              | 75                                             | –              | –              | 75                                         | –              | –              | 75                                         | 1,3            | –              |
| Аметист х Новатор     | 75                        | –              | –              | 75                                             | –              | –              | 75                                             | 6,7            | –              | 75                                         | –              | –              | 75                                         | –              | –              |
| Лиман х Новатор       | 105                       | –              | –              | 105                                            | –              | –              | 105                                            | 0,9            | –              | 105                                        | 0,9            | –              | 105                                        | 3,8            | 0,9            |
| Янтарь х Новатор      | 195                       | –              | –              | 195                                            | –              | –              | 195                                            | –              | –              | 195                                        | –              | –              | 195                                        | –              | –              |
| Новатор х Янтарь      | 45                        | 13,3           | –              | 45                                             | 15,5           | –              | 45                                             | 4,4            | –              | 45                                         | 11,1           | 57,7           | 45                                         | –              | –              |
| Vilone Nano х Янтарь  | 45                        | 11,1           | –              | 45                                             | 33,3           | –              | 45                                             | 22,2           | –              | 45                                         | 33,3           | –              | 45                                         | 17,7           | 4,4            |
| Лидер х Первоцвет     | 60                        | –              | –              | 60                                             | 11,6           | –              | 60                                             | 3,3            | 1,6            | 60                                         | 8,3            | –              | 45                                         | –              | –              |
| ИТОГО                 | 3270                      |                |                | 3270                                           |                |                | 3270                                           |                |                | 3270                                       |                |                | 3270                                       |                |                |

**Таблица 2.** Регенерация из пыльцевого каллуса гибридных комбинаций *in vitro* (2007 г.)

| Комбинация                          | Количество пыльников, шт. | Регенерация, % |
|-------------------------------------|---------------------------|----------------|
| F <sub>1</sub> Янтарь х Вираз       | 90                        | 2,22           |
| F <sub>1</sub> Боярин х Вираз       | 240                       | 1,25           |
| F <sub>1</sub> Vilone Napo х Янтарь | 45                        | 15,55          |
| F <sub>1</sub> Боярин х Вираз       | 120                       | 1,66           |

**Выводы.** Салициловая кислота и AgNO<sub>3</sub> по механизму действия имитируют природные ауксины и оказывают биостимулирующее воздействие на индукцию пыльцевых зерен. Питательная среда Мурасиге и Скуга, содержащая салициловую кислоту и нитрат серебра, продвигает каллус высокого качества с точки зрения морфологии, что выражается в его регенерационной способности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Батыгина Т.Б. Хлебное зерно: Атлас. – Л.: Наука, 1987. – С. 68-76.
2. Муромцев Г.С., Бутенко Р.Г. и др. Основы сельскохозяйственной биотехнологии. – М.: Агропромиздат, 1990. – С. 162-165; 179-187.
3. Харченко П.Н., Глазко В.И. ДНК-технологии в развитии агробиологии. – М.: Воскресенье, 2006. – С. 251-265.

#### ОПТИМИЗАЦИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕД В КУЛЬТУРЕ ПЫЛЬНИКОВ РИСА (*ORIZA SATIVA* L.)

Е. Г. Савенко, В. А. Глазырина

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

#### РЕЗЮМЕ

В работе рассмотрены возможности использования веществ с гормоноподобным действием в культуре пыльников риса *in vitro* для повышения каллусообразования и регенерации растений.

#### OPTIMIZATION OF NUTRITIONAL MEDIA IN RICE TISSUE CULTURE (*ORYZA SATIVA* L.)

E. G. Savenko, V. A. Glazyrina

All-Russian Rice Research Institute

#### SUMMARY

We studied the possibilities to use hormones in rice tissue culture *in vitro* to increase calli formation and plant regeneration.

# **ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ РИСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ 2005-2007 ГОДОВ**

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

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Погодные условия в период вегетации риса вносят значительные коррективы в его урожай. Для его стабилизации обычно используют в посевах сорта с различным периодом вегетации. Так, на ранее районированных сортах в среднем за 10 лет было показано, что у скороспелого сорта Дубовский 129 диапазон изменчивости по урожайности составлял от 1,5-6,8 т/га, среднеспелого Кубань 3 – 5,1-8,4 т/га и среднепозднего Краснодарский 424 – 4,6-9,1 т/га. Вариабильность признака соответственно равнялась 37,7 %, 15,4 %, и 21,2 %, т. е. более стабильным по урожайности был среднеспелый сорт Кубань 3, но и он варьировал в значительных пределах [4]. На основании изучения погодных условий за ряд лет было высказано предположение, что снижение среднесуточных температур во 2-3-й декадах июня до среднегодовой или ниже на 1,5°C приводит к значительному повышению урожая. Данный период совпадает с дифференциацией конуса нарастания, снижение температур способствует формированию большего количества колосков [1]. Продолжением этой темы является работа авторов, в которой анализируется 146-летний период наблюдений климата Северного Кавказа. Причем в изменчивости среднегодовых температур воздуха наблюдаются закономерно сменяющие друг друга «теплые» и «холодные» периоды. Показана прямая коррекционная взаимосвязь между продуктивностью риса и температурными условиями вегетационного периода [3].

**Цель исследования.** Проследить изменение урожайности сортов риса и элементов ее структуры в зависимости от погодных условий 2005-2007 гг.

**Материал и методика.** Изучали 9 сортообразцов конкурсного испытания в течение 2005-2007 гг. среди набора других сортов. Площадь делянки – 20 м<sup>2</sup>. Повторность четырехкратная, с рендомизированным расположением. Сроки посева в 2005-2006 гг. – 12 мая, в 2007 – 10 мая. Уборку проводили методом сплошного обмолота. Перед уборкой подсчитывали густоту стояния стеблей у образцов и отбирали модельные снопы. Результаты опытов обрабатывали статистически по Б. А. Доспехову [2].

**Результаты.** Погодные условия в период проведения опытов отражены в таблице 1.

**Таблица 1.** Среднемесячная температура воздуха в период вегетации риса, °C

| Год           | Месяцы |       |      |       |      |       |        |       |          |       | ср. за<br>V-IX, t |
|---------------|--------|-------|------|-------|------|-------|--------|-------|----------|-------|-------------------|
|               | май    |       | июнь |       | июль |       | август |       | сентябрь |       |                   |
|               | t      | откл. | t    | откл. | t    | откл. | t      | откл. | t        | откл. |                   |
| 2005          | 17,1   | -1,4  | 18,2 | -3,1  | 23,2 | -0,6  | 24,9   | +3,3  | 19,1     | +3,5  | 20,5              |
| 2006          | 16,3   | -2,2  | 21,0 | -0,3  | 22,6 | -1,2  | 27,3   | +5,7  | 19,5     | +3,9  | 21,3              |
| 2007          | 19,5   | +1,0  | 23,2 | +1,9  | 26,0 | +2,2  | 27,7   | +6,1  | 21,6     | +6,0  | 23,6              |
| ср.многолетн. | 18,5   |       | 21,3 |       | 23,8 |       | 21,6   |       | 15,6     |       | 20,2              |

Данные таблицы 1 показывают, что 2005-2006 гг. характеризуются несколько пониженными значениями температуры в первой половине вегетации риса, но высокими (выше нормы) – за период август-сентябрь. 2007 год отличался весь период жаркой погодой. Как отразились флюктуации погодных условий на урожайности образцов, видно из таблицы 2.

Результаты, приведенные в таблице 2, обрабатывали дисперсионным анализом, где факториальные признаки использовались как повторения.

Были вычислены доли вклада погодных условий и сортовых особенностей из общего варьирования по всем перечисленным признакам. Они соответственно равны для вегетацион-

ного периода 18,3 % и 23,1 %, густота стеблестоя к уборке – 30,8 % и 40,5 %, кустистости 38,6 % и 7,0 %, количества колосков в метелке – 3,4 % и 37,2 %; стерильности метелки – 18,5 % и 22,8 %; масса зерна с метелки – 48,3 % и 47,9 % и массы 1000 зерен – 26,8 % и 8,9 %. Вклад в урожай погоды составил 9,8 % при отрицательном вкладе сортов – 14,0 %. Если взять отрицательный вклад сортов в густоту стеблестоя к уборке, то он обусловлен пониженной полевой всхожестью из-за низких температур. Однако она компенсируется повышенной кустистостью, особенно в 2006 году. Отрицательный вклад массы зерна с метелки связан со снижением массы 1000 зерен.

**Таблица 2.** Вегетационный период, урожай и его структурные элементы у изучаемых сортов

| Сорто-образец     | Год  | Вегетационный период, дн. | Урожайность, ц/га | Кол-во стеблей перед уборкой, шт./м <sup>2</sup> | Кустистость, стебл. | Колосков в средней метелке, шт. | Стерильность метелки, % | Масса зерна средней метелки, г | Масса 1000 абс. сухих зерен, г |
|-------------------|------|---------------------------|-------------------|--------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| КП92-02           | 2005 | 110                       | 67,8              | 233                                              | 2,2                 | 115,7                           | 11,4                    | 2,9                            | 25,6                           |
|                   | 2006 | 116                       | 82,9              | 334                                              | 2,5                 | 118,8                           | 16,7                    | 2,5                            | 22,9                           |
|                   | 2007 | 115                       | 86,1              | 378                                              | 2,4                 | 110,6                           | 13,3                    | 2,3                            | 23,2                           |
| КП251-03          | 2005 | 112                       | 70,7              | 247                                              | 1,8                 | 117,8                           | 13,3                    | 2,9                            | 25,3                           |
|                   | 2006 | 116                       | 93,8              | 411                                              | 2,8                 | 104,4                           | 12,8                    | 2,3                            | 22,9                           |
|                   | 2007 | 115                       | 75,5              | 345                                              | 2,2                 | 101,4                           | 16,0                    | 2,2                            | 23,8                           |
| КП23-04           | 2005 | 114                       | 82,9              | 387                                              | 2,1                 | 96,0                            | 21,9                    | 2,2                            | 25,9                           |
|                   | 2006 | 118                       | 96,4              | 395                                              | 2,8                 | 107,5                           | 15,4                    | 2,5                            | 23,6                           |
|                   | 2007 | 115                       | 82,0              | 381                                              | 2,2                 | 97,9                            | 16,7                    | 2,2                            | 23,8                           |
| КП32-04           | 2005 | 111                       | 71,9              | 360                                              | 2,1                 | 86,3                            | 18,4                    | 2,0                            | 25,5                           |
|                   | 2006 | 117                       | 85,7              | 397                                              | 3,0                 | 104,8                           | 17,6                    | 2,2                            | 22,5                           |
|                   | 2007 | 113                       | 81,4              | 370                                              | 2,5                 | 99,2                            | 12,8                    | 2,2                            | 22,7                           |
| КП45-04           | 2005 | 112                       | 72,1              | 260                                              | 2,2                 | 108,2                           | 9,9                     | 2,8                            | 25,2                           |
|                   | 2006 | 114                       | 87,9              | 374                                              | 2,6                 | 102,5                           | 12,6                    | 2,4                            | 22,4                           |
|                   | 2007 | 113                       | 79,2              | 355                                              | 2,2                 | 100,4                           | 9,8                     | 2,3                            | 22,9                           |
| КП78-04           | 2005 | 113                       | 82,0              | 287                                              | 1,7                 | 110,6                           | 9,6                     | 2,9                            | 25,2                           |
|                   | 2006 | 116                       | 83,8              | 364                                              | 2,9                 | 102,2                           | 14,0                    | 2,3                            | 23,0                           |
|                   | 2007 | 116                       | 85,8              | 447                                              | 2,3                 | 89,0                            | 14,9                    | 1,9                            | 22,1                           |
| КП85-04           | 2005 | 110                       | 75,0              | 292                                              | 1,8                 | 103,2                           | 8,3                     | 2,5                            | 24,3                           |
|                   | 2006 | 113                       | 73,7              | 305                                              | 2,6                 | 112,1                           | 12,4                    | 2,4                            | 21,4                           |
|                   | 2007 | 114                       | 81,2              | 414                                              | 2,4                 | 95,2                            | 10,0                    | 2,0                            | 22,3                           |
| Лиман СТ-Т        | 2005 | 106                       | 62,1              | 277                                              | 2,2                 | 88,7                            | 9,4                     | 2,2                            | 25,1                           |
|                   | 2006 | 112                       | 85,2              | 384                                              | 2,5                 | 98,4                            | 15,1                    | 2,2                            | 22,0                           |
|                   | 2007 | 110                       | 71,8              | 384                                              | 2,2                 | 83,5                            | 9,7                     | 1,9                            | 23,4                           |
| Регул СТ-Т        | 2005 | 113                       | 71,2              | 333                                              | 2,1                 | 73,5                            | 10,8                    | 2,1                            | 27,5                           |
|                   | 2006 | 117                       | 78,1              | 370                                              | 2,9                 | 89,0                            | 14,4                    | 2,1                            | 24,6                           |
|                   | 2007 | 112                       | 88,7              | 554                                              | 2,5                 | 54,2                            | 13,4                    | 1,6                            | 25,8                           |
| НСР <sub>05</sub> |      | 2,0                       | 10,48             | 40,1                                             | 0,31                | 13,06                           | 4,07                    | 2,13                           | 1,53                           |

Отмечая изменчивость урожая и элементов его структуры в зависимости от погодных условий за учетный период, интересно было проследить их взаимосвязь с суммой среднемесячных температур за вегетационный период и в период созревания зерна, а также от накопления сухого вещества за вегетационный период. Сумма среднесуточных температур и накопление сухого вещества приведены в таблице 3.

В таблице 3 прослеживается, что с ростом по годам среднесуточных температур происходит снижение массы сухого вещества, накопленного сортаобразцами за вегетационный период.

Используя данные таблиц 2 и 3, был проведен коррекционный анализ признаков через ковариацию за 2005-2007гг. Полученные взаимосвязи приведены в таблице 4.

Таблица 3. Сумма среднесуточных температур и масса сухого вещества к концу вегетации у изучаемых сортообразцов

| Сортообразец | Год  | Сумма среднесуточных температур, °С |                            | Сухое вещество на 1 стебель, г |
|--------------|------|-------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
|              |      | за период вегетации                 | за период созревания зерна |                                |
| КП-92-02     | 2005 | 2306                                | 818,3                      | 4,80                           |
|              | 2006 | 2571                                | 885,3                      | 4,77                           |
|              | 2007 | 2793                                | 909,0                      | 3,99                           |
| КП251-03     | 2005 | 2355                                | 814,2                      | 4,99                           |
|              | 2006 | 2571                                | 885,3                      | 4,87                           |
|              | 2007 | 2793                                | 907,3                      | 4,22                           |
| КП23-04      | 2005 | 2405                                | 810,1                      | 4,88                           |
|              | 2006 | 2610                                | 861,9                      | 4,91                           |
|              | 2007 | 2793                                | 907,3                      | 4,06                           |
| КП32-04      | 2005 | 2330                                | 814,2                      | 4,62                           |
|              | 2006 | 2524                                | 888,4                      | 4,15                           |
|              | 2007 | 2737                                | 903,9                      | 3,79                           |
| КП45-04      | 2005 | 2355                                | 818,3                      | 4,75                           |
|              | 2006 | 2524                                | 888,4                      | 4,29                           |
|              | 2007 | 2737                                | 903,9                      | 3,81                           |
| КП78-04      | 2005 | 2380                                | 810,1                      | 4,82                           |
|              | 2006 | 2571                                | 885,3                      | 4,05                           |
|              | 2007 | 2820                                | 907,3                      | 3,50                           |
| КП85-04      | 2005 | 2306                                | 816,6                      | 4,59                           |
|              | 2006 | 2497                                | 891,3                      | 4,54                           |
|              | 2007 | 2765                                | 903,9                      | 3,41                           |
| Лиман ст-т   | 2005 | 2206                                | 811,5                      | 3,89                           |
|              | 2006 | 2470                                | 812,5                      | 3,63                           |
|              | 2007 | 2654                                | 900,5                      | 3,80                           |
| Регул ст-т   | 2005 | 2380                                | 810,1                      | 3,66                           |
|              | 2006 | 2591                                | 889,2                      | 3,58                           |
|              | 2007 | 2710                                | 902,2                      | 3,54                           |

Таблица 4. Взаимосвязи признаков урожая, элементов его структуры в зависимости от температурных условий 2005-2007 гг.

| $t_{05} = 2,06, n = 25$                                                  |                   |       |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|
| Признаки                                                                 | $r \pm s_r$       | $t_r$ |
| 1                                                                        | 2                 | 3     |
| Сумма среднесуточных температур до полной спелости зерна сортообразцов:  |                   |       |
| – вегетационный период, дн.                                              | $0,60 \pm 0,160$  | 3,75  |
| – урожай, ц/га                                                           | $0,54 \pm 0,168$  | 3,21  |
| – стеблей к уборке на $1\text{м}^2$ , шт.                                | $0,39 \pm 0,184$  | 2,12  |
| – кустистость, стеблей                                                   | $0,39 \pm 0,184$  | 2,12  |
| – масса зерна с метелки, г                                               | $-0,51 \pm 0,172$ | 2,97  |
| – масса 1000 зерен, г                                                    | $-0,50 \pm 0,173$ | 2,89  |
| – сухое вещество на 1 стебель, г                                         | $-0,45 \pm 0,179$ | 2,51  |
| Сумма среднесуточных температур в период созревания зерна сортообразцов: |                   |       |
| – вегетационный период, дн.                                              | $0,56 \pm 0,166$  | 3,37  |
| – масса зерна с метелки, г                                               | $-0,51 \pm 0,172$ | 2,97  |
| – масса 1000 зерен, г                                                    | $-0,64 \pm 0,154$ | 4,16  |
| – стерильность метелки, %                                                | $0,47 \pm 0,177$  | 2,66  |
| – сухое вещество на 1 стебель, г                                         | $-0,45 \pm 0,179$ | 2,51  |
| Вегетационный период, дн.                                                |                   |       |
| – кустистость, стеблей                                                   | $0,46 \pm 0,178$  | 2,58  |

| 1                                          | 2                 | 3     |
|--------------------------------------------|-------------------|-------|
| – стерильность метелки, %                  | $0,48 \pm 0,175$  | 2,74  |
| – урожай, ц/га                             | $0,74 \pm 0,135$  | 5,48  |
| Сухое вещество на 1 стебель к уборке:      |                   |       |
| – масса 1000 зерен, г                      | $0,62 \pm 0,157$  | 3,95  |
| – кол-во колосков в метелке, шт.           | $0,56 \pm 0,176$  | 3,37  |
| – масса зерна с метелки – масса 1000 зерен | $0,96 \pm 0,056$  | 17,14 |
| Урожай, ц/га:                              |                   |       |
| – вегетационный период, дн.                | $0,74 \pm 0,135$  | 5,48  |
| – кустистость, стеблей                     | $0,54 \pm 0,168$  | 3,21  |
| – масса 1000 зерен, г                      | $-0,45 \pm 0,179$ | 2,51  |
| – стерильность метелки, %                  | $0,40 \pm 0,183$  | 2,19  |

Из таблицы 4 видно, что повышение суммы температур от 2005 к 2007 году привело, в первую очередь к уменьшению массы сухого вещества у растений к концу вегетации из-за снижения продуктивности фотосинтеза. Испытывая недостаток в продуктах фотосинтеза, растения сортообразцов, чтобы повысить семенную продуктивность, начинают интенсивно куститься. Неадекватно ведут себя сортообразцы и по продолжительности вегетации, о чем говорит снижение ее взаимосвязи с суммой температур ( $r = 0,6 \pm 0,16$ ). Более продолжительный вегетационный период образцов лучше обеспечивает растения запасными питательными веществами и в сочетании с кущением формирует стеблестой для урожая.

**Выводы.** Высокие температуры снижают продуктивность фотосинтеза, что видно по уменьшению массы сухого вещества к концу вегетации сортообразцов риса. Недобор сухого вещества отражается на формировании количества колосков в метелке, крупности зерен. Поэтому урожай зависит от продолжительности вегетационного периода сортов (дольше накапливают запасные питательные вещества) и интенсивности кущения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Агарков В.Д., Касьянов А.Н. К обоснованию причин высоких и низких урожаев риса // Рисоводство. – 2007. – № 1. – С. 25-23.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М: «Колос», 1979. – 416 с.
3. Шеуджен А.Х., Галкин Г.А., Бондарева Т.Н. Теплообеспеченность периода вегетации и урожайность риса // Рисоводство. – 2007. – № 11. – С. 24-28.

#### ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ РИСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ 2005-2007 ГОДОВ

В. Н. Шиловский, В. Я. Рубан

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

#### РЕЗЮМЕ

Изучение 9 сортообразцов на урожай и элементы его структуры за период 2005-2007 гг. в условиях изменяющихся погодных условий показало, что от повышения суммы температур снижается продуктивность фотосинтеза. Лучший урожай формируется у сортообразцов с более продолжительным периодом вегетации в сочетании с интенсивным кущением.

#### RICE YIELD FORMATION, DEPENDING ON WEATHER CONDITIONS IN 2005-2007

V. N. Shilovsky, V. Ya. Ruban

All-Russian Rice Research Institute

#### SUMMARY

The study of 9 varietal samples for yield and elements of its structure for the period of 2005-2007, under changing weather conditions showed that because of temperature changes photosynthesis productivity decreases. The varietal samples with longer vegetation period, in correlation with intensive tillering form the better yield.

Как известно, растения растут и развиваются, формируя в конечном итоге хозяйственно полезный урожай, в диалектическом единстве с окружающей средой. В ней находятся все факторы жизни растений – свет, тепло, воздух, вода и элементы минерального питания (рис. 1), первые два из которых относятся к климату [1, 7]. Его роль и значение в растениеводстве трудно переоценить. Академик Н. И. Вавилов писал: «Климатические факторы в нашей стране, взятой в целом, являются определяющими в проблеме урожайности. Они сильнее экономики, сильнее техники» [13]. Математические статистические исследования подтвердили лимитирующую роль климата: величина урожайности риса в странах мира с различными климатическими условиями колеблется от 2,8 до 8,4 т/га, т. е. различается в 3 раза (табл. 1).

**Таблица 1.** Климатические факторы в вегетационный период и урожайность риса в странах с различной отдаленностью от экватора

| Страна<br>(метеостанция)                    | Географическая<br>широта | Температура<br>воздуха, °С [2] |                        | Относительная<br>влажность<br>воздуха [2], % | Суммарная<br>ФАР, млрд<br>ккал га [5] | Испаряе-<br>мость, мм | Средняя<br>за 1989–91 гг.<br>урожайность,<br>т/га [3] |
|---------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------|
|                                             |                          | сред-<br>няя                   | колебания<br>в периоде |                                              |                                       |                       |                                                       |
| Индонезия<br>(Джакарта)                     | 06°11' с.ш.              | 26,6                           | 26,9–27,0              | 73                                           | 7,5                                   | 518                   | 4,4                                                   |
| Индия (Бомбей)                              | 18°51' с.ш.              | 28,0                           | 26,3–29,7              | 79                                           | 6,5                                   | 474                   | 2,8                                                   |
| Австралия (Перт)                            | 31°57' ю.ш.              | 21,9                           | 19,1–23,6              | 49                                           | 4,0                                   | 809                   | 8,4                                                   |
| США<br>(Вашингтон)                          | 38°51' с.ш.              | 22,7                           | 18,8–25,7              | 64                                           | 3,2                                   | 590                   | 6,5                                                   |
| Испания<br>(Мадрид)                         | 40°24' с.ш.              | 20,8                           | 15,8–24,3              | 53                                           | 3,2                                   | 710                   | 6,2                                                   |
| Россия<br>(Краснодар)                       | 45°18' с.ш.              | 20,3                           | 18,0–23,7              | 66                                           | 3,2                                   | 502                   | 4,2                                                   |
| Коэффициент<br>корреляции<br>с урожайностью | 0,35                     | –0,65                          |                        | –0,87                                        | –0,47                                 | 0,93                  | –                                                     |

Однако, как видно из таблицы, температура воздуха и ФАР оказывают на величину урожайности, вопреки сложившимся представлениям, отрицательное влияние: чем выше их значения, тем ниже урожайность. Этой, на первый взгляд, парадоксальной закономерности можно дать объяснение.

Как известно, интенсивность фотосинтеза остается неизменной при температуре воздуха в пределах от 18 до 33 °С и освещенности – от 30 до 70 тыс. лк (рис. 2). Указанные пределы присущи всем климатическим зонам рисосеяния (см. табл. 1). Отсюда вывод: поскольку посевы риса в зонах его возделывания повсеместно обеспечены теплом и светом в оптимальных количествах, то лимитирующими факторами они быть не могут. Этот вывод подтвержден группой американских ученых, которые установили, что между фотосинтезом и скоростью роста растений корреляции отсутствуют [15]. Свет и тепло, по их мнению, определяют не уровень урожайности, а ареалы распространения видов и сортов культурных растений. В этом случае Н. И. Вавилов прав: никакая экономика и техника не помогут возделывать на Кубани сорта риса тропических стран с коротким днем и продолжительностью вегетации более 150 дней.

И тем не менее, температура воздуха оказывает на урожайность определенное влияние, но не прямое, а косвенное – через посредство испаряемости. Под нею понимается количество воды, которое может испариться с открытой водной поверхности (озера, чеки) в регионе за вегетационный период. В соответствии с законом Дальтона-Августа, испаряемость  $E_{кл}$  зависит от относительной влажности  $г$ , температуры воздуха  $t_{ср}$  и скорости ветра  $\omega$  в климатической зоне. Этот закон Н. Н. Ивановым выражен математически в виде уравнения [14]:

$$E_{\text{кл}} = A (t_{\text{ср}} + 25)^2 (100 - r), \text{ мм/мес}, \quad (1)$$

где  $A$  – коэффициент пропорциональности, равный при средней скорости ветра 3 м/с, 0,0018 мм/мес.

Как видно из таблицы 1, коэффициент корреляции между испаряемостью и урожайностью оказался самым высоким – 0,93. Заметим также, что величина испаряемости по климатическим зонам колеблется в значительных пределах – от 474 до 809 мм.

Уравнение (1) является эмпирическим, более точным с физической точки зрения считается уравнение Государственного гидрологического института:

$$E_{\text{кл}} = \alpha n (e_0 - e) \cdot (1 + 0,72\omega), \text{ мм/мес}, \quad (2)$$

в котором  $(e_0 - e)$  – градиент упругости водяного пара в атмосфере, мбар.

В нем  $e_0$  (максимальная упругость водяного пара) зависит от температуры поверхности воды, а  $e$  – фактическая упругость пара на высоте 2 м;  $n$  – количество дней в месяце;  $\alpha$  – коэффициент пропорциональности, мм/мбар, равный 0,14.

С физической точки зрения градиент упругости водяного пара – это дефицит (недостаток насыщения) влажности воздуха, а с технической – воздушный насос, отсасывающий пары воды с поверхности водоемов, в том числе и с поверхности листьев, увеличивая испарение – физическое и биологическое (транспирация). При  $(e_0 - e)$  равном 0, что указывает на полную насыщенность пара, испаряемость также равна 0. В этом случае наблюдается динамическое равновесие: сколько молекул воды покидает ее поверхность, столько и возвращается назад. Поскольку градиент упругости является генератором энергии для транспирации, а она, в свою очередь – составной частью продукционного процесса растений, он причисляется к энергетическим факторам их жизни. При этом в совокупности всех факторов градиент упругости среди них является координирующим и лимитирующим, определяющим уровень урожайности в климатической зоне. Статистические исследования и математический анализ позволили вывести уравнение биологической продуктивности климата  $Y_{\text{кл}}$  (рис. 3):

$$Y_{\text{кл}} = \alpha (E_{\text{кл}} - E_0), \text{ т/га}, \quad (3)$$

где  $E_0$  – порог испаряемости, ниже которого рис не формирует хозяйственно полезного урожая.  $E_0 \approx 100$  мм;

$\alpha$  – коэффициент пропорциональности, зависящий от агротехники, и равный 0,01 т/га·мм (на госсортоучастках и в мелкоделяночных опытах  $\alpha = 0,015$  т/га·мм).

