ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса»

All-Russian Rice Research Institute,
State Scientific Institution, Krasnodar

# Сборник трудов

Международной научной Интернет - конференции

## Достижения и перспективы развития селекции и возделывания риса в странах с умеренным климатом

# Proceedings of

International on-line conference

## Achievements and prospects of rice breeding and cultivation in temperate countries

26 - 27
11. 2015

**Федеральное агенство научных организаций**

**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение**
**«Всероссийский научно-исследовательский институт риса»**

**Сервис виртуальных конференций Pax Grid**

# Достижения и перспективы развития селекции и возделывания риса в странах с умеренным климатом

**Международная научная конференция**

**Материалы конференции**

**26-27 ноября 2015 г.**

**Краснодар, 2015**

УДК 631.522/.524:633.18=161.1/=111(063)
ББК 40.4/40.5:41.3/41.4:44.6/44.7:42.112я43
Д70

**Редакционная коллегия:**
**Гаркуша Сергей Валентинович** - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор ФГБНУ "ВНИИ риса";
**Авакян Эльмира Рубеновна** - доктор биологических наук, профессор, ФГБНУ "ВНИИ риса";
**Ковалёв Виктор Савельевич** - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зам. директора по науке ФГБНУ "ВНИИ риса";
**Дубина Елена Викторовна** - кандидат биологических наук, ФГБНУ "ВНИИ риса".

Д70 Достижения и перспективы развития селекции и возделывания риса в странах с умеренным климатом.[Текст] : Международная научная конференция : материалы конф. (Краснодар, 26 - 27 ноября 2015 г.) / ФГБНУ "Всероссийский научно - исследовательский институт риса", Сервис виртуальных конференций Pax Grid ; сост. Синяев Д. Н. - Казань : ИП Синяев Д. Н. , 2015.- 275 с.- ISBN 978-5-906217-85-1.

**ISBN:** 978-5-906217-85-1

Сборник составлен по материалам, представленным участниками Международной научной конференции : "Достижения и перспективы развития селекции и возделывания риса в странах с умеренным климатом". Конференция прошла 26-27 ноября 2015 года.
Конференция посвящена научным исследованиям и разработкам в области генетики, селекции, сельскохозяйственной биотехнологии, защиты растений к биотическим и абиотическим факторам среды, а также технологий возделывания культуры риса в странах с умеренным климатом.
Книга рассчитана на преподавателей, научных сотрудников, аспирантов.
Сборник размещен в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ).

Материалы представлены в авторской редакции

ISBN 978-5-906217-85-1

© ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт риса", 2015
© Система виртуальных конференций Pax Grid, 2015
© Авторы, указанные в содержании, 2015

**Federal agency of scientific organizations**

**Federal State Budgetary Scientific Institution**
**«All-Russian Rice Research Institute»**

**Pax Grid Virtual Conference Service**

# Achievements and prospects of rice breeding and cultivation in temperate countries

**International conference**

## Conference Proceedings

**26-27 November 2015**

**Krasnodar, 2015**

UDC 631.522/.524:633.18=161.1/=111(063)
LBC 40.4/40.5:41.3/41.4:44.6/44.7:42.112я43
A18

**Editorial board:**
**Garkusha Sergej Valentinovich** - Chairman, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Director FSBSI "Institute of rice";
**Avakyan Ehlmira Rubenovna** - Doctor of Biological Sciences, Professor, FSBSI "Institute of rice";
**Kovalyov Viktor Savelevich** - Doctor of Agricultural Sciences, professor, deputy. Director for Science FSBSI "Institute of rice";
**Dubina Elena Viktorovna** – Candidate of Biological Sciences, FSBSI "Institute of rice".

A18 Achievements and prospects of rice breeding and cultivation in temperate countries.[Text] : International conference : Conference Proceedings (Krasnodar, 26 - 27 November 2015) / Federal State Budgetary Scientific Institution «All-Russian Rice Research Institute», Pax Grid Virtual Conference Service ; editor Siniaev D. N. - Kazan : IP Siniaev D. N. , 2015.- 275 c.- ISBN 978-5-906217-85-1.

**ISBN:** 978-5-906217-85-1

This book contains abstracts, submitted by participants of Achievements and prospects of rice breeding and cultivation in temperate countries Conference was held at November 26-27, 2015. Main conference topics,covered in this book are: generics, selection, biotechnology and protection of plants, techonology of rice cultivation in temperate climate regions.
The Proceedings are indexed in Russian Science Citation Index (RISC).

All materials are presented in original form as submitted by their respective authors.

ISBN 978-5-906217-85-1

© FSBSI «All-Russian Rice Research Institute», 2015
© Pax Grid Virtual Conference Service, 2015
© Authors, listed in table of contents, 2015

**Организаторы и Партнёры:**

- Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно- исследовательский институт риса»;
- Федеральное агентство научных организаций;
- Министерство образования и науки администрации Краснодарского края;
- Министерство сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края;
- Сервис виртуальных конференций Pax Grid.

***Цель конференции*** *- сформировать сообщество учёных, продвигающих и реализующих научные исследования и разработки в области генетики, селекции, сельскохозяйственной биотехнологии, защиты растений к биотическим и абиотическим факторам среды, а также технологий возделывания культуры риса; усилить интеграционные процессы и координацию в разработке инновационных продуктов в сфере рисоводства в странах с умеренным климатом.*

**Програмный комитет:**

- **Гаркуша Сергей Валентинович** - председатель, доктор с.-х. наук, профессор, директор ФГБНУ «ВНИИ риса»
- **Ковалёв Виктор Савельевич** - доктор с.-х. наук, профессор, зам. директора по науке ФГБНУ «ВНИИ риса»
- **Балясный Иван Валерьевич** – зам. директора ФГБНУ «ВНИИ риса»
- **Есаулова Любовь Владимировна** – кандидат биол. наук, учёный секретарь ФГБНУ «ВНИИ риса»
- **Дубина Елена Викторовна** – кандидат биол. наук, ФГБНУ «ВНИИ риса»
- **Ветрова Нина Федоровна** – зав. отделом международных отношений, ФГБНУ «ВНИИ риса»
- **Ладатко Максим Александрович** – кандидат с.-х. наук, ФГБНУ «ВНИИ риса»
- **Чижиков Виталий Николаевич** – кандидат с.-х. наук, ФГБНУ «ВНИИ риса»

**Основные темы конференции:**

- Генетические ресурсы растений для развития приоритетных направлений селекции
- Селекция растений: методы, технологии, результаты
- Биотехнология
- Семеноводство
- Иммунитет и защита растений
- Технологии возделывания риса

**Organizers&Partners:**

- Federal State Budgetary Scientific Institution «All-Russian Rice Research Institute»;
- Federal agency of scientific organizations;
- Ministry of education and science of Krasnodar region;
- Ministry of agriculture and processing industry of Krasnodar;
- Pax Grid Virtual Conference Service.

*The Program Committee for 2015 has assembled an exceptional, diverse scientific program featuring researchers from around the world presenting the latest advances in the plant biotechnology, selection and cultivation*

**Programme Committe:**

- **Garkusha Sergej Valentinovich** - Chairman, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Director FSBSI "Institute of rice"
- **Kovalyov Viktor Savelevich** - doctor of Agricultural Sciences, professor, deputy. Director for Science FSBSI "Institute of rice"
- **Balyasnyj Ivan Valerevich** – deputy. Director FSBSI "Rice Research Institute"
- **Esaulova Lyubov Vladimirovna** – Candidate of Biological Science, Scientific Secretary FSBSI "Institute of rice"
- **Dubina Elena Viktorovna** – Candidate of Biological Sciences, FSBSI "Institute of rice"
- **Vetrova Nina Fedorovna** – Head of the Department of International Relations, FSBSI "Institute of rice"
- **Ladatko Maksim Aleksandrovich** – Candidate of Agricultural sciences, FSBSI "Institute of rice"
- **Chizhikov Vitalij Nikolaevich** – Candidate of Agricultural sciences, FSBSI "Institute of rice"

**Conference topics:**

- Plant breeding: methods, technologies, results
- Biotechnology
- Seed production
- Plant immunity and protection
- Technologies of rice cultivation
- Plant genetic resources for the development of priority areas of breeding

## ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО

С.В. Гаркуши

Врио директора ФГБНУ «ВНИИ риса»,
доктора сельскохозяйственных наук, профессора

### Уважаемые коллеги, друзья!

*Позвольте поприветствовать всех участников Международной Интернет конференции "Достижения и перспективы развития селекции и технологий возделывания риса в странах с умеренным климатом».*

*Очевидно, что об успехах или неудачах человечества в XXI веке будут судить, прежде всего, по успехам или неудачам в сельском хозяйстве.*

*Ибо от ответов на вопрос: сможем ли мы покорить все население Земли, сбережем ли растительные и другие биологические ресурсы, сохраним ли биосферу и качество «среды обитания» для себя и будущих поколений? – зависит не только благосостояние, но и выживание человечества.*

*При ежегодном приросте населения более 90 млн. человек в год, возрастает дефицит продовольствия и к 2050 году численность населения достигнет 9 млрд. человек, соответственно увеличится потребность в продовольствии до 50% и составит 9,5 – 10 млн. тонн ежегодного прироста.*

*И если учесть, что человечество ежегодно производит более 6 млрд. тонн продуктов питания и почти половину составляют зерновые культуры, а около 70% зерна получают за счет трех культур:*

*1) Кукуруза – 1020 млн. тонн.*

*2) Пшеница – 750 млн. тонн*

*3) Рис – 740 млн. тонн*

*Эти цифры еще раз свидетельствуют о важности сегодняшнего разговора, в частности речь пойдет о культуре – риса как основного продукта питания 2,5 млрд. человек в Азии и сотен миллионов людей на остальных континентах. Благосостояние и здоровье 75% населения 21 страны, где проживают свыше половины человечества, полностью зависит от наличия риса.*

*Позвольте от имени коллектива и от себя лично пожелать всем участникам плодотворной работы, новых научных идей и теплого человеческого общения.*

## WELCOME SPEECH OF

S.V. Garkusha

Director of FSBSI «ARRRI»,
Dr. of agriculture, professor

### Dear colleagues, friends!

*Let me welcome all the participants of International Internet-conference Achievements and prospects of rice breeding and cultivation in temperate countries.*

*It is clear that the successes and failures of mankind in the XXI century will be judged primarily on their success or failure in agriculture.*

*From the answers to the questions whether we can feed the entire population of the Earth?; save up vegetable and other biological resources?; save the biosphere and the quality of "habitat" for ourselves and future generations? - depends not only the well-being, but also the survival of humanity.*

*With an annual population growth over 90 million per year, food shortages increase and by 2050 the population will reach 9 billion, respectively, demand for food will increase up to 50% and will amount to 9.5 - 10 million tons of annual growth.*

*And when you consider that mankind annually produces more than 6 billion tons of food and nearly half of them are grains and about 70% of the grain is obtained by the three cultures:*

*1) Corn – 1020 million tons*

*2) Wheat – 750 million tons*

*3) Rice– 740 million tons*

*These figures once again demonstrate the importance of today conversation, in particular we will focus on rice as on a staple food for 2.5 billion people in Asia and hundreds of millions people on other continents. Well-being and health of 75% of population of 21 countries, where more than half of mankind lives, depend entirely on the availability of rice.*

*On behalf of the team and myself, I wish all the participants fruitful work, new scientific ideas and warm human communication.*

УДК 631.8:633.18

# ПОЛИЭЛЕМЕНТНОЕ ПИТАНИЕ КАК СПОСОБ РЕАЛИЗАЦИИ ПОТЕНЦИАЛА УРОЖАЙНОСТИ РАЙОНИРОВАННЫХ СОРТОВ РИСА

Белоусов И.Е., Паращенко В.Н.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт риса»,
Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия

*E-mail: arrri_kub@mail.ru*

*В условиях полевого и производственного опытов изучена эффективность некорневых подкормок комплексными удобрениями полиэлементного состава. Установлена высокая эффективность предлагаемого технологического приема, особенно на высокообеспеченных азотом, хорошо раскустившихся посевах. Отмечено, что прибавка урожайности получена, прежде всего, за счет улучшения условий созревания боковых побегов, которые являются мощным резервом для реализации потенциала возделываемых сортов.*

***Ключевые слова:*** *рис, минеральное питание, обеспеченность азотом, некорневая подкормка, урожайность, элементы структуры.*

Одним из важнейших факторов получения стабильно высоких урожаев риса является обеспечение полного и сбалансированного минерального питания растений. Районированные в производстве интенсивные сорта риса характеризуются высокой отзывчивостью на уровень минерального питания, остро реагируя при этом на дефицит того или иного элемента. Особое значение имеют при этом азот, фосфор и калий [1,2,3].

Проведенные мониторинговые исследования по изучению изменения плодородия основных подтипов почв зоны рисосеяния Краснодарского края показали устойчивую тенденцию к снижению уровня их обеспеченности подвижными формами фосфора и калия [4]. Это обусловлено тем, что в последние годы только азотные удобрения применялись в дозах, близких к оптимальным, в то время как количество вносимых фосфорных и, особенно, калийных удобрений было недостаточным.

Установлено, что снижение доз фосфорных и (или) калийных удобрений ниже оптимальных, или их исключение из системы удобрения приводит к снижению урожайности и иммунного статуса растений риса [5]. При этом уменьшение доз вносимых в основной прием удобрений можно компенсировать за счет некорневой подкормки комплексными удобрениями. В тоже время сочетание внесения удобрений в основной прием с корневыми и некорневыми подкормками комплексными удобрениями позволяет

оптимизировать затраты на их применение, повысить эффективность вносимых удобрений, в первую очередь – азотных, за счет обеспечения сбалансированности минерального питания растений. Таким образом, может быть компенсирован недостаток тех или иных элементов минерального питания [6]. В результате появляется возможность повысить урожай районированных сортов риса и снизить затраты на его получение.

**Материалы и методы.** Исследования проводили в условиях полевого и производственного опытов. Почва лугово-черноземная слабосолонцеватая тяжелосуглинистая. Её характеристика: гумус – 3,24 %; общие: азот – 0,24 %, фосфор – 0,13 %, калий – 1,25 %; азот легкогидролизуемый – 3,8%; фосфор подвижный – 4,6; калий подвижный – 23,6 мг/100 г, pH – 7,4.

Сорта риса – Диамант, Виктория. Норма высева – 7 млн. всхожих зерен/га.

Используемые удобрения: минеральные - карбамид (46 % д.в.), двойной суперфосфат (46 % д.в.), хлористый калий (57 % д.в.); комплексные – Атланте, Келик Калий-Кремний (Келик-K-Si), Нутри-Файт. Минеральные удобрения вносили: фосфорное и калийное – до посева полной дозой, азотное – дробно: N46 в основной прием (до посева) и N69 в подкормку в фазу кущения (5-6 листьев). Комплексные удобрения вносили в некорневую подкормку в фазу кущения (6-7 листьев): в полевом опыте - малообъемным ранцевым опрыскивателем, в производственном – авиацией, совместно с фунгицидами.

Технология возделывания в опытах – согласно рекомендациям ВНИИ риса [4]. Режим орошения – укороченное затопление.

Учеты, наблюдения, анализы проводили по общепринятым методикам [7,8].

Для биометрического анализа отбирали модельные снопы с каждого варианта опытов. Определяли: высоту растений, длину метелки, продуктивную кустистость, массу зерна с главной и боковых метелок, массу 1000 зерен, количество зерен с главной и боковой метелок, рассчитывали пустозерность.

Урожайность риса в полевом опыте учитывали поделяночно. Полученные данные приводили к стандартным показателям по влажности (14 %) и чистоте (100 %) с последующей математической обработкой методом дисперсионного анализа.

**Результаты и обсуждение.** Используемая в настоящее время в производстве технология возделывания риса предусматривает разбросной посев риса и укороченный режим орошения, что, как правило, приводит к получению посевов с густотой стояния 350-400 и более растений/м2. В этих условиях особенно важно обеспечить их достаточным количеством доступных элементов минерального питания.

Известно, что одним из факторов получения высоких урожаев риса является полное и сбалансированное минеральное питание растений. Его значение возрастает в связи с внедрением в производство интенсивных,

высокоотзывчивых на удобрения, сортов риса, которые остро реагируют на дефицит элементов минерального питания. Особенно это проявляется при внесении высоких доз азотных удобрений (табл.1).

Таблица 1. Влияние сочетаний однокомпонентных удобрений на урожайность риса, сорт Диамант

| Вариант | Урожайность, т/га | Прибавка | |
|---|---|---|---|
| | | т/га | % |
| $N_{140}$ | 8,89 | - | - |
| $N_{140}P_{50}$ | 9,61 | 0,72 | 8,10 |
| $N_{140}P_{25}$ | 9,19 | 0,30 | 3,37 |
| $N_{140}P_{50}K_{40}$ | 9,77 | 0,88 | 9,90 |
| $N_{140}P_{25}K_{40}$ | 9,29 | 0,40 | 4,50 |
| $НСР_{05}$ | 0,215 | | |

Как следует из представленных данных, решающим фактором, определяющим величину полученного урожая, была сбалансированность минерального питания растений. Исключение калийного удобрения и уменьшение дозы вносимого в основной прием фосфорного приводит к снижению урожайности риса. Наименьшая урожайность в опыте (8,89 т/га) была получена при внесении N140. Совместное внесение азотного и фосфорного удобрения обеспечило прибавку урожайности в размере 0,30 – 0,72 т/га, а при внесении полного минерального удобрения - 0,40 - 0,88 т/га. Следует отметить, что урожайность на вариантах, где вносили пониженную дозу фосфора ($P_{25}$), была на 0,42 – 0,48 т/га ниже, чем при дозе $P_{50}$. Это указывает на то, что даже при средней обеспеченности почвы подвижными фосфатами, сокращение наполовину дозы вносимого в основной прием фосфора приводит к недобору урожая.

Некорневые подкормки являются эффективным дополнением к корневому питанию растений, особенно в условиях, когда в основной прием отдельные виды удобрений не вносятся или применяются в неоптимальных дозах. Питательные элементы наносимые непосредственно на вегетирующие растения, прочно удерживаются на них и быстро поглощаются, сразу включаясь в процессы метаболизма. Это позволяет обеспечить сбалансированность минерального питания растений, своевременно устранить дефицит того или иного элемента питания, избегая, в то же время, избыточного применения удобрений. Главное преимущество некорневого питания заключается в его экономичности. При опрыскивании растений растворами питательных веществ потери практически исключены и расходуется гораздо меньше удобрений, чем при внесении их в почву. Сочетание в одном растворе удобрений, инсектицидов или гербицидов позволяет экономить время и материальные ресурсы.

В рисоводстве для некорневых подкормок используются удобрения,

которые имеют в своем составе легкодоступные растениям макро- и микроэлементы в хелатной форме. Они обладают тремя основными функциями: удобрительной, регуляторной и защитной. Выбор вида удобрения, а также оптимального срока его применения зависит от преследуемой цели.

Для повышения коэффициента использования элементов питания из внесенных в почву удобрений, сбалансированности питания растений по макро- и микроэлементам, ослабления стресса от проведения химической прополки применяются комплексные удобрения, содержащие азот, фосфор и калий с различными сочетаниями микроэлементов. Их рекомендуется вносить в возрасте 4-5 листьев.

Для устранения дефицита фосфора и калия, рекомендуется применение фосфорно-калийных удобрений. Проведение ими подкормки целесообразно, в первую очередь, на посевах, достаточно обеспеченных азотом; позднего срока сева; семенных участках, а также при возделывании сортов риса с вегетационным периодом более 120 дней. Оптимальные сроки проведения подкормок – в возрасте 6-8 листьев или после цветения [9].

Проведенные некорневые подкормки компенсировали дефицит элементов минерального питания (табл.2).

Таблица 2. Эффективность некорневых подкормок на фоне внесения азота, сорт Диамант

| Вариант | Урожайность, т/га | Прибавка | |
|---|---|---|---|
| | | т/га | % |
| $N_{140}P_{50}$ | 9,61 | - | - |
| $N_{140}P_{50}$ + Атланте | 10,16 | 0,55 | 5,72 |
| $N_{140}P_{50}$ + Келик-K-Si | 10,30 | 0,69 | 7,18 |
| $НСР_{05}$ | 0,190 | | |

Как следует из полученных результатов, проведенные некорневые подкормки в определенной степени компенсировали исключение вносимых в основной прием фосфорного и калийного удобрений. Прибавки урожайности по всем изучаемым вариантам были математически достоверны. Внесение комплексного фосфорно-калийного удобрения обеспечило прирост урожайности на 0,55 т/га (5,72 %), а калийно-кремниевого – на 0,69 т/га (7,18 %). Аналогичным был и эффект от проведенных некорневых подкормок на азотном фоне.

Таким образом, при достаточной обеспеченности растений азотным питанием, лимитирующим фактором становится недостаток других элементов минерального питания. Некорневая подкормка комплексными удобрениями компенсирует их дефицит.

Эффект от вносимых в некорневую подкормку удобрений, как правило, носит комплексный характер, т.е. влияние удобрения проявляется через ряд взаимосвязанных показателей. Анализ элементов структуры

урожайности позволяет выявить, за счет каких показателей произошло ее изменение в большую или меньшую сторону. Эти данные приведены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты биометрического анализа, производственный опыт, сорт - Виктория

| Вариант | К кущения | Масса зерна, г. | | | Масса 1000 зерен, г. | | | Пустозерность, % | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | с главной метелки | с боковых метелок | с растения | с главной метелки | с боковых метелок | с растения | главной метелки | боковых метелок | растения |
| Контроль | 1,6 | 4,07 | 1,54 | 5,61 | 25,65 | 24,72 | 25,49 | 7,71 | 13,30 | 9,11 |
| Нутри-Файт | 1,8 | 4,52 | 2,93 | 7,45 | 25,94 | 25,47 | 25,76 | 7,67 | 7,16 | 7,47 |

Параметр интенсивности кущения растений риса является одним из ключевых, т.к. он показывает, какое количество продуктивных побегов на единицу площади было сформировано, а это важно для объективного анализа вклада элементов структуры в формирование урожайности. В среднем по опыту величина кущения варьировала слабо: она составила 1,6 побега на растение на контрольном варианте и 1,8 – на опытном.

Известно, что некорневая подкормка комплексными удобрениями, содержащими в своем составе фосфор и калий, проведенная в конце фазы кущения, в первую очередь влияет на продуктивность боковых побегов. Влияние же ее на продуктивность главной метелки слабее, т.к. к моменту проведения некорневой подкормки она в значительной степени уже сформирована [9].

Как следует из приведенных данных, масса зерна с главной метелки растений контрольного варианта в среднем составила 4,07 г. Следует отметить, что на загущенных участках, с низкой величиной кущения, она была значительно ниже, чем там, где рис хорошо раскустился. На чеках с некорневой подкормкой масса зерна с главной метелки составила в среднем 4,52 г., т.е. была на 0,45 г. выше.

Образование боковых побегов является мощным резервом для реализации потенциала возделываемых сортов. Масса зерна с боковых побегов, а, следовательно, и с растения, была выше на варианте с некорневой подкормкой. Этот показатель в контрольном варианте равнялся 1,54 г. в то время как в опытном – 2,93 г. Это свидетельствует об улучшении условий налива и созревания зерна боковых побегов под влиянием проведенной некорневой подкормки. В целом масса зерна с растения на опытном варианте на 1,84 г. превышала контроль.

Сам по себе факт образования определенного количества боковых побегов не позволяет говорить о его положительном вкладе в величину полученного урожая. Известно, что боковые побеги формируются позже, а условия их созревания зачастую менее благоприятны, чем у главной

метелки. Это обусловливает более низкую натуру зерна, т.к. возрастает доля щуплых зерен, а также увеличение числа стерильных колосков. Поэтому при анализе структуры урожая важно учитывать такие показатели как масса 1000 зерен и величину пустозерности.

Анализ полученных данных показывает, что, если масса 1000 зерен на главной метелке была примерно одинаковой (на 0,29 г. выше в опытном варианте), то этот показатель для боковых метелок различался уже на 0,73 г. Последнее свидетельствует об улучшении условий созревания боковых побегов в результате проведенной некорневой подкормки. В целом, масса 1000 зерен с растений опытного варианта была на 0,27 г. выше, чем на контроле.

Расчет величины пустозерности показал, что проведенная некорневая подкормка резко уменьшила число стерильных колосков на боковых метелках. Она составила 7,67 % против 13,30 % на контрольном варианте. При этом следует учитывать, что растения одного из анализируемых снопов на этом варианте не имели боковых побегов. Это немаловажно для анализа по следующей причине: там, где на контрольном варианте растения имели невысокую степень кущения (1,0-1,3), пустозерность боковых побегов (по сравнению с главным) возрастала незначительно (5,77 и 8,48 % соответственно). При числе побегов около 2-х наблюдалось резкое увеличение числа пустых колосков, как на главной метелке (до 8,09-9,32 %), так и на боковых (до 13,74 – 17,69 %). В то же время, у растений опытного варианта такой тенденции не наблюдается: пустозерность боковых метелок ниже, чем главных. В целом, величина пустозерности на опытном участке была на 1,62 % ниже, чем на контроле (7,47 и 9,11 %, соответственно).

Таким образом, по всем рассмотренным ключевым показателям структуры урожая выявлено положительное влияние проведенной некорневой подкормки: в опытном варианте эксперимента масса зерна, как с растения, так и 1000 зерен была выше, чем в контроле, а пустозерность – ниже.

Расчет показателей экономической эффективности применения удобрений показал, что некорневые подкормки изучаемыми комплексными удобрениями экономически целесообразны. При сопоставимой урожайности с оптимальным вариантом (N140P50K40) или наиболее часто применяющимися в условиях производства дозами азотно-фосфорного удобрения (N140P50), отмечено снижение затрат на применение удобрений на 2300 и 500 руб. при сопоставимом условно-чистом доходе – 5990, 5780 и 5720 руб./га, соответственно. При этом окупаемость затрат составила 3,74 руб./руб. затрат против 1,48–2,60 на вариантах сравнения.

**Выводы.**

1. Некорневые подкормки комплексными удобрениями являются эффективным средством повышения урожайности районированных сортов риса. Они рекомендуется, в первую очередь, на высокообеспеченных азотом, раскустившихся посевах.

2. Некорневая подкормка, прежде всего, оказывает влияние на продуктивность боковых побегов, которые являются мощным резервом для реализации потенциала возделываемых сортов. По всем рассмотренным показателям структуры урожая выявлено следующее положительное влияние: на опытном участке масса зерна, как с растения, так и 1000 зерен была выше, чем на контроле, а пустозерность – ниже. Все это в сумме обеспечивает прибавку урожайности зерна, а также оптимизирует затраты на ее получение.

## Литература

1. Шеуджен А.Х. Агрохимия и физиология питания риса. –Майкоп: ГУРИПП «Адыгея»,2005.- 1012 с.
2. Алешин Е.П., Сметанин А.П. Минеральное питание риса. Краснодар, 1965.-207 с.
3. Doberman A., Fairhurst T.H. Rice: Nutrient Disorders& Nutrient Management. Manila: IRRI, 2000.- 192 p.
4. Система рисоводства Краснодарского края /под ред. Харитонова Е.М.-Краснодар, 2011. -316 с.
5. Белоусов И.Е., Паращенко В.Н. Эффективность калийных удобрений в зависимости от сроков их внесения и уровня обеспеченности калийным питанием //Рисоводство, 2012.- N 1(20).-С. 45-50
6. Белоусов И.Е., Паращенко В.Н. Реализация эффективного плодородия лугово-черноземной рисовой почвы при адаптивном применении минеральных удобрений //Рисоводство, 2013.- N 1(22).-С. 59-65
7. Шеуджен А.Х. Агрохимия. ч. 2 Методика агрохимических исследований /А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева. – Краснодар: КубГАУ. 2015. – 703 с.
8. Трубилин И.Т., Шеуджен А.Х., Сычев В.Г. Экономическая и агроэкологическая эффективность удобрений. – Краснодар, КубГАУ, 2010.-114 с.
9. Белоусов И.Е., Паращенко В.Н. Эффективность Нутривант Плюс при возделывании риса. //Рисоводство, 2007.-N 11.-с.42-44

УДК 633.18:581.143.28:631.52

# ВЫДЕЛЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ ПО ПРИЗНАКУ «СКОРОСТЬ РОСТА» В НАЧАЛЬНЫЕ ФАЗЫ РАЗВИТИЯ ИЗ ОБРАЗЦОВ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ЗАРУБЕЖНОЙ СЕЛЕКЦИИ

Бруяко В.Н., Малюченко Е.А., Бушман Н.Ю.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт риса»
350921 г. Краснодар, пос. Белозерный, 3

*E-mail: cesnokova86@mail.ru*

*В статье описаны экспериментальные данные по скорости роста и развития сортов и гибридных растений лаборатории генетики и гетерозисной селекции, рассматриваются перспективные методы селекционной работы. При проведении лабораторного и полевого опыта были выявлены сорта и гибридные образцы, скрещенных сортов российской и итальянской селекции с источниками «высокая скорость» роста: Arsenal, Гарант, Кендзо, Apollo, Urano, Гарант, Виола, Крепыш, Павловский, CN-9, Г-275 Факел*Янтарь, (ВНИИР10199*ВНИИР10132 лин. 4)*Флагман, Diansa40*(Майя*ВНИИР1529), Мароберикан*Анаит, Аметист*Новатор лин. 3, Снежинка St, Г-176 Vialone Nano*JEFFSON, Г-172-04 Baldo*Panan и Г-172 Baldo*Panan лин 2.*

***Ключевые слова:*** *рис, оценка селекционного материала, генетика, корневая система.*

Высокая скорость роста проростка, является интегральным показателем интенсивности физиологических процессов у риса и других культур [2,3].

Индивидуальное развитие растений или онтогенез - это процесс непрерывных, качественных изменений, в ходе которого происходит формирование их урожая. Одно и то же растение в разные периоды жизни от посева до созревания требует неодинаковых условий. Развитие его в течение жизни не однотипно. В процессе вегетации полевых культур различают стадии и фазы их развития. Кроме этого, в жизни растений выделяют периоды и этапы органогенеза, которые приходятся на определенные фазы образования и развития органов растений [5].

Одним из наиболее эффективных методов повышения конкурентоспособности отечественного риса, и рентабельности его производства остается выведение высокоурожайных сортов, отвечающих мировым стандартам качества. Сорта риса нового поколения должны обладать не только высокой урожайностью и биологической устойчивостью, но и выгодно отличаться технологическими свойствами зерна на фоне

других. Поэтому при подборе родительских пар для гибридизации необходимо учитывать и биологические признаки, и свойства родительских форм, и полиморфизм по признакам качества.

**Цель данного исследования** – выявление генетического материала, характеризующегося высокой скоростью роста. Высокая скорость роста на ранних этапах развития это один из интегральных признаков, который в дальнейшем обеспечивает образцу целый ряд физиологических преимуществ. Быстрое развитие корневой системы обеспечивает преимущество по интенсивности поглощения минеральных веществ, скорости формирования фотосинтетического аппарата. Важность изучения скорости роста зародышевого корня и стебля очень важно, так как данные признаки обеспечивают быстрое прохождения фазы чувствительной к стрессам (засолению, холоду, засухе и т. д.), тем самым повышая адаптивность к различным внешним условиям. Растение и необходимые для его жизни условия составляют единство, основой которого является обмен веществ между растением и внешней средой. Во взаимодействии со средой происходит непрерывное развитие растения через приспособление, изменчивость, отбор и наследственное закрепление свойств и признаков [7].

**Материалы и методы.** Рост и формирование урожайности риса (Oryza Sativa L.) зависит от генотипа, среды и условий выращивания [1].

Скорость формирования корневой системы и высоты колеоптиля изучали у семидневных проростков риса, выращенных в чашках Петри (в лабораторных условиях) при температуре 28°С. Повторность опыта двукратная, выборка – 40 растений на вариант опыта. При анализе данных использовались сорта российской и зарубежной селекции: Arborio, Antares, Apollo, Arsenal, Baldo, Carnise, Centauro, Cerere, Crlb-1, Gala, Gallileo, Meve, Musa, Oceano, Onice, Orione, Osmanchik, Saintandare, Selenium, Thimbonnet, Urano, Vulcano, Аметист, Анаит, Атлант, Боярин, Визит, Виола, Виолета, Гагат, Гамма, Гарант, Дальневосточный, Диамант, Дружный, Жемчуг, Ивушка, Касун, Кендзо, Крепыш, Кумир, Кураж, Курчанка, Лидер, Лиман, Мавр, Нарцисс, Новатор, Олимп, Павловский, Победа 65, Привольный 4, Приморский, РапанSt, Регул, Рубин, Рыжик, Серпантин, СнежинкаSt, Сонет, Спринт, Фаворит, Факел, ФлагманSt, Фонтан, Хазар, Ханкайский 52, Шарм, Южнаяночь, Южный, Юпитер.