На основании математической обработки результатов исследований, которые изложены в работах [10, 11], выведено также уравнение для определения биологической продуктивности транспирации  $Y_{\text{тр}}$  (рис. 2):

$$Y_{\text{тр}} = \alpha T^2 \cdot e^{-T}, \text{ т/га} \quad (4)$$

$$900 \geq T \geq 400$$

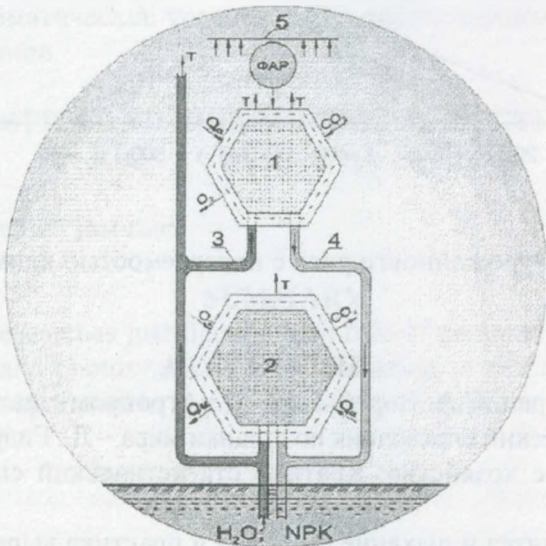
где  $T$  – транспирация, мм;

$\alpha$  – коэффициент биологической продуктивности транспирации, в наших опытах равный 27,2 т/га·м или 0,027 т/га·мм.

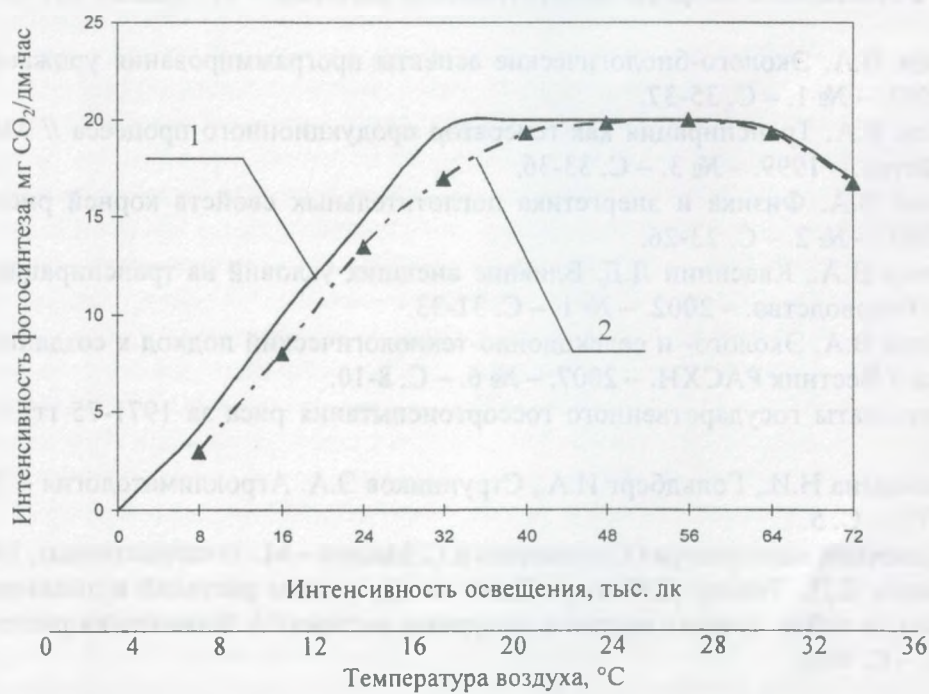
Как уже отмечалось, транспирация является внутренним генератором энергии продукционного процесса. Физика генерирования заключается в том, что она через посредство капилляров ксилемы растений передает корням сосущую силу, благодаря которой они извлекают (всасывают) из почвы воду с растворенными в ней анионами и катионами удобрений и даже молекулами нерастворяющихся в воде соединений, например  $\text{SiO}_2$  (более подробно см. работу [9]). Растение – живое существо, его «сердце» – транспирация: благодаря, которой в

клетки поступают воднопитательные растворы. Транспирация начинается с появлением проростка и заканчивается, не прерываясь, с отмиранием листьев и, как следствие, всех других органов растения. Именно она превращает растительный организм из статической в динамическую высокоорганизованную биологическую систему. По сути вся агрономическая часть технологии возделывания преследует, как показано в работе [11], одну цель – создать благоприятные условия для транспирации.

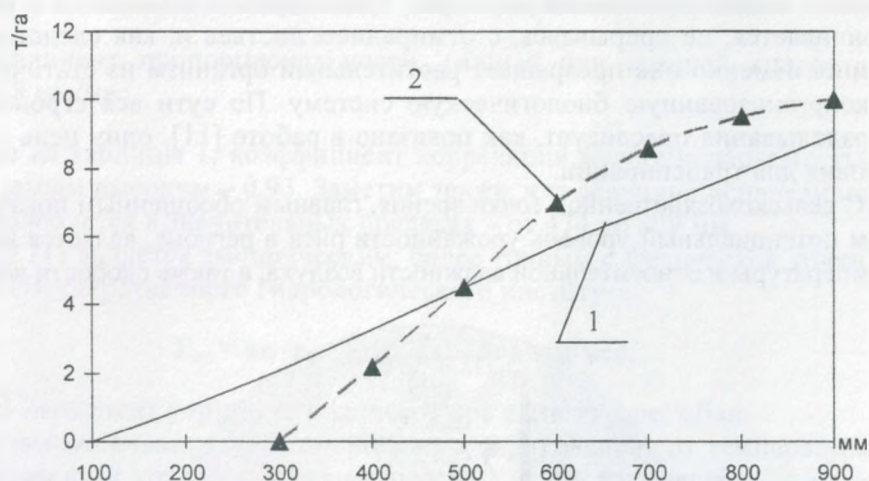
**Вывод.** С сельскохозяйственной точки зрения, главным обобщенным показателем климата, определяющим потенциальный уровень урожайности риса в регионе, является испаряемость, зависящая от температуры и относительной влажности воздуха, а также скорости ветра.



**Рис. 1.** Схема продукционного процесса в рисовой экосистеме: 1 – клетка листа с хлорофиллом, в которой протекает фотосинтез с образованием углеводов; 2 – клетка ростового органа, в которой протекают биосинтез и дыхание; 3 – сосуд ксилемы; 4 – сосуд флоэмы; 5 – «сосущая» сила атмосферы; Т – транспирация; Q<sub>а</sub> – атмосферное тепло; Q<sub>м</sub> – метаболическое тепло.



**Рис. 2.** График связи интенсивности фотосинтеза с освещенностью (1) [6] и температурой воздуха (2) [4]



**Рис. 3.** График связи урожайности риса с испаряемостью климата (1) и транспирацией посевов (2)

### ЛИТЕРАТУРА

1. Земледелие / Под ред. С.А. Воробьева – М.: Агропромиздат, 1991. – С. 6-15.
2. Краткий климатический справочник по странам мира – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 240 с.
3. Мировое сельское хозяйство: Краткий статистический справочник – М.: МСХ РФ, 1993. – С.17.
4. Мурата Я. Фотосинтез и дыхание // Теория и практика выращивания риса – М.: Колос, 1965. – С. 88-108.
5. Ничипорович А.А. О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений в посевах // Фотосинтез и вопросы продуктивности растений – М.: Изд. АН СССР, 1963. – С. 5-34.
6. Петин Н.С., Бровцына В.Л. Продуктивность фотосинтеза риса при различной густоте посева // Фотосинтез и вопросы продуктивности растений – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – С. 105-121.
7. Попов В.А. Эколого-биологические аспекты программирования урожаев // Вестник РАСХН. – 2003. – № 1. – С. 35-37.
8. Попов В.А. Транспирация как генератор продукционного процесса // Мелиорация и водное хозяйство. – 1999. – № 3. – С. 33-36.
9. Попов В.А. Физика и энергетика поглотительных свойств корней риса // Вестник РАСХН. – 2005. – № 2. – С. 23-26.
10. Попов В.А., Квасинин Л.Д. Влияние внешних условий на транспирацию и урожайность риса // Рисоводство. – 2002. – № 1. – С. 31-33.
11. Попов В.А. Эколого- и селекционно-технологический подход к созданию суперурожайного риса // Вестник РАСХН. – 2007. – № 6. – С. 8-10.
12. Результаты государственного госсортоиспытания риса за 1971-75 гг. – М.: Колос, 1977. – 111 с.
13. Синицына Н.И., Гольдберг И.А., Струнников Э.А. Агроклиматология – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – С. 5.
14. Справочник мелиоратора / Составитель Б.С. Маслов – М.: Россельхозиздат, 1980. – С. 15.
15. Хансен Л.Д., Тейлор Д.К. и др. Связь между ростом растений и дыханием: экологические аспекты и отбор лучших сортов культурных растений // Физиология растений. – 1996. – Т.43. – №6. – С. 806.

## **ФИЗИКА, ЭНЕРГЕТИКА И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КЛИМАТА В РИСОВОЙ ЭКОСИСТЕМЕ**

В. А. Попов

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

### **РЕЗЮМЕ**

Математические статистические исследования подтвердили высокую роль климата в формировании урожая риса. Установлено, что температура воздуха и ФАР в рисовом поясе планеты не являются лимитирующими факторами. Уровень урожая определяет испаряемость в регионе. Выведены математические уравнения для прогнозирования его величины по регионам и годам, внутри регионов.

## **PHYSICS, ENERGETICS AND BIOLOGICAL PRODUCTIVITY OF CLIMATE IN RICE ECOLOGICAL SYSTEM**

V. A. Popov

All-Russian Rice Research Institute

### **SUMMARY**

Statistic geographic researches justified the high role of climate in rice yield formation. It was found that air temperature and photosynthetic active radiation in rice area are not limiting factors: yield level determines the evaporation in region. Mathematic equations were made for prognosis of its value by regions and years.

Сорт является основным средством производства, обеспечивающим получение высокого и стабильного урожая. С этим утверждением согласны практически все исследователи. Однако среди ученых до сих пор идет дискуссия: что первично – сорт или агротехника? Одни считают, что необходимо создавать высокопродуктивные сорта и разрабатывать для них сортовую агротехнику. Другие утверждают, что селекционеры должны выполнять производственный заказ и создавать сорта под существующие технологии. Кто прав? Мы считаем, что и те, и другие. В период экономического подъема, когда имеются средства для инвестирования в селекцию и интенсивные технологии, верна концепция первых. В период спада экономики – правы вторые.

К началу нынешнего века в рисоводстве России сложилась ситуация, когда созданные в 1980 – 90-е годы высокопродуктивные сорта интенсивного типа, не получая нужного количества удобрений, средств химической защиты, а также при отсутствии планировки чеков, не давали ожидаемого урожая. В таких условиях лучшие результаты показывали полуинтенсивные и даже неинтенсивные сорта риса типа Кубань 3. Этот сорт, как известно, был районирован в 1966 году и продержался в производстве Краснодарского края почти 25 лет. В северных зонах рисоводства страны (Астраханской и Ростовской областях), а также в Казахстане его возделывают до сих пор. Сорт Кубань 3 обладает уникальными качествами, главное из которых – неприхотливость к условиям возделывания. Однако при этом растения сильно полегают, особенно при повышенных дозах азотных удобрений, поражаются пирикулярриозом, а зерновки, попадая в воду, прорастают уже в восковой спелости. Поэтому, когда в 70-е годы прошлого столетия процессы интенсификации земледелия пришли в рисоводство, у сорта Кубань 3 проявились все его недостатки. Кубанские агрономы прекратили его посев. Словом, возвращать на поля старый сорт уже нецелесообразно. А вот создать сорт риса, обладающий достоинствами Кубани 3, при этом лишенный его недостатков, долгое время оставалось актуальной задачей для селекции.

В 1996 году нами была завершена работа по созданию сорта, близкого к задуманному идеалу, который передан на госиспытание под названием Лидер. Он был создан путем многократных повторных отборов из гибридной популяции, полученной в результате скрещивания трех сортов: Кулон / Кубань 3 // Белозерный. После успешного государственного испытания сорт с 2000 года внесен в Государственный реестр селекционных достижений и допущен к использованию в производстве по Краснодарскому краю.

Лидер унаследовал лучшие качества родительских форм. От Кулона ему передалась высокая урожайность, устойчивость к полеганию и отличное качество крупы. От Белозерного – тип куста и вертикальная форма метелки. А от сорта Кубань 3 – окраска цветковых чешуй, а также неприхотливость к условиям возделывания, высокие темпы роста растений из-под слоя воды и его особый тип налива зерна, позволяющий растениям дозревать в чеке без воды.

Посевы сорта Лидер быстро расширялись. Уже в год районирования только в Славянском районе он был посеян на площади более 11 тыс. га. Однако в процессе выращивания нового сорта определились его недостатки. Они особенно проявлялись при нарушении рекомендаций по агротехнике сорта. Так, при получении всходов из-под слоя воды без двухтактного залива происходило удлинение периода его вегетации до 125 суток (при норме 116 – 118). Сорт требовал низких доз азота, а его размещали на полях с повышенным азотным фоном. В результате увеличивалась вегетативная масса растений, а это приводило к затруднениям при уборке. Появились жалобы на трудность обмолота Лидера, особенно в режиме прямого комбайнирования. Как следствие, площади под сортом начали сокращаться.

Однако потребность рисоводов в таком типе сортов не уменьшилась. Нужен был сорт с основными параметрами Лидера, но более коротким периодом вегетации и легким обмолотом.

Из многообразия селекционного материала наиболее близким к заданным параметрам оказался Атлант. Новый сорт создан методом индивидуального отбора из гибридной популяции Лидер/Спринт с повторным отбором в селекционном питомнике. Атлант создавался как сорт, устойчивый к абиотическим стрессам. Он предназначен для выращивания по экологически безопасной технологии.

Решением ученого совета ВНИИ риса сорт Атлант с 2003 года передан на государственное испытание, которое успешно прошел и был внесен в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию с 2007 г. в Северо-Кавказском регионе.

Авторский коллектив утвержден в следующем составе: Зеленский Г.Л. – 65 % (планирование гибридной комбинации и подбор родительских пар, проведение отборов, изучение потомства во всех звеньях селекционного процесса); Лось Г.Д. – 10 % (проведение гибридизации, размножение и изучение гибридной популяции первого поколения); Третьяков А.Р. – 10 % (размножение и изучение гибридной популяции второго и третьего поколений); Лотошникова Т.Н. – 5 % (технологическая и биохимическая оценка качества зерна и крупы сорта); Харченко Е.С. – 5 % (оценка сорта на устойчивость к болезням на последних этапах селекции); Аношенков В.В. – 5 % (предварительное размножение сорта).

**Характеристика сорта.** Атлант унаследовал от сортов Лидер и Спринт неприхотливость к условиям среды, способность давать всходы из-под слоя воды и ряд других положительных качеств. При этом темпы роста растений в этот период выше, чем у обеих родительских форм. Атлант дает дружные всходы из-под слоя воды до 30 см. При пониженных нормах посева растения сорта хорошо кустятся и формируют достаточно плотный стеблестой. Кроме этого, Атланту передан от родительских форм особый тип налива зерна, позволяющий растениям дозревать без слоя воды.

Что касается типа налива зерна, то следует сделать следующее пояснение. Рядом исследований (Ковалев В.С., 1999 и др.) показано, что у короткостебельных сортов риса, таких как Спальчик, Старт, Лиман, Регул и др. налив зерна идет в основном за счет текущего фотосинтеза. Вот почему растения этих сортов требуют слоя воды на чеке почти до полного созревания зерна. Кубанские рисоводы, которые выращивают короткостебельные сорта с 1980 года, уже твердо усвоили рекомендации ученых, касающиеся водного режима: чем меньше временной разрыв между сбросом воды из чека и полной спелостью риса, тем выше биологический урожай. Но хозяйственный урожай при этом часто терялся во время уборки по сырому полю, ибо в конце сентября – октябре почва рисовых полей сохнет крайне медленно. Поэтому многие агрономы сознательно идут на частичную потерю урожая и начинают досрочный сброс воды, чтобы не допустить больших потерь при уборке.

При возделывании сорта Атлант эту проблему решать не приходится. Налив зерна у его растений протекает так же, как у Лидера и известных высокорослых сортов (Краснодарский 424, Кубань 3 и др.). В первый период зерно наливается за счет текущего фотосинтеза, а во второй – за счет оттока пластических веществ из стебля и листьев. Поэтому, когда зерно достигает восковой спелости в средней части метелки, растения Атланта уже не требуют слоя воды в чеке. Имея мощную корневую систему, они добывают необходимое количество влаги из почвы, подсушивая ее. К моменту полной спелости риса почва в чеке, как правило, подсыхает так, что уборка Атланта проходит в оптимальных условиях.

Потенциальная урожайность сорта Атлант – до 10 т/га. Вегетационный период – 116–118 дней. При этом он мало меняется в зависимости от сроков сева и режимов орошения.

По биологическим характеристикам, особенно по отношению к уровню минерального питания, Атлант близок к сорту Лидер. Атлант не осыпается даже при перестое, но в противоположность Лидеру легко вымолачивается. Поэтому его можно убирать как раздельным способом, так и прямым комбайнированием.

Ботаническая характеристика сорта Атлант: вид – *Oryza sativa* L., подвид – *japonica*, разновидность – *zeravschanica* Brsches. Цветковые чешуи двухцветные: ребра соломенно-желтые, грани буро-желтые, слабо опушенные. Колоски без остей. Сорт среднерослый, высота растений 95 – 110 см, зависит от уровня питания. Стебель средней толщины (6 – 8 мм), прочный, с

высокой устойчивостью к полеганию. Листья зеленые, без антоциановой окраски, среднего размера, изогнутость пластинки слабая. Метелка длинная (19 – 20 см), слегка поникшая, несет 190 – 250 колосков. Стерильность метелок низкая (8 – 10 %). Зерно средней крупности, масса 1000 зерен – 28 – 29 г. Форма зерна округлая, отношение длины к ширине – 1,7. Крупа белая, стекловидная. Выход крупы – 71 %.

В процессе конкурсного испытания установлено, что по урожайности и ряду других хозяйственно ценных признаков Атлант превосходит районированный сорт Лиман (табл.).

**Таблица.** Характеристика сорта риса Атлант в сравнении с районированным сортом Лиман (2000 – 2002 гг.)

| Признаки                                  | Атлант | Лиман (стандарт) | НСР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------|--------|------------------|-------------------|
| Урожайность, т/га                         | 6,73   | 6,24             | 2,1               |
| Вегетационный период, дн.                 | 117    | 115              |                   |
| Высота растений, см                       | 108,5  | 88,8             |                   |
| Длина метелки, см                         | 19,6   | 13,4             |                   |
| Колосков на метелке, шт.                  | 208    | 143              |                   |
| Стерильность колосков, %                  | 8,9    | 12,8             |                   |
| Масса 1000 зерен (абс. сухих), г          | 23,1   | 23,9             |                   |
| Стекловидность, %                         | 86     | 79               |                   |
| Отношение длины к ширине (l/b)            | 1,7    | 1,7              |                   |
| Общий выход крупы, %                      | 71,0   | 70,0             |                   |
| в т.ч. целого ядра, %                     | 68,4   | 48,8             |                   |
| Устойчивость к :                          |        |                  |                   |
| полеганию                                 | у*     | у                |                   |
| пирикулярриозу                            | у      | УВ               |                   |
| * У – устойчив, УВ – умеренно восприимчив |        |                  |                   |

Иммунологическое изучение при искусственном заражении показало, что новый сорт обладает высокой толерантностью к рисовой листовой нематоды и устойчив к пирикулярриозу. Это позволяет не применять химические средства защиты от этих патогенов.

Одной из особенностей сорта Атлант, актуальной в нынешних экономических условиях, является способность формировать стабильно высокий урожай при относительно низкой обеспеченности минеральным питанием, особенно азотным.

Многолетние наблюдения за развитием растений показали, что Атлант, как и Лидер, отрицательно реагирует на повышенное загущение растений (более 300 – 350 на 1 м<sup>2</sup>). Плотность стеблестоя должна быть такой, чтобы растения могли образовать 2-3 боковых побега. А с каждым побегом, как известно, образуется 5 и более дополнительных корней, которые усиливают возможности растения брать питание из глубокого слоя почвы. На загущенных посевах развиваются одностебельные растения, которые имеют более слабую корневую систему. Кроме того, между ними усиливается конкуренция за свет. При этом работают только верхние листья, а нижние, находящиеся в затенении, постепенно отмирают. В результате формируются мелкие метелки, в них резко возрастает стерильность колосков. Попытки снизить конкуренцию между растениями путем увеличения норм минеральных удобрений (особенно азотных) проблему не снимают, а лишь усугубляют ее. Стебель риса удлиняется, размер листьев увеличивается, взаимное затенение возрастает. В результате стерильность колосков еще больше увеличивается, а продуктивность растений снижается. Поэтому норма посева семян не должна превышать 6,0 – 6,5 млн на 1 га, или 180 – 200 кг/га, при внесении азота 90 – 100 кг д.в. на 1 га.

При производственном испытании в учхозе «Кубань» Кубанского госагроуниверситета, в хозяйствах Славянского и Крымского районов Краснодарского края сорт Атлант показывал урожайность 6,5 – 8,0 т/га.

Широкое внедрение нового сорта Атлант позволит не только повысить урожайность, но и снизить затраты на возделывание риса за счет уменьшения доз удобрений и средств химической защиты. А это, в свою очередь, положительно повлияет на экологическую обстановку в зонах рисоводства.

## **АТЛАНТ – СОРТ РИСА, УСТОЙЧИВЫЙ К АБИОТИЧЕСКИМ СТРЕССАМ**

Г. Л. Зеленский, А. Р. Третьяков

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

### **РЕЗЮМЕ**

В статье приводится характеристика нового сорта риса, внесенного в Госреестр сортов, допущенных к использованию в Северо – Кавказском регионе. Даются рекомендации по его возделыванию.

### **ATLANT IS RICE VARIETY, RESISTANT TO ABIOTIC STRESSES**

G. L. Zelensky, A. P. Tretyakov

All-Russian Rice Research Institute

### **SUMMARY**

In the article we gave the characteristic of new rice variety, included into Varietal State Register of the North-Caucasus. We gave recommendations for its cultivation.

**ИЗМЕНЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ ЛИСТЬЕВ РИСА  
ПРИ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН МИКОРИЗОЙ (*GLOMUS INTRARADICES*)****В. А. Ладатко, к.с.–х.н., А. Г. Ладатко, к.б.н., М. А. Ладатко, к.с.–х.н.****Всероссийский научно-исследовательский институт риса**

Степень участия отдельных листьев в процессе формирования урожая изучали многие исследователи. Некоторые авторы выявили прямую корреляционную связь урожая риса с площадью листьев и всей фотосинтетической поверхностью посева, но отметили, что наибольшее участие в процессе налива зерна принимают два – три верхних листа [3, 6, 9]. П.С. Ерыгин с коллегами пришел к выводу, что листья риса по их физиологической роли можно разделить на три яруса: низовые (1, 2, 3, 4-й), снабжающие стебель и корни органическими соединениями в начальный период их роста и способствующие заложению и разрастанию узла кущения; средние (5, 6, 7, 8-й), способствующие заложению колосков в конусе нарастания; верховые (9, 10, 11, 12, 13-й), снабжающие колоски запасными питательными веществами, от которых зависит масса 1000 семян [7].

Продуктивность листьев изменяется под воздействием факторов внешней среды – минерального питания, температуры воздуха, освещенности и т. п. Продолжительность роста листьев увязывается со стадиями развития, длиной вегетационного периода, а также с принадлежностью к тому или иному ярусу [2].

Сильное воздействие на рост и физиологическую активность листьев растений риса оказывает уровень азотного питания и солевой стресс. В частности, под влиянием засоления почвы замедляется формирование и снижается активность фотосинтезирующего аппарата. Показано, что в этих условиях значительно уменьшается размер листовой поверхности из-за замедления процессов деления, растяжения и дифференциации клеток растущих листьев [4, 8].

В сложившихся экономических и экологических условиях для сельского хозяйства особое значение приобретает биологизация земледелия. Одним из перспективных приемов, который может решить задачу оптимизации питания сельскохозяйственных растений, является применение биопрепаратов на основе эндомикоризных грибов.

Известно, что эндомикоризные грибы в процессе своей жизнедеятельности снабжают растения минеральными солями, витаминами, ферментами, биостимуляторами, гормонами и другими биологически активными веществами [1]. По некоторым оценкам, эффективность всасывания почвенного раствора растением при наличии на его корнях микоризы повышается до трех порядков (в 1000 и более раз). За счет микоризы корневое питание растений усиливается в 15 раз. При этом необходимо отметить, что растения очень щедро делятся продуктами фотосинтеза со своими симбионтами, отдавая, по некоторым сведениям, до 40 % и более от общего их количества [10]. В связи с этим возникает вопрос: какое влияние оказывает микориза на рис и не приводит ли ее избыток к угнетению растений?

**Цель исследования.** Изучить влияние микоризации корневой системы риса на изменение линейных размеров листьев и их связь с урожаем зерна.

**Материал и методика.** Исследования проводили в 2006-2007 годах на вегетационной площадке ВНИИ риса в сосудах емкостью 9 л, заполненных лугово-черноземовидной почвой. Масса сухой почвы в сосуде составляла 6 кг. Исходная почва имела следующие показатели: рН – 7,0, содержание общего азота – 0,26 %, общего углерода – 1,59 %, отношение C:N – 6,1.

Схема опыта включала следующие варианты:

- 1) Фон (N25,2 K25,4 мг д.в./100 г почвы).
- 2) Фон + инокуляция семян микоризой, 0,5 кг/га норму семян (2,63 г/кг).
- 3) Фон + инокуляция семян микоризой, 1,0 кг/га норму семян (5,26 г/кг).
- 4) Фон + инокуляция семян микоризой, 2,0 кг/га норму семян (10,53 г/кг).
- 5) Фон + инокуляция семян микоризой, 4,0 кг/га норму семян (21,05 г/кг).
- 6) Фон + инокуляция семян микоризой, 8,0 кг/га норму семян (42,11 г/кг).

В качестве удобрений использовали химически чистые соли: сульфат аммония, калий хлористый, которые вносили в виде растворов полной дозой при набивке сосудов [13].

Инокуляцию семян риса сорта Хазар препаратом на основе микоризообразующего гриба *Glomus intraradices* осуществляли вручную полусухим способом (увлажнение 1,5–2 %).

Семена высевали с заделкой на глубину 0,5–1,0 см.

В возрасте 2–3 листьев проводили прореживание, оставляя по 10 растений в сосуде.

В течение вегетации проводили учет листо- и побегообразования [11], наступление фаз вегетации [11], измерение линейных размеров листьев [12], урожая зерна и элементов его структуры [11].

Полученные данные обрабатывали методами биометрической статистики по Б.А. Доспехову [5].

**Результаты.** Одним из показателей, характеризующих не только ростовые процессы, но и фотосинтетическую активность растений, является размер фотосинтетического аппарата. Мы в исследованиях измеряли линейные размеры листьев главного побега у 40 растений, взятых с каждого варианта опыта.