Изучение скорости роста растений проводили в полевом эксперименте: на участке размножения, селекционном питомнике (СП), конкурсном сортоиспытании (КСИ), и контрольном питомнике (КП). Определяли биометрические характеристик 10 растений каждого сорта. Повторность двух кратная. Для изучения высоты растений использовали сорта и гибриды риса. За стандарт были взяты: Флагман и Снежинка.

Статистическую обработку данных проводили в программе Statistica 6.0.

**Результаты и обсуждение.** Изучили 72 образца риса российской и зарубежной селекции по скорости формирования корневой системы и скорости роста колеоптиля в лабораторных условиях (чашки петри), при t 280С. Измерения зародышевого корешка и высоты растения проводили на

седьмые сутки, после закладки опыта. Российские образцы характеризовались более высокой скоростью роста по сравнению с итальянскими. Максимальная скорость формирования корневой системы характерна для сортов: Олимп (5,2см), Диамант (5,3см), Лидер (5,4см), Selenium (5,4см), Arsenal (5,9см), Гагат (6,2см), Гарант (6,3см), Кендзо (6,4см), Apollo (6,4см), Arborio (6,8см); средняя «скорость роста» - Новатор (4,0см), Baldo (4,1см), Urano (4,3см), Шарм (4,3см), Дружный (4,2см), Курчанка (4,2см), Лиман (4,3см), Дальневосточный (4,5см), Атлант (4,5см), Касун (4,6см), Виола (4,6см), Крепыш (4,7см), Хазар (5,0см), Павловский -5,0см (рисунок 1, 2.)

Максимальная скорость роста зародышевого корешка среди итальянских сортов: Arborio(6,8см), Apollo (6,7см), Arsenal (5,9см), Selenium (5,4см). Самая низкая скорость роста зародышевого корешка была отмечена у сортов Saintandare (1,8см) и Gallileo (1,9 см).

Высота колеоптиля у семидневных проростков риса варьировала от 0 до 6 см. Максимальные значения отмечены у сортов: Атлант, Дальневосточный, Arsenal, Крепыш, Виола, Urano, Vulcano, Гарант, Centauro, Павловский, Apollo, Thimbonnet, Кендзо, Arborio, а самые минимальные –Ханкайский 52, Южная ночь, Юпитер, Спринт, Боярин, Ивушка (рисунок 3, 4.).

Изучение скорости роста растений проводили в полевом испытании: на участке размножения, селекционном питомнике (СП), конкурсном сортоиспытании (КСИ), и контрольном питомнике (КП). Повторность двух кратная. Для изучения высоты растений использовали сорта и гибриды риса. За стандарт были взяты: Флагман и Снежинка. Максимальная скорость роста растений риса характерна для сортов: CN-9, Г-275 Факел * Янтарь, (ВНИИР10199*ВНИИР10132лин4) * Флагман, Diansa40 * (Майя * ВНИИР1529), Маробериканг*Анаит (табл. 1-4).

Таблица 1. Характеристика скорости роста сортов – СП (опытный участок ФГБНУ «ВНИИ риса», 2015г.)

| Название | Высота растения, см (среднее) | Ошибка средней, см | Доверительный интервал | |
|---|---|---|---|---|
| | | | -95,00% | +95,00% |
| **Снежинка St** | **22.4** | **0.3** | **22.1** | **23.4** |
| Рыжик | 23,9 | 0,3 | 23,3 | 24,6 |
| Гагат | 20,6 | 0,6 | 19,5 | 21,7 |
| Г-275 Факел*Янтарь | 24,9 | 0,8 | 23,3 | 26,5 |
| к-1118-10=BLV-10031 SP 3321-11 | 21,0 | 0,8 | 19,4 | 22,6 |
| Ariete*Курчанка | 23,2 | 0,6 | 22,0 | 24,3 |
| Baldo*Изумруд | 23,2 | 0,8 | 21,6 | 24,8 |
| (Лиман*Хазар)*(ВНИИР1529*65с) | 21,8 | 0,8 | 20,2 | 23,4 |
| Diansa 40*(Майя*ВНИИР1529) | 26,5 | 0,6 | 25,4 | 27,6 |
| (ВНИИР10199*ВНИИР10132 лин 4)*Флагман | 25,5 | 0,8 | 23,9 | 27,1 |
| Маробериканн*Анаит | 27,9 | 0,6 | 26,8 | 29,0 |
| CN-9 | 24,8 | 0,6 | 23,7 | 26,0 |

Таблица 2. Характеристика скорости роста гибридов и сортов на участке размножения (опытный участок ФГБНУ «ВНИИ риса», 2015г.)

| Название | Высота растения, см (среднее) | Ошибка средней, см | Доверительный интервал | |
|---|---|---|---|---|
| | | | -95,00% | +95,00% |
| **Флагман St** | **18,8** | **0,4** | **17,9** | **19,6** |
| Г-8-3 Майя*Диана | 18,7 | 0,6 | 17,5 | 19,8 |
| IR 71866-3R-1-2-1*Анаит | 18,2 | 0,4 | 17,4 | 19,1 |
| СП-420*Хазар | 18,5 | 0,4 | 17,7 | 19,3 |
| Д-14-3 Upla*Лиман | 16,8 | 0,4 | 16,0 | 17,6 |
| **Снежинка St** | **18,9** | **0,6** | **17,8** | **20,1** |
| Г-16 д. 196 Снежинка*KCL | 15,4 | 0,6 | 14,2 | 16,6 |
| Г-172 Baldo*Рапан | 19,2 | 0,6 | 18,0 | 20,3 |
| Д-7-4 Китайский | 18,8 | 0,6 | 17,7 | 20,0 |
| IR 71866-3R-1-2-1*Нарцисс лин 5 | 17,5 | 0,6 | 16,3 | 18,7 |
| Д-4-13 Дружный*Снежинка | 13,3 | 0,6 | 12,2 | 14,5 |
| А/13 6262*Лиман лин 4 | 18,8 | 0,6 | 17,7 | 20,0 |
| Д-25-2 ВНИИР 7718*ВНИИР 7887 | 20,2 | 0,6 | 19,0 | 21,3 |

Анализируя данные таблицы 2, можно выделить гибрид с высокой скоростью роста (ВНИИР 7718*ВНИИР 7887-20,2см), который в дальнейшем может быть устойчив к воздействию различными факторами внешней среды. Сорта Флагман и Снежинка, которые были взяты за стандарт, отличались незначительной скоростью роста (18,8 и 18,9 см).

Таблица 3. Скорость роста растений в КП (опытный участок ФГБНУ «ВНИИ риса», 2015г.).

| Название | Высота растения, см (среднее) | Ошибка средней, см | Доверительный интервал | |
|---|---|---|---|---|
| | | | -95,00% | +95,00% |
| **Флагман St** | **19,5** | **0,7** | **18,1** | **20,8** |
| 97010-TR-1830-4-1-2*Аметист | 18,8 | 0,9 | 16,8 | 20,7 |
| Г-16 д.196 Снежинка*KCL | 18,9 | 0,9 | 17,0 | 20,9 |
| **Снежинка St** | **22,5** | **0,7** | **21,1** | **23,8** |
| Аметист*Новатор лин 1 | 21,5 | 0,9 | 19,6 | 23,4 |
| Аметист*Новатор лин 3 | 23,0 | 0,9 | 21,1 | 24,9 |
| Г-176 Vialone Nano*JEFFSON | 22,0 | 0,9 | 20,1 | 23,9 |
| Baldo*Рапан лин 5 | 21,2 | 0,9 | 19,3 | 23,2 |

Таблица 4. Высота растений на КСИ (опытный участок ФГБНУ «ВНИИ риса», 2015г.).

| Название | Высота растени, см (среднее) | Ошибка средней, см | Доверительный интервал | |
|---|---|---|---|---|
| | | | -95,00% | +95,00% |
| Roma*Хазар лин 3 | 17,4 | 0,1 | 17,0 | 17,8 |
| **Флагман St** | **15,8** | **0,2** | **15,4** | **16,2** |
| Rao She Chan*Хазар | 17,6 | 0,5 | 15,6 | 19,6 |
| IR 71886-3R-1-1-1*Нарцисс лин 1 | 16,6 | 0,2 | 15,7 | 17,5 |
| Г-172 Baldo*Рапан лин 2 | 17,6 | 0,4 | 15,7 | 19,5 |
| Кси Хуан 1*(Baldo*Вираж лин 13) лин 4 | 17,5 | 0,3 | 16,2 | 18,9 |
| (Upla*Снежинка)*(к-1695(24){[BH7407* *(Курчанка*BE10016)]*[Изумруд*Серпантин)* *(BH 10016*Снежинка)]}*Хазар) лин 5 | 16,2 | 0,5 | 15,0 | 17,5 |
| Г-172-04 Baldo*Рапан | 18,5 | 0,3 | 17,3 | 19,7 |
| Кси Хуан 1*(Baldo*Вираж лин 13) лин 11 | 15,8 | 0,3 | 15,1 | 16,6 |

На участке контрольного питомника высокая скорость роста наблюдалась у гибрида Аметист*Новатор лин. 3 (23,0 см). Сорт Флагман, характеризовался средней скоростью роста растения (19,5см), а с самой

низкой скоростью - 97010-TR-1830-4-1-2*Аметист (18,8см).

**Обсуждение.** Высокая скорость роста дает образцам преимущества быстро формировать корневую систему, обеспечивая более сбалансированное питание проростку за счет увеличения площади, с которой происходит поглощение. В связи с этим будет проводиться поиск источников по признаку «высокая скорость роста» для изучения именно этого показателя как на организменном, так и на молекулярном уровнях. Хотя есть маркеры, перспективность применения которых в MAS (Marker Assistant Selection – селекция с использованием маркеров) доказана, и есть доноры устойчивости, большинство известных доноров, помимо целевого гена, обладают рядом качеств, которые затрудняют их использование в селекции: позднеспелость, высокорослость, фоточувствительность, низкая урожайность, отсутствие адаптированности к местным условиям среды [3,4].

**Выводы.**

1. При анализе формирования и скорости роста корневой системы, выделили сорта с признаком «высокая скорость» роса зародышевого корешка: Олимп, Диамант, Лидер, Selenium, Arsenal, Гагат, Гарант, Кендзо, Apollo, Новатор, Baldo, Urano, Шарм, Дружный, Курчанка, Лиман, Дальневосточный, Атлант, Касун, Виола, Крепыш, Хазар, Павловский.
   Самая низкая скорость роста зародышевого корешка была отмечена у сортов Saintandare, Gallileo, Спринт, Боярин, Южная ночь и Юпитер.
2. Высота колеоптиля у семидневных проростков риса варьировала от 0 до 6 см. Максимальные значения отмечены у сортов: Атлант, Дальневосточный, Arsenal, Крепыш, Виола, Urano, Vulcano, Гарант, Centauro, Павловский, Apollo, Thimbonnet, Кендзо, Arborio, а самые минимальные –Ханкайский 52, Южная ночь, Юпитер, Спринт, Боярин, Ивушка.
3. Максимальная скорость роста растений риса характерна для сортов: CN-9, Г-275 Факел*Янтарь, (ВНИИР10199*ВНИИР10132 лин. 4)*Флагман, Diansa40*(Майя*ВНИИР1529), Мароберикан*Анаит, Аметист*Новатор лин. 3, Снежинка St, Г-176 Vialone Nano*JEFFSON, Г-172-04 Baldo*Рапан и Г-172 Baldo*Рапан лин 2.

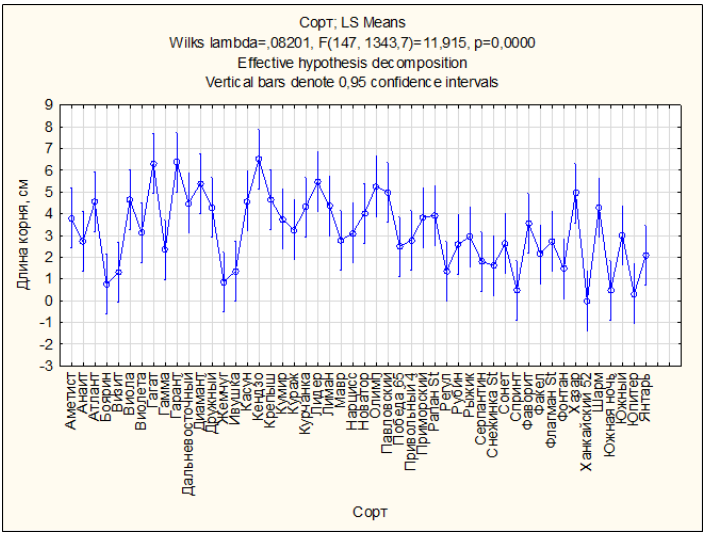


Рис. 1. Дифференциация зародышевого корешка семидневных проростков у растений российской селекции, см.

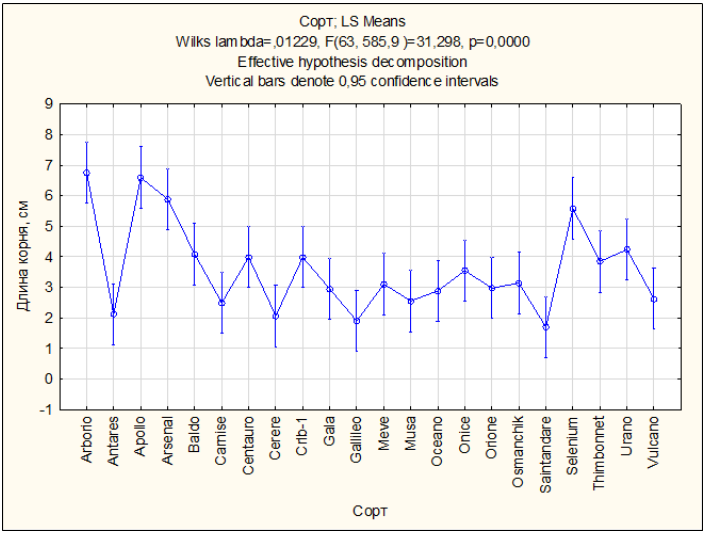


Рис. 2. Дифференциация итальянских сортов по длине зародышевого корешка семидневных проростков, см.

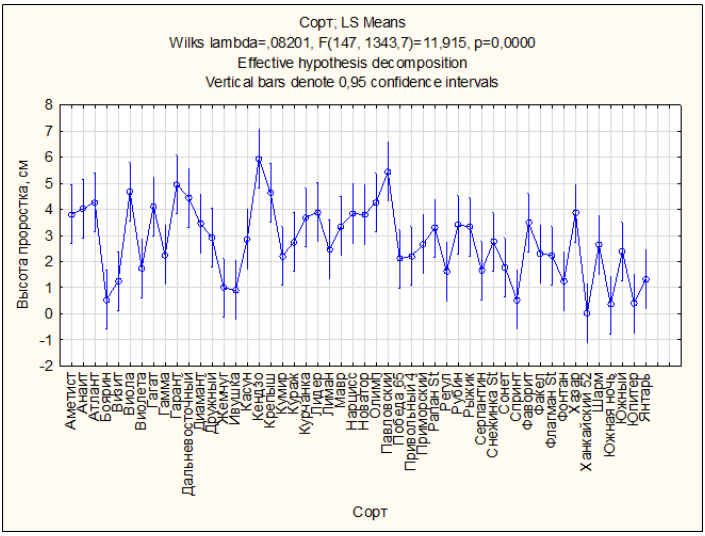


Рис. 3. Высота колеоптиля семидневных проростков у растений российской селекции, см.

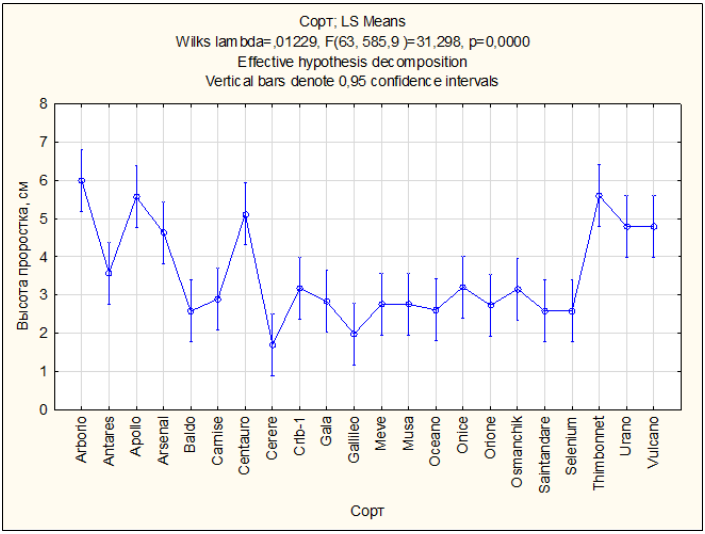


Рис. 4. Высота колеоптиля семидневных проростков у растений зарубежной селекции, см.

## Литература

1. Бруяко В.Н., Малюченко Е.А., Бушман Н.Ю., Верещагина С.А. Дифференциация сортов риса по темпам роста и развития растений. / В.Н. Бруяко, Е.А. Малюченко, Н.Ю. Бушман, С.А. Верещагина // Инновационные разработки молодых ученых для развития АПК. Сборник статей II Международной научно-практической конференции молодых ученых, преподавателей, аспирантов, студентов. Краснодар, 6-8 августа 2014 г.- 52-55.
2. Гончарова Ю.К. Селективная элиминация аллелей при получении дигаплоидных линий в культуре пыльников риса. /Ю.К. Гончарова // Генетика. 2013;49(2):196-203.
3. Гончарова Ю.К., Харитонов Е.М., Литвинова Е.В. Природа гетерозисного эффекта. /Ю.К.Гончарова, Е.М. Харитонов, Е.В. Литвинова // Докл. РАСХН. 2010а;(4):10-11.
4. Гончарова Ю.К., Харитонов Е.М. Повышение продуктивности межподвидовых гибридов риса. /Ю.К.Гончарова, Е.М. Харитонов // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2012;16(4):556-565.
5. Зитте П., Вайлер Э. В., Кадерайт Й. В., Брезински А., Кёрнер К. Ботаника. /П.Зитте, Э. В.Вайлер, Й. В.Кадерайт, А.Брезински, К.Кёрнер // Учебник для вузов. 35-е издание. Пер. М.: «Академия». 2007. — 256 с.
6. Харитонов Е.М., Гончарова Ю.К. Эффективность минерального питания риса. /Е.М.Харитонов, Ю.К.Гончарова // Докл. РАСХН. 2011;(2):10-12
7. Kabaki N. Growth and yield of japonica-indica hybid rice. Jpn. Agric. / N. Kabaki // Res. Q., 1993, 27: 88-94.
8. Marschner P., Solaiman Z., Rengel Z. Rhizosphere properties of Poaceae genotypes under P-limiting conditions. / P. Marschner, Z. Solaiman, Z.Rengel //Plant Soil. 2006;283:11-24.
9. Taub, D. R. Effects of rising atmospheric concentrations of carbon dioxide on plants / D. R.Taub // Nature Education Knowledge. 2010, 3(10). — P. 21.
10. Wissuwa M., Ae N. Genotypic variation for tolerance to phosphorus deficiency in rice and the potential for its exploitation in rice improvement. / M.Wissuwa, N.Ae // Plant Breeding. 2001;120:43-48.
11. Wissuwa M., Wegner J., Ae N., Yano M. Substitution mapping of Pup1: a major QTL increasing phosphorus uptake of rice from a phosphorus-deficient soil. / M.Wissuwa, J.Wegner, N. Ae, M.Yano //Theor. Appl. Genet. 2002;105:890-897.

УДК 633.18:575.127.2:631.52:658.562

# СОЗДАНИЕ МЕЖПОДВИДОВЫХ ГИБРИДОВ РИСА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ СОРТОВ С ВЫСОКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА

Бушман Н.Ю., Малюченко Е.А., Бруяко В.Н.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт риса»,
Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия

*E-mail: natalia4444sun@yandex.ru*

*В ходе проведения данной работы было изучено содержание белка и амилозы у различных гибридов риса, а также средняя масса зерна с растения. Проведенное исследование позволило выделить в гибридных популяциях образцы с повышенным содержанием протеина, амилозы и высокой продуктивностью.*

***Ключевые слова:*** *рис, амилоза, белок, продуктивность, гетерозис, гибридизация.*

Россия на данный момент полностью обеспечивает себя крупой риса. Около 200 тысяч тонн импортируется. Приблизительно столько же риса, выращенного в России, идет на экспорт [1]. Одним из наиболее эффективных методов повышения конкурентоспособности отечественного риса и рентабельности рисовой отрасли является выведение высокоурожайных сортов, отвечающих мировым стандартам качества. Сорта риса нового поколения должны обладать не только высокой урожайностью и биологической устойчивостью, но и выгодно выделяться на фоне других технологическими свойствами зерна, позволяя получать большой выход крупы высокого качества. Поэтому чтобы заместить импортируемые сорта, необходимо направить основные усилия на создание длиннозерных, крупнозерных, высокоамилозных, с улучшенными кулинарными свойствами и питательной ценностью, которые ранее ввозились из-за рубежа.

В России ранее выращивались только низкоамилозные сорта с содержанием амилозы (АС) от 15 - до 19%, но в последнее время в связи с ростом культуры потребления этого злака назрела необходимость создания отечественных сортов различного качества (с АС более 22%, глютинозных сортов).

Свойства крахмала служат ключевым фактором, определяющим пищевые и кулинарные качества приготовленного риса, в то время как количество белков и их аминокислотный состав влияют на его питательную

ценность. Содержание амилозы влияет на консистенцию геля, которая служит стандартным показателем, используемым при выборе способов обработки и приготовления риса [13]. Сорта с высоким содержанием амилозы (около 25 %) не развариваются при приготовлении и могут использоваться для пловов и других блюд, в которых важно сохранить целостность и привлекательный вид зерновки [14].

Содержание белка в зерне риса колеблется от 5 до 15%, иногда достигая 18%. Встречаются сорта с повышенным (10-11%) и высоким (13-14%) его содержанием. Высокое содержание белка в рисовой зерновке придает ей кремовый оттенок, снижает клейкость сваренной крупы, обеспечивая рассыпчатую консистенцию и повышенную питательную ценность готового продукта [16].

Только использование гетерозисного эффекта дает возможность радикально, более чем на 50 %, поднять продуктивность растений. На территории Российской Федерации в основном используются сорта риса подвида japonica. Изучение с помощью различных методов показало их близкородственное происхождение [2-5]. Низкая генетическая гетерогенность сортов подвида japonica приводит к незначительному гетерозису при их гибридизации [6-7]. Во многих работах показано снижение гетерозисного эффекта в ряду гибридов: japonica/indica, indica/indica, japonica/japonica [11]. У межподвидовых гибридов (japonica/indica) гетерозисный эффект может достигать 100% и выше. Так, по сухой массе побегов гетерозис достигает 100 % у гибридов japonica/indica, не превышает 70 % и 50 % у гибридов indica/indica, japonica/japonica, соответственно[16]. Количество выполненных колосков межподвидовых гибридов не превышает 40%, у внутривидовых - она значительно выше - до 90 % indica /indica и до 92 % japonica/japonica [12]. Гетерозиготные формы $S5^J/S5^i$ - стерильны, образцы, несущие гены широкой совместимости - фертильны ($S5^J/S5^n$; $S5^i/S5^n$). Внедрение данных генов в формы с высокой комбинационной способностью, позволит получить фертильные межподвидовые гибриды, с величиной гетерозиса до 100 % [8-15].

**Целью** данной работы было создание исходного материала при межподвидовой гибридизации (использовались сорта зарубежной селекции- TDK 1, IR 77186-122-2-2 -3(NSIC RC 158)(158), IR 66, Morobercian, Dular, Азусена и отечественной селекции – Анаит, Флагман, Янтарь, Анаит, Новатор, Шарм). Это позволит расширить норму реакции создаваемого образца за счет использования генетического потенциала обоих подвидов и, следовательно, обеспечивает большую стабильность получаемых урожаев риса.

Также в данном исследовании рассматривается проблема повышения содержания амилозы. У сортов отечественной селекции ее содержание 16 - 20 %. У сортов подвида in-dica, которые вовлечены в гибридизацию ее содержание 22-27%.

**Материалы и методы.** Растения выращивались на вегетационной площадке по общепринятым методикам ВНИИ риса, опыление при

гибридизации осуществлялось твел-методом. Растения выращиваются на оптимальном фоне минерального питания (N120P60K60). Комбинации с количеством гибридных зерновок -10 растений на вариант опыта (2 повторности). Материнские растения высевались в 3 срока по 12 сосудов через 15 , 25, 35 дней после опылителей. Контролем служит сорт Снежинка, посаженный с той же густотой стояния.

Анализ качества выделившихся образцов будет проводиться с использованием прибора Инфралюм - FT-10 (содержание амилозы, белка, влажность). Метод основан на измерении коэффициента пропускания исследуемого объекта в инфракрасной области спектра.

**Результаты и обсуждение.** Целью данной работы являлось создание селекционного материала, характеризующегося повышенным содержанием амилозы и высокой продуктивностью.

Таблица 1. Характеристика коллекционных образцов с высоким содержанием амилозы и устойчивостью к пирикуляриозу

| Название образца подвида indica | Дней до созревания | Высота растения, см | Количество продуктивных побегов, шт. | Содержание амилозы, % | Содержание белка, % | Устойчивость к пирикуля-риозу, балл |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TDK 1 | 128 | 113,00 | 14 | 5,00 | 8,6 | 1 |
| IR 77186-122-2-2-3 (NSIC RC 158) | 120 | 97,00 | 16 | 22,5 | 8,4 | 1 |
| IR 66 | 115 | 96,00 | 14 | 23,5 | 8,1 | 2 |

Таблица 2. Краткая характеристика некоторых сортов риса, использованных при гибридизации

| Сорт | Высота рас-тения, см | Длина главной метёлки, см | Масса главной метёлки, г | Подвид | Кол-во колос-ков на метелке, шт | Дополнительные признаки |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Moro-berican | 110,00 | 17,75 | 0,84 | Japonica | 180 | Устойчив к пирикуляриозу, засолению и другим стрессам (Гвинея) |
| Dular | 80,00 | 20,70 | 1,89 | Indica | 80 | Окрашенные цветковые чешуи, фиолетовый апикулюс, ген связан с локусом S5 (Индия) |
| Азусена | 85,00 | 16,40 | 1,03 | Japonica | 120 | Ароматический, уникальное строение корневой системы, устойчив к пирикуляриозу (Филиппины) |

Одной из задач исследования было выделение высокопродуктивных растений в гибридных комбинациях с высокоамилозными образцами.

Таблица 3. Средняя масса зерна с растения в гибридных комбинациях, г

| Название образца | Среднее значение массы зерна с растения ($\bar{x}\pm S\bar{x}$), г | Масса зерна с растения, min, г | Масса зерна с растения, max, г |
|---|---|---|---|
| 158*Анаит | 2,3±0,15 | 1,92 | 2,58 |
| 158*Флагман | 4,5±0,25 | 3,98 | 5,03 |
| 158*Янтарь | 3,2±0,35 | 2,50 | 3,99 |
| IR 66*Анаит | 3,7±0,25 | 3,20 | 4,28 |
| IR 66*Новатор | 4,3±0,20 | 3,88 | 4,74 |
| IR66*Флагман | 3,9±0,23 | 3,44 | 4,44 |
| IR 66*Шарм | 4,8±0,33 | 4,09 | 5,47 |
| IR 66*Янтарь | 5,1±0,41 | 4,24 | 5,98 |
| Регул*Азусена | 2,3±0,15 | 1,98 | 2,62 |
| ТДК*Янтарь | 3,9±0,27 | 3,41 | 4,57 |
| Шарм*Dular | 1,8±0,09 | 1,61 | 2,04 |
| Moroberican*Анаит | 2,4±0,26 | 1,92 | 3,05 |
| Upla*Анаит | 3,0±0,16 | 2,68 | 3,36 |
| **Снежинка St** | **4,7±0,58** | **3,28** | **6,14** |

Таблица 4. Среднее значение показателей качества образцов риса, %

| Комбинация | Белок,% | Влажность,% | Амилоза,% |
|---|---|---|---|
| 158*Анаит | 7,958 | 8,43 | 23,896 |
| 158*Флагман | 8,309 | 8,071 | 23,754 |
| 158*Янтарь | 9,083 | 7,924 | 24,574 |
| IR 66*Анаит | 8,115 | 8,135 | 24,422 |
| IR 66*Новатор | 7,535 | 8,198 | 25,495 |
| IR 66*Флагман | 9,219 | 8,071 | 24,954 |
| IR 66*Шарм | 7,728 | 8,126 | 24,326 |
| IR 66*Янтарь | 8,849 | 7,988 | 25,574 |
| Регул*Азусена | 7,531 | 8,158 | 26,74 |
| ТДК*Янтарь | 7,582 | 8,238 | 10,864 |
| Шарм * Dular | 7,063 | 8,261 | 23,813 |
| Moroberican * Анаит | 8,129 | 7,774 | 24,82 |
| Upla*Анаит | 7,484 | 8,143 | 24,544 |
| **Снежинка St** | **6,658** | **8,297** | **17,55** |

Средняя масса зерна с растения оказалась в гибридных комбинациях: 158*Флагман (4,51 г), 158*Янтарь (3,24 г), IR 66*Анаит (3,74 г), IR 66*Новатор (4,31 г), IR 66*Флагман (3,94 г), ТДК*Янтарь (3,99 г). Гибридные комбинации IR 66*Янтарь (5,11 г), IR 66*Шарм (4,78 г), показали более высокое по сравнению со стандартом Снежинка (4,71 г) среднее значение массы зерна с растения (таблица 3).

В ходе проведения данной работы было изучено содержание белка и амилозы у различных гибридов риса. Проведенное исследование позволило выделить в гибридных популяциях образцы с повышенным содержанием протеина и амилозы (рисунок 1-2, таблица 4).

**Выводы.**

1. Средняя масса зерна с растения оказалась в гибридных комбинациях: 158*Флагман (4,51 г), 158*Янтарь (3,24 г), IR 66*Анаит (3,74 г), IR 66*Новатор (4,31 г), IR 66*Флагман (3,94 г), ТДК*Янтарь (3,99 г). Гибридные комбинации IR 66*Янтарь (5,11 г), IR 66*Шарм (4,78 г), показали более высокое по сравнению со стандартом Снежинка (4,71 г) среднее значение массы зерна с растения (таблица 3).
2. Для комбинаций: IR 66*Флагман показатель содержания белка оказался наибольшим и составил в среднем 9,219%, 158*Янтарь - 9,083%, Moroberican * Анаит - 8,12%. Достоверно уступали данной комбинации гибриды IR 66*Янтарь (8,849%) Шарм * Dular (7,063%) и Upla*Анаит (7,5%)(таблица 4, рисунок 1).
3. По содержанию амилозы также выделилась гибридная комбинация IR 66*Новатор, в которой ее содержание составило в среднем 25,495%, IR 66*Янтарь (25,574%), Регул*Азусена (26,740%), Moroberican * Анаит, (24,820%), значительно превосходя стандарт Снежинку по данному показателю (17,545%)(таблица 4, рисунок 2).