Характеризуя в целом ярусную динамику увеличения длины листьев, следует отметить ее неравномерность по этапам органогенеза (рис. 1). В среднем по опыту наибольший прирост (3,3 раза) был отмечен у второго листа по отношению к первому. У последующих листьев этот прирост составил по отношению к предыдущему листу: 3 лист – 59,0 %; 4 лист – 55,3 %; 5 лист – 15,6 %; 6 лист – 11,5 %; 7 лист – 36,2 %; 8 лист – 27,5 %. Размеры 8-го и 9-го листьев практически не различались, а у последующих листьев было отмечено уменьшение длины, составившее у 10 листа – 17,7 %; 11 листа – 38,8 %; 12 листа (флаг) – 42,1 %.

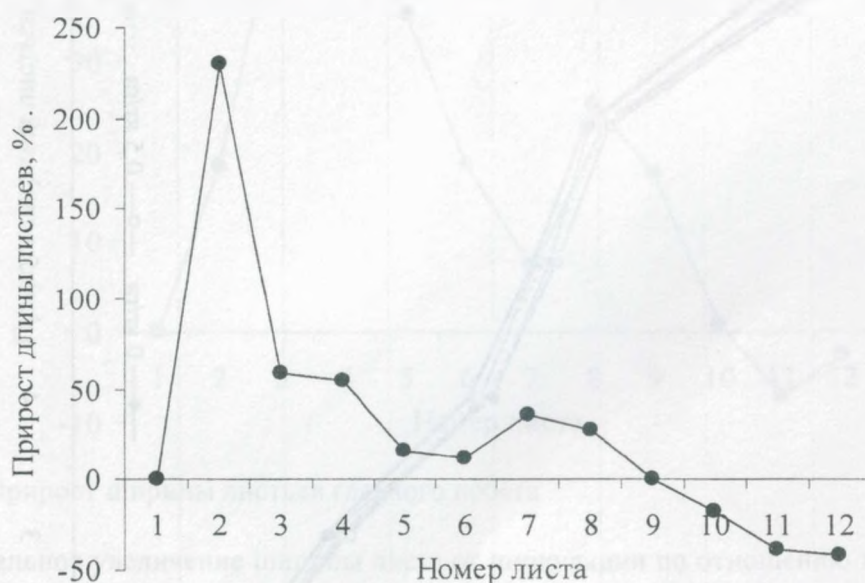


Рис. 1. Прирост длины листьев главного побега

Значительное сокращение величины прироста у 5-го и 6-го листа обусловлено тем, что именно в этот период происходит наиболее интенсивно процесс побегообразования, связанный с большими затратами ассимилятов.

Из представленных данных видно, что длина листьев до фазы всходов возрастала с увеличением дозы препарата (рис. 2). Однако с фазы кущения начало проявляться угнетающее воздействие высокой (8 кг/га) дозы микофила и уже с конца фазы кущения (8 листьев) длина листьев в этом варианте была меньше, чем в контроле. Наибольшей длиной листьев, начиная с середины фазы кущения (5 листьев), характеризовались растения варианта с применением микофила в дозе 4 кг/га.

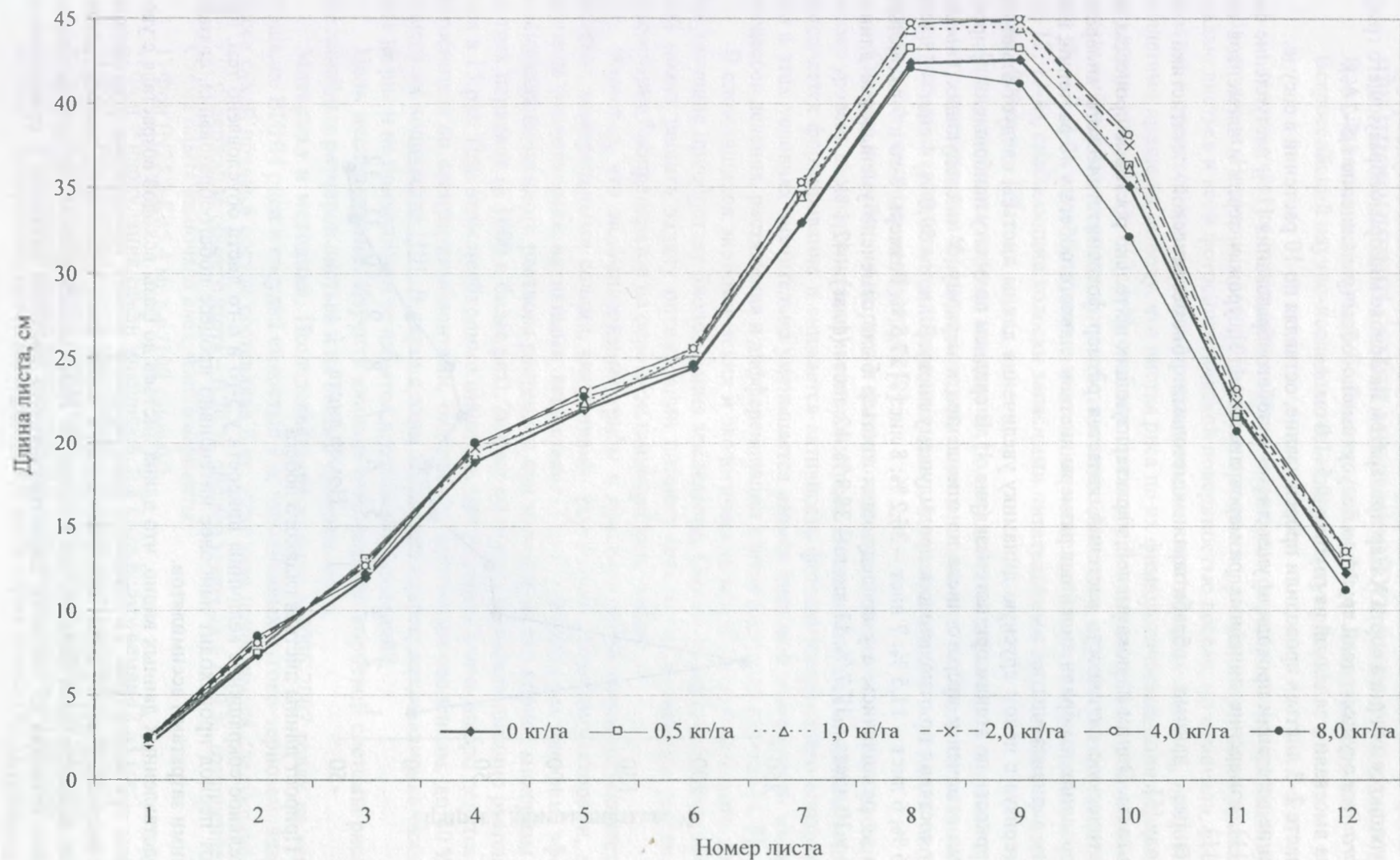


Рис. 2. Длина листьев главного побега растений риса сорта Хазар при инокуляции семян возрастающими дозами микофилы

Максимальное увеличение длины листа от применения микофила по отношению к контролю составило: 1 лист – 21,7 %; 2 лист – 15,1 %; 3 лист – 9,3 %; 4 лист – 6,3 %; 5 лист – 5,4 %; 6 лист – 4,8 %; 7 лист – 7,1 %; 8 лист – 5,4 %; 9 – лист 5,5 %; 10 – лист 8,5 %; 11 – лист 5,7 %; 12 – лист 10,8 %.

На основании приведенных данных, можно заключить, что в наибольшей степени влияние микоризы проявляется на листьях нижнего яруса, снабжающих стебель и корни органическими соединениями в начальный период их роста и способствующих заложению и разрастанию узла кущения, и верхнего яруса, снабжающих колоски запасными питательными веществами, от которых зависит масса 1000 семян [7].

Анализируя ярусную динамику увеличения ширины листьев, следует отметить ее схожесть с длиной листьев, с той лишь разницей, что величина прироста была не такой существенной (рис. 3, 4). Отличительной особенностью является и то, что наибольший прирост ширины по отношению к предыдущему листу был отмечен у 3 и 4 листьев, составив 48,2 % и 48,9 % соответственно.

Прирост ширины у 2, 5, 6, 8 и 9-го листа был в пределах 20–30 %. Наименьший прирост – 0,9 % отмечен у 10-го листа, имеющего наибольшую абсолютную ширину, составившую в среднем по опыту – 1,73 см, а у предфлагового и флагового листьев даже наблюдалось уменьшение их ширины, составившее 7,0 и 2,5 %.

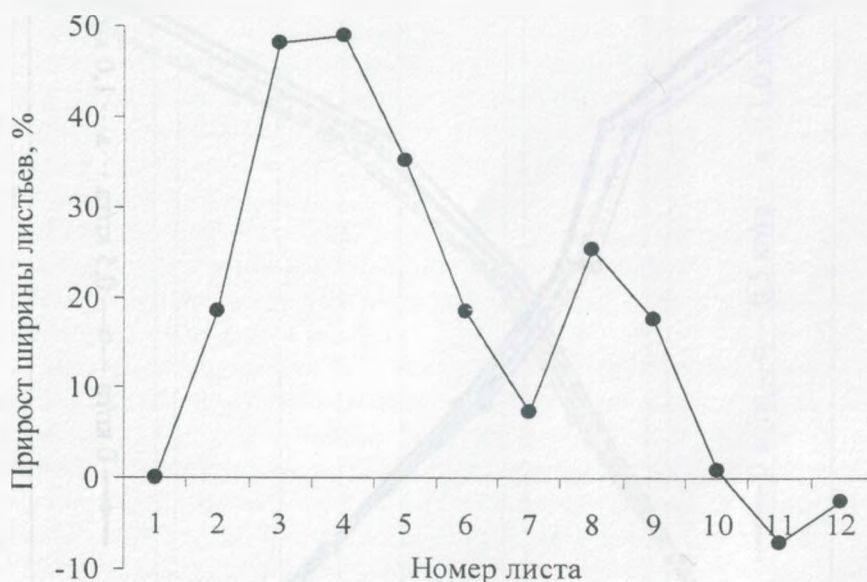


Рис. 3. Прирост ширины листьев главного побега

Максимальное увеличение ширины листа от инокуляции по отношению к контролю составило: 2 лист – 3,3 %; 3 лист – 9,4 %; 4 лист – 1,5 %; 5 лист – 5,0 %; 6 лист – 5,3 %; 7 лист – 6,1 %; 8 лист – 7,8 %; 9 лист – 5,4 %; 10 лист – 5,2 %; 11 лист – 6,4 %; 12 лист – 4,8 %. И только у листьев 1-го яруса наблюдалось уменьшение ширины под влиянием микоризы, что, по-видимому, связано с активной колонизацией грибом корневой системы в этот период [14].

Несмотря на то что, начиная уже со 2-го листа, ширина их у опытных растений превышала значения контрольного варианта, четкая закономерность ее увеличения от дозы внесенного препарата была отмечена только у листьев среднего и верхнего ярусов (5-12 лист). Необходимо также отметить, что если угнетающее воздействие высокой (8 кг/га) дозы микофила проявлялось на длине, начиная уже с 7-го листа, то уменьшение ширины под ее воздействием отмечено только у листьев верхнего яруса, и было не таким значительным. А именно: длина 10, 11 и 12-го листьев сократилась на 8,5; 5,8 и 8,4 % соответственно, а ширина листьев только на 0,6; 1,5 и 1,9 % соответственно.

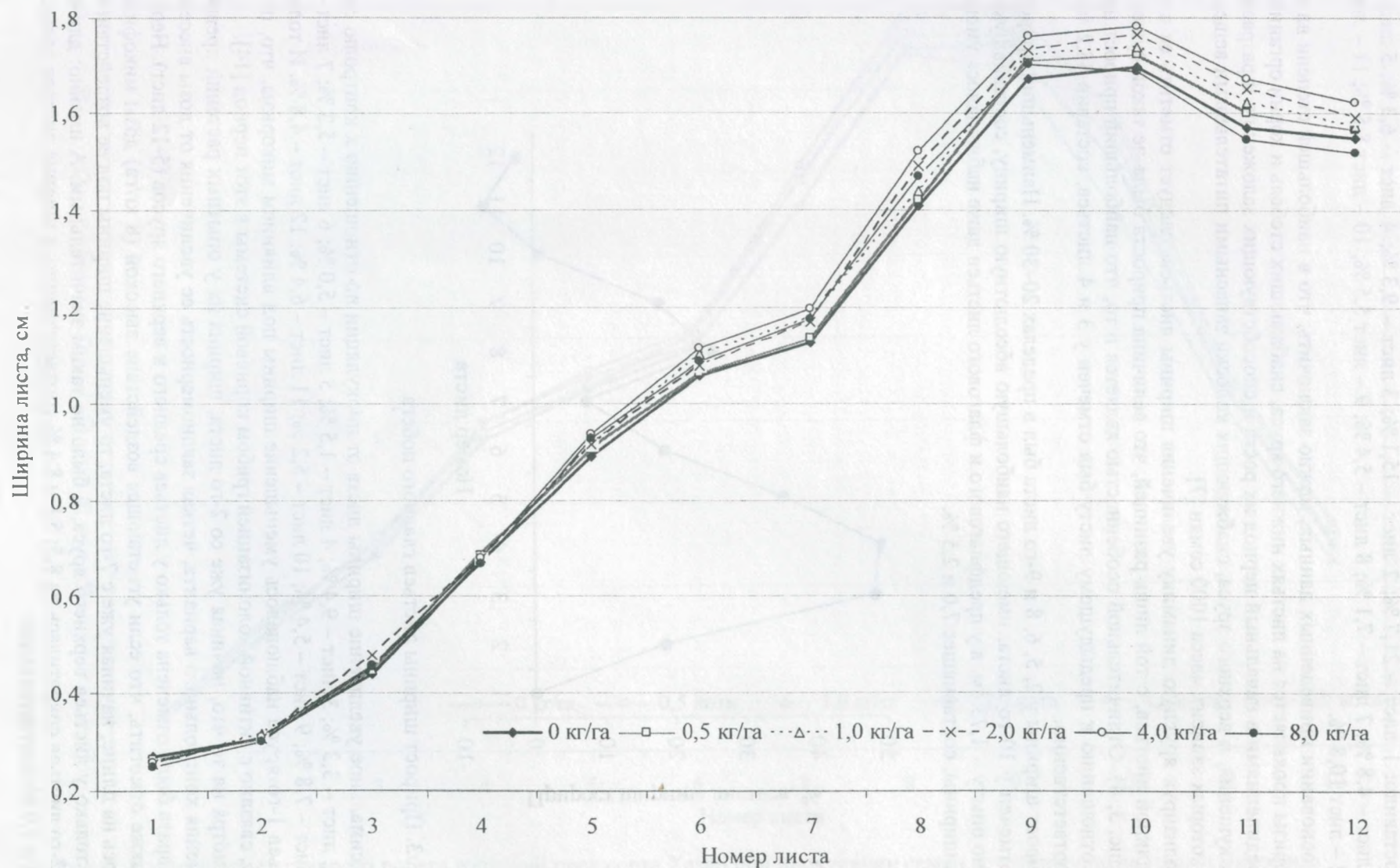


Рис. 4. Ширина листьев главного побега растений риса сорта Хазар при инокуляции семян возрастающими дозами микофила

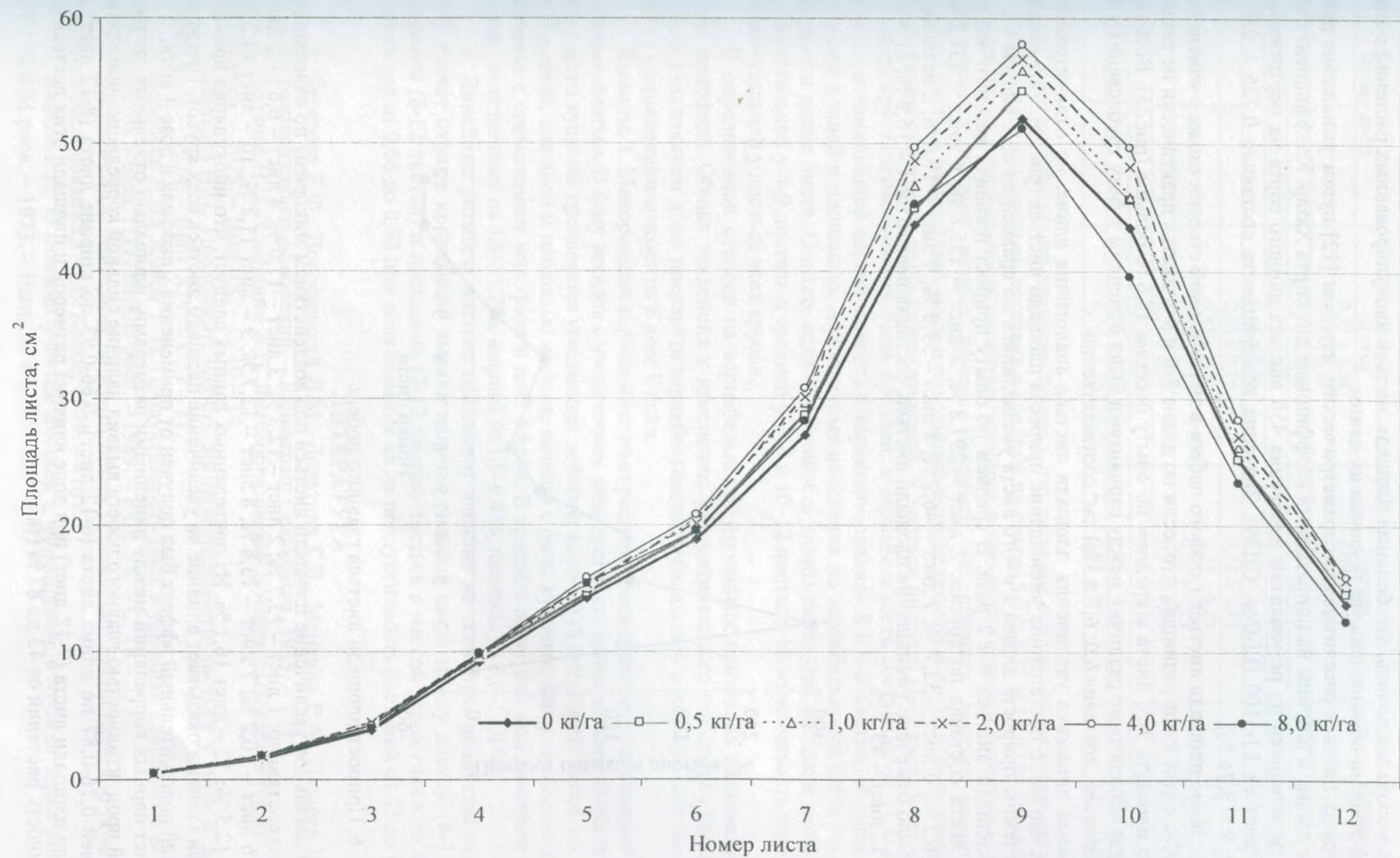


Рис. 5. Площадь листьев главного побега растений риса сорта Хазар при инокуляции семян возрастающими дозами микрофила

В целом, анализируя отклонение длины и ширины листьев опытных растений от контрольных, можно заключить, что большая площадь листьев инокулированных растений в значительной степени обусловлена увеличением их длины.

Площадь листьев рассчитывали параметрическим методом [12] путем умножения произведения длины и ширины на поправочный коэффициент для сорта Хазар. Коэффициент был выведен эмпирически по результатам измерения 450 листьев данного сорта на портативном счетчике листьев LI-3100 (Li-Cor, США). Значение коэффициента составило  $0,726 \pm 0,002$  ( $s = 0,042$ ;  $V = 5,76\%$ ).

Изменение площади листьев главного побега в значительной степени схоже с изменением их длины с той лишь разницей, что, если по длине 8-й и 9-й листья практически не различались, то площадь 9-го листа в среднем по опыту была на 17,6 % больше (рис. 5). Вообще, наибольшие абсолютные различия между вариантами были отмечены в фазу трубкования у 8, 9 и 10-го листьев, составив 6,0; 6,7 и 10,1 см<sup>2</sup> соответственно.

Ярусная динамика увеличения площади листьев аналогична длине, но отличительной особенностью было постепенное уменьшение прироста площади листьев (рис. 6). Так, например, если темпы прироста длины 3 и 4-го листа уменьшились по сравнению со 2 листом  $\approx$  в 4 раза, то площади листьев  $\approx$  в 2 раза. В среднем по опыту прирост площади каждого последующего листа составил по ярусам: 2 лист – 291,8 %; 3 лист – 135,8 %; 4 лист – 131,2 %; 5 лист – 56,2 %; 6 лист – 32,7 %; 7 лист – 46,2 %; 8 лист – 59,8 %; 9 лист – 17,6 %, а начиная с 10 листа было отмечено уменьшение площади листьев, составившее: 10 лист – 16,9 %; 11 лист – 43,1 %; 12 лист – 43,5 %.

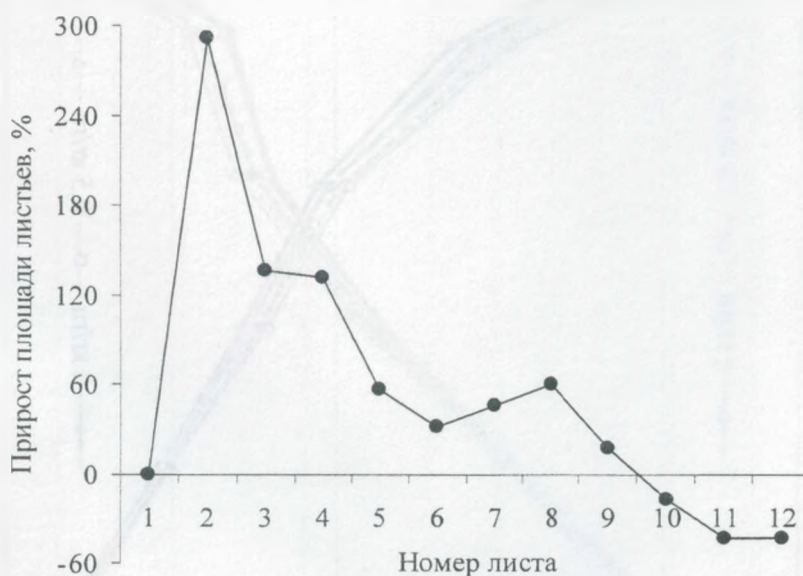


Рис. 6. Прирост площади листьев главного побега

Максимальное увеличение площади листьев под воздействием микоризы по отношению к контролю составило: 1 лист – 13,7 %; 2 лист – 12,3 %; 3 лист – 17,0 %; 4 лист – 6,6 %; 5 лист – 10,7 %; 6 лист – 10,2 %; 7 лист – 13,6 %; 8 лист – 13,7 %; 9 – лист 11,2 %; 10 – лист 14,2 %; 11 – лист 12,5 %; 12 – лист 16,1 %. Из приведенных данных следует, что инокуляция примерно в равной степени оказывает влияние на увеличение площади листьев всех ярусов. При этом наибольший положительный эффект был получен от применения микофила в дозе 4 кг/га.

Расчет парных корреляций между линейными размерами, площадью отдельных листьев и зерновой продуктивностью главного побега выявил наличие сильной корреляционной связи, составившей 0,76-0,87 по длине листа (6-12 лист), 0,66-0,93 по ширине листа (8-12 лист) и 0,76-0,90 по площади листа (7-12 лист) при доле влияния размеров и площади этих листьев на продуктивность растений от 43 до 87 % (табл.).

**Таблица 1.** Связь линейных размеров листьев с массой зерна главного побега

| Номер листа | Длина       | Ширина      | Площадь     |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1           | 0,32 ± 0,44 | 0,09 ± 0,47 | 0,49 ± 0,41 |
| 2           | 0,18 ± 0,46 | 0,27 ± 0,45 | 0,14 ± 0,47 |
| 3           | 0,51 ± 0,40 | 0,51 ± 0,40 | 0,62 ± 0,36 |
| 4           | 0,32 ± 0,44 | 0,52 ± 0,40 | 0,54 ± 0,39 |
| 5           | 0,56 ± 0,38 | 0,44 ± 0,42 | 0,52 ± 0,40 |
| 6           | 0,76 ± 0,29 | 0,37 ± 0,43 | 0,65 ± 0,35 |
| 7           | 0,85 ± 0,24 | 0,38 ± 0,43 | 0,76 ± 0,30 |
| 8           | 0,75 ± 0,30 | 0,66 ± 0,35 | 0,80 ± 0,27 |
| 9           | 0,78 ± 0,28 | 0,81 ± 0,26 | 0,84 ± 0,24 |
| 10          | 0,87 ± 0,22 | 0,91 ± 0,18 | 0,90 ± 0,18 |
| 11          | 0,85 ± 0,23 | 0,90 ± 0,19 | 0,90 ± 0,19 |
| 12          | 0,76 ± 0,30 | 0,93 ± 0,15 | 0,82 ± 0,26 |

Расчет коэффициента вариации показал, что значение его увеличивалось в ряду: ширина – длина – площадь листьев, составив в среднем по опыту 5,79; 8,71 и 12,02 % соответственно. В то же время вариабельность линейных размеров и площади листьев в значительной степени изменялась у листьев разных ярусов. Например, по площади листьев значения ее у 4 – 9-го листьев различались мало и находились в пределах от 6,6 до 10,6 %, то есть изменчивость данного признака была незначительной. У листьев нижнего (1–3 лист) и верхнего (10–12 лист) ярусов изменчивость была средней, а вариабельность составила от 11,1 до 17,3 %. При этом наименьшей вариабельностью характеризовались 8 и 9-й листья, обладающие наибольшей длиной и площадью. Аналогичные изменения по вариабельности были отмечены по ширине и длине листа. Однако, если изменчивость длины листа, так же как и площади, была незначительной у 4-9 листьев и средней у 1–3 и 10–12 листьев, то изменчивость ширины была незначительной у листьев всех ярусов.

В определенной степени на вариабельность изученных признаков оказывали влияние дозы микофила. Общая тенденция к изменению рассматриваемого показателя была следующей: с увеличением дозы препарата вариабельность уменьшалась и наименьшей была в варианте с применением микоризы в дозе 8 кг/га.

**Выводы.** 1. Микоризация корневой системы растений риса приводит к изменению линейных размеров листьев. В фазу всходов с увеличением дозы препарата длина листьев возрастает, однако уже с фазы кушения проявляется угнетающее действие высокой (8 кг/га) дозы микофила. Наибольшей длиной, шириной и площадью листьев, начиная с фазы кушения, характеризовались растения варианта с применением микофила в дозе 4 кг/га. В среднем по ярусам под влиянием микоризы длина увеличивалась на 4,8–21,7 %, ширина на 1,5–9,4 %, площадь на 6,6–17,0 %.

2. Линейные размеры листьев оказывают влияние на зерновую продуктивность растений. Расчет парных корреляций выявил наличие сильной связи между длиной (6-12 листья), шириной (8-12 листья) и площадью (7-12 листья) листьев с массой зерна главного побега составившей от 0,66 до 0,93 при доле влияния их на продуктивность растений от 43 до 87 %.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Березова Е.Ф., Доросинский Л.М., Лопатина Г.В., Менкина Р.А., Лазарев Н.М. Применение бактериальных удобрений. – Ленинград: Сельхозгиз, 1955. – 174 с.
2. Волкова Н.П., Сметанин А.П. Листообразование у некоторых сортов риса // Бюл. НТИ ВНИИ риса. – 1973. – Вып. IX. – С. 10 – 14.
3. Волкова Н.П. Продолжительность жизнедеятельности листьев у риса // Бюл. НТИ ВНИИ риса. – 1974. – Вып. XIV. – С. 7 – 11.
4. Воробьев Н.В., Журба Т. П. Продуктивность риса в условиях хлоридного засоления у разных сортов // Бюл. НТИ ВНИИ риса. – 1989. – Вып. 38. – С. 18 – 21.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Колос, 1979. – 416 с.
6. Ельцов Р.П. О степени участия листьев в формировании урожая зерна риса // Бюл. НТИ ВНИИ риса. – 1973. – Вып. XI. – С.10 – 14.