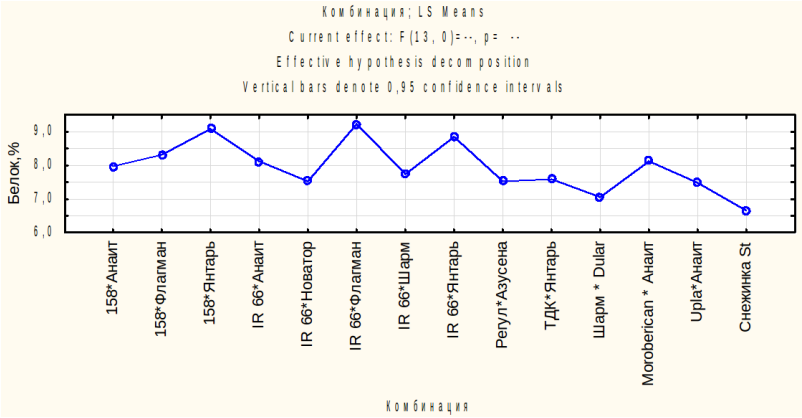


Рис. 1. Содержание белка в изучаемых гибридных комбинациях, %

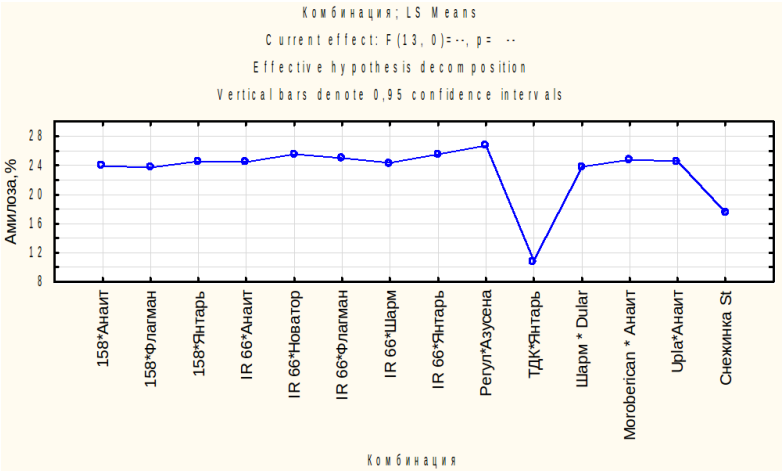


Рис. 2. Содержание амилозы в изучаемых гибридных комбинациях, %

## Литература

1. Харитонов, Е.М. Совершенствование системы сортоиспытания в Краснодарском крае / Харитонов Е.М., Бушман Н.Ю., Малюченко Е.А., Верещагина С.А., Туманьян Н.Г., Очкас Н.А., Гончарова Ю.К. //Труды Кубанского Государственного Аграрного Университета. -2015.- №3(54), с.328-333.
2. Гончарова, Ю.К. Наследование признаков, определяющих физиологический базис гетерозиса у гибридов риса / Ю.К. Гончарова //Сельскохозяйственная

биология. -2010. - № 5. -С.72-75.
3. Гончарова, Ю.К. Показатели продуктивности у сортов риса отечественной селекции при повышенных температурах в связи с проблемой глобального изменения климата/ Е.М. Харитонов, Ю.К. Гончарова // Сельскохозяйственная биология. Серия: Биология растений. Серия: Биология животных. - 2009. - № 1. - С. 16-20.
4. Гончарова, Ю.К. Эстеразные спектры и адаптивная пластичность сортов риса / Ю.К. Гончарова, А.Н. Иванов, К.В. Князева, В.И. Глазко // Доклады Российской ака-демии сельскохозяйственных наук.- 2007.- № 1. - С. 3-4.
5. Гончарова, Ю. К. Селективная элиминация аллелей при получении дигаплоидных линий в культуре пыльников риса / Ю.К. Гончарова // Генетика.- 2013.- Т. 49.- № 2.- С. 196–203.
6. Гончарова, Ю.К. Влияние стрессовых факторов на содержание амилозы в образцах риса отечественной селекции / Ю.К.Гончарова, Е.М.Харитонов, Н.Ю. Бушман, С.А.Верещагина // Вестник РАСХН.- 2013.- № 5.- С. 45-48.
7. Гончарова, Ю.К. Полиморфизм российских сортов риса по генам широкой совме-стимости/ Ю.К. Гончарова, Е.М. Харитонов // Вестник РАСХН. - 2013, С.41-43.
8. Гончарова, Ю.К. Стерильность при межподвидовой гибридизации риса Oryza sativa L. в связи с поиском генов широкой совместимости и отнесением образцов к подвидам indica и japonica/ Е.М. Харитонов, Ю.К. Гончарова // Сельскохозяйственная биология - 2013.-№ 5.-Р. 61-68.
9. Гончарова, Ю.К. Поиск генов широкой совместимости у образцов риса подвидов indica и japonica/ Е.М. Харитонов, Ю.К. Гончарова // Аграрная наука.- 2013.-№ 3.-Р. 15-17.
10. Сметанин А.П., Дзюба В.А., Апрод А.И. Методики опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса,- Краснодар: Кн. Изд-во, 1972,-156 с.
11. Шеужден А.Х., Онищенко Л.М., Громова Л.И. Белки/ Под ред. А.М. Девяткина. Майкоп: ГУРИПП "Адыгея", 2004. - 72 с.
12. Amano E. A. Rapid method of measurement of amylase and application to analyses of low amylose content mutants in rise // Ann. Rept. NIAR. 1986. P. 47-50.
13. Nakagahra M. Variation and inheritance of rice starch. In "Rice plant grains, specifically grain quality" //Nat. Agri. Res., Japan, Center Tsukuba. 1988. P.31-57.
14. Nelson O E., Chourey P.S., Chang M.T. Nucleoside diphosphate sugarstarch glucosyl transferase activity if wx starch granules.// Plant Phisiol.. 1978. Vol.62. P. 383-386.
15. Zhuang, C., Molecular mapping of the Sa locus for F1 pollen sterility in cultivated rice (Oryza sativa L.) / C. Zhuang, G.Zhang, M. Mei et al. // Acta. Genet. Sin. -1999. -Vol. 26.- P. 213–218.
16. Ying, J. Comparison of high-yield rice in a tropical and subtropical environment. Deter-minants of grain and dry matter yields/ J.Ying, S.Peng, Q. He, H. Yang, C. Yang, R.M. Visperas, K.G. Cassman // Field Crops Res. -1998.-Vol. 57(1) - P.71-84.

*(26 - 27).11.2015.- 275 с. ISBN: 978-5-906217-85-1*

УДК 633.18:470:631

# СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ РИСОВОДСТВА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Гаркуша С.В., Есаулова Л.В., Госпадинова В.И.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт риса»,
Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия

*E-mail: arrri_kub@mail.ru*

*В статье освещены вопросы производства риса в мире и в Российской Федерации,показана роль культуры в продовольственном балансе страны, представлена характеристика российского рынка. В перспективе увеличение производства риса и продуктов его переработкиза счет внедрения новых высокопродуктивных сортов, быстрой сортосмене и государственной поддержке перерабатывающей промышленности в отрасли рисоводства.*

***Ключевые слова:*** *рис, урожайность, сорт, качество, сортосмена, хранение, переработка, технология, импорт, экспорт.*

***Key words:*** *rice, yield, varieties, quality, variety change, storage, processing, technology*

Рис является важнейшей продовольственной культурой мира - им питается более 3-х млрд. чел. и обеспечивается более 30 % пищевых калорий, потребляемым человечеством; произрастает преимущественно в тропических и субтропических районах. В настоящее время (2014/2015 гг.) посевы его размещены в 116 странах на площади 160 млн. га, годовое производство зерна в мире составляет около 740 млн.т. По урожайности (средняя в мире 4,5т/га) рис занимает первое место среди всех зерновых культур, а по посевным площадям и валовому сбору – второе место в мире.

В рисоводстве занято более 50 % трудовых ресурсов аграрного сектора планеты. Спрос на рис ежегодно возрастает, и по прогнозу FAO, к 2020 г. он составит 781 млн. т, превысив на 2-3% спрос на пшеницу. Ожидаемое производство риса - 750 млн. т к2020 г. –не сможет удовлетворить полностью спрос на него.

При этом самыми крупными производителями риса в мире являются Китай и Индия – соответственно, около 35% и 21% от мирового объема. Несколько меньше производят Индонезия, Бангладеш, Вьетнам, Таиланд, Мьянма, Филиппины, Бразилия, Япония и другие страны. В России валовой сбор риса составляет в настоящее время 1,1 млн. т. (для сравнения: Китай – около 200 млн. т).

При среднемировом потреблении рисовой крупы на душу населения около 57 кг в год этот показатель в Азии составляет 80 кг (от 13-15 кг в Турции и Пакистане до 160 кг/год - в Лаосе, Бангладеш, Мьянме и даже 240 кг - в Брунее).

В Европе среднедушевое потребление в год составляет около 5 кг. Среднестатистический россиянин потребляет около 4,5 кг риса в год.

Таблица 1. Место риса в потреблении круп населением России, %

| Наименование | Доля потребления, % | Наименование | Доля потребления, % |
|---|---|---|---|
| Рис | 42 | Горох | 4 |
| Гречневая | 21 | Ячневая | 3 |
| «Геркулес» | 8 | Пшеничная | 3 |
| Пшено | 6 | Овсяная | 2 |
| Манная | 5 | Кукурузная | 2 |
| Перловая | 4 | Крупы – всего: | 100 |

Отечественная рисоводческая отрасль в настоящее время является неотъемлемой частью зернового агропромышленного комплекса, в социально-экономической сфере которого она занимает важнейшее место (1).Несмотря на то, что Россия не является рисовой державой, и рис не входит в число основных продуктов питания и не занимает ведущее место в пищевом балансе населения нашей страны, основная доля (42 %) в потреблении круп приходится, по данным ИКАР, именно на эту культуру (табл. 1).

Таблица 2. Производство риса в субъектах Российской Федерации в 2014г.

| Регион | Валовой сбор, тыс. т | Доля региона, % от РФ |
|---|---|---|
| Российская Федерация | 1047,0 | 100,0 |
| Краснодарский край | 823,0 | 78,6 |
| Ростовская область | 65,7 | 6,3 |
| Приморский край | 60,5 | 5,8 |
| Республика Дагестан | 54,1 | 5,2 |
| Республика Адыгея | 20,6 | 1,9 |
| Республика Калмыкия | 8,0 | 0,8 |
| Астраханская область | 12,9 | 1,2 |
| Чеченская республика | 1,5 | 0,1 |
| Еврейская АО | 1,0 | 0,1 |

В продовольственном балансе России рису отводится значительное место.

В Российской Федерации в настоящее время рис выращивается в трех федеральных округах, в 9 субъектах: в Южном федеральном округе – Республики Адыгея, Калмыкия, Краснодарский край, Астраханская и Ростовская области; Северо-Кавказский федеральный округ – Республики Дагестан и Чеченская; Дальневосточный федеральный округ – Приморский край и Еврейская автономная область (табл. 2).

В 2015 г. посевная площадь риса в России составила199,4 тыс. га, урожайность 6,2 т/га и валовой сбор риса-зерна– 1220,7 тыс. т. В основном рисопроизводящем регионе страны – Краснодарском крае урожайность достигла 7,0 т/га, а валовой сбор – 945,2 тыс. тонн (в весе после доработки), (табл.3).

Росту валовых сборов риса-зерна в 2012-2015 гг. посравнению с 1997 г. в Российской Федерации в целом и на Кубани в частности, во многом способствовало расширение посевных площадей, повышение урожайности. Урожайность, в свою очередь, росла в результате внедрения новых высокоурожайных сортов, где основополагающая роль в формировании величины и качества урожая отводится фотосинтезу (4). Немаловажное значение имеет потепление климата и повышение теплообеспеченности культуры за период вегетации (3). Особое влияние уделяется внедрению адаптивных сортовых комплексов с учетом агроэкологического районирования территории, сбалансированному применению минеральных удобрений, мелиорантов, пестицидов.

Таблица 3. Динамика производства риса в Российской Федерации

| Регионы | Годы | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1986-1990 (средн.) | 1997 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015* |
| Посевные площади, тыс.га | | | | | | |
| Российская Федерация | 301,0 | 151,0 | 201,0 | 190,0 | 195,0 | 199,4 |
| Краснодарский край | 148,0 | 101,0 | 133,0 | 126,0 | 131,0 | 134,2 |
| Другие регионы | 153,0 | 50,0 | 68,0 | 64,0 | 64,0 | 65,2 |
| Урожайность, т/га | | | | | | |
| Российская Федерация | 3,5 | 2,2 | 5,5 | 4,9 | 5,4 | 6,2 |
| Краснодарский край | 4,2 | 2,4 | 6,4 | 5,8 | 6,3 | 7,0 |
| Другие регионы | 2,9 | 1,8 | 3,1 | 3,0 | 3,2 | 3,9 |
| Валовой сбор, тыс. т | | | | | | |
| Российская Федерация | 1054,0 | 328,0 | 1052,0 | 934,0 | 1047,0 | 1220,7 |
| Краснодарский край | 614,0 | 236,0 | 857,0 | 728,0 | 823,0 | 945,2 |
| Другие регионы | 440,0 | 92,0 | 195,0 | 206,0 | 224,0 | 275,5 |

***Примечание:*** ** Оперативные данные, уборка риса продолжается.*

В последние годы благодаря внедрению инновационных технологий и сортов с потенциальной урожайностью 10,0-12,0 т/га, а также

государственной поддержке рисовой отрасли, урожайность риса впервые за всю историю рисоводства Кубани приблизилась к показателю 7,0 т/га, что является уровнем европейских рисопроизводящих стран, таких как Италия, Испания, Турция.

Потенциальные возможности рисоводства России позволяют ежегодно производить около 1,5 млн. тонн риса-зерна, что полностью обеспечит население крупой риса и значительно увеличит поставку на экспорт. Уже начиная с 2010 г. ситуация кардинально стала меняться, и наша страна стала экспортировать значительные объемы риса за рубеж. За последние 5 лет вывоз риса за рубеж в среднем составил 1013 тыс. тонн, т.е. практически сравнялся с импортом (табл. 4).

Таблица 4. Характеристика российского рынка риса (2004-2014 гг.)

| Год | Произведено риса (в массе после доработки), тыс. т | Выработано крупы (расчет), тыс. т | Потребность в рисе (при норме 4кг/чел), тыс. т | Обеспеченность в рисе собственного производства, % | Импорт, тыс. т | Экспорт, тыс. т |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2004 | 398 | 208 | 580 | 36 | 465 | 4 |
| 2005 | 521 | 283 | 580 | 49 | 368 | 7 |
| 2006 | 616 | 335 | 580 | 58 | 359 | 12 |
| 2007 | 637 | 346 | 580 | 60 | 233 | 23 |
| 2008 | 666 | 362 | 568 | 62 | 272 | 31 |
| 2009 | 882 | 479 | 568 | 84 | 186 | 69 |
| 2010 | 1050 | 571 | 568 | 100 | 218 | 199 |
| 2011 | 1049 | 570 | 568 | 100 | 173 | 156 |
| 2012 | 1056 | 573 | 568 | 100 | 191 | 334 |
| 2013 | 935 | 505 | 570 | 89 | 225 | 142 |
| 2014 | 1047 | 571 | 585 | 98 | 253 | 182 |

Следует подчеркнуть, что производство риса до сих пор остается очень высокозатратным. В дальнейшем основой выживания рисоводческих хозяйств должен стать переход на малозатратные, экономически оправданные системы рисоводства. Отдельные элементы этих систем уже разработаны учеными Всероссийского научно-исследовательского института риса, многие технологии и приемы уже успешно применяются в производстве. Но наиболее сложные этапы - формирование энергосберегающих, экологически чистых систем и внедрение их в производство - предстоит пройти в будущем.

В перспективе развития производства риса в Российской Федерации до 2020 г. необходимо довести посевные площади под этой культурой до 230-240 тыс. га. При соблюдении научно-обоснованного севооборота имеется возможность наращивания посевных площадей в Краснодарском

крае до 145 тыс. га, а по другим рисосеющим субъектам Южного и Дальневосточного федеральных округов обеспечить еще 90 тыс. га посевов риса (2). Это возможно, если повысить уровень использования площадей рисовых оросительных систем, который в настоящее время крайне низок и составляет в среднем по России 30,4 %. Основной причиной столь неэффективного использования рисовых оросительных систем является ухудшение их мелиоративного состояния, что не дает возможности строго выдерживать научно-обоснованную технологию возделывания риса. В результате большие площади невозможно использовать для выращивания риса. Для поддержания рисовых систем в рабочем состоянии необходимо проведение столь дорогостоящих мелиоративных мероприятий, которые не в состоянии профинансировать в необходимом объеме даже экономически крепкие рисопроизводящие предприятия.

Динамичное и эффективное развитие отрасли рисоводства в России зависит от государственного регулирования рынка экономическими методами, включающими следующее: осуществление активных действий правительством РФ на рисовом рынке по поддержке отечественного товаропроизводителя; осуществление финансовой поддержки рисоводства на федеральном и региональном уровнях.

Для защиты отечественного товаропроизводителя и обеспечения продовольственной безопасности необходимо: исключить неконтролируемый импорт риса, для чего ужесточить контрольные функции ГТК Российской Федерации; создать торгово-посредническую специализированную структуру для установления прямых контактов производителей с оптовыми покупателями и с возможностью выхода на внешний рынок, что даст возможность повысить эффективность маркетинга и управления сбытом; ввести компенсацию затрат производителям зерна риса в размере 50 % стоимости приобретаемых минеральных удобрений, средств защиты растений, ГСМ, сельхозтехники и электроэнергии; предусмотреть дотации на ведение элитного семеноводства риса; осуществлять закупку риса за счет федерального бюджета, предназначенных для осуществления государственных закупочных интервенций с целью регулирования рынка сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия.