7. Ерыгин П.С., Красникова Г.С., Федорова С.А. Изучение основных вопросов физиологии риса // Краткие итоги научно-исследовательской работы Куб РОС за 1961 год. – Краснодар: Краснодарское кн. изд-во, 1963. – С. 45-50.

8. Ладатко Н.А. Влияние солевого стресса на линейные размеры и площадь листьев сортов риса в условиях разного обеспечения растений азотом / Материалы 38 межд. науч. конф. «Применение средств химизации – основа повышения продуктивности сельскохозяйственных культур». – М.: ВНИИА, 2004. – С. 236-239.

9. Лизандр А.А., Бровцына В.Л. Физиологическая роль стеблевых листьев риса в формировании и созревании зерновок // Физиол. раст. – 1964. – Т. 11. – Вып. 3. – С. 391-397.

10. Селиванов И.А. Микосимбиотрофизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза. – М.: Наука, 1981. – 232 с.

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

12. Чернышева Л.С. К методике определения площади листовой поверхности посевов риса // Тр. ДВНИГМИ. – 1970. – Вып. 33. – С. 54-59.

13. Юдин Ф.А. Методики агрохимических исследований. – М.: Колос, 1971. – 268 с.

14. Solaiman M.Z., Hirata H. *Glomus-wetland rice mycorrhizas influenced by nursery inoculation techniques under high fertility soil conditions* // Biol. Fertil. Soil. – 1998. – № 27. – P. 92-96.

### **ИЗМЕНЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ ЛИСТЬЕВ РИСА ПРИ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН МИКОРИЗОЙ**

В. А. Ладатко, А. Г. Ладатко, М. А. Ладатко

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

#### **РЕЗЮМЕ**

В условиях вегетационного опыта изучено влияние инокуляции семян риса сорта Хазар возрастающими дозами биопрепарата (от 0,5 до 8,0 кг/га) на основе эндомикоризного гриба (*Glomus intraradices*) на изменение линейных размеров листьев главного побега. Установлено, что в фазу всходов длина листьев возрастает с увеличением дозы препарата, однако уже с фазы кущения проявляется угнетающее воздействие высокой (8 кг/га) дозы препарата. Наибольшей длиной, шириной и площадью листьев, начиная с 5 яруса, характеризовались растения в варианте с применением микоризы в дозе 4 кг/га. В среднем по ярусам длина увеличилась на 4,8–21,7 %; ширина на 1,5–9,4 % и площадь на 6,6–17,0 %. Расчет парных корреляций выявил наличие сильной связи между длиной (6-12 лист), шириной (8-12 лист) и площадью листьев (7-12 лист) с массой зерна главного побега, составившей от 0,66 до 0,93 при доле влияния их на продуктивность растений от 43 до 87 %.

### **CHANGES OF LINEAR RICE LEAVES SIZES AT SEED INOCULATION BY MICORRYZA**

V. A. Ladatko, A. G. Ladatko, M. A. Ladatko

All-Russian Rice Research Institute

#### **SUMMARY**

Under the conditions of vegetative trials we studied the influence of seed inoculation of rice variety Khazar by increasing the rate of biological products (from 0.5 to 8.0 kg/ha), on the basis of endomycosis fungus (*Glomus intraradices*) on changes of linear rice leaf sizes of the main shoot. It was found that at the phase of sprouts the leaves length increases by application rate. From tillering stage suppressing influence of application rate takes place. The plants were characterized by the biggest length, width and leaf area, beginning from the 5<sup>th</sup> layer, with micorryza application (4 kg/ha). On the average, according to the layers the length increased to 4.8-21.7 %; the width increased to 1.5-9.4 % and the area increased to 6.6-17.0 %. Calculation of pair correlations showed the strong connection between the length (6-12 layer), the width (8-12 layer) and leaf area (7-12), with grain mass from the main tiller. It was from 0.66 to 0.93; their influence on plant productivity was from 43-87 %.

Одним из важнейших компонентов гумуса почв, с которыми связаны функции поддержания жизнедеятельности почвенных микроорганизмов и растений, сохранения почвенного плодородия, являются гуминовые кислоты, образующиеся в результате процесса гумификации [1, 5, 9, 10]. Особенно велика роль гуминовых кислот в повышении буферности и «сопротивляемости» почв к неблагоприятным воздействиям как естественного, так и техногенного происхождения.

Механизм положительного влияния гуминовых кислот на обмен веществ у растений связан с повышением в них активности природных регуляторов роста – ауксинов и цитокининов при изменении структуры наружных мембран живых клеток на основе их молекулярного контакта с гуминовыми кислотами [2, 8]. Именно благодаря этому свойству более активны низкомолекулярные гуминовые кислоты за счет их лучшей проницаемости в межклеточные пространства растительных тканей.

Наряду с росторегулирующими свойствами, гуминовым кислотам в определенной мере присущи и эффекты физиологически активных соединений нового поколения [6]. Препаратам этого класса свойственны как ускорение ростовых процессов, так и повышение устойчивости растений к действию неблагоприятных физических, химических и биологических факторов.

Одной из препаративных форм комплексного органоминерального удобрения является гумат калия жидкий торфяной, обладающий широким спектром действия. Этот препарат можно использовать для обработки почвы, семян и вегетирующих растений. Возможно совмещение гумата калия с фунгицидами при предпосевной обработке семян, с гербицидами и минеральными удобрениями – в период проведения химических прополок и внекорневых подкормок.

Широкий спектр действия гумата калия обусловлен уникальностью его состава, в который входят: гуминовые и фульвокислоты, 14 аминокислот, углеводы, 11 водорастворимых карбоновых кислот, различные формы азота, фосфор, кальций, магний, калий, а также 30 микроэлементов.

**Цель исследования.** Изучить влияние гумата калия жидкого торфяного (ГКЖТ) на полевую всхожесть семян, стеблестой растений и урожайность зерна риса и определить оптимальные способы его применения.

**Материал и методика.** Исследования проводились в 2003–2004 гг. на лугово-черноземной почве рисового севооборота на ОПУ ГНУ ВНИИ риса (карта 3 и 14, чек 7) в условиях мелкоделяночных полевых опытов.

Схема опыта включала следующие варианты:

1. Контроль (без обработок);
2. Обработка почвы ГКЖТ (1,2 л/га);
3. Обработка семян ГКЖТ (0,2 л/т);
4. Обработка растений ГКЖТ (0,4 л/га);
5. Обработка почва + семена ГКЖТ;
6. Обработка почва + растения ГКЖТ;
7. Обработка семена + растения ГКЖТ.

Объект исследования – сорта риса Лиман и Рапан. Норма высева – 7,0 млн всх. семян/га. Способ сева – рядовой (сеялкой СН-16), с глубиной заделки семян – 0,5–1,0 см. Площадь делянки: общая – 22 м<sup>2</sup> (длина 11 м, ширина 2,0 м), учетная – 15 м<sup>2</sup> (длина 10 м, ширина 1,5 м). Повторность – четырехкратная. Метод размещения делянок – систематический. Эффективность препарата в вариантах опыта оценивали на фоне N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub> (кг д.в./га). В качестве удобрений использовали карбамид (46 % д.в.), аммофос (11 % N, 42 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), хлористый калий (60 % д.в.).

Обработку почвы и вегетирующих растений ГКЖТ проводили из расчета расхода рабочей жидкости 300 и 200 л/га соответственно, семян – полусухим способом (2 % увлажнения).

Рис возделывали с применением почвенного противозлакового селективного гербицида шаккимол в дозе 8 кг/га. Режим орошения – укороченное затопление.

Учет урожая зерна проводили сплошным обмолотом каждой делянки комбайном KUBOTA 1300 с последующим пересчетом на стандартную влажность и чистоту.

В течение вегетации в опытах проводились следующие учеты и наблюдения:

- полевая всхожесть семян [12];
- наступление и прохождение фаз вегетации [4];
- выживаемость растений [15];
- линейные размеры растений [15];
- сырая и сухая биомасса надземных органов [15];
- площадь листьев [3];
- урожай зерна и элементы его структуры [12].

**Результаты.** Проблема низкой полевой всхожести семян риса является актуальной на протяжении всего возделывания этой культуры. В связи с этим проводятся различные агротехнические и мелиоративные меры, направленные на повышение данного показателя, в том числе делается упор на выведение сортов с высокими темпами и силой роста. К сожалению, за последние 30-40 лет существенного прогресса в решении этой проблемы не отмечено [11]. Поскольку полевая всхожесть семян риса варьирует в широких пределах, но в среднем не превышает 30 %, это заставляет производителей увеличивать нормы высева семенного материала, что приводит к повышению затрат.

Причины низкой полевой всхожести заключены в качестве посевного материала и физиологической реакции прорастающего семени риса на сложившиеся почвенно-климатические и аэрационные условия. Прорастание семян является одним из самых важных и сложных этапов в онтогенезе растений. В практическом отношении с ним связаны нормы высева и густота всходов, определяющая в основном продуктивность посевов [13].

Многочисленными исследованиями, и нашими в частности, установлено, что одним из способов повышения полевой всхожести семян риса является применение регуляторов роста [7, 14]. В связи с этим нами были проведены опыты по изучению эффективности применения ГКЖТ на посевах риса.

Как следует из представленных данных, густота стояния растений по всходам варьировала в пределах 188-208 шт./м<sup>2</sup> (табл. 1). Обработка семян гуматом калия способствовала достоверному увеличению количества всходов (+18 шт./м<sup>2</sup>), тогда как обработка почвы не повлияла на изменение изучаемого показателя. Расчет полевой всхожести показал, что значение ее в варианте с обработкой семян органоминеральным удобрением превышало контроль на 2,7 %.

К уборке число растений в расчете на 1 м<sup>2</sup> уменьшилось в среднем по опыту на 22,4 %. Несмотря на то, что более высокие значения густоты стояния отмечены в варианте с применением гумата калия для предпосевной обработки семян, наибольшая выживаемость растений (80,9 %) наблюдалась при использовании препарата для обработки вегетирующих растений. Достоверное превышение контроля по числу растений на 1 м<sup>2</sup> на момент уборки получено только в вариантах с применением ГКЖТ для обработки семян и растений.

**Таблица 1.** Густота стояния, полевая всхожесть и выживаемость риса сорта Лиман при использовании ГКЖТ

| Вариант*          | Густота стояния растений риса, шт./м <sup>2</sup> |          | Полевая всхожесть, % | Выживаемость растений, % |
|-------------------|---------------------------------------------------|----------|----------------------|--------------------------|
|                   | по всходам                                        | к уборке |                      |                          |
| 1                 | 190                                               | 146      | 27,1                 | 77,2                     |
| 2                 | 192                                               | 148      | 27,5                 | 76,7                     |
| 3                 | 208                                               | 157      | 29,8                 | 75,2                     |
| 4                 | 188                                               | 152      | 26,8                 | 80,9                     |
| НСР <sub>05</sub> | 9,7                                               | 5,3      | 1,51                 | 2,34                     |

Учет побегообразования у растений риса выявил неодинаковую интенсивность этого процесса в изученных вариантах. Обработка семян гуматом калия уже с фазы кушения способствовала увеличению изучаемого признака на 18,6 % по отношению к контролю. К фазе трубкования число побегов на растениях в вариантах опыта уменьшалось. Наименьшее снижение отмечено при использовании ГКЖТ для обработки вегетирующих растений, превысив контроль по количеству стеблей с 1 м<sup>2</sup> на 31,8 % (табл. 2). Существенное увеличение стеблестоя (+19,9 %) было также отмечено и в варианте с обработкой гуматом калия семян.

**Таблица 2.** Динамика стеблестоя растений риса сорта Лиман при использовании ГКЖТ, шт./м<sup>2</sup>

| Вариант*          | Фаза вегетации      |                          |             |                         |
|-------------------|---------------------|--------------------------|-------------|-------------------------|
|                   | кушение (7 листьев) | трубкование (10 листьев) | выметывание | восковая спелость зерна |
| 1                 | 652                 | 497                      | 467         | 447                     |
| 2                 | 646                 | 473                      | 446         | 429                     |
| 3                 | 773                 | 596                      | 518         | 502                     |
| 4                 | 673                 | 655                      | 532         | 517                     |
| НСР <sub>05</sub> | 54,2                | 42,2                     | 32,1        | 39,6                    |

Увеличение стеблестоя растений при использовании гумата калия обеспечивается за счет поступления и связывания дополнительных элементов питания и физиологически активных веществ, которые, вступая в биохимические процессы, оказывают влияние на ростовые. В выметывание статистически доказуемое превышение контроля по числу стеблей с 1 м<sup>2</sup> выявлено в вариантах при использовании ГКЖТ для обработки семян и растений. К концу восковой спелости зерна различия между вариантами в значительной степени нивелировались, однако различия между вариантами сохранились.

Одним из показателей, характеризующих эффективность использования пластических веществ на налив зерна, является отмирание побегов. В среднем по опыту оно составило 24,4 %, а наибольшее (32,1 %) и наименьшее (23,5 %) его значение было отмечено в вариантах с обработкой гуматом калия почвы и растений. Причем если в контроле и варианте с обработкой почвы пик отмирания побегов наблюдался в фазу трубкования, то при обработке семян и растений – в фазу выметывания. Между редукцией побегов и коэффициентом хозяйственной эффективности фотосинтеза (Кхоз) была выявлена сильная отрицательная корреляционная зависимость,  $r = -0,71 \pm 0,15$ .

Динамика увеличения высоты растений в среднем по вариантам была следующей: от кушения до трубкования прирост высоты составил 77,5 %, от трубкования до выметывания – 18,7 %, от выметывания до восковой спелости зерна всего 0,9 % (табл. 3).

**Таблица 3.** Динамика высоты растений риса сорта Лиман при использовании ГКЖТ, см

| Вариант*          | Фаза вегетации      |                          |             |                         |
|-------------------|---------------------|--------------------------|-------------|-------------------------|
|                   | кушение (7 листьев) | трубкование (10 листьев) | выметывание | восковая спелость зерна |
| 1                 | 41,8                | 72,3                     | 85,8        | 86,6                    |
| 2                 | 40,0                | 71,9                     | 84,5        | 85,4                    |
| 3                 | 41,2                | 72,6                     | 85,3        | 85,7                    |
| 4                 | 40,0                | 72,5                     | 87,9        | 89,0                    |
| НСР <sub>05</sub> | 2,07                | 2,54                     | 3,11        | 2,48                    |

В вариантах опыта отклонения высоты по отношению к контролю были незначительные. Однако наблюдалась тенденция к ее увеличению при обработке гуматом калия растений.

Измерение индекса листовой поверхности в изучаемых вариантах выявило следующую динамику этого признака. За период кушение – трубкование индекс листовой поверхности увеличился в среднем на 25,1 %, в период трубкование – выметывание значение его практически не изменялось, а в выметывание – восковую спелость зерна уменьшилось на 56,2 % (табл. 4). В то же время темпы прироста и отмирания ассимиляционной поверхности по вариантам опыта были неодинаковы.

**Таблица 4.** Динамика индекса листовой поверхности риса сорта Лиман при использовании ГКЖТ, м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>

| Вариант*          | Фаза вегетации      |                          |             |                         |
|-------------------|---------------------|--------------------------|-------------|-------------------------|
|                   | кушение (7 листьев) | трубкование (10 листьев) | выметывание | восковая спелость зерна |
| 1                 | 2,1                 | 2,6                      | 2,5         | 1,1                     |
| 2                 | 2,1                 | 2,6                      | 2,5         | 1,0                     |
| 3                 | 2,6                 | 3,0                      | 3,0         | 1,3                     |
| 4                 | 2,2                 | 3,0                      | 3,0         | 1,4                     |
| НСР <sub>05</sub> | 0,11                | 0,18                     | 0,16        | 0,15                    |

Так, в период кушение – трубкование увеличение индекса листовой поверхности в варианте с применением ГКЖТ для обработки растений составило 36,4 %, тогда как при обработке семян – всего 15,6 %. Меньшие значения прироста индекса листовой поверхности при обработке семян объясняются тем, что эффект от этого агроприема начинает проявляться с момента прорастания семян и уже к фазе кушения растения этого варианта формировали на 24,2 % большую по сравнению с контролем ассимиляционную поверхность.

В период трубкование – выметывание в контроле и варианте с обработкой почвы началось сокращение индекса листовой поверхности, тогда как при других способах применения ГКЖТ этого процесса не отмечено. Достоверное превышение контроля по этому признаку наблюдалось на протяжении всей вегетации растений в вариантах с обработкой гуматом калия семян и растений.

Межвариантные различия по накоплению биомассы растениями риса были схожи с таковыми по индексу листовой поверхности, с той лишь разницей, что наибольших значений биомасса достигала к концу вегетации (табл. 5).

**Таблица 5.** Динамика надземной биомассы растений риса сорта Лиман при использовании ГКЖТ, г/м<sup>2</sup>

| Вариант*          | Фаза вегетации      |                          |             |                         |
|-------------------|---------------------|--------------------------|-------------|-------------------------|
|                   | кушение (7 листьев) | трубкование (10 листьев) | выметывание | восковая спелость зерна |
| 1                 | 355,1               | 918,5                    | 1335,9      | 1614,8                  |
| 2                 | 347,4               | 900,8                    | 1296,2      | 1542,2                  |
| 3                 | 460,0               | 1031,1                   | 1530,8      | 1821,2                  |
| 4                 | 365,8               | 1027,8                   | 1453,1      | 1726,7                  |
| НСР <sub>05</sub> | 22,34               | 34,90                    | 45,47       | 43,45                   |

Темпы прироста биомассы значительно различались по фазам развития растений, составив в среднем по вариантам 1,6 раза от кушения к трубкованию, 44,8 % от трубкования к выметыванию, 19,4 % от выметывания до восковой спелости зерна. При этом наибольшее варьирование по этому признаку (124,2 – 181,0 %) наблюдалось в период кушение – трубкование. В периоды трубкование – выметывание и выметывание – полная спелость различия по этому показателю были не значительными, составив 41,4 – 48,5 и 18,8 – 20,9 % соответственно.

Наибольшие абсолютные значения фитомассы на протяжении всей вегетации, кроме фазы трубкования, были зафиксированы у растений, выращенных из обработанных гуматом калия семян.

Анализ данных урожая показал, что наибольшая эффективность гумата калия отмечена в вариантах с обработкой семян и вегетирующих растений, прибавка к контролю в которых была достоверна и составила 13,0 и 8,8 % соответственно (рис. 1).

Урожайность сорта риса Рапан также зависела от способа применения ГКЖТ. При этом необходимо отметить, что изменение ее в вариантах 1-4 было таким же, как у сорта Лиман, однако прибавки при обработке семян и растений, хотя достоверно превышали контроль, но были не такими существенными, составив 6,3 и 5,1 % соответственно (рис. 2). Варьирование урожайности на посевах Лимана и Рапана при обработке почвы гуматом калия было статистически недостоверным.



Рис. 1. Урожайность зерна риса сорта Лиман при использовании ГКЖТ



Рис. 2. Урожайность зерна риса сорта Рапан при использовании ГКЖТ

Сочетание различных способов применения ГКЖТ выявило неодинаковую их эффективность. Прибавка урожая зерна к контролю от совмещения обработки почвы с обработкой семян и растений составила 2,3 и 4,6 %. Наилучшим способом применения гумата калия является сочетание обработки семян и всгетирующих растений. Прибавка по отношению к контролю в этом варианте составила 7,3 ц/га.

Урожай зерна отражает лишь отдельную часть продуктивности растения, тогда как элементы его структуры позволяют объяснить причины полученных различий. Как видно из таблицы 6, ГКЖТ не оказал существенного влияния на высоту растений, значение которой варьировало от 85,0 до 88,7 см.

Таблица 6. Элементы структуры урожая зерна риса сорта Лиман при использовании ГКЖТ

| Вариант*          | Высота растений, см | КПК  | Главная метелка |                  |                 |                | Растение       |       |                     |
|-------------------|---------------------|------|-----------------|------------------|-----------------|----------------|----------------|-------|---------------------|
|                   |                     |      | длина, см       | число зерен, шт. | стерильность, % | масса зерна, г | масса зерна, г | Кхоз  | масса 1000 зерен, г |
| 1                 | 87,2                | 3,0  | 12,2            | 96,4             | 13,7            | 2,40           | 6,05           | 0,49  | 25,0                |
| 2                 | 85,0                | 2,8  | 12,7            | 98,2             | 15,3            | 2,50           | 5,90           | 0,52  | 24,9                |
| 3                 | 85,6                | 3,2  | 13,2            | 102,5            | 10,3            | 2,71           | 6,41           | 0,49  | 26,0                |
| 4                 | 88,7                | 3,3  | 13,4            | 99,8             | 10,1            | 2,59           | 6,38           | 0,51  | 25,8                |
| HCP <sub>05</sub> | 2,52                | 0,28 | 0,63            | 5,41             | 3,20            | 0,244          | 0,303          | 0,027 | 0,75                |

Полагаем, что на величину урожая влияет не общая кустистость, а та часть побегов, которая несет на себе хозяйственно ценную продукцию – метелки. В нашем опыте коэффициент продуктивной кустистости (КПК) изменялся в пределах 2,8-3,3. Достоверное увеличение этого признака отмечено только в варианте с опрыскиванием гуматом калия вегетирующих растений. Вообще обработка препаратом семян и растений способствовала снижению стерильности (на 3,4 и 3,6 %), увеличению длины метелки (на 8,2 и 9,8 %), ее озерненности и, как следствие, массы зерна с главной метелки (на 12,9 и 7,9 %) и растения в целом.

Внесение ГКЖТ в почву не оказало значимого влияния на элементы структуры, а урожай зерна хоть и недостоверно, но был ниже контроля.

**Выводы.** 1. Обработка семян гуматом калия способствует повышению полевой всхожести на 2,7 %, а обработка растений – выживаемости на 4,0 %. Увеличение стеблестоя растений по отношению к контролю в этих вариантах составляет 11,0 и 16,6 % соответственно.

2. Сравнительный анализ способов применения препарата выявил наибольшую эффективность предпосевной обработки семян, урожай зерна от которой увеличился на 6,3 % (Рапан) и 13,0 % (Лиман).

3. Сочетание различных способов применения ГКЖТ менее эффективно по сравнению с раздельным использованием препарата для обработки семян и растений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. – Л.: Наука, 1980. – 288 с.
2. Баталкин Г.А. Проницаемость мембран для некоторых веществ гуминовой природы и их вклад в физиологическую активность препарата гумата натрия / Г.А. Баталкин, А.М. Кочанов, Л.Ю. Махно // Теория действия физиологически активных веществ. – Днепропетровск, 1983. – С. 117-121.
3. Гродзинский А.М. Краткий справочник по физиологии растений / А.М. Гродзинский, Д.М. Гродзинский. – Киев: Изд-во «Наукова думка», 1973. – 591 с.
4. Ерыгин П.С. Физиология риса. – М.: Колос, 1981. – 206 с.
5. Кононова М.М. Органическое вещество почвы: его природа, свойства и методы изучения. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 314 с.
6. Кульнев А.И. Многоцелевые стимуляторы защитных реакций, роста и развития растений / А.И. Кульнев, Е.А. Соколова. – Пушкино, 1997. – 100 с.
7. Ладатко А.Г. Регулирование жизнеспособности разнокачественных семян риса / А.Г. Ладатко, Н.П. Грачева // Регуляторы роста и развития растений. – М., 1999. – С. 204.
8. Овчинникова Т.Ф. О мембранной активности гидрогумата – гуминового препарата из торфа / Т.Ф. Овчинникова, А.П. Кудряшов, В.М. Матуль и др. // Биологические науки. – 1991. – №10. – С. 103-109.
9. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 332 с.
10. Орлов Д.С. Органическое вещество почв Российской Федерации / Д.С. Орлов, О.Н. Бирюкова, Н.И. Суханова. – М.: Наука, 1996. – 256 с.
11. Просунко В.М. Агроклиматические ресурсы и продуктивность риса. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 103 с.
12. Сметанин А.П. Методики опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса / А.П. Сметанин, В.А. Дзюба, А.И. Апрод. – Краснодар: Краснодарское книжн. изд-во, 1972. – 156 с.
13. Шеуджен А.Х. Приемы повышения полевой всхожести семян и урожайности риса / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева, В.В. Аношенков. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2001. – 101 с.
14. Шеуджен А.Х. Регуляторы роста на посевах риса / А.Х. Шеуджен, В.И. Синяговский. – Краснодар, 2002. – 87 с.
15. Юдин Ф.А. Методики агрохимических исследований. – М.: Колос, 1971. – 268 с.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ГУМАТА КАЛИЯ ЖИДКОГО ТОРФЯНОГО В РИСОВОДСТВЕ**

А. Г. Ладатко, М. А. Ладатко, В. А. Ладатко

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

### **РЕЗЮМЕ**

Результатами полевых опытов выявлена эффективность применения гумата калия жидкого торфяного на рисе. При использовании препарата отмечено увеличение полевой всхожести семян, стеблестоя растений, их фотосинтетической активности и, как следствие, урожая зерна. Показано, что урожайность зерна возрастает в вариантах: обработка растений – обработка семян – сочетание обработки семян и растений.

## **APPLICATION OF LIQUID POTASSIUM HUMATE IN RICE GROWING**

A. G. Ladatko, M. A. Ladatko, V. A. Ladatko

All-Russian Rice Research Institute

### **SUMMARY**

The results of field test showed the efficiency of application of liquid potassium humate in rice. Application of the product increases seed field germination, plant stand, their photosynthetic activity and grain yield. It is shown that grain yield increases in variants: plant treatment- seed treatment –combination of seed and plant treatment.

**К ИСТОРИИ ОСВОЕНИЯ ПРИАЗОВСКИХ ПЛАВНЕЙ  
И СОЗДАНИЯ РИСОВЫХ СИСТЕМ В ДЕЛЬТЕ РЕКИ КУБАНИ. ОБЗОР****О. В. Зеленская, к.б.н.**

Кубанский государственный аграрный университет

В настоящее время Северный Кавказ является главным регионом рисоводства в России. Основные посевы сосредоточены в Краснодарском крае в дельте реки Кубани. Рис в этой зоне возделывают на специально сооруженных инженерных оросительных системах. Ирригационный фонд здесь составляет 265 тыс. га. Ежегодно рис выращивают на площади около 110 тыс. га, средняя урожайность составляет 55-57 ц/га.

Начало производственного рисосеяния на Кубани относится к 1929-1930 гг., когда строительно-мелиоративной организацией «Плавстрой» в Приазовских плавнях были построены первые ирригационные системы «Тиховская» и «Дёмин ерик» и произведен хозяйственный сев риса. Сельскохозяйственное освоение дельтовой низменности и выбор культуры риса имеют свои исторические предпосылки, а также экономическое и экологическое обоснование.

Приазовские плавни являются конечной северо-западной частью Прикубанской низменности, примыкающей к Азовскому морю. Они расположены на правом берегу реки Кубани по обе стороны от ее рукава – реки Протоки.

По данным научно-промысловой экспедиции по обследованию лиманов и плавней Приазовья Кубанского края, проведенной в 1919 г., ближайшая к морю полоса плавней образовалась в результате деятельности Азовского моря, с одной стороны, и реки Кубани и ее притоков – с другой. Азовское море отступило на запад, отчленив от себя ракушечниковыми барьерами (ныне грядами) прибрежную зону, дав начало лиманам. Лиман представляет собой свободное водное пространство, более или менее связанное с морем. Река Кубань, разливаясь в дельте и разделяясь на многие рукава, принесла пресную воду и тонкий ил, напластовавшийся на морских отложениях. Это привело к образованию плавневой зоны. Плавни – это плоские или вогнутые пространства, находящиеся в условиях постоянного избыточного увлажнения, и сплошь покрытые болотной травянистой растительностью [6]. По терминологии В. Н. Сукачева (1915), плавни по габитусу можно отождествлять с травяными низинными болотами грунтового питания.