С целью оптимизации и расширения ассортимента предлагаемых потенциальным покупателям продуктов из риса, целесообразно:

-продвижение отечественных сортов глютинозного и краснозерного риса на рынок с целью создания новых диетических продуктов для улучшения качества питания;

-использование отечественной рисовой муки для производства диетического питания с целью замещения импортного сырья при производстве детского питания и снижения цены готового продукта;

- организация производства ассортимента рисопродуктов (хлопья рисовые, консервы из риса, сухие завтраки и др.), с целью замещения импортных продуктов (качество которых не всегда соответствует

требованиям экологической безопасности) и снижения цены готового продукта.

Не менее важным фактором в решении этого вопроса является совершенствование научного обеспечения отрасли и повышение его роли в развитии отечественного рисоводства.

Реализация этих мер даст возможность сохранить крупнейший в Российской Федерации рисовый производственно-мелиоративный комплекс и будет способствовать более эффективному использованию основных фондов, обеспечит дальнейшее развитие имеющегося потенциала, комплексное использование природных ресурсов, заметно улучшит социально-экономическую ситуацию, обеспечив полную занятость и улучшение жизни населения в рисосеющих регионах Российской Федерации.

При эффективном ведении хозяйства насыщенность рисовых севооборотов рисом может достигать 60–65 %, а посевные площади в Российской Федерации –230–240 тыс. га. Современные высокопродуктивные сорта при соблюдении научно-обоснованной технологии возделывания и обеспеченности ресурсами способны реализовать свой продуктивный потенциал и гарантированно обеспечивать урожайность в среднем по стране 5,0-6,0 т/га (что уже достигнуто по отдельным регионам в 2010-2015 гг.).

Как следствие, Россия уже к 2020 г. сможет не только полностью обеспечить себя рисом собственного производства, производя ежегодно свыше 1,5 млн. т риса-зерна, но и осуществлять его поставки за рубеж.

## Литература

1. Харитонов Е.М., Туманьян Н.Г. Проблемы рисоводства в Российской Федерации и пути их решения, качество риса/Достижения науки и техники АПК, 2010. - № 11, с. 14-15.
2. Система рисоводства Краснодарского края /под ред. Харитонова Е.М.-Краснодар, 2011. -316 с.
3. Ковалев В.С. Селекция и сортосмена риса в Краснодарском крае: состояние и перспективы// Материалы Всероссийской школы молодых ученых «Экологическая генетика культурных растений» – Краснодар: ВНИИ риса, 2011.- с. 207-209.
4. Косолапов В.М., Трофимов И.А. Лидер российской и мировой сельскохозяйственной, биологической и экологической наук академик Александр Александрович Жученко//Материалы школы молодых ученых «Экологическая генетика культурных растений. – г. Москва, 2014. – с. 5-23.
5. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений как самостоятельная научная дисциплина. Теория и практика. Краснодар, 2010. 485 с.

УДК 581.633.18: 575.3:631.523

# АДАПТИВНОСТЬ РИСА К АБИОТИЧЕСКИМ СТРЕССАМ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕЛЕКЦИИ

Гончарова Ю.К., Харитонов Е.М. , Малюченко Е.А, Шелег В.А.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт риса»,
Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия

*E-mail: serggontchar@mail.ru*

*Большая часть посевных площадей риса в России характеризуется неблагоприятными почвенными или климатическими условиями: засолением различной степени и типа, осолонцеванием, в период вегетации отмечены как высокие, так и низкие температуры. Следовательно, увеличение производства связано не столько с повышением потенциальной продуктивности сортов риса, сколько со стабильностью урожая и комплексной устойчивостью к стрессам.*

***Ключевые слова:*** *рис, абиотические стрессы, засоление, высокие температуры, селекция.*

Создание сорта предполагает не только получение и отбор новых генотипов, но и поиск экологической ниши, где этот генотип обеспечит высокую продуктивность, экологическую стабильность и качество продукции. Селекционер, по сути, изучает и отбирает не генотипы как таковые, а оценивает их норму реакции на абиотические, биотические и антропические факторы среды. Экологическая организация селекционного процесса включает создание идиотипа – модели сорта, на основе средовых и агротехнических условий будущей эконишн, определение генетической структуры сорта (Кильчевский А.В, Хотылева Л.В.,1997, Кильчевский А.В., 2011). От степени экологической адаптивности зависит как урожайность сорта, так и ее стабильность в разные по метеорологическим условиям годы (Драгавцев В.А., 1994; Шевцов В.М., 2011).

Сочетание многих абиотических стрессов снижает продуктивность сортов и гибридов в производстве. Многогранность признаков, обеспечивающих множественную устойчивость, привели к тому, что успехи традиционной селекции по созданию высокопродуктивных, экологически стабильных сортов, незначительны. Для включения комплекса признаков, повышающих устойчивость к ряду абиотических стрессов в высокопродуктивные, при благоприятных условиях, сорта традиционной селекции, необходимо сочетание многих методов. Широкие возможности работы в данном направлении, открывает тот факт, что большинство

признаков, определяющих толерантность к стрессу, контролируется несколькими QTLs с большими эффектами. Большинство устойчивых генотипов превосходят коллекционные образцы только по одному или нескольким из признаков, определяющих адаптивность. Новые молекулярно – генетические подходы являются необходимым механизмом для выявления и включения сложных адаптивных признаков в генотип образцов, при одновременном сохранении высокого потенциала продуктивности. Дальнейшее увеличение устойчивости связано с объединением лучших аллелей, обеспечивающих толерантность к стрессам с помощью различных механизмов.

Изучение коллекций генплазмы различного происхождения и поиск генетических механизмов устойчивости для разработки методов применения их в практической селекции основная задача генетиков на данном этапе работы. В перспективе необходимо изучить генетический полиморфизм каждого из этих компонентных признаков и природу этого полиморфизма (долю аддитивных, доминантных и эпистатических вкладов) для оценки перспектив их комбинаторики ( Драгавцев В.А., 2011).

Механизмы формирования устойчивости сходны для различных стрессов. Так, в формирование солеустойчивости вовлечены факторы, определяющие устойчивость к воздействию высоких и низких температур, эффективность использования элементов минерального питания, засухоустойчивость. Среди признаков ее определяющих: скорость роста клеток, характеристики устьиц и устьичная проводимость, эффективность фотосинтеза и скорость аттрагирования пластических веществ из вегетативных в генеративные органы, а также их микрораспределение между элементами соцветия и зерном (Davenport,Tester, 2000). Среди физиологических, морфологических и фенологических признаков, вовлеченных в формирование адаптации к стрессам, надо назвать пластичность развития, гормональную регуляцию, регуляцию осмотического давления, деятельности антиоксидантных систем и температуры в плотном посеве, прочность хлорофилл-белкового комплекса, устойчивое поддержание числа зерен на метелку, пластичность периода налива зерна и сохранение массы 1000 зерен, сохранение индекса урожая, относительную стабильность элементов структуры урожая (Sexcion et al., 2009).

Подтверждает перечисленное ранее тот факт, что из 12 генов, используемых для повышения устойчивости к засолению при создании трансгенных растений, четыре гена также повышают устойчивость к холоду и засухе, 2 ко всем абиотическим стрессам, 6 повышают устойчивость к засухе или холоду (Turan S., et al 2012; Харитонов Е.М., Гончарова Ю.К., 2013). Следовательно, при создании устойчивых образцов не только происходит селекция на устойчивость к целевому стрессовому фактору, но также создается комплекс генов, повышающих общую адаптивность.

Устойчивость образца к стрессу, как правило, в фазу проростков и репродуктивные стадии слабо связаны, поэтому только растения, объединяющие признаки на обеих фазах могут быть адаптивны к стрессу в

течение вегетационного периода. Поиск геномных регионов, определяющих устойчивость значительно осложняется тем фактом, что они, изменяющие транскрипцию, например, при засолении, расположены на всех хромосомах риса. Аналогичные данные получены и для других стрессов (засуха, низкие и высокие температуры (Mcnally K.L.et al, 2006; Гончарова Ю.К., 2010в). На адаптивность к одному стрессу, в значительной мере, оказывают влияние условия внешней среды, так устойчивость к засолению, снижается при высоких или низких температурах, недостаточном или несбалансированном питании. Для российских сортов устойчивость обусловлена, в большинстве случаев, комплексом неспецифических генов, повышающих общую адаптивность организма. Изучение корреляционных связей показало наличие взаимосвязи между длинной колеоптиля, зародышевого корня, содержанием хлорофилла с устойчивостью к засолению, а также взаимосвязь между устойчивостью российских сортов к различным стрессовым факторам (Харитонов Е.М., Гончарова Ю.К. 2010). То есть, российские солеустойчивые сорта характеризуются: высокой скоростью роста на ранних этапах развития, что позволяет им быстро проходить фазы развития наиболее чувствительные к воздействию стрессоров; повышенным содержанием фотосинтетических пигментов; ускоренным формированием корневой системы, обеспечивающей эффективное минеральное питание уже в начальные фазы вегетации, и, тем самым, повышающим адаптивность к стрессам (таблица 1).

В репродуктивную фазу у устойчивых генотипов отмечается тенденция к исключению доступа солей к листьям, расположенным близко к метелке (особенно к флаговому листу) и к самой развивающейся метелке. Раннеспелые образцы имеют преимущества из-за сокращения периода поглощения солей, а также в областях, где засоление связано с засухой, приходящейся на поздние фазы развития (рисунок 1). Анализ морфофизиологических характеристик сортов - доноров солеустойчивости показал, что при засолении для них характерно: сохранение высокой скорости роста, биомассы корней и стеблей, высокое относительное содержание хлорофилла, низкое накопление ионов $Na^+$ и соотношение $Na^+/K^+$ в побегах по сравнению с неустойчивыми генотипами (Garciadeblas et al., 2003).

Механизмы формирования солеустойчивости относительно хорошо изучены (Гончарова, Харитонов, 2015). К ним относится: выделение излишков солей или низкое их потребление; компартментализация ядовитых ионов в структурных образованиях клетки или, так называемых, старых тканях (листьях, стебле, листовых влагалищах и корнях); более высокая устойчивость тканей за счет компартментализации солей в вакуолях; изменение в функционировании устьиц (у устойчивых образцов они закрываются быстрее после воздействия соли), что позволяет регулировать поступление солей через ризосферу, регуляция антиоксидантных систем, энергичный рост, позволяющий снизить концентрацию соли в растительных тканях, регуляция осмотического

давления, детоксикация продуктов метаболизма при стрессе. В репродуктивную фазу, у устойчивых генотипов, отмечается тенденция к исключению доступа солей к листьям, расположенным близко к метелке (особенно к флаговому листу) и к самой развивающейся метелке.

Таблица 1. Корреляционные связи между признаками, характеризующими морфо-физиологические различия сортов риса.

| | МП | ДК | ДС | ОС/К | Хл К | МПи | *С* | *РП* | *ПП* | *З* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| М П | 1 | | | | | | | | | |
| ДК | **0,75** | 1,00 | | | | | | | | |
| ДС | 0,39 | 0,55 | 1,00 | | | | | | | |
| >ОС/К | -0,28 | -0,23 | **-0,79** | 1,00 | | | | | | |
| Хл К | 0,13 | 0,37 | **0,40** | -0,46 | 1,00 | | | | | |
| МПи | 0,22 | -0,02 | 0,07 | -0,29 | 0,15 | 1,00 | | | | |
| С | 0,17 | **0,52** | **0,40** | **-0,40** | 0,19 | -0,13 | 1,00 | | | |
| РП | -0,07 | -0,05 | 0,15 | -0,24 | -0,49 | -0,03 | **0,62** | 1,00 | | |
| ПП | 0,26 | 0,12 | 0,20 | -0,31 | -0,24 | 0,09 | 0,34 | **0,57** | 1,00 | |
| З | 0,24 | -0,06 | 0,24 | **-0,35** | -0,12 | **0,61** | -0,15 | 0,21 | **0,56** | 1 |

***Примечание:*** *МП- масса проростка (г), ДК- длина корня(см), ДС - длина стебля(см), ОС/К - отношение длины стебля к длине корня, относительное содержание пигментов контроль - Хл К , МПи - ранг по отзывчивости на уровень минерального питания, С- ранг по отзывчивости назасоление, РП - ранг по отношению к раннему сроку посева, РП - ранг по отношению к позднему сроку посева, З - ранг по отношению к загущению.*

Температура и уровень минерального питания являются основными факторами внешней среды, регулирующими рост и развитие растений. При воздействии высоких температур в растениях повышается интенсивность дыхания, водоудерживающая способность, прочность хлорофилл-белкового – липидного комплекса. В дальнейшем, при возрастании действия фактора, образуются продукты распада сложных соединений и, в частности, белково-липидного комплекса клеток. Толерантные к тепловому стрессу растения отличаются большим содержанием термостабильных белков и энзимов (Дымова О.В., Головко Т.К., 2007). Жароустойчивость различных видов обусловлена различными механизмами: интенсивной транспирацией, отражательными свойствами поверхности, способностью усиливать биосинтез белков «теплового шока», активностью транскрипционно – трансляционной системы и.т.д. (Krishnan P., 2005).

Несмотря на сложность генетической организации признаков, определяющих адаптивность, существует возможность ее повышения даже у уже созданных сортов, так как у изученных сортов отмечен внутрисортовой полиморфизм по устойчивости к стрессам.

На рисунке 2 показан внутрисортовой полиморфизм по устойчивости к высоким температурам у сортов риса. Изучение продуктивности выделенных семей при стрессе показало сохранение признака в последующих поколениях (Гончарова Ю.К. 2009, 2010в).

Из всего вышеперечисленного, можно сделать вывод о бесперспективности селекции на высокую продуктивность без контроля адаптивности к стрессам создаваемого материала. Общие механизмы формирования адаптивности к различным стрессам позволяют создавать сорта с комплексной устойчивостью. Из – за невозможности оценки гибридного материала на устойчивость ко всем стрессовым факторам, целесообразно вести отбор на фоне стрессора с наименьшей специфичностью.

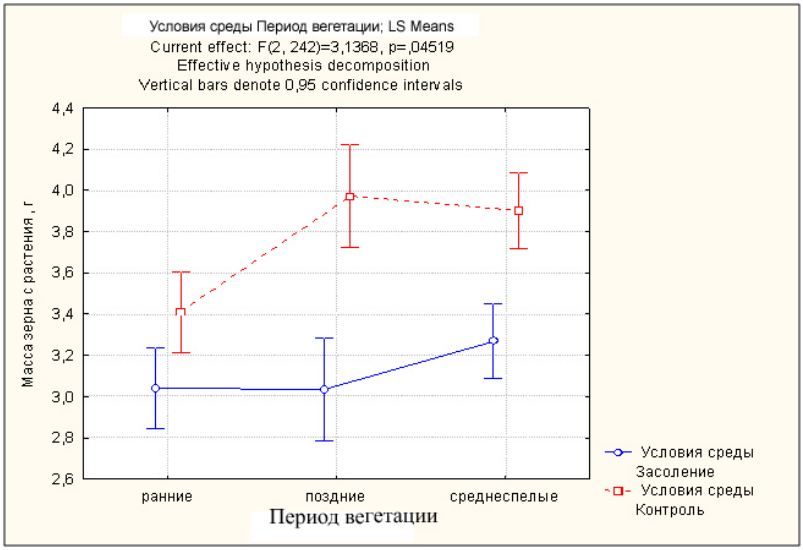


Рис. 1. Устойчивость к засолению сортов риса с различной продолжительностью вегетационного периода

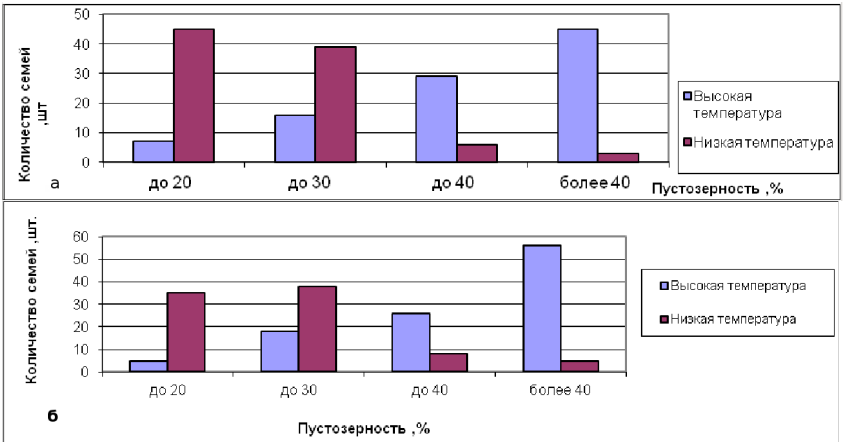


Рис. 2. Изменение внутрисортовой структуры по признаку «пустозерность» при различных температурах у сорта а - Лиман, б - Рапан

## Литература

1. Гончарова Ю. К., Харитонов Генетические основы повышения продуктивности риса. ООО Просвещение Юг, 2015, 320 с.
2. Гончарова, Ю.К. Генетические основы повышения устойчивости к высоким температурам у риса / Ю.К. Гончарова // Аграрная наука.- 2009.- №9.- С. 35-37.
3. Гончарова, Ю.К. Наследование признака «устойчивость к высоким температурам» у риса/ Ю.К. Гончарова //Вестник ВОГиС.- 2010 а.- Том 14.- № 4 .- С. 714-719.
4. Гончарова, Ю.К. Наследование признаков, определяющих физиологический базис гетерозиса у гибридов риса / Ю.К. Гончарова //Сельскохозяйственная биология. -2010 в. - № 5. -С.72-75.
5. Драгавцев, В.А. Алгоритмы эколого-генетической инвентаризации генофонда и методы конструирования сортов сельскохозяйственных растений по урожайности, устойчивости и качеству / В.А. Драгавцев // СПб.: ВИР.- 1994.- 50 с.
6. Драгавцев, В.А. Эколого-генетическая организация количественных признаков растений и теория селекционных индексов / В.А. Драгавцев // Экологическая генетика культурных растений .- Краснодар.- 2011.- С. 31-50.
7. Дымова О.В., Головко Т.К. Реакция устьиц на изменение температуры и влажности воздуха у растений разных сортов пшеницы, районированных в контрастных климатических условиях // Физиология растений – 2007.- т. 54. - № 1. С.47-54.
8. Кильчевский А.В, Хотылева Л.В. Экологическая селекция растений.- Минск.-1997.- 372 с.
9. Кильчевский А.В. Генетико-экологические основы селекции растений// Экологическая генетика культурных растений .- Краснодар.- 2011.- С. 50-64.