До 1917 г. эту территорию населяли крестьяне, занимавшиеся рыболовством и скотоводством. Мелиоративные мероприятия были незначительными и не влияли на установившийся водно-солевой режим. Лиманы, расположенные вдоль берега Азовского моря от г. Приморско-Ахтарска до г. Темрюка, к началу XX века были пресными. Они являлись важными нерестовыми площадями Азовского моря и нагульными водоемами. Опреснение лиманов и поддержание их пресными до обвалования рек Кубани и Протоки проходило естественным путем. При ежегодных паводках воды из этих рек поступали в лиманы обильными потоками через ряд ериков и прорв, большинство из которых в настоящее время утратило свое значение.

В годы высоких паводков вода рек Кубани и Протоки выходила из берегов и сплошным потоком шла через плавни к лиманам, а затем к морю. Обратный отток воды увлекал за собой в пресноводные лиманы массу рыбы на нерест. Временное осолонение вод в лиманах имело место только в период сильных западных ветров, нагонявших соленую воду из моря. Такой водный режим в лиманах имел место до начала 20-х годов XX века.

После начала коллективизации на Кубани в сельскохозяйственных районах края активизировалась мелиоративная деятельность. Созданный местным населением Союз мелиоративных товариществ проводил забивку истоков ериков и прорв, возводил на значительных участках береговые оградительные валы с целью предохранения земель от затопления и расширения площадей, пригодных для сельскохозяйственного использования.

Наиболее глубокие изменения на данной территории произошли вследствие обвалования реки Протоки, начатого «Плавстроём» в 1923 году и длившегося в течение семи лет. Это мероприятие прекратило свободный приток пресной воды из реки в плавневую зону и вызвало

энергичный процесс осушения по всей периферической части. Наряду с этим, благодаря уменьшению напора поверхностной воды, открылся более свободный доступ токам морской воды, что повлекло за собой засоление части территории. Морская вода, а вместе с ней и соли легко стали проникать сквозь торфянистую массу органических плавневых образований и обусловили засоление части заболоченной местности вблизи некогда пресноводных лиманов Глубокий и Долгий.

Уже к концу 20-х годов XX века часть плавней переживала процесс глубокой регрессии в связи с изменением водного режима. В течение нескольких лет пересохла мелкие пресноводные лиманы между хутором Беликов и ст. Черноерковской. Осолонение лиманов привело к дефициту пресной воды, годной для питья. В результате осушения одних лиманов и осолонения других плавневые ассоциации отступили в глубь болотного массива. На территориях, прилегающих к Азовскому морю, они замещались солончаковой и солонцеватой растительностью, на удалении от моря – луговой и лугово-степной. Вследствие быстрого усыхания и осолонения (5-6 лет) ассоциации галофитной и лугово-степной растительности развивались в том же месте и одновременно с типичными представителями гидрофитной плавневой растительности. Периферические части плавней население нерационально использовало под выпас скота. Это привело к нарушениям коренных ассоциаций и появлению сорных элементов флоры. На быстро высыхающих участках поселились злостные сорняки: бодяк полевой (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), латук татарский (*Lactuca tatarica* (L.) C.A. Mey.), ежовник куриное просо (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.). На уже распаханых участках территории естественная растительность была уничтожена целиком, а на смену ей пришли сеgetальные и рудеральные растения [7].

Высокая степень засоления почв вызвала гибель деревьев в садах. Кроме того, резко сократилось количество вылавливаемой рыбы. Согласно пояснительным запискам и проектам мелиорации низовьев реки Кубани, уловы рыбы до 1920 г. в одном только Сладковском лимане значительно превосходили уловы конца 20-х годов по всем лиманам Черноерковско-Сладковской группы. Падение рыбохозяйственного значения лиманов, вызванное их засолением, поставило вопрос о необходимости их опреснения.

Первым шагом к решению этого вопроса было строительство опреснительного канала «Дёмин ерик» в 1927-1928 гг. в районе хутора Забойского Славянского района. Через год после введения канала в действие отмечалось значительное опреснение воды Черного ерика и Глубокого лимана [2]. В 1930 г. на Дёмином ерике близ хутора Солодки была открыта Приазовская опытно-мелиоративная станция, построена первая ирригационная рисовая система площадью около 100 га. Воду канала Дёмин ерик стали использовать для орошения риса, что существенно снизило его опресняющую роль. С 1931 г. канал использовали комплексно, сочетая интересы рисосеяния с рыбо- и народнохозяйственными (снабжение населения питьевой водой).

Решение о строительстве оросительных сетей в этой зоне основывалось на необходимости опреснения воды в лиманах и расширения площадей для возделывания сельскохозяйственных культур. В связи с тем, что речь шла о заболоченной, местами сильно засоленной территории, единственной культурой, пригодной для выращивания в таких условиях, был рис.

Первый опыт возделывания риса в производственных условиях Кубани дал положительный результат. К 1931 г. было закончено строительство Тиховской оросительной сети на территории бывшего Черкесского лимана и был организован рисосовхоз «Черкесский» (с 1956 г. вошел в состав рисосовхоза «Красноармейский») с посевной площадью под рисом 1370 га. Через 3 года производственные посевы риса в низовьях реки Кубани занимали уже 3672 га [5].

Дальнейшее развитие рисосеяния, освоение новых площадей под культуру риса должно было строиться на научной основе. Поэтому с начала 30-х годов XX века было начато масштабное эколого-географическое изучение Приазовских плавней. Климатологические, геологические и геоморфологические, гидрологические, почвенные и геоботанические исследования явились научным обоснованием возможности получения высоких урожаев риса на Кубани. В первую очередь стояла задача провести мелиоративные мероприятия и освоить бросовые земли в дельте реки Кубани.

Согласно характеристике, данной Л.Я. Апостоловым, климат дельтовой части Приазовья относится к степному типу. Среднегодовая температура составляла 11,0-11,1°C. Среднегодовое количество осадков 550-600 мм, при этом наибольшее их количество выпадало летом (170-180 мм), наименьшее – весной (110-120 мм). Среднегодовая влажность воздуха 80 % [1]. Влияние Азовского моря обусловило в Приазовье более длительный, чем в степной части края, безморозный период в 180-200 дней. Солнечное сияние отличалось большой интенсивностью в период с марта по октябрь. Последний заморозок в начале 1930-х годов отмечали весной до 10 апреля, первый осенний – с 15 октября. Господствовали ветра северо-восточного и восточного направлений [3].

Устойчивый переход среднесуточной температуры через 15°C можно считать оптимальным для посева риса. Для рисовых массивов Приазовских плавней этот переход был установлен с 8 мая при среднемесячной температуре мая 15,5°C. По многолетним данным, температура почвы на глубине 10 см и температура поливной воды к концу первой декады мая имели приблизительно одинаковую температуру – около 15°C [1].

Особенности климата, характерные для степной зоны, во взаимосвязи с дельтовым положением территории создавали такое сочетание абиотических факторов среды, которое нашло отображение в биологических процессах. В результате сформировались особые плавневые ландшафты и своеобразные растительные ассоциации.

Рельеф изученной территории в основном был равнинный, максимальные высоты 4-4,5 м. До обвалования реки Протоки рельеф значительно менялся после сильных паводков, когда низменности заливались водой, затоплялись и заболачивались гряды. Многие бывшие ерики и лиманы утрачивали свое значение, их ложа, занятые илистыми или торфянистыми отложениями, были пригодны к распашке. Еще одним характерным элементом дельтового рельефа являлись гряды – прирусловые повышения ериков, сложенные минеральным субстратом. При строительстве рисовых чеков они служили в некоторых местах валами, по которым были проложены грунтовые дороги. Так что рисовая система органично вписалась в рельеф дельтовой низменности. Однако микрорельеф низовьев Кубани – отражение аллювиальных процессов дельты – очень разнообразен и для равномерного режима орошения на рисовых полях требовалось проведение планировочных работ [5].

Гидрологические условия территории сильно варьировали. Реки Кубань и Протока, лиманы, лиманища, ерики составляли единую сеть и пронизывали всю площадь Приазовских плавней. Характерная особенность лиманов – мелководье – глубина не более двух метров. Рельеф дна мало выражен. Ил залегал мощным слоем – до 1,5 м глубины, иногда превышавшем глубину воды. Непостоянство химического состава воды налагало особый отпечаток на флору болотно-водных сообществ и отразилось в названиях лиманов: Горький, Сладкий. Условно лиманы Приазовья разделили на две группы: пресноводные, или сладкие, – Лозоватый, Глубокий, Долгий, Круглый и горько-соленые (связанные с Азовским морем) – Гнилой, Жестеревский и другие [6].

Благодаря дельтовому положению отмечался очень высокий уровень грунтовых вод – около 3-4 м. Севернее и северо-восточнее Глубокого лимана в районе Дёмина ерика зеркало грунтовых вод поднималось и сливалось с поверхностными водами депрессией, образуя топи. Процессы болотообразования шли сразу в двух направлениях. С одной стороны, имело место заиление и зарастание водоемов, с другой – заболачивание суши в местах понижений приречной поймы [7]. Из-за уменьшения притока пресных речных вод отмечался процесс засоления почв. Так как рис является культурой-мелиорантом, то целесообразно было расширять площади его посевов по всей плавневой зоне.

Почвенные обследования территории, предназначенной под культуру риса, начинал Е. С. Блажний в 1929 г. Он впервые указал на своеобразие плавневых почв, описав процесс торфообразования, идущий за счет тростника и осок [4]. Вертикальная мощность плавневых торфяников незначительна – 1-1,5 м, редко до 2 м. Торф в плавнях явление особенное. Это не разложившаяся растительная масса, а толща растительных остатков, пронизанная живыми корневищами тростника, представляющая мощную дернину. Следовательно, почвообразова-

тельные процессы в плавнях протекают в условиях повышенной влажности, преобладают закисные реакции в анаэробных условиях при повышенном содержании солей в воде и грунтах (тип засоления – хлоридно-сульфатный). Из биотических факторов решающая роль при этом принадлежит тростнику, как устойчивому к засолению гидрофиту, и некоторым осокам при почти полном отсутствии мхов.

Первые массивы, освоенные под рис, были представлены в основном черноземовидными и лугово-болотными почвами. Черноземовидные почвы сформировались на древнедельтовых отложениях, а лугово-болотные – на современных отложениях реки Кубани. И те, и другие имеют различно выраженные признаки заболачивания и пригодны для возделывания риса.

Предварительный анализ растительности Приазовских плавней с точки зрения сельскохозяйственного использования был проведен И. С. Косенко в 1919 г. в ходе научно-промысловой экспедиции по обследованию лиманов и плавней Приазовья Кубанского края [6]. По его наблюдениям естественная растительность плавней отличалась необыкновенным однообразием и бедностью видового состава, некоторая разница отмечалась только при переходе от пресноводных плавней к горько-соленым. И.С. Косенко выделил несколько типов плавней в зависимости от химического состава воды, степени увлажнения и дал им названия по доминирующим видам растений (латинские названия приведены по первоисточнику).

1. Мокрые плавни – вода всегда стоит над поверхностью корневой системы: тростниковые (*Phragmitetum*) и рогозо-травяные (*Typheto-herbosum*).

Тростниковые плавни занимали огромные площади, были труднодоступны и представляли собой чистейшее сомкнутое сообщество тростника (*Phragmites communis* (L.) Trin.). Рогозо-травяные болота занимали незначительные пространства возле лиманов сладковской группы. Доминировал там рогоз узколистный (*Typha angustifolia* L.) в сообществе с частухой подорожниковой (*Alisma plantago-aquatica* L.), сусакон зонтичным (*Butomus umbellatus* L.), стрелолистом трилистным (*Sagittaria trifolia* L.) и другими. Рогозо-травяные болота служили естественным переходом от тростниковых плавней к луговой растительности гряд.

2. Влажные плавни – вода спорадически покрывает поверхность корневой системы: осокные (*Caricetum*) и тростниково-вейниковые (*Phragmiteto-Calamagrostisetum*).

Они незначительны по площади и использовались местным населением для выпаса скота и заготовки грубого сена. Хорошо выраженные тростниково-вейниковые плавни отмечались на правом берегу Черного ерика.

3. Сухие плавни – вода никогда не поднимается до поверхности корневой системы: тростниковые (*Phragmitetum*).

Они свойственны только горько-соленым плавням, занимали большую площадь, прилегающую к Азовскому морю. Покрывают они чистым сомкнутым сообществом тростника (*Phragmites communis* (L.) Trin.) с густотой стояния до 200 шт./м<sup>2</sup>.

Мезофильная растительность в плавнях очень бедна, причем естественные сообщества были почти полностью уничтожены скотом и сменились рудеральной и сорной растительностью: щирицей запрокинутой (*Amaranthus retroflexus* L.), марью белой (*Chenopodium album* L.), ежовником куриное просо (*Echinochloa crus galli* (L.) Beauv.) и другими. Была отмечена доминирующая роль свинороя пальчатого (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) в растительном покрове гряд и его значение в укреплении песков прибрежной полосы. В целом, не принимая во внимание рудеральные и сеgetальные виды, как явление вторичное, растительность гряд И. С. Косенко относит к луговому типу и отождествляет с растительностью пойменной террасы реки Кубани возле города Краснодара. В сельскохозяйственном отношении эти гряды квалифицировались как плохой выгон [6].

Профессор А. Ф. Флеров, в свою очередь, дал флористическое описание растительного покрова дельты и низовьев реки Кубани и представил первый список растений для указанного района, состоящий из 535 видов цветковых и высших споровых растений [11].

Растительность Приазовских лиманов и плавней изучалась также в ходе экспедиций, организованных учеными Главного Ботанического сада и Ботанического института АН СССР, для определения промышленных запасов некоторых видов растений, пригодных для хозяйственного

использования [10, 12]. Например, рогозы могли служить источником для получения грубоволокнистого сырья, целлюлозы, крахмала. Запасы их в Приазовских плавнях оценивались в 54 тыс. т. Было отмечено, что распространение видов рогоза связано с природно-климатическими условиями, и, в первую очередь, со степенью увлажнения и засоленности почв. Так, рогоз узколистный (*Typha angustifolia* L.) и в меньшем количестве рогоз широколистный (*Typha latifolia* L.) были распространены в пресноводных лиманах и на сильно заболоченных межлиманных пространствах, где образовали чистые сообщества или ассоциации с тростником и кугой болотной. Рогоз Лаксмана (*Typha Laxmanni* Lepesch.) занимал площади в районе действия вод Азовского моря, а рогоз малый (*Typha minima* Funk.) произрастал у берегов проток, по островам и галечникам, в силу приуроченности его к дренированным почвам, богатым кремниевой кислотой [10]. Однако наиболее целесообразным и экономически выгодным, в конечном итоге, было признано освоение территории Приазовских плавней для возделывания риса.

Первое геоботаническое описание территории, предназначенной под посевы риса в плавневой зоне, в 1929 г. проводил И. С. Косенко. Необходимость таких исследований диктовалась тем, что многие представители дикой болотной флоры плавней (тростник, рогозы, куга, стрелолист, частуха и др.) могли легко стать злостными сорняками рисовых полей.

По наблюдениям И. С. Косенко (1934), преобладающим типом растительности являлся плавневый, представленный ассоциациями тростника на минеральном и торфянистом субстратах и ассоциацией осоки Гудсона с незначительными луговыми и солончаковыми группировками. Причем в связи с усыханием плавней в результате мелиоративных работ болотные ассоциации тростника и осоки претерпевали регрессию. Освоенная часть плавней использовалась под выпас скота, а торфянистые плавни и солончаки в то время были бросовыми землями. По прогнозу исследователей, в случае использования плавневых земель под культуру риса, в первые годы на местообитаниях лугового типа следовало ожидать вспышку сухолюбивых сорняков, а на местообитаниях болотного типа – тростника (*Phragmites communis* (L.) Trin.), куги болотной (*Scirpus lacustris* L.), клубнекамыша приморского (*Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla), рогозов (*Typha* L.) и других. Поэтому перед первыми производственными посевами риса следовало предусмотреть меры борьбы с этими растениями, которые легко могли перейти в разряд злостных сорняков [8].

В результате геоботанических исследований к концу 30-х гг. XX века на Кубани было зарегистрировано 144 вида растений, произраставших в системе рисового поля. В первые же годы возделывания риса в перечень местной флоры добавились виды, сопутствующие культуре риса (например, уссурийский эндем повойничек рисовый – *Elatine oryzetorum* Kom.; дальневосточные: сыть разнородная – *Cyperus difformis* L. и частуха восточная – *Alisma orientalis* (Sam.) Juz.), а также адвентивные специальные рисовые сорняки (ежовник крупноплодный – *Echinochloa coarctata* (Stev.) Kossenko, ежовник рисовый – *Echinochloa oryzicola* Vasing. и краснозерный рис – *Oryza sativa* L.). Они были завезены на Кубань с семенами риса с Дальнего Востока, Средней Азии и других регионов [9].

Комплексные эколого-географические исследования, проведенные в Приазовских плавнях в 20-30-е годы XX века, в годы становления современной экологии как науки, имели не только прикладное, но и большое научное значение. Только системный подход к решению проблемы помог своевременно устранить негативные последствия зарегулирования стока реки Кубани и беспрепятственно развивать сельскохозяйственное производство и инфраструктуру в дельтовой низменности.

Строительство гидротехнических сооружений, выбор риса как культуры-мелиоранта для опреснения обширных площадей засоленных почв позволили сочетать интересы различных отраслей сельского хозяйства: рыбоводства, растениеводства и животноводства.

Первое десятилетие производства риса на Кубани ознаменовалось масштабными работами по освоению Приазовских плавней, окультуриванию бросовых заболоченных и засоленных земель. Были построены ирригационные системы, созданы крупные рисосеющие хозяйства. Производство риса осуществлялось на серьезной научной основе, были разработаны агротехнические приемы возделывания культуры в условиях Краснодарского края. В результате

урожайность риса на Кубани в 1940 году составила 38,7 ц/га. Рис занял одно из главных мест в ряду ведущих зерновых культур, выращиваемых в Краснодарском крае.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Апостолов Л. Я. Климатические условия предпосевного периода в культуре риса на территории СССР // Труды / Всесоюз. центр. станции рис. хоз-ва. – Краснодар, 1933. – №1. – С. 10-15.
2. Аристов Х. Г. К вопросу опреснения Глубокого лимана и использования сбросных вод с рисовых полей в целях опреснения // Труды / Приазов. опыт. рис. пункта. – Ростов н/Д – Краснодар, 1934. – Вып. 1. – С. 117-132.
3. Беляков М. В. Климатические условия рисовых районов Северного Кавказа // Труды / Всесоюз. центр. станции рис. хоз-ва. – Краснодар, 1933. – №1. – С. 16-19.
4. Блажний Е. С. Почвы совхоза «Приазовские плавни» // Труды / Сев.-Кав. ин-та спец. и техн. культур. – Краснодар, 1932. – Т. 1. – Вып. IV. – С. 57.
5. Гушин Г. Г. Рис. – М.: ОГИЗ – СельхозГИЗ, 1938. – 830 с.
6. Косенко И. С. К познанию растительности лиманов и плавней Приазовского побережья Кубанского края // Труды / Куб. с.-х ин-т. – Краснодар, 1926. – Т. 1. – Вып. 2. – С. 93-111.
7. Косенко И. С. Материалы к познанию эколого-географической природы Приазовских плавень // Труды / Всесоюз. центр. станции рис. хоз-ва. – Краснодар, 1934. – Вып. V. – С. 85-145.
8. Косенко И. С. Главнейшие сорняки рисовых полей и севооборот // Труды / Всесоюз. центр. станции рис. хоз-ва. – Ростов н/Д-Краснодар, 1934. – Т. 1. – Вып. 1. – С. 13-49.
9. Косенко И. С. Достижения в области изучения сорных растений риса в СССР // Труды / Куб. ин-т пищевой пром-ти. – Краснодар, 1949. – Вып. 7. – С. 101-119.
10. Овчинников Б. Н. Исследование рогоза в плавнях р. Кубани // Растительное сырье. – М.: АН СССР, 1938. – Вып. 1. – С. 167-179.
11. Флеров А. Ф. Типы растительности дельты низовьев р. Кубани и р. Анапки // Труды / Сев.-Кав. Ассоц. науч.-исслед. ин-тов. – Ростов н/Д, 1930. – № 83. – С. 137.
12. Шифферс Е. В. Краткий очерк растительности Приазовских лиманов и плавней нижнего течения р. Кубани и пути их хозяйственного использования // Изв. Главн. Бот. сада. – М., 1928.

### К ИСТОРИИ ОСВОЕНИЯ ПРИАЗОВСКИХ ПЛАВНЕЙ И СОЗДАНИЯ РИСОВЫХ СИСТЕМ В ДЕЛЬТЕ РЕКИ КУБАНИ. ОБЗОР

О. В. Зеленская

Кубанский государственный аграрный университет

### РЕЗЮМЕ

В обзоре приведены данные об экологическом состоянии Приазовских плавней в начале XX века. Обсуждаются последствия вмешательства человека в природные процессы в дельте реки Кубани в связи с сельскохозяйственным освоением территории. Приводятся результаты первых эколого-географических исследований, обосновавших возможность возделывания риса в дельтовой низменности.

### HISTORY OF RECLAMATION OF PRYAZOV FLOODED AREAS IN DELTA OF KUBAN RIVER. REVIEW

O. V. Zelenskaya

Kuban State Agricultural University

### SUMMARY

In the review we gave the data on ecological state of Priazov flooded areas at the beginning of the xx century. We discussed the results of people interference into natural processes in delta of Kuban river, connected with agricultural land reclamation. The results of first ecological and geographic researches are given. They give the possibility of to cultivate rice in delta lowland.

**БРАЗИЛИЯ: ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ  
ЗОНЫ РИСОСЕЯНИЯ****А. Х. Шеуджен, д.б.н., Е. М. Харитонов, д.соц.н.**

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Бразилия – крупнейшее государство Южной Америки, занимающее почти половину континента. Северная часть Бразилии находится в основном в экваториальном, центральная и южная части – в субэкваториальном и тропическом поясах, крайняя юго-восточная часть – в субтропиках. Территория ее очень компактна по конфигурации. Это четырехугольник, протяженность которого с севера на юг и с запада на восток почти одинакова (соответственно 4320 и 4328 км). Сухопутные границы протянулись почти на 16,5 тыс. км. На севере граничит с Венесуэлой, Гайаной, Суринамом, Французской Гвианой, на юге – с Уругваем, на западе – с Аргентиной, Парагваем, Боливией и Перу, на северо-западе – с Колумбией. На северо-востоке, востоке и юго-востоке Бразилия омывается водами Атлантического океана (длина береговой линии – 7408 км), в котором ей принадлежат многочисленные острова, крупнейший из них – Фернанду-ди-Норонья.

Бразилия – пятая страна в мире по площади после России, Китая, Канады и Соединенных Штатов Америки. Ее территория составляет 8511965 км<sup>2</sup>. Административно Бразилия разделена на 26 штатов и 1 федеральный (столичный) округ (табл. 1).

Доминантными топографическими чертами Бразилии являются бассейн реки Амазонки и Бразильское плоскогорье, или плато. Плато занимает большую часть юго-востока страны. Высота плато от 300 до 900 м, во многих местах его пересекают долины рек и невысокие горные цепи. Бассейн Амазонки занимает более трети территории. Там преобладают равнины, а высота над уровнем моря редко превышает 150 м. Большую часть бассейна занимают болота и затопляемые поймы, а также густые джунгли. На севере бассейна реки находится горная цепь – Гвианское нагорье. Главными водными артериями Бразилии являются Амазонка, Токантинс и Сан-Франсиску. Амазонка судоходна для крупных океанских судов на протяжении 3700 км. Важными реками являются также Мадейра, Тапажос, Риу-Негру, Парнаиба, Уругвай.

Население страны – 185 млн чел., средняя плотность – 22 человека на 1 км<sup>2</sup>. Около 80 % жителей страны проживает в полосе не далее 320 км от Атлантического побережья. Этнические группы: европейцы (португальцы, итальянцы, немцы и испанцы) – 55 %, мулаты – 32 %, африканцы – 11 %, азиаты (японцы, индийцы, арабы) – 1 %, индейцы – 0,2 %. Язык: португальский (государственный), английский, немецкий, итальянский.

Для Бразилии характерен жаркий климат. Среднемесячная температура в течение года колеблется от 16 до 29°C. Лишь на высоких восточных массивах страны средняя температура июля (зимой) от 12 до 14°C; случаются заморозки. Но режим осадков и типы климатов различны. На западе Амазонии – экваториальный влажный климат (осадков 2000-3000 мм в год, амплитуды среднемесячных температур 2-3°C). На востоке Амазонии и прилегающих пологих склонах Гвианского и Бразильского плоскогорий – субэкваториальный с засушливым периодом до 3-4 месяцев (осадков 1500-2000 мм, на побережье около 3000 мм в год). В центре Бразильского плоскогорья и Пантанале – субэкваториальный летне-влажный климат (осадков 1400-2000 мм в год) с большими амплитудами температур (особенно крайних – до 45-50°C). На северо-востоке плоскогорья количество осадков снижается до 500 мм и менее в год, а дожди выпадают крайне нерегулярно по годам; это район частых и длительных засух. На восточной окраине климат тропический пассатный, жаркий и влажный, с коротким засушливым сезоном и выраженной высотной поясностью в горах. На юге плоскогорья постоянно влажный климат, тропический на плато Параны и субтропический в возвышенных восточных районах к югу от 24° ю.ш.

Растительность страны весьма разнообразна, особенно в бассейне Амазонки. На Бразилию приходится до 1/5 от общемирового числа видов растительности. Естественная растительность в Амазонии представлена крупнейшим в мире массивом влажно-экваториальных лесов (гилеей, или сельвой). По размеру лесопокрытой площади Бразилия занимает второе

место в мире (544 млн га, 14 % всей площади лесов мира). Центральная часть Бразильского плоскогорья – это саванны (кампус-серрадос). Вдоль рек – галерейные леса с различными видами пальм, в т.ч. с имеющей промысловое значение восковой пальмой карнауба. В засушливых районах Северо-Востока – полупустынное редколесье (каатинга) из ксерофитных деревьев и кустарников. В горах вдоль побережья – уникальные по разнообразию видов и количеству растений-эндемиков сезонно-влажные леса. На юге – вечнозеленые и смешанные леса бразильской араукарии с подлеском, в т.ч. из йерба-мате (парагвайского чая). На равнинах крайнего юга – субтропические степи. Среди сотен различных видов растений выделяются пальмы, бегония, лавр, мирт, мимоза, мангровые деревья. Среди фруктовых деревьев: ананас, фиговое дерево, банан, манго, гуава, апельсин, анона. В регионах с умеренным климатом растут хвойные деревья. В засушливых районах – кактусы (Хацкевич Ю., 2001).

**Таблица 1.** Административно-территориальное деление Бразилии

| Штат                                                                 | Площадь, км <sup>2</sup> | Население, тыс. чел. | Административный центр                   |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------|------------------------------------------|
| Север                                                                |                          |                      |                                          |
| Рондония ( <i>Rondonia</i> )                                         | 237576                   | 1377,8               | Порту-Велью( <i>Porto Velho</i> )        |
| Акри ( <i>Acre</i> )                                                 | 152581                   | 567,2                | Риу-Бранку ( <i>Rio Branco</i> )         |
| Амазония ( <i>Amazonas</i> )                                         | 1570746                  | 2813,1               | Манаус ( <i>Manaus</i> )                 |
| Рорайма ( <i>Roraima</i> )                                           | 224299                   | 324,2                | Боа-Виста ( <i>Boa Vista</i> )           |
| Пара ( <i>Para</i> )                                                 | 1247689                  | 6189,6               | Белен ( <i>Belen</i> )                   |
| Амала ( <i>Amala</i> )                                               | 142816                   | 475,8                | Макала ( <i>Makala</i> )                 |
| Токантинс ( <i>Tocantins</i> )                                       | 277621                   | 1155,9               | Палмас ( <i>Palmas</i> )                 |
| Северо-Восток                                                        |                          |                      |                                          |
| Мараньян ( <i>Maranhao</i> )                                         | 331983                   | 5643,0               | Сан-Луис ( <i>Sao Luis</i> )             |
| Пиауи ( <i>Piaui</i> )                                               | 251529                   | 2841,2               | Терезина ( <i>Teresina</i> )             |
| Сеара ( <i>Ceara</i> )                                               | 148826                   | 7418,5               | Форталеза ( <i>Fortaleza</i> )           |
| Рио-Гранди-ду-Норти ( <i>Rio Grande do Norte</i> )                   | 52797                    | 2771,5               | Натал ( <i>Natal</i> )                   |
| Параиба ( <i>Paraiba</i> )                                           | 56440                    | 3439,3               | Жуан-Песоа ( <i>Joao Pessoa</i> )        |
| Пернамбуку ( <i>Pemambuco</i> )                                      | 98312                    | 7911,9               | Ресифи ( <i>Resife</i> )                 |
| Алагоас ( <i>Alagoas</i> )                                           | 27768                    | 2819,2               | Масейо ( <i>Maceio</i> )                 |
| Сержипи ( <i>Sergipe</i> )                                           | 21910                    | 1781,7               | Аракажу ( <i>Azacaju</i> )               |
| Байя ( <i>Bahia</i> )                                                | 564693                   | 13066,9              | Салвадор ( <i>Salvador</i> )             |
| Юго-Восток                                                           |                          |                      |                                          |
| Минас-Жерайс ( <i>Minas Gerais</i> )                                 | 586528                   | 17866,4              | Белу-Оризонти ( <i>Belo Horizonte</i> )  |
| Эспириту-Санту ( <i>Espinto Santo</i> )                              | 46077                    | 3094,4               | Витория ( <i>Vitoria</i> )               |
| Рио-де-Жанейро ( <i>Rio de Janeiro</i> )                             | 43696                    | 14367,1              | Рио-де-Жанейро ( <i>Rio de Janeiro</i> ) |
| Сан-Паулу ( <i>San Paulo</i> )                                       | 248209                   | 36969,5              | Сан-Паулу ( <i>Sao Paulo</i> )           |
| Юг                                                                   |                          |                      |                                          |
| Парана ( <i>Parana</i> )                                             | 199315                   | 9558,5               | Куритиба ( <i>Curitiba</i> )             |
| Санта-Катарина ( <i>Santa Catarina</i> )                             | 95346                    | 5349,6               | Флорианополис ( <i>Florianopolis</i> )   |
| Рио-Гранди-ду-Сул ( <i>Rio Grande do Sul</i> )                       | 281748                   | 10181,7              | Порту-Алегри ( <i>Porto Alegre</i> )     |
| Центро-Запад                                                         |                          |                      |                                          |
| Мату-Гросу-ду-Сул ( <i>Mato Grosso do Sul</i> )                      | 357125                   | 2074,9               | Кампу-Гранди ( <i>Campo-Grande</i> )     |
| Мату-Гросу ( <i>Mato Grosso</i> )                                    | 903358                   | 2502,3               | Куяба ( <i>Cuiaba</i> )                  |
| Гояс ( <i>Goiás</i> )                                                | 340087                   | 4996,4               | Гояния ( <i>Goiania</i> )                |
| г. Бразилия, Федеральный округ ( <i>Brasilia, Distrito Federal</i> ) | 5802                     | 2043,2               | Бразилия ( <i>Brasilia</i> )             |

Почвенный покров Бразилии своеобразен прежде всего тем, что не образует сплошных, однородных пространств, таких, как на обширных ледниковых и лёссовых равнинах Европы и Северной Америки. Распределение почв на фоне общих биоклиматических закономерностей четко определяется сочетанием тектонических, эрозионных и аккумулятивных процессов и их стадиями.

Большие площади занимают желтые и красно-желтые ферраллитные почвы. Они различаются главным образом по количеству и степени гидратации оксидов железа: желтые ферраллитные содержат меньше оксидов железа и оно более гидратировано, чем в красно-желтых

ферраллитных. В остальном они имеют сходные свойства. Эти почвы образуются на ферраллитной коре выветривания или продуктах ее размыва и переотложения, не содержащих каких-либо первичных материалов, кроме кварца. Вторичные минералы представлены каолинитом или галлузитом и гидратами оксидов железа – гематитом, гетитом, гидрогетитом. В ряде случаев присутствуют и свободные гидраты оксидов алюминия – гиббсит и гидраргиллит. В илистой фракции ферраллитных почв отношение  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  меньше 2. Каолинистый состав илистой фракции обуславливает очень низкую емкость поглощения почв – обычно от 6 до 13,0 мг-экв./100 г. Содержание гумуса в верхних горизонтах почв не превышает 3,0 %. Гумус проникает глубоко по профилю, на глубине 100 см содержание его около 2,0 %. Гумус очень светлый и имеет резко выраженный фульватный состав с отношением  $C_{\text{гк}}/C_{\text{фк}}$  0,5-0,4 в верхнем горизонте и 0,1–0,07 в нижнем. В его составе преобладают фракции фульвокислот и бурых гуминовых кислот, связанных с полуторными оксидами. Эти почвы кислые, pH колеблется от 3,5 до 5,5, сильно ненасыщенные (степень насыщенности находится в пределах 10-25 %). Профиль морфологически слабо дифференцирован и включает горизонты: гумусовый ( $A_1$ ) – коричневатого или желтовато-черный, рыхлый мощностью 5-10 см. Под ним находится мощный метаморфический горизонт  $B_m$  – желто-бурого или красно-бурого цвета, рыхлый, хорошо агрегатированный, пронизанный ходами термитов, хорошо воздухо- и водопроницаемый, без заметных признаков вымывания в него илистых частиц. На глубине 100-150 см окраска становится ярче – красной или оранжевой. Переход от горизонта  $B_m$  к почвообразующей породе хорошо заметен по изменению структуры и появлению зоны «литомаржа» – коры выветривания, сохранившей структуру исходной породы. Особенно хорошо видна эта граница в почвах, образовавшихся на коре выветривания, лежащей *in situ*. Незначительное содержание гумуса, малая емкость поглощения, отсутствие первичных минералов – источника оснований, невысокое содержание фосфора, азота и микроэлементов обуславливают очень низкое плодородие этих почв и ограничивают их использование в сельском хозяйстве.

При земледельческом освоении ферраллитных желтых и красно-желтых почв необходим особый комплекс мероприятий, учитывающий их специфические свойства и направленный на устранение кислотности, обеспечение культурных растений элементами минерального питания за счет внесения удобрений (особенно азотных и фосфорных) и охраны почв от эрозии. Коэффициент земледельческого использования (КЗИ) желтых и красно-желтых ферраллитных почв не превышает 10 % (Глазовская М.А., 1983).

Помимо кратко охарактеризованных желтых и красно-желтых почв, на небольших площадях встречаются темно-красные ферраллитные (*terra roxa legitima*), формирующиеся на известняках и мергелях. Они получили название маргалитовых, или ферраллитно-маргалитовых почв (от лат. названия *margo* – «мергель»). Эти почвы – красноватого оттенка, характеризуются рыхлой, зернистой структурой верхних горизонтов (A и AB). Глубже 100 см наблюдается комковатая структура, но непрочная, рыхлая. Почвы тяжелосуглинистые (50-60 % физической глины); количество пыли небольшое (10-20 %). Содержание гумуса около 3 % при емкости поглощения 10-14 мг-экв./100 г почвы. Отношение  $\text{Ca}:\text{Mg} \sim 2$ ; отношение  $\text{SiO}_2:\text{R}_2\text{O}_3 = 1$ . Почвы широко используются, хотя оцениваются как среднеплодородные.

Не менее распространены почвы такого же цвета, но с глинистым иллювиально-метаморфическим горизонтом – *terra roxa estructurada*, или красновато-коричневые ферраллитные почвы высокой степени насыщенности. (Терра роша – *Terra roxa* означает «глиная почва»). По системе ФАО названы нитросолями – *Nitrosols* и подразделяются на богатые и бедные). Они развиваются на более молодых поверхностях, на траппах.

Для красновато-коричневых ферраллитных почв характерны маломощный гумусовый горизонт с содержанием гумуса в верхней части 3,5-4,5 % и уменьшением его количества в два раза на глубине 10-30 см. Гумус богат азотом: отношение C/N низкое. В верхних горизонтах реакция нейтральная, в нижних – слабокислая; емкость поглощения по сравнению с желтыми и красно-желтыми ферраллитными почвами высокая и составляет около 20 мг-экв./100 г, степень насыщенности очень высокая, превышает 80 %, а в верхнем горизонте

те достигает 92 %. В отличие от остальных ферраллитных почв в красновато-коричневой почве содержание фосфора высокое (15-19,5 мг/100 г почвы по сравнению с 0,3-0,5 мг/100 г в красно-желтых и желтых ферраллитных). По распределению ила и валового алюминия обнаруживается элювиально-иллювиальный характер профиля, в распределении валового железа – картина более однородная.

Значительные массивы терра роша выделяются на юге Бразильского плоскогорья в верховьях Рио-Гранде и Игуасу. Терра роша в районах Сан-Паулу и реки Параны используются под кофе, сахарный тростник, касторовые бобы, люцерну, бананы, возделывается также рис.

Местами на высоких террасах встречаются в виде маленьких, слегка повышенных участков пятна черных, относительно плодородных почв. Это «terra preta» – культурные почвы, созданные в течение длительной земледельческой обработки индейскими племенами и в настоящее время оставленные, но не утратившие созданного трудом плодородия. Их темная окраска обусловлена большим количеством включений древесного угля.

На северо-западе Бразилии в районе озера Маракайбо и Льянос Ориноко на 9-10° с.ш. и на юго-востоке в междуречье между Параной и Уругваем, на равнинах верхней Параны примерно на 18-20° ю.ш. распространены черные слитые тропические почвы (вертисоли). Почвы развиты на карбонатных глинах, которые лежат на выходах мраморов и кварцитов. Растительность – ксерофитные кустарники и однолетние травы. Рельеф плоскоравнинный, микро-рельеф – гильгаи. Механический состав почвы пылевато-мелкопесчано-глинистый. Количество глины – 50 % по всему профилю. Содержание пыли – 12 %, тонкого песка – около 25 %. Значение pH = 8. Емкость поглощения 33-39 мг-экв./100 г почвы. В составе поглощенных оснований преобладает кальций. Содержание гумуса достигает 3 % по всему профилю. Они слитые, трещиноватые.

Почвы без орошения используются как низкопродуктивные пастбища, а при орошении – под рис, хлопчатник, бобовые. Эти почвы сложно осваивать при орошении, так как они подвержены эрозии и обладают плохими физическими свойствами. В черных слитых тропических почвах отмечен недостаток фосфора, молибдена, серы, азота.

Южно-Бразильские прерии – междуречье Параны и Уругвая – занимают лугово-черноземные почвы (брюниземы). Названию «брюнизм» соответствует термин ФАО *phaeozem* (фаезем), что означает «темная земля». По признаку цвета Р. Дюдаль (1968) эти почвы отождествляет с черноземами, что не соответствует генетической сущности почв. Название *terra negro* (черная почва) предложил И. П. Герасимов (1974), подчеркивая специфичность почв. На почвенной карте мира масштаба 1:10 000 000 принят термин «брюнизм» как наиболее распространенный за рубежом (Глазовская М.А., 1975).

Брюниземы подразделяются по степени образования текстурного оглиненного горизонта В на: типичные, без ясного оглинения в горизонте В (*Orthic phaeozem*) и лёссивированные с В-текстурным (*Luvic phaeozem*). Кроме того, выделяются красноватые брюниземы, развивающиеся главным образом на древних красноцветных или на допалеозойских кристаллических породах.

Почвы по гранулометрическому составу преимущественно пылевато-суглинистые. Количество физической глины колеблется от 23 до 50 % и ила – от 20 до 50 %, много крупной пыли. В составе пылеватых и песчаных частиц преобладает вулканическое стекло, а в илистых – значительно количество своеобразного смектитоподобного минерала, придающего почвам признаки слитости. Слитость поддерживается современными климатическими условиями. Реакция почв в верхней части профиля слабокислая (pH<sub>в</sub>=5,3-6,0), а в нижней – нейтральная или слабощелочная (pH<sub>в</sub>=7,0-7,6). Степень насыщенности почв основаниями в горизонте А – 80-90 %, в горизонте В – до 95 %. Емкость поглощения в зависимости от гранулометрического состава варьирует от 15 до 40 мг-экв. на 100 г почвы. Наиболее характерна величина 30 мг-экв. В составе поглощенных оснований до 70 % кальция, от 5 до 20 % магния, 3-10 % калия, 1-2 % натрия, а также присутствует в верхних горизонтах и поглощенный водород. Содержание гумуса 3-5 % в горизонте А, с глубиной количество его снижается постепен-

но. Отношение  $C_{гк}:C_{фк}=1,0-1,6$ . Содержание общего азота в верхних горизонтах достигает 0,1-0,2 %. Отношение  $C:N$  колеблется в пределах 7-12, отношения  $SiO_2:R_2O_3=2,5-7,0$ ;  $SiO_2:Al_2O_3=5,5-8,0$ ;  $SiO_2:Fe_2O_3=23,0-50,0$ . Наименьшие величины отношений характерны для иллювиально-метаморфического горизонта.

Брюниземы – это прекрасные почвы для использования под кормовые и пищевые культуры – пшеницу, рожь, овес, ячмень, картофель, маниоку, подсолнечник, кукурузу, люцерну. В некоторые годы бывают летние засухи, для борьбы с которыми необходимы мероприятия по сохранению зимней влаги в почвах. Некоторые выщелоченные брюниземы хорошо отзываются на внесение азота и фосфора (при снижении pH до 5,5). Используются также под круглогодичные продуктивные пастбища. Коэффициент земледельческого использования брюниземов достигает 80 %.

Заметное место среди почв субтропиков занимают черные субтропические почвы. Они встречаются среди брюниземов как в автоморфных условиях, так и на понижениях аллювиальных равнин и террасах рек, а также среди коричневых почв на плато со слабым дренажем на глинах, андезитах. Наибольшие площади этих почв отмечаются в междуречье между Параной и Уругваем на иловатом аллювии. Почвы черные, глинистые и тяжелосуглинистые. В сухом состоянии структура в верхних горизонтах преимущественно остроугольно-комковатая, а в средних и нижних – призмовидно-глыбистая (крупноблоковая); при разбивании распадается на ореховато-комковато-призмовидные отдельности. В средней части почвенного профиля иногда встречаются включения, или «островки» горизонта С, а в трещинах горизонта С – почвенная масса из верхнего горизонта. Во всех горизонтах наблюдаются железисто-марганцовые конкреции, а в нижних – и карбонатные стяжения; иногда с глубины 120-150 см встречаются кристаллы гипса. Часто почвы оглеены. В верхних горизонтах карбонаты отсутствуют, в нижних (примерно с глубины 100 см)  $CO_2$  карбонатов составляет 1-5 % и более. Значение  $pH_{вод}=5,7-6,5$  в верхних горизонтах и 7,0-7,5 в нижних. Почвы высокогигроскопичны (5-10 %), с высоким содержанием ила (30-45 %) и крупной пыли (23-45 %). Количество физической глины 45-60 %, а иногда и больше. Содержание крупной пыли наибольшее в почвенной толще, а ила – в почвообразующей породе. Отношение  $SiO_2:R_2O_3=4,6-8,0$ ; наименьшие величины в основном отмечаются в горизонте С. Это свидетельствует о более низкой степени оглинения почвенных горизонтов по сравнению с породами. Содержание гумуса преимущественно 3-6 %, он равномерно распределяется по профилю. Гумусовые вещества имеют прочные внутриструктурные связи с глинистыми минералами. Почвы характеризуются высокой емкостью поглощения (30-60 мг-экв./100 г). В составе поглощенных оснований преобладает кальций (20-50 мг-экв./100 г) и магний (10-20 мг-экв./100 г).

Почвы находятся под пашнями и пастбищами. Они освоены в основном под зерновые, масличные культуры и картофель. Коэффициент земледельческого использования черных субтропических почв равен 38 % (Лобова Е.В., Хабаров А.В., 1983).

В пределах равнин, предгорий и низогорий распространены серо-коричневые и горные коричневые почвы. Формируются они на карбонатных породах под ксерофитной травянистой и кустарниковой растительностью в субтропическом климате с очень короткой и влажной зимой и продолжительным сухим летом (сумма температур выше 10°C составляет 4000-4200 °C). Засушливость климата ( $KУ\ 0,2-0,5$ ) обуславливает активную минерализацию поступающих в почву остатков биоценоза. Поэтому серо-коричневые и горные коричневые почвы характеризуются низким содержанием гумуса. Содержание гумуса в этих почвах колеблется в пределах 1,5-4,5 %. В составе гумусовых веществ ГК преобладают над ФК. Эти почвы имеют серый (от темного до светлого) цвет гумусовых горизонтов с коричневатым оттенком, сравнительно небольшую мощность гумусовых горизонтов (от 30-40 до 45-50 см), ореховато-комковатую структуру в нижней части гумусового и переходного горизонтов, отчетливо выраженный карбонатный горизонт ВК. Емкость поглощения в горизонте А около 20-30 мг-экв./100 г почвы. В составе обменных оснований преобладает кальций (70-75 %), около 15-20 % приходится на магний и

5-10 % на натрий. Коэффициент земледельческого использования серо-коричневых и горно-коричневых почв не превышает 15 % (Панов Н.П., 1989).

В приокеанических районах материка распространены гидроморфные почвы: планосоли (почвы с уплотненным горизонтом, иногда кремнеземистого состава), тропические подзолы, мангровые, болотные и плинтитовые глеевые (с латеритным уплотнением). Эти территории могут служить как пастбища.

Бразилия располагает диверсифицированным и эффективным сельским хозяйством. Используемые земли занимают 29,7 % всей площади страны, из них под сезонными культурами – 30 %, многолетними – 12 %, парами – 6 %, естественными пастбищами – 15 %, искусственными пастбищами – 13 %, лесами – 15 %, лесонасаждениями – 3 %, временно не используются 6 %. Орошаемые земли составляют 4 % обрабатываемых, 2/3 пригодных к использованию земель еще не освоены.

В сельском хозяйстве занято свыше 40 % экономически активного населения страны, оно дает 12 % ВВП, а его продукция – 65 % экспортной выручки. Хотя сельское хозяйство уступило промышленности положение ведущей отрасли экономики по стоимости продукции, в международном разделении труда Бразилия по-прежнему в основном поставщик продуктов сельского хозяйства.

Аграрный уклад характеризуется сочетанием крупного землевладения и небольших хозяйств. Мелкие (до 10 га) хозяйства занимая всего 3,1 % площади, составляют более 50 % от общего числа, крупнейшие (более 1000 га) владеют почти 40 % земель, хотя их насчитывается менее 1 % (табл. 2).

**Таблица 2. Структура землевладения**

| Группы хозяйств по размерам земли, га | Число хозяйств |      | Площадь хозяйств |      |
|---------------------------------------|----------------|------|------------------|------|
|                                       | тыс. единиц    | %    | млн га           | %    |
| < 10                                  | 2519,6         | 51,2 | 9,1              | 3,1  |
| 10-100                                | 1934,4         | 39,3 | 60,1             | 20,4 |
| 100-1000                              | 414,8          | 8,4  | 108,7            | 37,0 |
| 1000-10000                            | 35,4           | 0,7  | 80,1             | 27,2 |
| > 10000                               | 1,4            | 0,03 | 36,2             | 12,3 |

Крупные латифундии и агрохозяйства преобладают в шт. Мату-Гросу, Мату-Гросу-ду-Сул, Пара (р-н Бико-де-Папагайо в междуречье Токантинса и Арагуаи); на запад шт. Байя, Минас-Жерайс и Рио-Гранди-ду-Сул. Основной район сосредоточения мелких крестьянских хозяйств – северо-восток страны. На юге распространены сельскохозяйственные кооперативы. Иностраный капитал присутствует в сельском хозяйстве преимущественно как концессионер и участник «верхних стадий» технологических цепочек АПК (переработка продукции, экспорт, производство техники). Свыше 1/3 «хозяйств» ведется на чужой земле арендаторами и издольщиками. Более 80 % всех занятых в сельском хозяйстве не имеют земли. Сохранились пережитки докапиталистических отношений, особенно на Северо-Востоке: отработки, натуральная рента, долговая кабала. Господство латифундий приводит к экстенсивному использованию земель. Обрабатываемые почвы занимают лишь 12 % учтенного фонда.

Ведущей отраслью сельского хозяйства Бразилии является растениеводство, на долю которого приходится 3/5 стоимости сельскохозяйственного производства. Оно характеризуется ярко выраженной экспортной направленностью. По стоимости сельскохозяйственного экспорта (30,9 млрд дол. США в 2004 г., или около 4 % всей стоимости мирового сельскохозяйственного экспорта) Бразилия уступает немногим странам. Она лидирует в мире по производству кофе, сахарного тростника, апельсинов и джута, входит в число ведущих производителей какао-бобов, кукурузы, табака, хлопчатника, томатов и других сельскохозяйственных культур (табл. 3).

Главные «кофейные» районы расположены на севере штата Парана, северо-западе штата Сан-Паулу, юге штата Минас-Жерайс и в штате Эспириту-Санту. Почти все плантации какао находятся на северо-востоке, в районе города Ильеуса в штате Байя. Хлопчатник и сахарный трост-

ник – старейшие плантационные культуры страны. Они сопутствуют друг другу как в старом районе выращивания – на северо-востоке, так и в относительно новом – на юго-востоке. Плантации сизаля сосредоточены на северо-востоке, в штатах Байя, Параиба и Рио-Гранди-ду-Норти.

Более 75 % производства апельсинов сосредоточено в шт. Сан-Паулу, 60 % какао-бобов – в Байе (в районе г. Ильеус), более 40 % хлопчатника – в Мату-Гросу. На юге развито виноградарство и табаководство, на северо-востоке тропическое плодоводство на орошаемых землях крупнейший район около г. Петролина на р. Сан-Франсиску).

Главные продовольственные культуры, под которыми занято около 1/2 всех посевных площадей, – кукуруза, фасоль и маниока. Они распространены повсеместно. Из зерновых возделывают также пшеницу, главным образом в штате Рио-Гранди-ду-Сул, ячмень, овес.

Сельское хозяйство Бразилии не пользуется большой экономической поддержкой государственного бюджета и других секторов национальной экономики. По расчетам экономистов «Организации экономического сотрудничества и развития», уровень агрегатной поддержки сельхозпроизводителей по отношению к стоимости условно-товарной продукции агропромышленного комплекса в 2002-2004 гг. в Бразилии составлял всего 3 %. Для сравнения: в России этот показатель 5 %, Китае – 8 %, в странах ЕС – 34 %, в Японии – 58 %. Ежегодная общая поддержка сельского хозяйства Бразилии составляет 2,7 млрд дол. США, что равно 0,5 % ВВП, а в России – порядка 0,8 %

Таблица 3. Посевная площадь и валовой сбор урожая основных сельскохозяйственных культур Бразилии

| Культура             | Год   |       |       |        |        |        |        |        |
|----------------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                      | 1950  | 1960  | 1970  | 1980   | 1995   | 2000   | 2004   | 2005   |
| Площадь посева, га   |       |       |       |        |        |        |        |        |
| Соя                  | –     | 171   | 1319  | 7059   | 14110  | 16848  | 21520  | 22885  |
| Кофе                 | 2663  | 4420  | 2403  | 1393   | 2086   | 2524   | 2793   | 2374   |
| Сах. тростник        | 828   | 1340  | 1725  | 2145   | 2962   | 4382   | 5635   | 5767   |
| Какао                | 276   | 471   | 444   | 487    | 516    | 523    | 637    | 665    |
| Хлопчатник           | 2689  | 2930  | 4299  | 2240   | 2815   | 1962   | 1153   | 1254   |
| Кукуруза             | 4682  | 6681  | 9858  | 11682  | 10371  | 12486  | 12344  | 11469  |
| Пшеница              | 652   | 1141  | 1895  | 2909   | 3039   | 2400   | 2366   | 2326   |
| Рис                  | 1964  | 2966  | 4979  | 5400   | 4887   | 3802   | 3733   | 3936   |
| Валовой сбор, тыс. т |       |       |       |        |        |        |        |        |
| Соя                  | –     | 206   | 1508  | 12513  | 25682  | 32687  | 49793  | 50195  |
| Кофе                 | 1071  | 1800  | 755   | 950    | 930    | 1824   | 2467   | 2179   |
| Сах. тростник        | 32670 | 56927 | 79753 | 120095 | 303699 | 324668 | 411256 | 420121 |
| Какао                | 153   | 163   | 226   | 228    | 297    | 210    | 195    | 214    |
| Хлопчатник           | 395   | 536   | 1955  | 1751   | 2382   | 3574   | 3793   | 3727   |
| Кукуруза             | 6023  | 8672  | 14216 | 19122  | 28686  | 32282  | 41806  | 34859  |
| Пшеница              | 532   | 713   | 1844  | 2066   | 3062   | 5485   | 5726   | 5200   |
| Рис                  | 3218  | 4795  | 7554  | 8941   | 11226  | 11168  | 13280  | 13141  |

На рубеже XX и XXI столетий в Бразилии началась радикальная макроэкономическая перестройка аграрного сектора. Правительство страны взяло курс на постепенное свертывание плантационной монокультуры (прежде всего, кофейные плантации и выращивание апельсинов) в пользу возделывания востребованных на мировом рынке культур – сои, кукурузы, сахарного тростника. Одним из слагаемых бразильских аграрных реформ стал отказ от политики импортозамещения, т. е. самообеспечения страны всеми основными видами сельхозпродукции и продовольствия. В ходе реформ произошла либерализация аграрного экспорта: были ликвидированы экспортные лицензии, квоты и сняты таможенные тарифы на аграрную продукцию.

В настоящее время ежегодный аграрно-продовольственный экспорт Бразилии превышает 20 млрд дол. США. Радикально изменилась его структура: если раньше страна продавала «плантационные» культуры, такие как кофе, то сейчас вывозит «севооборотные» (сою, кукурузу), а также мясо.

Выращивание сезонных агрокультур в соответствии с севооборотом повлекло за собой перестройку всей организационной структуры аграрного сектора экономики – переход от ла-

тифундий к преимущественно фермерскому типу производства. Вместе с тем костяком товарного производства в растениеводческом секторе АПК остаются фазенды – крупные агрохозяйства. Государственная поддержка их осуществляется в форме преференциальных производственных кредитных линий. Широкое распространение получило частное кредитование, которое, что немаловажно, частично гарантируется государством.

Основные районы рисосеяния – штаты Рио-Гранде-ду-Сул (обеспечивает весь экспорт), Гояс, Минас-Жераис, Сан-Паулу, Мараньян. По сообщению «Gazeta Mercantil», по потреблению риса на душу населения Бразилия занимает первое место среди латиноамериканских стран. В стране сравнительно быстрый рост урожайности. Если в 1950 г. валовой урожай риса в Бразилии составлял всего 3218 тыс. т, то в 2004 г. – 13280 тыс. т, или в 4,1 раза больше. Рост урожайности на рубеже XX и XXI вв. объясняется повышением культуры земледелия, в частности, за счет совершенствования систем удобрения и защиты растений, режима орошения, внедрения новых сортов, механизации технологий возделывания риса.