10. Харитонов Е.М., Гончарова Ю.К. Механизм солеустойчивости российских сортов риса/ // Аграрный вестник Урала.- 2010.- №8 ( 74) .- С. 45 - 48.
11. Харитонов, Ю.К. Гончарова О гетико-физиологических механизмах солеустойчивости у риса (Oryza sativa L.)/ Е.М. // Сельскохозяйствен-ная биология .- 2013.- № 3, С. 3-11.
12. Шевцов В.М. Особенности селекции озимого ячменя на экологическую устойчивость и продуктивность// Экологическая генетика культурных растений.- Краснодар.- 2011.- С. 64-75.
13. Davenport R.J., Tester M. A weakly voltage-dependant, nonselective cation channel mediates toxic sodium influx in wheat. // Plant Physiol.-2000.-Vol. 122.- P. 823-834.
14. Garciadeblas B., Senn M.E., Banuelos A., Rodriguez-Navarro A. Sodium transport and HKT transporters: the rice model. Plant J., 2003, 34: 788-801.
15. Krishnan P., Rao A., V.Surya. Effects of genotype and environment on seed yield and quality of rice // J. Agr. Sci. - 2005. - C. 283-292.
16. Mcnally K.L., Bruskiewich R., Mackill D., Buell C.R., Leach J.E., Leung H.: Sequencing multiple and diverse rice varieties. Connecting whole-genome variation with phenotypes.// Plant Physiol.- 2006.-Vol. 141.-P.26-31.
17. Sexcion F. H., Egdane J.A., Ismail A.M., Sese M.L. Morpho-physiological traits associated with tolerans of salinity during seegling stage in rice (Oryza sativa L.) // Phillippine Journal of Crop Science.- 2009.-Vol 34.-P. 27-37.
18. Turan S., Cornish K., Kumar S. Salinity tolerance in plants: Breeding and genetic engineering //Australian Journal Crop Science AJCS.- 2012.-Vol 6.- № 9. –P. 1337-1348.

УДК 581.633.18: 575.3:631.523

# ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛА ПРОДУКТИВНОСТИ КУЛЬТУР В XXI ВЕКЕ

Гончарова Ю.К., Шелег В.А., Негревская Е.Е., Брус А.Г.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт риса»,
Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия

*E-mail: serggontchar@mail.ru*

*В статье рассматриваются перспективные методы селекционной работы: маркерная, геномная, селекция на повышение характеристик определяющих эффективность фотосинтеза отдельного листа. Описана методика закрепления гетерозисного эффекта предложенная академиком Струнниковым В.А и ее модификация, разработанная в ФГБНУ «ВНИИ риса», которая позволяет в течение 3 - 4 лет на основе гетерозисного гибрида создать сорт с аналогичной продуктивностью.*

***Ключевые слова:*** *рис, гетерозис, методика закрепления гетерозисного эффекта, дигаплоидные линии, геномная и маркерная селекция, эффективность фотосинтеза.*

Потенциал увеличения посевных площадей в большинстве стран исчерпан, следовательно, только увеличение урожайности культур позволит накормить растущее население планеты. Практика селекции показала, что основные пути повышения урожайности культур: изменение морфотипа, применение гетерозиса и увеличение фотосинтетических показателей отдельного листа. Однако, только изменение морфотипа дает лимитированное увеличение урожайности, также как и использование гетерозисного эффекта без улучшения морфотипа (Yuan L.P., 2003; Peng S., 2000). Применение новых селекционных технологий (как, например, генной инженерии) должно комбинироваться с хорошими морфологическими характеристиками и высоким гетерозисом, причем не по одному признаку, а, как минимум, по ряду признаков, в том числе, физиологических, определяющих продуктивность и адаптивность. В противном случае они не принесут значимого вклада в урожай (Гончарова Ю.К., Харитонов Е.М., 2015).

В тоже время, для проявления гетерозисного эффекта, гибрид должен нести не только гены повышающие продуктивность, но и комплекс генов повышающих устойчивость к биотическим и абиотическим стрессам, эффективность фотосинтеза, скорость роста. Проведенный нами анализ

наследования признаков, определяющих гетерозисный эффект, показал наличие доминирования и сверх доминирования благоприятных аллелей по большинству из них, что позволяет, при гибридизации контрастных по признаку форм, уже в первом поколении получать формы с улучшенными характеристиками (Гончарова Ю.К., 2014).

Однако, использование гетерозисного эффекта традиционными методами (с созданием ЦМС линий, восстановителей фертильности или линий с термо или фоточувствительной мужской стерильностью) не может быть экономически оправдано в России по ряду причин. Прежде всего, отсутствует дешевая рабочая сила, необходимая для получения гибридов и неустойчивые климатические условия в период цветения, что может привести к очень низкому их выходу.

Для успешного создания гетерозисных гибридов необходимо комплексное изучение селекционного материала. Выделение доноров и источников эффективной работы генетических систем, определяющих адаптивность и продуктивность родительских форм создаваемых гибридов, обеспечит возможность предсказания величины признака у гибрида при обьединении в генотипе гибрида, наиболее эффективно работающих аллелей (Драгавцев В.А., 1994, 2011).

Анализ работ по природе гетерозиса показывает, что природа гетерозисного эффекта у растений одна. По всем культурам есть сообщения, как о межаллельных, так и о межгенных взаимодействиях, определяющих гетерозисный эффект. Понятно, что в большинстве случаев работают скоординированные комплексы генов. Моногенный гетерозис также возможен, хотя и в этом случае ген может быть регуляторным (например, мощным энхансером) определяющим эффективную работу целого комплекса генов (Гончарова Ю.К. 2010, Гончарова Ю.К. и др. 2010).

Накопление комплексов генов, определяющих высокую продуктивность или гетерозис, может осуществляться несколькими способами. В настоящее время, как наиболее перспективные, используются методы маркер вспомогательной и геномной селекции. Маркер вспомогательная селекция (МАС) решает вопросы, связанные с интрогрессией одного или нескольких генов с известной локализацией и фланкирующими хромосомный регион маркерами, тесно сцепленными с переносимым локусом ( Костылев П.И., 2014 а,б ) . То есть, МАС способна оказать помощь селекционеру при улучшении сорта (например, внедрении генов повышающих устойчивость или качество образца с большим фенотипическим эффектом). Однако, полногеномные ассоциативные исследования показали, что количественные признаки (каким и является продуктивность) в значительной степени контролируются множеством редких аллелей с очень малыми индивидуальными эффектами (Gibson, 2012; Юдин и др. 2011, 2012). Следовательно, МАС не обеспечит значительного повышения потенциала продуктивности, тем более в короткие сроки. Геномная селекция (ГС) может оперировать с большим количеством генов при малых индивидуальных эффектах. Но она требует продолжительного изучения

полиморфизма аллелей в обучающей популяции для выявления локусов с положительными вкладами в продуктивность и наличия оборудования, недоступного для большинства селекционных учреждений. МАС и ГС основаны на одном принципе - поступательное накопление в генотипе образца благоприятных аллелей. Поиск благоприятных аллелей их накопление требует значительного времени. Кроме того, в этих методах не учитывается возможность негативного взаимного влияния генотипа образца реципиента и выявляемых аллелей с положительным вкладом в продуктивность и аллелей между собой, что может значительно снизить ожидаемый эффект селекционной работы.

Академиком В.А. Струнниковым в 1999 году предложен «Метод закрепления гетерозисного эффекта» лишенный этих недостатков (Струнников В.А., Струнникова Л.В, 2000 а,в ). Он предложил не накапливать положительные аллели в генотипе, а удалять при получении гомозиготных линий, снижающие жизнеспособность аллели из генотипов гетерозисных гибридов, уже имеющих продуктивность на 20-30 % выше, чем существующие сорта. В 2012 году в ФГБНУ ВНИИ риса запатентована модификация этого метода, применимая для сельскохозяйственных растений, у которых существуют методы получения гомозиготных линий, более эффективно ее использование с применением молекулярного маркирования. Данная методика позволяет на основе генотипа гетерозисного гибрида создать сорт с аналогичной продуктивностью в течение 3-4 лет (Гончарова Ю.К., 2013, 2014).

В предложенной нами модификации повышается эффективность процесса восстановления комплекса генов исходного гибрида и удаления из его генотипа полулетальных, а также неэффективно действующих генов, приводящих к снижению продуктивности в последующих поколениях, уменьшается продолжительность процесса.

Для закрепления гетерозисного эффекта, по предлагаемому нами способу, получают популяцию дигаплоидных линий из пыльцы гетерозисного гибрида (рисунок 1). Оценивают их продуктивность и жизнеспособность, выделяют для дальнейшей работы наиболее продуктивные дигаплоидные линии.

Согласно предложенному изобретению, для восстановления комплекса генов исходного гибрида, проводят гибридизацию генотипически контрастных дигаплоидных линий, при этом в гибридизацию включают только наиболее продуктивные дигаплоидные линии, а контрастность дигаплоидных линий оценивают по комплексу признаков морфологических, физиологических, биохимических, молекулярных маркеров (SSR, SNP, и.т.д.), по вкладам генетических систем в продуктивность образца, и по совокупности всех предложенных методов.

В результате гибридизации различных дигаплоидных линий между собой, а не с исходным гибридом, происходит объединение «лучших» генов, обуславливающих высокую продуктивность исходного гибрида и, следовательно, восстановление комплекса генов определяющих

гетерозисный эффект, которые были распределены при кроссинговере и получении дигаплоидов по различным образцам. Это дает возможность отказаться от продолжительного и очень сложного поддержания жизнеспособности растения (в течение нескольких обычных его жизненных циклов) исходного гибрида и избежать проблем, связанных с получением от него потомства.

Включение в гибридизацию, только наиболее продуктивных дигаплоидных линий, позволяет отбраковать образцы, сохранившие или получившие во время культивирования на питательной среде летальные, полулетальные и сублетальные гены, и , тем самым, обеспечить более эффективное очищение генотипа исходного гибрида.

Выделение контрастных дигаплоидных линий позволяет выявить образцы, несущие различные гены, определяющие гетерозисный эффект, и в результате обеспечивает ускорение процесса их накопления в создаваемом генотипе.

Другим направлением селекционной работы, позволяющим повысить продуктивность и адаптивность растений, является улучшение характеристик определяющих высокую эффективность фотосинтеза отдельного листа (Шеуджен А.Х., 1985) Установлено, что высокопродуктивные растения способны более длительное время сохранять фотосинтетические показатели. Отмечена взаимосвязь между высоким содержанием хлорофилла, и продолжительностью работы фотосинтетического аппарата. Кроме того, показаны различия по фотосинтетической активности между гибридами и сортами. Установлено, что повышенная концентрация хлорофилла в листьях гетерозисных гибридов кукурузы и риса обусловливает формирование более высокого урожая. В работах, посвященных физиологическому базису гетерозиса, отмечено, что гетерозисные гибриды, как правило, обнаруживают гетерозис по фотосинтетической активности листьев и иногда по чистой продуктивности фотосинтеза. Еще одним доказательством справедливости заключения о связи гетерозиса с фотосинтетическим потенциалом, является то, что гетерозисные гибриды в большинстве случаев имеют повышенные показатели фотосинтеза во время налива зерна, а также большую продолжительность фотосинтеза листовой поверхности (Sasaki H. et al., 1986). Максимальные значения фотосинтеза установлены для проростков гибридов между подвидами indica и japonica (гибриды этих подвидов показывают в некоторых комбинациях гетерозис по продуктивности свыше ста процентов). Для этих же гибридов характерны и высокие показатели фотосинтеза флагового листа и максимальная удельная поверхностная площадь листа среди всех подвидов риса, а также сортов, как стародавних, так и новых. Справедливости ради необходимо отметить, что высокая продуктивность может обеспечиваться за счет самых различных механизмов (большая эффективность минерального питания, систем аттракции, митохондриальной активности, активности ферментативных систем и т.д.). Однако закономерность, характерная как для

высокопродуктивных сортов, так и для гетерозисных гибридов, несмотря на столь широкие возможности увеличения урожайности посредством других механизмов, указывает на важнейшее значение для селекции растений улучшения фотосинтетических характеристик.

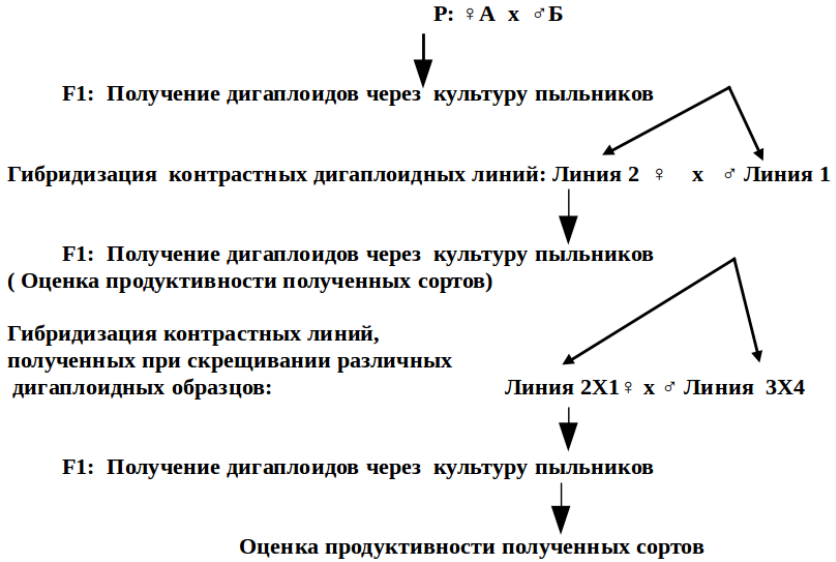


Рис. 1. Способ закрепления гетерозиса гибридов в последующих поколения

## Литература

1. Авакян Э.Р., Джамирзе Р.Р. Признаки нового типа растения риса // Материалы международной научной конференции «Устойчивое производство риса: настоящее и перспективы» Краснодар. 2006.-т С. 237-241.
2. Гончарова Ю. К. Генетические основы повышения продуктивности риса / Ю.К. Гончарова // Автореферат дис. докт. наук, 2014, 48 с.
3. Гончарова Ю. К. Метод закрепления гетерозисного эффекта – Реализация на растениях (К столетию со дня рождения В.А. Струнникова) / Ю.К. Гончарова // Онтогенез, 2014, том 45, № 6, с. 442–446.
4. Гончарова Ю. К. Селективная элиминация аллелей при получении дигаплоидных линий в культуре пыльников риса. / Ю.К. Гончарова // Генетика 2013. Т. 49: № 2. С. 196–203.
5. Гончарова Ю. К., Харитонов Генетические основы повышения продуктивности риса. ООО Просвещение Юг, 2015, 320 с.
6. Гончарова Ю.К. Наследование признаков, определяющих физиологический базис гетерозиса у гибридов риса. / Ю.К. Гончарова // Сельскохозяйственная биология. 2010. № 5. С. 72-78.
7. Гончарова Ю.К., Харитонов Е.М., Литвинова Е.В. Природа гетерозисного