В Бразилии возделывается три типа сортов, отличающихся размерами зерновок и кулинарными качествами. Наибольшим спросом пользуются длиннозерные сорта с длинной тонкой зерновкой. На втором месте стоят среднезерные, на третьем – короткозерные сорта. Они дают более высокий урожай, но менее устойчивы к полеганию. Более половины посевов риса занимает длиннозерный сорт Ирга-409.

Большинство почв, на которых возделывают в Бразилии рис, имеют тяжелый механический состав. Для них характерно высокое содержание глины и ила. Преобладающими почвенными разностями являются брүниземы, черные слитые и темно-красные почвы.

Севообороты по агрохозяйствам существенно различаются и нередко переходят в простой плодосмен. Так, в штате Рио-Гранде-ду-Сул, где сосредоточено более 42 % всех посевов риса в Бразилии, наиболее распространены следующие схемы севооборотов: 1) рис – маниок – пастбища; 2) рис – соя – подсолнечник; 3) пастбище 1-2 года – рис; 4) соя – кукуруза – рис; 5) рис – рис – залежь 2-3 года; 6) рис – соя – соя. Наибольшее распространение в агрохозяйствах получил короткий тип севооборота (рис – соя, рис – пар).

Обработка почвы на рисовых полях включает послеуборочные (осенние) и предпосевные (весенние) операции. Осенняя подготовка почвы включает разравнивание временных оросительных валиков, заделку пожнивных остатков и измельченной рисовой соломы в почву. Для разравнивания временных валиков используют тяжелые катки (рис. 1).

Стерню и солому заделывают в почву тяжелыми дисковыми боронами. Эта работа проводится в два следа. Весной перед посевом риса почву рыхлят дисковыми орудиями и выравнивают. При планировке стремятся получить поверхность, по возможности не имеющую отклонений от заданной плоскости. Осуществляется это с помощью многоножевых длиннбазовых планировщиков с автоматическим управлением. База их достигает 21 м. Предпосевная планировка полей является средством не только выравнивания поверхности, но и рыхления почвы и размельчения комков.

После предпосевного дискования почвы вносят минеральные удобрения. В качестве азотного удобрения под рис используют мочевины (карбамид) и сульфат аммония; фосфорных – суперфосфат; калийных – сульфат калия и хлористый калий. В последние годы в агрохозяйствах приоритет при выборе удобрений стали отдавать сложным – диаммофосу, фосфорнокислому аммиону. При определении доз удобрений учитывают агрохимические показатели почвы. Региональные опытные станции выдают агрохозяйствам конкретные рекомендации по внесению оптимальных доз минеральных удобрений, зависящих от почвенно-климатических условий зон рисосеяния страны. В зависимости от степени обеспеченности рисовых почв азотом, фосфором и калием, дозы вносимых под рис удобрений колеблются в пределах от 450 до 550 кг д.в. на 1 га.

На долю азота приходится 10-30 %, фосфора – 30-40 % и калия – 30-60 % от общего количества вносимых под рис минеральных удобрений. Фосфорно-калийные туки вносят за один прием перед посевом риса, а азотные – в два срока: 60 % перед посевом, оставшиеся 40 % азота – в подкормку в возрасте 4-х листьев у риса. Удобрения вносят вразброс с самолета или наземным способом с использованием центральных тукоразбрасывателей (рис. 2).

Центробежные тукоразбрасыватели агрегируются с колесными тракторами 106CV (рис. 3). Вторую подкормку посевов дают в тех случаях, если первой окажется недостаточно, и растения будут испытывать азотное голодание. Рассеянные по поверхности рисового поля удобрения заделывают в почву на глубину 8-10 см дисковыми боронами. Подкармливают посевы риса азотными удобрениями, как правило, с самолета.

Обязательным компонентом системы удобрения в Бразилии считают микроэлементы. Микроудобрения вносят перед посевом риса в единой технологии с фосфорными и калийными после тщательного перемешивания с ними (Primaves A.M., Primaves A., 1970).

Чтобы не допустить засоренности посевов, в агрохозяйствах практикуют внесение почвенных гербицидов во время предпосевной подготовки почвы. Рабочие растворы гербицида готовят согласно рекомендациям региональных опытных станций. Гербициды применяют в виде рабочих растворов, которые наносят на поверхность почвы. Приготовленный водный раствор препарата в виде концентратов эмульсий равномерно наносят на поверхность рисового поля с помощью штанговых опрыскивателей и немедленно заделывают в почву боронами на глубину 3-5 см (рис. 4).

Комплекс агромероприятий по подготовке почвы к севу риса завершается прикатыванием. Этот агроприем обеспечивает равномерное распределение семян и получение дружных всходов риса. Прикатывают почву ребристыми водоналивными катками (рис. 5).

Сев – наиболее ответственный этап при возделывании риса. Оптимальным сроком для сева в условиях Бразилии считают третью декаду сентября – вторую декаду октября. Наряду с правильным выбором срока сева, здесь немаловажное значение имеет определение способа сева, нормы высева и глубины заделки семян. Все эти вопросы взаимосвязаны и являются фундаментом, в значительной степени определяющим величину будущего урожая.

Обязательным агроприемом считают комплексную обработку посевного материала ядохимикатами против грибковых заболеваний, а также микроэлементами. Обработку семян риса производят 0,5-1,0 % водными растворами микроэлементов полусухим способом. В условиях Бразилии наибольший эффект из микроэлементов обеспечивает бор и медь.

Оптимальная норма высева семян в Бразилии – 5,5-6,0 млн всхожих зерен на гектар. Наиболее благоприятная глубина заделки семян – 3,0-4,0 см. Высевают рис узкорядным способом зерновыми сеялками (рис. 6).

После посева для создания и поддержания слоя воды на системах с временными контурными валиками проводится нарезка их дисковыми или ножевыми валикоделателями. Контурные валики располагаются поперек уклона местности по линиям с одинаковыми отметками, т. е. по горизонталям, поэтому в плане они криволинейны и извилисты. Расстояние между двумя смежными контурными валиками определяют уклоном местности и скоростью орошения. В зависимости от уклона местности валики располагаются с вертикальным интервалом 6-9 см. Трассировка валиков осуществляется с помощью нивелира, а в отдельных агрохозяйствах – с использованием лазерной установки. Высоту валиков рассчитывают так, чтобы они могли удерживать слой воды 10-15 см.

Рис выращивают при укороченном затоплении, наиболее полно соответствующем биологическим особенностям этой культуры. При таком водном режиме всходы риса получают за счет естественных запасов влаги в почве и обильных осадков, выпадающих в виде дождя, а после формирования у риса 4-х листьев и до наступления фазы восковой спелости зерна поддерживают слой воды на поверхности почвы 5-10 см. Получение всходов без слоя воды обеспечивает высокую полевую всхожесть высеванных семян – до 80-90 %.

Для орошения риса в Бразилии используют поверхностный сток крупных рек и небольших водохранилищ. Орошение риса на базе поверхностного стока крупных рек развивается за счет вод бассейна рек Амазонки, Уругвай, Параны, Сан-Франциска, Парнаибы и многочисленных речушек, текущих непосредственно в Атлантический океан. Водоохранилища (пруды), заполняемые за счет регулирования местного стока дождевых вод, используются в качестве водоисточника для орошения риса в тех районах, где выпадает большое количество осадков в виде дождя.

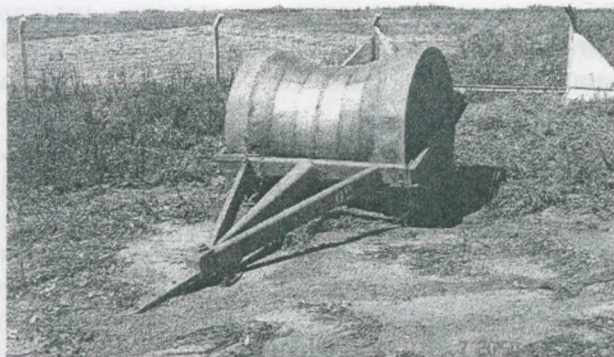


Рис. 1. Каток для разравнивания валков

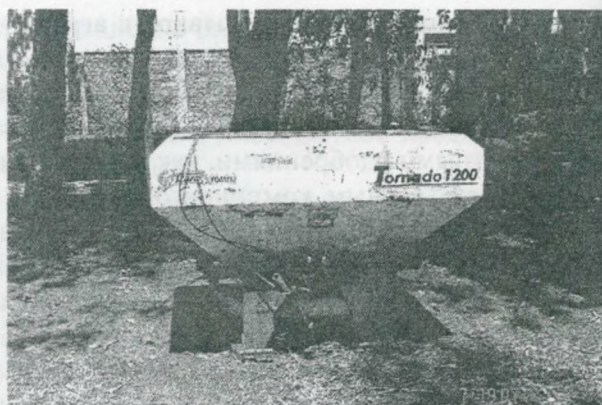


Рис. 2. Тукоразбрасыватель Tornado 1200



Рис. 3. Трактор колесный 106CV

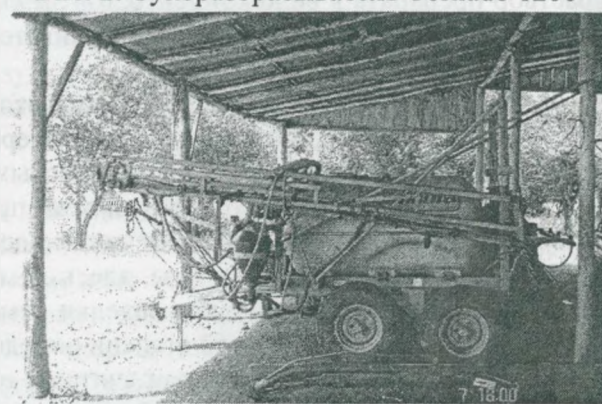


Рис. 4. Опрыскиватель для внесения гербицидов

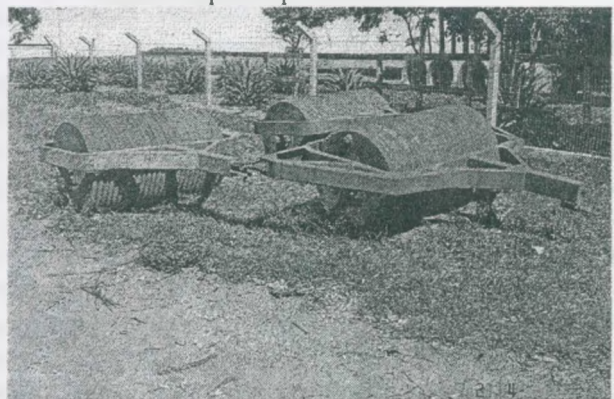


Рис. 5. Каток ребристый водоналивной



Рис. 6. Сеялка TDNG 320



Рис. 7. Комбайн фирмы John Deere CWS 1550



Рис. 8. Транспортный агрегат

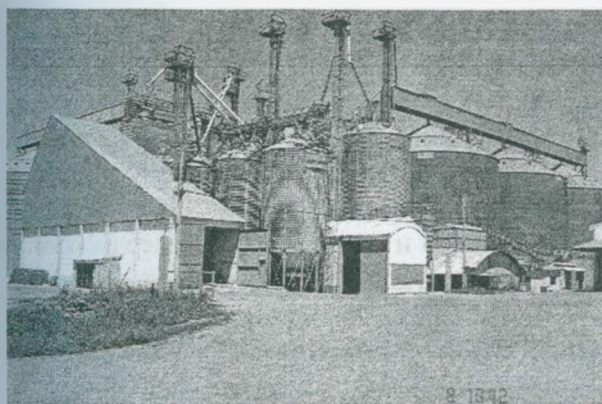


Рис. 9. Элеватор типовой



Рис. 10. Склад для хранения рисовой крупы

Во всех рисосеющих агрохозяйствах используют преимущественно открытые оросительные каналы. Вода от водисточника подается насосами (при принудительном орошении) в магистральный канал, далее самотеком по оросительным каналам до рисовых полей. На террасированных участках оросительная вода поступает первоначально на более высокие чеки. Происходит как бы ступенчатый залив чеков. Отвод сбросных вод с рисовых полей осуществляется в обратной последовательности. Вода из сбросных каналов поступает обратно в водохранилища для повторного использования. Сроки сброса воды перед уборкой урожая определяются в зависимости от сорта риса, типа почвы, дренажных устройств и погодных условий.

Завершающим и самым ответственным звеном в технологии возделывания риса является уборка урожая. К уборке приступают в третьей декаде февраля, и продолжается она практически 30-60 календарных дней. Убирают урожай прямым комбайнированием (рис. 7).

Для повышения производительности комбайнов используют тракторные агрегаты, предназначенные для непосредственного приема зерна от комбайнов и транспортировки их до грузовых большегрузных автомашин (рис. 8).

Убирают отдельно каждый сорт, в первую очередь, его высокие репродукции. Намолоченное зерно доставляют непосредственно на элеваторы (рис. 9).

Поступившее на элеватор зерно взвешивают и при необходимости подсушивают до влажности 14 %. Далее, в зависимости от назначения, зерно подвергают первичной, основной и дополнительной очистке. Здесь же ведется переработка зерна в крупу. Различают следующие виды и сорта рисовой крупы: 1) шлифованный и полированный (высший, первый и второй сорта); 2) рис дробленый (побочный продукт обработки зерен). Каждый сорт крупы отдельно расфасовывают в полиэтиленовые мешки и складывают в штабеля (рис. 10). В складах, предназначенных для хранения рисовой крупы, осуществляется еженедельный санитарный контроль: не допускается попадание влаги и вредителей хлебных запасов.

По сложившимся на 2008 г. ценам 1 т риса-сырца стоит 300 дол. США, а рисовая крупа высшего сорта – 800 дол. США.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вольский В.В. Бразилия // Большая Советская энциклопедия. – М.: СЭ, 1970. – С. 1856-1858.
2. Глазовская М.А. Почвы зарубежных стран. – М.: Высшая школа, 1983. – 312 с.
3. Лобова Е.В., Хабаров А.В. Почвы. – М.: Мысль, 1983. – 304 с.
4. Панов Н.П. Почвы влажных субтропиков // Почвоведение / Под ред. И.С. Кауричева. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 564–574.
5. Почему мы не Бразилия? Аграрное чудо за 20 лет // Агробизнес. – 2006. – № 8. – С. 38-40.
6. Технология возделывания и уборки риса в агрохозяйстве SAO RAFAEL (штат Рио-Гранде-ду-Сул; владелец Nelson Mariano da Rocha). Из беседы А.Х. Шеуджена с главным специалистом Жозе Карлом. 07.03.2008 г.
7. Хацкевич Ю.Г. Весь мир. Страны. – Минск: Харвест; М.: АСТ, 2001. С. 607-611.
8. Primaves A.M., Primaves A. Die Wirkung des Spurenelementes Kupfer zu Reis // Agrochimica. – 1970. – XIV, №. 5–6. – S. 491-495.

## **БРАЗИЛИЯ: ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ЗОНЫ РИСОСЕЯНИЯ**

А.Х. Шеуджен, Е.М. Харитонов

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

### **РЕЗЮМЕ**

В статье дана почвенно-климатическая характеристика и анализ состояния сельского хозяйства Бразилии. Особое внимание уделено культуре риса.

### **BRAZIL: SOIL AND CLIMATIC RESOURCES OF RICE GROWING ZONE**

A. Kh. Sheudzhen, E. M. Kharitonov

All-Russian Rice Research Institute

### **SUMMARY**

Soil and climatic characteristics and analysis of the state of agriculture in Brazil are given. Special attention is paid to rice culture.

УДК 633.18

# АЛГОРИТМ ВЫБОРА РИСУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

В. И. Воробьев, к. техн. н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Основной показатель, характеризующий эффективность использования сельскохозяйственной машины, – прибыль (К), получаемая одним работником производства при ее использовании [1]:

$$K = (Ц - C) \Phi У, \quad (1)$$

где Ц и С – цена и себестоимость продукции, руб./т;  
 Φ – площадь возделываемой оператором культуры, га;  
 У – урожайность, т/га.

Если цена (Ц) – это рыночный фактор, а себестоимость (С) всецело зависит от технологии производства, техники и квалификации оператора, то прибыль (убыток) на каждой тонне продукции (Ц – С) – это во многом результат использования техники, а площадь (Φ) и урожайность (У) – интегрированные регламенты использования машин: технический, технологический. Все эти факторы формируют в конечном итоге величину прибыли производства. Из этого вытекают две задачи:

- обеспечить производство прибавочного продукта (так, чтобы  $C < Ц$ );
- добиться наивысшей производительности труда.

В структуре производительности труда и издержек машинного производства, как видно, ведущую роль играет техника. Она является основной затратной составляющей стоимости продукции, включающей величину амортизационных отчислений на обновление фондов (доля стоимости машин), цену горючего, запасных частей, заработную плату оператору и ремонтным работникам и т. д. Эти расходы составляют в растениеводстве 60 – 70 % от совокупных затрат.

Параметры техники определяют объем выработки при выполнении технологических процессов, которая определяется по формуле:

$$W = Wч \cdot T = 0,1 \cdot B \cdot V \cdot Tг, \quad (2)$$

где Wч – производительность, га/ч;  
 В – ширина захвата рабочая, м;  
 V – скорость движения, км/ч;  
 Tг – время годовой загрузки, ч.

На урожайность сельскохозяйственной культуры более всего влияют: качество технологического процесса; точность выполнения биологических требований к процессу, которые определяются технологическими параметрами машин (агрегатов).

Производительность труда российского сельскохозяйственного работника существенно ниже, чем у его зарубежного коллеги. Например, канадский аграрий «кормит» примерно 75 человек, производя в среднем – 62 т зерна, 21 т молока, 9 т мяса, россиянин же, соответственно, 6 – 7 человек, 8,6 т; 3,6 т, 0,56 т. Производительность труда механизированного оператора в Канаде составляет около 150 тысяч, а российского – около 10 тысяч дол. США. Прибыль, получаемая одним канадским работником, занятым использованием машин-агрегатов при производстве сельскохозяйственной продукции, нередко составляет около 50 тысяч дол. США, аналогичный расчетный показатель у российского механизатора – в среднем около 500 дол. США [1].

В последнем десятилетии XX века российский АПК оказался в глубоком кризисе: значительный спад производства сопровождался негативными социально-экономическими процессами деградации села. Остановить эту тенденцию и подготовить переход к фазе развития возможно только на основе масштабной инновационной деятельности.

В Краснодарском крае назрела необходимость в изменении технологий возделывания всех сельскохозяйственных культур, и риса в частности [2].

Важнейшим условием дальнейшего развития рисоводческой отрасли является переход к адаптивно-ландшафтной системе земледелия на базе ресурсосберегающих технологий, адаптированных к зональным почвенно-климатическим особенностям Краснодарского края, и новых высокопродуктивных сортов риса.

С этой целью по нескольким направлениям совершенствуются системы машин для возделывания и уборки культуры. Создаются:

- мобильные почвообрабатывающие комбинированные агрегаты блочно – модульного типа на основе новых УЭС (например, Террион АТМ 3180 и другие);

- энергосберегающие комплексы машин (агрегатов), совмещающие технологические операции, сокращающие число энергетических средств и обслуживающих их лиц в технологическом процессе, улучшаются условия труда за счет повышения эргономичности, электрификации рабочих мест и автоматизации контроля рабочих режимов машинно-тракторных агрегатов и комбайнов.

В 2004 – 2006 годах на основе экологических испытаний осуществлен подбор сортов риса для Краснодарского края (табл. 1) [2, 3].

**Таблица 1.** Урожайность сортов риса в Краснодарском крае, по агроландшафтным районам

| Сорт    | Урожайность по агроландшафтным районам, т/га |      |      |
|---------|----------------------------------------------|------|------|
|         | 1                                            | 2    | 3    |
| Лиман   | 67,0                                         | 59,4 | 72,5 |
| Новатор | 73,3                                         | 82,3 | 80,2 |
| Аметист | 82,1                                         | 75,2 | 65,1 |
| Южный   | 78,9                                         | 75,2 | 57,3 |
| Флагман | 75,6                                         | 67,2 | 73,3 |
| Ралан   | 74,5                                         | 69,9 | 66,6 |
| Янтарь  | 73,2                                         | 69,1 | 64,1 |
| Айсберг | 72,5                                         | 72,7 | 58,6 |
| Дружный | 69,3                                         | 66,6 | 74,6 |
| Гарант  | 64,2                                         | 72,0 | 58,6 |
| Атлант  | 62,3                                         | 71,9 | 58,6 |

1 – стародельтовый; 2 – долинный; 3 – младодельтовый агроландшафтные районы рисосеяния

В настоящее время из имевшегося прежде комплекса машин для уборки риса прямым и раздельным способами в серийном производстве остался лишь один специализированный рисоуборочный комбайн «Енисей-1200 РМ», да и тот в процессе модернизации, т.к. его номинальная производительность уже не соответствует требованиям уборки новых сортов риса (табл. 1).

Проблема оснащения рисоводческих хозяйств России высокопроизводительной уборочной техникой в нынешних условиях пока может решаться только за счет машин зарубежного производства. При этом далеко не все фирмы-продавцы добросовестно конкурируют на рынке. Однако рисоводы, как правило, работают с производителями, имеющими солидную деловую репутацию.

Один из таких крупных игроков на российском рынке – компания АМАКО и ее дилер ООО «Агропартнер». Она имеет в России развитую систему дистрибьюции сельскохозяйственных машин (трактора, комбайны, а также культиваторы чизельные, рипперы, дискаторы, сеялки, опрыскиватели – практически весь продуктовый ряд, необходимый для современного земледелия, животноводства, птицеводства); предлагает широкий спектр вариантов финансирования (лизинг, покупка с рассрочкой платежа и кредиты); для нее характерен новаторский

подход к адаптации новой техники к ресурсосберегающим технологиям регионального значения, созданным в отраслевых институтах.

Менеджеры Краснодарского филиала АМАКО и ее дилера ООО «Агропартнер», сотрудничая со специалистами АПК и учеными ВНИИ риса, стремятся эффективно решать проблемы, возникающие при возделывании и уборке риса в Краснодарском крае.

Существующие в мировом машиностроении типы конструкций комбайнов для уборки зерновых культур и риса (по механико-технологическим принципам обмолота и сепарации зерностебельной массы) делятся на две основные группы:

- комбайны с классической схемой молотилки (обмолот и сепарация грубого вороха выполняются раздельно и различными рабочими органами);
- комбайны роторные, обеспечивающие обмолот и сепарацию зерна единым рабочим органом.

Механико-технологические принципы обмолота и сепарации зернового вороха, положенные в основу молотильно-сепарирующих устройств (МСУ) зерноуборочных комбайнов классической схемы, обеспечивают достижение предельных значений пропускной способности и производительности.

Параметры комбайна «Дон-1500» находятся в граничной зоне оптимальных значений. Они обусловлены действующими жесткими ограничениями по массе комбайна и его линейным размерам. Комбайны роторного типа отличаются более высокой пропускной способностью и производительностью, но при больших значениях массы (15-17 т) и мощности двигателя (>200 кВт). В то же время применение роторного МСУ высокой пропускной способности создает условия для снижения его удельной материалоемкости и оборудования их бункерами большого объема (10 – 12 м<sup>2</sup>) [4].

Высокая урожайность риса новых сортов кубанской селекции (табл. 1) требует рисоуборочных комбайнов гусеничных СКГ с пропускной способностью: классические  $\leq 7,5-8,5$  кг/с; роторные  $\leq 10-14$  кг/с (на рисе), то есть номинальной производительностью соответственно – 27-30 т/ч и 36-50 т/ч (на уборке пшеницы), а на уборке риса соответственно – 19-21 т/ч и 25-35 т/ч.

В 2006 – 2007 годах специалисты ООО «Агропартнер» совместно с инженерами хозяйств и учеными, провели в рамках рисоводческой программы компании АМАКО испытания комбайна роторного колесного МФ 9790 (схема 4x2 и 4x4) фирмы-изготовителя *Massey Ferguson* (США). Его МСУ было конструктивно и технологически адаптировано к обмолоту кубанского риса. Комбайн работал на сорте Рапан в режиме прямого и раздельного способов уборки в чеках ЗАО «ТТК», ООО «Аспект» Славянского района и СПК «Россия» Красноармейского района Краснодарского края. Урожайность культуры на товарных и семенных участках составляла – 6,14-9,80 т/га [5].

В процессе испытаний отмечено следующее:

- испытуемый в Краснодарском крае комбайн в регламентной комплектации не полностью соответствует условиям уборки риса сортов кубанской селекции;
- МСУ комбайна требовало адаптации к местным условиям и типу риса;
- технологический процесс прямого способа уборки культуры, который рекомендуется проводить при урожайности до 5 т/га при прямостоящем или поникшем рисе в низких чеках, выполнялся комбайном (с модернизированным МСУ) при урожайности риса 6,14 т/га на фоне полеглости 40-50 % и высокой влажности почвы – 35 % и более;
- максимальная производительность комбайна составляла 23 т/ч, при этом потери были около 2 %, чистота бункерного зерна – 93,2-96,3 %, дробленных и обрубленных зерен – 2,7 %;
- при прямом способе уборки риса, когда почва имеет относительную влажность 35,0 % и более, колесный ход комбайна нарушает выровненность рисового чека, формируя колею до 0,30 – 0,40 м глубиной, что вызывает необходимость последующего исключения поля для капитального ремонта, в результате растут производственные затраты и увеличивается себестоимость зерна, а значит, снижается его конкурентоспособность на рынке;

– прямой способ уборки риса выполнялся при: урожайности семенных посевов риса – 9,83 т/га, производительности – 13,0; 15,6; 17,2 т/ч и потерях зерна соответственно – 1,5; 2,0; 2,5 %; чистоте бункерного зерна – 94,5-97,2 %; дробленных и обрубленных зерен – 0,8-2,3 %; удельном расходе топлива – 5,22-5,78 л/т; при этом схема колес – 4×4 использовалась на площади – 10-15 %, а на остальной части – схема 4×2;

– раздельный способ уборки риса выполнялся при: урожайности – 7,40-9,83 т/га; производительности – 14,2-16,0; 16,5-18,3; 18,3-19,7 т/ч и потерях зерна соответственно – 1,0; 1,5; 2,0 %; чистоте бункерного зерна – 96,5-98,1 %; дробленных и обрубленных зернах – 0,6-1,2 %; удельном расходе топлива – 4,27 л/т;

**Выводы.** 1. Для успешной уборки риса при урожайности 4-5 т/га целесообразно выбирать комбайн классической схемы с пропускной способностью 5 – 6 кг/с (по рису). При урожайности 5 т/га и более – лучше иметь комбайны как классической, так и роторной схемы (примерно «50 на 50») с пропускной способностью от 7 кг/с и более. В настоящее время на уборке кубанского риса по надежности и качеству технологического процесса лучшим является роторный комбайн *Massey Ferguson 9790*.

2. Комплекс машин для возделывания и уборки риса должен разрабатываться, комплектоваться и испытываться применительно к каждому конкретному сельхозпроизводителю с учетом: севооборотов, почвенно-климатических условий, сортов риса и их урожайности, экономической эффективности, наличия и квалификации кадров, перспектив развития и проч.

3. В технологической цепочке возделывания и уборки риса каждая машина (импортная она или отечественная), выполняя свою функцию, должна готовить условия для высокопроизводительной и качественной работы последующей, тем самым укрепляя экономическую базу производства.

4. «Выбор» рисоуборочного комбайна, как и любой другой машины, комплекса (системы) машин обуславливается единственной целью – получить в результате ее эксплуатации максимальную научно обоснованную прибыль.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Система использования техники в сельскохозяйственном производстве. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 520 с.

2. Система рисоводства Краснодарского края: Рекомендации / Под общ. редакцией Е.М.Харитоновой. – Краснодар: ВНИИ риса, 2005. – 340 с.

3. Каталог сортов риса селекции Всероссийского научно -исследовательского института риса. – Краснодар, 2007, – 48 с.

4. Песков Ю.А., Мещеряков И.К., Погорелый Л.В., Коваль С.Н. Перспективы развития и оптимизации базовых параметров зерноуборочных комбайнов // Тракторы и комбайны. – 1987. – № 3. – С. 23 – 27.

5. Гуйда А. Уникальный комбайн для уборки риса // Агропромышленная газета юга России. – № 1-2(108-109) – 8-20 января 2008 года. – С. 12.

6. Сухаренко В.И., Казанский А.А. Проходимость самоходного зерноуборочного комбайна с двигателями различного типа // Тракторы и сельхозмашины. – 1958. – № 10. – С. 20-22.

## АЛГОРИТМ ВЫБОРА РИСОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

В. И. Воробьев

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

## РЕЗЮМЕ

Дан алгоритм выбора рисоуборочного комбайна, то есть способ определения его эффективности с учетом конструктивных, технологических и экономических параметров. Он может оказать помощь рисоводам в формировании оптимальных уборочных комплексов из импортных и отечественных машин и в увеличении их доходов для обновления системы машин по возделыванию и уборке риса.

## **ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРОВ ФЛАГОВЫХ ЛИСТЬЕВ РИСА НА ПРИЗНАКИ ПРОДУКТИВНОСТИ И ИХ НАСЛЕДОВАНИЕ**

**П. И. Костылев, д. с.-х. н., В. В. Бредихин к. с.-х. н.**

Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур  
им. И. Г. Калининко (г. Зерноград)

Основным направлением в селекции риса в нашей стране считается создание высокопродуктивных сортов, устойчивых к стресс-факторам. Программы всех селекционных учреждений включают выведение полугарликовых неполегающих сортов с высокой экологической пластичностью [2].

В тесной связи с габитусом растений находятся размеры и форма листовых пластинок. Листья – это ассимиляционный аппарат растений и величина урожая значительно зависит от их развития и работы. Листья нижнего яруса не принимают непосредственного участия в формировании метелки и не оказывают влияния на число образующихся на ней колосков. Главная функция этих листьев состоит в снабжении корневой системы органическими соединениями, образующимися в результате фотосинтеза, в первую очередь, крахмалом. Следовательно, на величину урожая они влияют косвенно [1].

Функции флаговых и вторых верхних листьев заключаются в снабжении колосков продуктами фотосинтеза – питательными веществами, которые откладываются в эндосперме и зародыше зерновки. Таким образом, эти листья работают на завершение вегетации риса и создание урожая, а также оказывают непосредственное влияние на качество получаемой продукции.

Знание генетических связей между признаками гибридов риса и закономерностей наследования хозяйственно ценных признаков имеет большое значение для практической селекционной работы. Однако изучены они еще недостаточно. Выяснение генетических основ количественных признаков у риса, составляющих основные элементы структуры урожая, – одна из наиболее важных задач, решение которой необходимо для ускорения селекционного процесса [3].

**Цель исследования.** Определить взаимосвязи между продуктивностью растения и площадью флагового листа, а также тип наследования компонентов площади: длины и ширины флагового листа у гибридов риса.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

1. Найти корреляционные связи между отдельными компонентами площади листовой поверхности флагового листа и продуктивностью метелки.
2. Определить тип наследования и число генов, отвечающих за размеры флаговых листьев – длину и ширину.

**Материал исследований.** Гибридные растения от скрещивания между коллекционными образцами Широколистый и Узколистый, контрастно различающиеся по ширине листьев.

Образец Широколистый относится к среднеспелой группе, вегетационный период от посева до полной спелости – 124-126 дней. Высота растений – 80-96 см (в среднем 88 см). Метелка компактная, прямостоячая длиной 14-16 см. В метелке 150-185 зерен удлинённой формы, частично остистые. Масса 1000 зерен – 37-38 г. Длина флагового листа – 23-24 см, ширина – 20-22 мм.

Образец Узколистый – среднеспелый, вегетационный период от посева до полной спелости – 118-120 дней. Высота растений – 100-118 см (в среднем 109 см). Метелка развесистая, слегка наклонная длиной 17-19 см. В метелке 110-145 зерен удлинённой формы. Масса 1000 зерен – 30-32 г. Длина флагового листа – 27-32 см, ширина – 9-10 мм.

Для продуктивности растений риса важнейшим признаком является озерненность метелки. Проведенный корреляционный анализ показал, что количество колосков на метелке положительно коррелирует с признаками длины ( $r = 0,64$ ), ширины ( $r = 0,35$ ) и площади флагового листа ( $r = 0,42$ ). На рисунке 1 показан график поверхности, демонстрирующий зависимость числа зерен в метелке от размеров листа-флага.

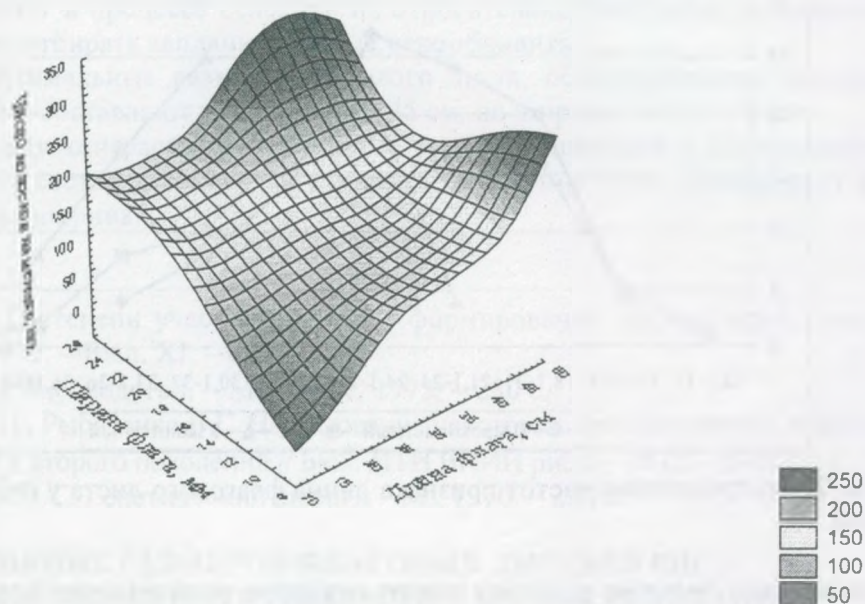


Рис. 1. Зависимость числа зерен в метелке от размеров листа-флага в гибридной популяции Широколистный × Узколистный.

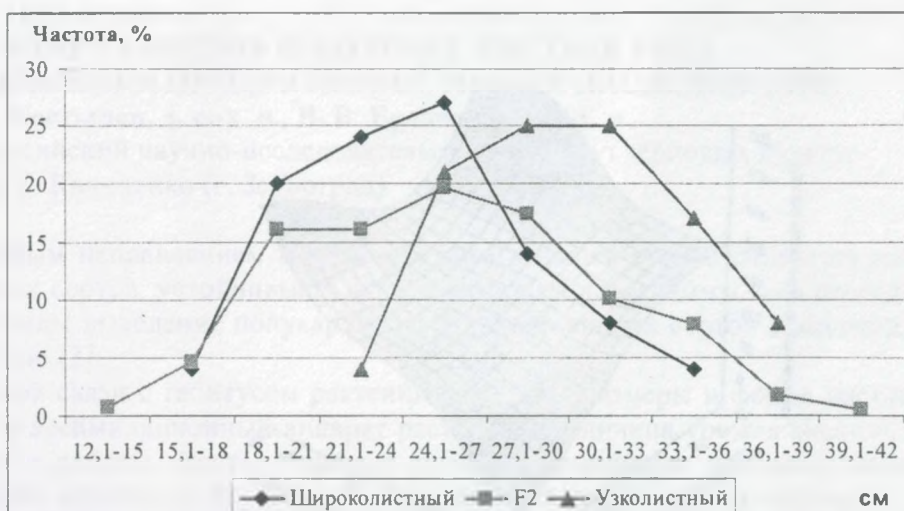
На оси ОХ указана длина флагового листа, см, на оси ОУ – ширина флага, см, а на оси ОZ – число колосков в метелке, шт. Из графика видно, что оба фактора (длина и ширина флагового листа) увеличивают число зерен в метелке. Большое число зерен формируется как при длинном, узком листе, так и при коротком, широком.

Однако максимальное количество зерен в метелке формируется при наибольшей ширине флагового листа (30-32 мм) и длине в пределах 40-45 см. Отклонение от этих размеров в ту или иную сторону приводит к снижению озерненности.

Поскольку размеры листьев во время цветения тесно связаны с продуктивностью, то можно использовать оценки ширины и длины листа-флага при отборах лучших растений из расщепляющихся гибридных популяций. В связи с тем, что площадь листа оказывала влияние на число зерен в метелке, нас заинтересовало его наследование. Однако этот признак сложный, комплексный. Поэтому мы изучили наследование его компонентов, т.е. длины и ширины флагового листа, по отдельности.

Было проанализировано 12 гибридных комбинаций и получена взаимодополняющая информация. В данной статье представлен генетический анализ наследования длины и ширины флагового листа в популяции гибрида  $F_2$  – Широколистный × Узколистный.

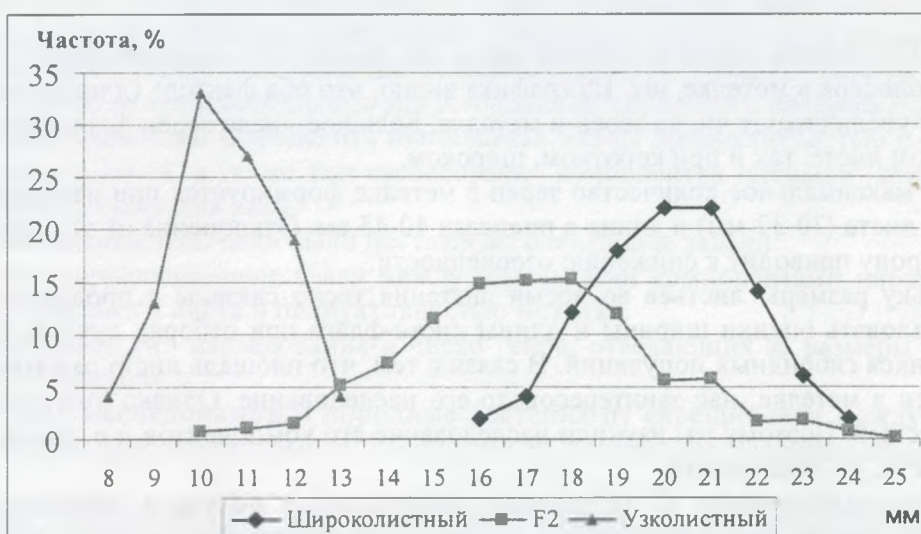
По признаку длина флага родительские формы различались на 7-8 см: Узколистный – 30-32 см, Широколистный – 23-24 см. Кривая распределения частот (далее – КРЧ) этого признака у гибрида находилась в пределах кривых родительских форм и имела правостороннюю асимметрию –  $As = 0,65$ , а ее вершина была смещена влево и совпадала с вершиной родительской формы (Широколистный) с меньшим проявлением признака (рис. 2). Это свидетельствует о доминировании меньших значений признака. Коэффициент доминирования составил - 0,29, т.е. оно было неполным, отрицательным. На долю гибрида приходилась примерно  $\frac{1}{4}$  частот рецессивного родителя Узколистный, что говорит о расщеплении в соотношении 3:1, то есть о моногибридных различиях. Следовательно, образцы Узколистный и Широколистный по признаку длина флагового листа различаются аллельным состоянием одной пары генов.



**Рис. 2.** Распределение частот признака длина флагового листа у гибридов  $F_2$  и родительских форм.

Значительно большие различия имеют исходные родительские формы по признаку ширины флагового листа: от 10,54 мм у Узколистного до 20,14 мм у Широколистного.

Различия по ширине флага у образцов Широколистный и Узколистный составляют 9,5 мм, т. е. почти в два раза (рис. 3).



**Рис. 3.** Распределение частот признака ширина флагового листа у гибридов  $F_2$  и родительских форм.

Анализ кривых распределения частот у гибрида между ними показал отсутствие трансгрессий и наличие незначительной правосторонней асимметрии ( $As = 0,27$ ). На долю гибрида приходилась примерно  $1/64$  частот рецессивного родителя Узколистный, что свидетельствует о различиях родительских форм по аллельному состоянию трех пар генов. Это подтверждается также расчетом по формуле А.С. Серебровского:  $X = (3D^2 - 4DD_1 + 4D_1^2)/16 (\sigma^2_{F_2} - \sigma^2_{F_1})$ , где  $D$  – разница между родителями,  $D_1$  – разница между гибридом  $F_2$  и более дальним родителем,  $\sigma^2$  – дисперсия признака [4]. Число генов составило 2,92, т. е. примерно 3. Степень доминирования была 0,35, т. е. имелось неполное доминирование больших значений признака ширины листьев. Сопоставление частот гибрида и Широколистного показало, что 2 гена имели полное доминирование и 1 – частичное.

Таким образом, количественные признаки размеров флаговых листьев детерминируются не многочисленными полигенами, а небольшим количеством олигогенов, в данном примере – четырьмя, что позволяет в процессе селекции из относительно небольших расщепляющихся гибридных популяций отбирать запланированные рекомбинанты.

**Выводы.** 1. Оптимальные размеры флагового листа, обеспечивающие максимальное число зерен на метелке, составляют по длине – 40-45 см, по ширине – более 30 мм.

2. Различие между контрастными образцами риса Узколистный и Широколистный по длине флагового листа составляет одну пару генов, а по ширине – три. Доминирует меньшая длина флага и большая ширина.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ельцов Р.П. О степени участия листьев в формировании урожая зерна риса // Бюл. НТИ ВНИИ риса. – 1973. – Вып. XI. – С. 10-14.
2. Натальин Н.Б. Рисоводство. – М.: Колос, 1973. – 280 с.
3. Рыбаченко С.Н., Рыбаченко В.Г. Наследование некоторых количественных признаков риса у гибридов первого и второго поколений // Бюл. НТИ ВНИИ риса. – 1972. – Вып.7. – С. 7-10.
4. Серебровский А.С. Генетический анализ. – М., 1970. – 230 с.

#### ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРОВ ФЛАГОВЫХ ЛИСТЬЕВ РИСА НА ПРИЗНАКИ ПРОДУКТИВНОСТИ И ИХ НАСЛЕДОВАНИЕ

П. И. Костылев, В. В. Бредихин

Всероссийский НИИ зерновых культур им. И.Г. Калининко

#### РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты генетического анализа размеров флаговых листьев риса, влияющих на количество колосков в метелке, то есть на продуктивность. Установлено, что оптимальные размеры флагового листа, обеспечивающие максимальное число зерен на метелке, составляют по длине – 40-45 см, по ширине – более 30 мм. Различие между контрастными образцами Узколистный и Широколистный по длине флагового листа составляет одну пару генов, а по ширине – три. Доминирует меньшая длина флага и большая ширина. Количественные признаки размеров флаговых листьев детерминируются небольшим количеством олигогенов, что позволяет в процессе селекции из небольших гибридных популяций успешно отбирать запланированные рекомбинанты.

#### INFLUENCE OF SIZES OF FLAG-LEAVES OF RICE ON PRODUCTIVITY TRAITS AND THEIR INHERITANCE

P. I. Kostylev, V. V. Bredikhin

All-Russian Research Institute of Grain Crops named after I.G. Kalinenko

#### SUMMARY

In the article results of the genetic analysis of the sizes of flag leaves of rice influencing on spikelet quantity in panicle were given. It was found, that the optimum sizes of flag-leaf, providing the maximum number of grains of panicle: length is 40-45 sm, width is more than 30 mm. Distinction between contrast samples Uzkolistnyj and Shirokolistnyj by length of a flag-leaf makes in one pair of genes, and three by width. The smaller length of a flag and the greater width dominate. Quantitative traits of the sizes of flag leaves are determined by a small amount olygogenes, that allows during from small hybrid populations successfully to screen planned recombinants.

**К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ  
ГЕРБИЦИДА НОМИНИ НА ПОСЕВАХ РИСА****И. А. Столяров, А. Г. Коровянский, к.с.-х.н.**

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Гербицидом номини, прошедшим регистрацию и разрешенным к применению в рисоводстве РФ, ежегодно обрабатывают около 30 – 40 тыс. га посевов риса. Однако, как показало широкое производственное применение, при внесении номини в раннюю стадию развития риса (2 – 4 листа) на неподкормленных посевах наблюдается некоторое угнетение растений – задержка в росте, пожелтение и отмирание листьев.

**Цель исследования.** Найти приемы снятия стресса у растений риса после обработки их номини путем совместного применения гербицида и удобрения кристалона специального.

**Материал и методы исследования.** Применение гербицида с удобрением проводили на посевах риса ОПУ ВНИИ риса. Делянки опыта засевали вручную по бороздам, проделанным маркером, с последующей заделкой и прикатыванием. Исследования проведены на сортах риса Лиман и Новатор. Норма высева семян – 700 шт. всхожих зерен на 1 м<sup>2</sup>. Размер опытных делянок: 1,5 × 1,5 м. Площадь – 2,25 м<sup>2</sup>. Повторность – четырехкратная. Размещение – систематическое, в два яруса.

Гербицид номини вносили вместе с прилипателем А-100 в дозах 0,09 л/га + 0,09 л/га, а также в смеси в дозах 0,09 л/га + 0,09 л/га + 1,5 кг/га кристалона (0,02 мл + 0,02 мл; и 0,02 мл + 0,02 мл + 0,34 г на каждую опытную делянку). Контролем были необработанные делянки.

Кристалон специальный содержит – в % [N18+P18+K18+Mg3+Cu-0,01 (EDTA); B-0,025; Mn-0,04 (EDTA); Fe-0,07 (DTPA, EDTA); Mo-0,004; Zn-0,025 (EDTA)]

Обработку проводили ранцевым опрыскивателем с расходом рабочей жидкости 500 л/га – 113 мл рабочей жидкости на делянку 2,25 м<sup>2</sup>, в возрасте риса 5 – 6 листьев. Препараты вносили при сброшенной из чека воде в утренние часы при температуре воздуха + 26 °С и скорости ветра 3 м/с. Через сутки чек заполнили слоем воды 12 см, который затем повышали до 18-20 см и держали весь вегетационный период до уборки.

Эффективность гербицидов определяли путем подсчета количества сорняков до обработки, через 30 суток после обработки и перед уборкой урожая. Урожай убирали вручную, с последующим обмолотом снопов на малогабаритной стационарной молотилке. Полученные данные приводили к стандартным показателям по влажности, чистоте и осуществляли статистическую обработку методом дисперсионного анализа [1].

Интенсивность окраски листовой поверхности риса определяли прибором «N-тестер», высоту растений риса измеряли до обработки, через 4, 8 и 12 суток после обработки.

Площадь листовой поверхности риса – прибором для измерения площади листьев через 4, 8 и 12 суток после обработки.

Накопление воздушно-сухой массы растениями риса определяли весовым методом через 10 суток после обработки.

Содержание хлорофилла *a* и *b* и каротиноидов в листовых пластинках растений риса определяли на спектрофотометре Genesys 8 в 96 % этаноловых экстрактах до обработки, через 8 и 12 суток после обработки посевов гербицидом.

**Результаты исследования.** Исследования показали, что обработка растений риса гербицидом номини, а также смесью номини с кристалоном отрицательно сказалась на росте растений. Лиман отставал в росте на 12 суток от необработанных растений на 8,2 – 8,4 см, Новатор – на 5,2 – 10,7 см. Интенсивность окраски листьев определяет наличие или недостаток в почве и в растениях азота [2]. В данном случае замедлению потребления растениями риса азота, снижению интенсивности окраски способствовала обработка гербицидом номини. В опыте мы попытались снять стресс у растений риса, связанный с гербицидной активностью, с помощью кристалона специального путем добавления его в рабочую жидкость гербицида.

Измерения интенсивности окраски листьев до и после обработки показали, что перед обработкой интенсивность окраски листьев риса сорта Лиман колебалась в пределах 25,1 – 30,6 у.е., а у сорта Новатор – 23,0 – 25,1 у.е. Через 4 дня после обработки интенсивность окраски снизилась до 25,5 – 26,5 у.е. у Лимана и до 19,6 – 21,3 у.е. у Новатора. Через 8 и 12 суток после обработки интенсивность окраски повысилась, причем увеличение произошло на обоих сортах при обработке посевов смесью гербицида с кристаллоном. Интенсивность окраски растений риса, обработанных номини, продолжала оставаться ниже исходной. В контроле (без обработки) интенсивность окраски увеличивалась и на 12 сутки стала 27,8 – 30,3 у.е.

Площадь листовой поверхности растений является одним из главных факторов, так как индекс листовой поверхности тесно связан с урожаем. Применение номини в смеси с кристаллоном оказало значительное влияние на формирование ассимиляционной поверхности растений. Площадь листовой поверхности риса как у сорта Лиман, так и у сорта Новатор увеличилась на 12-е сутки после обработки смесью номини + кристалон с 8,9 и 13,4 см<sup>2</sup>/растение до 28,1 и 35,1 см<sup>2</sup>/растение, т. е. интенсивность нарастания была выше, чем после обработки номини. Тогда как в контроле (без обработки) нарастание происходило интенсивнее, чем после обработки одним номини. У Лимана она увеличилась с 14, 7 см<sup>2</sup>/растение до 28,7 см<sup>2</sup>/растение и у Новатора с 22,1 до 32,4 см<sup>2</sup>/растение.

Таким образом, добавление кристалона в раствор гербицида усиливает ход физиолого-биохимических процессов, способствует развитию у растений риса более мощного листового аппарата и положительно сказывается на накоплении сухой массы растениями риса.

Наибольшая сухая масса (0,18 и 0,29 г/раст.) отмечена на 10-е сутки в варианте номини + кристалон (в варианте с номини – 0,16 и 0,19 г/раст).

Несмотря на то, что площадь листьев и сроки их жизнедеятельности являются решающими факторами в формировании урожая, существенное значение имеет и активность работы ассимиляционного аппарата. Для нормальной жизнедеятельности растениям необходимо определенное количество пластидных пигментов в листьях, которое в первую очередь обуславливается генотипическими особенностями, а в пределах нормы реакции генотипа определяется внешними условиями произрастания.

Содержание хлорофилла *a* и *b* и каротиноидов в растениях риса сортов Лиман и Новатор на 8-е сутки после обработки резко снижалось. Так, содержание хлорофилла *a* + *b* в растениях риса сорта Лиман снизилось при обработке номини на 39,7 %, в растениях риса сорта Новатор – на 30,3 %. Содержание каротиноидов снизилось в растениях риса сорта Лиман на 42,0 %, у Новатора – на 34,5 %.

Однако уменьшение содержания хлорофилла *a* + *b* в растениях риса сорта Новатор при добавлении кристалона составило лишь 8,7 %, каротиноидов – на 9,9 %. В растениях риса сорта Лиман при добавлении кристалона содержание хлорофилла *a* + *b* снизилось на 20,3 %, каротиноидов – на 29,1 %. В контроле уровень содержания хлорофилла и каротиноидов значительно увеличивался.

Анализ биологической и хозяйственной эффективности внесения смеси гербицида номини с кристаллоном показал (табл. 1) возможность их совместного применения. Гибель ежовников через 30 суток после обработки 92,0 % и 97,4 % у клубнекамыша.

У сорта Лиман урожайность увеличилась с 58,0 до 70,5 ц/га. У сорта Новатор повышения урожайности не наблюдалось.

Доля вклада фактора А в урожайность составила – 0,75 %, фактора В – 30,9 %, вариантов 34,09 %.

**Выводы.** 1. Обработка растений риса гербицидом номини в смеси с кристаллоном усиливала физиолого-биохимические процессы, способствовала повышению интенсивности окраски, увеличению площади листовой поверхности и сухой массы растений риса сортов Лиман и Новатор.

**Таблица 1.** Биологическая и хозяйственная эффективность гербицида номини в смеси с кристаллоном

| Сорт<br>(фактор А)           | Вариант опыта<br>(фактор В) | Доза<br>препарата,<br>л,кг/га | Гибель сорняков, % |                  |               |                  | Урожай-<br>ность, ц/га |
|------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------|------------------|---------------|------------------|------------------------|
|                              |                             |                               | через 30 суток     |                  | перед уборкой |                  |                        |
|                              |                             |                               | ежев-<br>ники      | клубне-<br>камыш | ежев-<br>ники | клубне-<br>камыш |                        |
| Лиман                        | Номини                      | 0,09                          | 94,6               | 98,1             | 85,0          | 90,0             | 58,0                   |
|                              | Номини + кристалон          | 0,09+1,5                      | 92,0               | 97,4             | 90,2          | 96,8             | 70,5                   |
|                              | Контроль (без обработки)    | —                             | 107,2*             | 93,0*            | 154,0*        | 88,0*            | 20,0                   |
| Наватор                      | Номини                      | 0,09                          | 92,3               | 97,1             | 81,7          | 92,2             | 76,0                   |
|                              | Номини + кристалон          | 0,09+1,5                      | 90,1               | 95,7             | 88,2          | 96,0             | 79,0                   |
|                              | Контроль (без обработки)    | —                             | 107,2*             | 93,0*            | 140,0*        | 74,0*            | 27,0                   |
| НСР <sub>05</sub> фактора А  |                             |                               |                    |                  |               |                  | 1,74                   |
| НСР <sub>05</sub> фактора В  |                             |                               |                    |                  |               |                  | 3,01                   |
| НСР <sub>05</sub> фактора АВ |                             |                               |                    |                  |               |                  | 4,60                   |

\*) число сорняков, шт./м²

2. Содержание хлорофилла *a + b* и каротиноидов на 8-е сутки после обработки номини снизилось у сорта Лиман на 39,7 % и 42,0 %, у сорта Новатор на 30,3 % и 34,5 %, тогда как при обработке смесью номини + кристалон снижение было на 20,3 % и 29,1 % у сорта Лиман и 8,7 % и 9,9 % у Новатора.

3. Обработка смесью гербицида номини + кристалон (0,09 л/га + 1,5 кг/га) позволила увеличить урожайность риса сорта Лиман с 58,0 ц/га до 70,5 ц/га.

4. Применение смеси номини с кристаллоном может быть использовано в производстве для снятия стресса у растений риса.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дзюба В. А., Шемелев Б. Н. Планирование многофакторных опытов и методы статистической обработки экспериментальных данных: методические рекомендации. – Краснодар, 2004. – 83 с.

2. 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. межд. науч. конф., Москва, 2 – 4 декабря 2003 г. – М.: ВНИИА, 2003. – С. 123 – 124.

## К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ ГЕРБИЦИДА НОМИНИ НА ПОСЕВАХ РИСА

И. А. Столяров, А. Г. Коровянский

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

## РЕЗЮМЕ

В условиях полевых опытов определена возможность совместного применения гербицида номини и удобрения кристаллона специального с целью снятия стресса у растений риса после обработки гербицидом. Добавление кристаллона в раствор гербицида усиливает физиолого-биохимические процессы, способствует большему накоплению сухой массы растениями риса и некоторому увеличению урожайности риса.

## NOMINI HERBICIDE APPLICATION IN RICE GROWING

I. A. Stolyarov, A. G. Korovyansky

All-Russian Rice Research Institute

## SUMMARY

Under the field conditions we determined the possibility of joint application of Nomini herbicide and fertilizer Crystallon to control stress of rice plants after herbicide application. Crystallon addition in herbicide solution increases physiological-biochemical processes, promotes the big consumption of dry mass by rice plants and rice yield increase.