эффекта / Ю.К.Гончарова, Е.М. Харитонов, Е.В. Литвинова // Доклады РАСХН. 2010. - №4. С. 10-12.
8. Драгавцев, В.А. Алгоритмы эколого-генетической инвентаризации генофонда и методы конструирования сортов сельскохозяйственных растений по урожайности, устойчивости и качеству / В.А. Драгавцев // СПб.: ВИР.- 1994.- 50 с.
9. Драгавцев, В.А. Эколого-генетическая организация количественных признаков растений и теория селекционных индексов / В.А. Драгавцев // Экологическая генетика культурных растений .- Краснодар.- 2011.- С. 31-50.
10. Костылев П.И., Дубина Е.В., Мухина Ж.М. Разработка систем мультиплексной пцр для идентификации генов устойчивости к magnaporthe grisea (herbert) barr. И создание новых резистентных форм oryza sativa l. к патогену // В сборнике: Биотехнология. Взгляд в будущее Материалы III Международной научной Интернет-конференции: в 2 томах. Составитель Д.Н. Синяев. 2014 а. С. 110-116.
11. Костылев П.И., Шилов И.А., Мухина Ж.М. Перенос пяти генов устойчивости риса к пирикуляриозу с помощью ДНК-маркеров// Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2014 в. № 2. С. 33-34.
12. Струнников В.А., Струнникова Л.В. Природа гетерозиса, методы его повышения и закрепления в последующих поколениях без гибридизации / В.А. Струнников, Л.В. Струнникова // Известия АН. Серия биологическая. 2000г а, № 6. С. 679–687.
13. Струнникова Л.В., Струнников В.А. Патент на изобретение № 2153253, Способ закрепления гетерозиса гибридов в последующих поколениях / Л.В. Струнникова, В.А. Струнников // Дата приоритета 11.06.1999, опубликовано 27.07. 2000г.в .
14. Шеуджен, А.Х. Интенсивность фотосинтеза и фотосинтетическая активность хлорофилла у риса в зависимости от питания растений / А.Х. Шеуджен // Достижения НТП на службе наращивания продовольственного фонда страны и интенсификации производства субтропических культур.- 1985.- С. 162-163.
15. Юдин Н.С., Васильева Л.А., Белявская В.А., Айтназаров Р.Б., Смирнов П.Н., Хитон М., Легрейд У., Орлова Г.В., Ромащенко А.Г., Воевода М.И. Создание панели ДНК пород крупного рогатого скота России для геномных исследований / Н.С. Юдин, Л.А. Васильева, В.А. Белявская, Р.Б. Айтназаров, П.Н. Смирнов, М. Хитон, У. Легрейд, Г.В. Орлова, А.Г. Ромащенко, М.И. Воевода // Вавиловский журнал генетики и селекции, 2014, Том 18, № 3, 463-468.
16. Юдин Н.С., Нефедова М.В., Кобзев В.Ф. и др. Полиморфизм второго интрона гена SDF1 у галловейской, герефордской и черно-пестрой пород крупного рогатого скота / Н.С.Юдин, М.В.Нефедова, В.Ф. Кобзев // Генетика. 2011. Т. 47. № 2. С. 279–283.
17. Gibson G. Rare and common variants: twenty arguments / G. Gibson // Nat. Rev. Genet. 2012. V. 13. No. 2. P. 135-145.
18. Peng S. Single-leaf and canopy photosynthesis of rice. // In: Redesigning rice photosynthesis to increase yield. Philippines. - 2000.-P. 213-228.
19. Yuan L.P. The second generation of hybrid rice in China. Sustainable rice production for food security. // Proc. of the 20th Session of the International Rice Commission. Beijing.- 2003.-P. 117-121.

УДК 633.18:632.488.42:575

# БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ В СЕЛЕКЦИИ РИСА НА УСТОЙЧИВОСТЬ К PIRICULARIA ORYZA L.

Дубина Е.В.[1], Шиловский В.Н.[1], Рубан В.Я.[2], Костылев П.И.[3], Зеленский Г.Л.[1], Ковалёв В.С.[1], Харченко Е.С.[1], Рубан М.Г.[1], Гаркуша С.В.[1], Максименко Е.П.[4], Никитина И.Б.[4]

[1]Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт риса», Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия,
[2]ООО «Зерновая компания «Полтавская»,
[3]Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур им. И.Г. Калиненко»,
[4] ФГУ Элитно-семеноводческого предприятия «Красное»

*E-mail: lenakrug1@rambler.ru*

*С использованием современных постгеномных технологий создан обширный спектр линий риса с интродуцированными и пирамидированными генами устойчивости к пирикуляриозу Pi-1, Pi-2, Pi-33, Pi-z, Pi-40, Pi-ta и Pi-b. Для повышения экономической эффективности маркерной селекции по созданию резистентных к Piricularia oryza Cav. (Magnaporthe grisea (Herbert) Barr)) сортов риса разработан ряд мультапраймерных ПЦР, позволяющих идентифицировать в гибридных растениях одновременно два гена устойчивости к патогену.*

***Ключевые слова:*** *рис, пирикуляриоз, маркерная селекция, ПЦР, SSR-маркеры.*

К числу наиболее вредоносных заболеваний риса относится пирикуляриоз, вызываемый несовершенным грибом *Piricularia oryza Cav.* ( *Magnaporthe grisea* (*Herbert*) *Barr*)).

Большой потенциал изменчивости гриба обеспечивает патогену высочайшие приспособительные возможности [1], поэтому особого внимания заслуживает создание «иммунных» сортов, несущих несколько пирамидированных (объединенных в одном генотипе) генов устойчивости к пирикуляриозу.

Применение современных методов молекулярного маркирования ускоряет селекционный процесс по созданию таких генисточников, позволяя контролировать интересующие селекционера гены в растениях гибридных популяций, не прибегая к их фенотипической оценке по изучаемому признаку.

Гены риса *Pi-1, Pi-2, Pi-33, Pi-z, Pi-40* детерминируют устойчивость

широкого спектра к пирикуляриозу. Они – важный генетический ресурс для селекции [2]. При этом идентифицированы микросателлитные маркеры, тесно сцепленные с данными генами. Гены *Pi-ta* и *Pi-b* являются эффективными для юга России и сиквенированы. В нашей лаборатории созданы внутригенные молекулярные маркеры на данные гены [3].

Сорта риса, возделываемые на территории юга России, не обладают вышеуказанными генами устойчивости к пирикуляриозу.

В связи с этим, **целью** нашей работы является создание высокоурожайных, с комплексом хозяйственно-ценных признаков, устойчивых к пирикуляриозу сортообразцов риса с использованием методов молекулярного маркирования.

На протяжении нескольких лет нами ведётся работа по введению и объединению генов резистентности к пирикуляриозу в высокопродуктивных сортах риса отечественной селекции для придания им длительной и стабильной устойчивости к заболеванию.

**Материалы и методы.** В качестве доноров переносимых генов устойчивости (отцовская форма) использовали линии риса зарубежной селекции C101-A-51 (донор гена *Pi-2*), C101-Lac(донор генов *Pi-1, Pi-33*), IR-36 (донор гена *Pi-ta*), BL-1 (донор гена *Pi-b*), Maratellia (*Pi-z*), IR83260-1-1-15-B (*Pi-40*). Предварительная оценка линий-доноров на чувствительность к местной популяции возбудителя пирикуляриоза инокуляцией растений риса культурой гриба, показала устойчивость тестируемых линий. Однако в условиях Краснодарского края данные линии-доноры проявили себя как позднеспелые, с вегетационным периодом 140 - 155 дней и характеризовались низкой фертильностью. В местной зоне рисосеяния возможно возделывание сортов, созревающих не более чем за 125 дней.

Материнской формой послужили высокопродуктивные районированные сорта риса Флагман, Снежинка и крупнозёрные линии КП-163 и ВНИИР5242.

При гибридизации растений использовали пневмокастрацию материнских форм и опыление «ТВЕЛЛ» - методом [4].

Из листовой пластинки гибридных растений в фазу 5-6 листьев были выделены образцы ДНК СТАВ-методом [5].

Для повышения экономической эффективности маркерной селекции нами разработан ряд мультипраймерных ПЦР, позволяющих за одну реакцию идентифицировать в гибридных растениях одновременно два гена резистентности к патогену. При подборе комбинаций молекулярных маркеров, вносимых в реакционную смесь, учитывали температуру отжига, разницу в размерах ПЦР-продуктов, синтезируемых в ходе амплификации с праймерными парами и самокомплементарность их последовательностей.

Продукты ПЦР визуализировали методом электрофореза в 8%-ном полиакриламидном геле. После электрофореза гелевые пластины помещали на 20-30 минут в раствор бромистого этидия (5%) и фотографировали в ультрафиолетовом свете.

**Результаты и обсуждение.**

На основе использования технологии ДНК-маркерной селекции (marker assisted selection – MAS - селекция с применением ДНК маркеров к генам интереса) нами проведено введение генов устойчивости к пирикуляриозу *Pi-ta, Pi-b, Pi-1, Pi-2, Pi-33, Pi-z, Pi-40* в высокопродуктивные отечественные сорта риса Флагман и Снежинка, а также крупнозёрные линии КП-163 и ВНИИР5242, адаптированные к агроклиматическим условиям рисосеяния юга России.

Серия проведенных скрещиваний и отборов позволила получить гомозиготные линии риса на основе сортов Флагман и Снежинка с пирамидированными генами устойчивости к пирикуляриозу *Pi-1, Pi-2, Pi-33, Pi-ta, Pi-b*. На основе крупнозёрных линий ВНИИР5242 и КП-163 получены BC1F1 линии с интрогрессированными генами *Pi-40* и *Pi-2*. В течение всех циклов возвратных скрещиваний перенос доминантных аллелей каждого гена в потомстве контролировался тесно сцепленными молекулярными маркерами. Растения, в генотипе которых аллели устойчивости не обнаруживали, выбраковывали.

На рисунке 1 представлены результаты апробации комбинации пар праймеров, фланкирующих маркерные участки целевых генов *Pi-33* и *Pi-ta*.

Из электрофореграммы видно, что образцы под №№ 53, 82, 57, 76 имеют ПЦР продукт специфичный для генов *Pi-33, Pi-ta*. Четкость идентификации на электрофореграмме даёт возможность безошибочно определить наличие доминантных аллелей целевых генов.

Растения, в генотипе которых по результатам ДНК-анализа идентифицировались доминантные аллели целевых генов, будут отобраны и переданы селекционерам для оценки по комплексу хозяйственно-ценных признаков в схемах селекционного процесса.

В 2015 году созданные нами на основе сорта Флагман две крупнозёрные линии риса (КП-171 и КП-181) с генами резистентности к патогену проходили оценку по комплексу агрономически ценных признаков (период вегетации – 110-115 дней, высота растений 80-90 см) в конкурсном сортоиспытании, которые показали урожайность свыше 9 т/га, хорошее качество крупы и при параллельной оценке в инфекционном питомнике на устойчивость к краснодарской популяции патогена показали себя, как устойчивые к заболеванию. На следующий год планируется размножение и передача на государственное сортоиспытание.

**Выводы.**

1. В результате проведенных исследований современными биотехнологическими методами (молекулярное маркирование на основе ПЦР) в сочетании с традиционной селекцией в короткие сроки получены линии риса с интродуцированными и пирамидированными генами резистентности к пирикуляриозу. Проведенная фитопатологическая оценка показала их устойчивость к патогену. Внедрение таких сортов в

производство позволит избежать эпифитотийного развития болезни, сохранить биологическую урожайность риса и получать экологически чистую сельхозпродукцию.

2. Разработанные системы мультиплексной ПЦР идентификации одновременно двух генов устойчивости в пирикуляриозу: *Pi-1+ Pi-2, Pi-33+Pi-ta, Pi-ta+Pi-b* внедрены нами в селекционный процесс по созданию резистентных к *Piricularia oryza Cav. (Magnaporthe grisea (Herbert) Barr))* геноисточников. Это позволит значительно сократить затраты расходных материалов и время на выполнение анализа образцов с пирамидированными генами резистентности к патогену, что повысит экономическую эффективность ДНК-маркерной селекции.

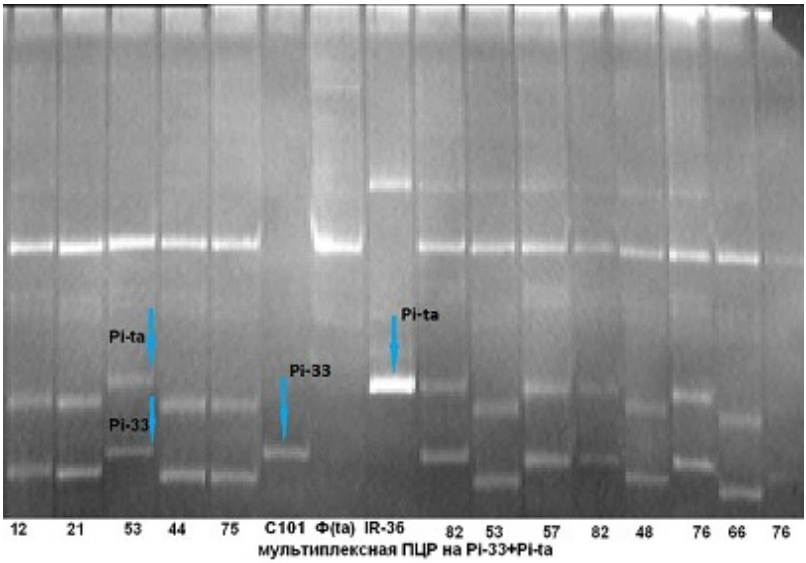


Рис. 1. Мультиплексная ПЦР на гены устойчивости к пирикуляриозу *Pi-ta+Pi-33*. Примечание: 12; 21; 53……76 – гибридные растения; C101- линия C101Lac- донор гена *Pi-33*; Ф(ta) – сорт Флагман; *IR-36* – сорт *IR-36* -донор гена *Pi-ta*.

## Литература

1. Дьяков, Ю.Т. Общая и молекулярная фитопатология\ Дьяков Ю.Т., Озерецковская О.Л., Джавахия В.Г., Багирова С.Ф.\\ М., 2001.
2. Зеленский , Г.Л. Борьба с пирикуляриозом риса путём создания устойчивых сортов.\ Зеленский Г.Л.\\ Монография, Краснодар, 2013 г., 91 с.
3. Мухина, Ж.М. Создание внутригенных ДНК-маркеров и их использование в

практической селекции риса.\ Коломиец Т.М., Волкова С.А., Дубина Е.В., Супрун И.И., Токмаков С.В., Мягких Ю.А.\\ Труды Кубанского государственного аграрного университета, 2003, №3(22), с. 63-67.
4. Лось, Г.Д. Перспективный способ гибридизации риса\ Лось Г.Д.\\ Сельскохозяйственная биология, 1987, № 12, с.15-17.
5. Murray M.G., Thompson W.F. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA // Nucleic Acids Research. 1980. № 10. P. 4321-4325.

# СКРИНИНГ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ СОРТОВ РИСА НА ХОЛОДОУСТОЙЧИВОСТЬ И СОЗДАНИЕ ИСХОДНЫХ ФОРМ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ

Жанбырбаев Е.А., Рысбекова А.Б., Усенбеков Б.Н., Казкеев Д.Т., Беркимбай Х.А., Сарсенбаев Б.А.

Казахский Национальный Аграрный Университет КН МОН РК, Алматы, Казахстан, 050010,
Институт биологии и биотехнологии растений, КН МОН РК, Алматы, Казахстан, 050040

*E-mail: eldos_83@mail.ru*

*В работе приведены результаты гибридизации холодостойких зарубежных сортов риса с сортами казахстанской селекции. По результатам лабораторного скрининга отобраны наиболее устойчивые к пониженным положительным температурам перспективные холодостойкие генотипы и вовлечены в селекционный процесс для создания отечественных сортов риса.*

***Ключевые слова:*** *рис, холодостойкость, скрининг, гибридизация, селекция.*

Республика Казахстан относится к северным зонам рисосеяния. Посевы риса доходят до 44 51′ северной широты (I зона). По природным особенностям зону рисосеяния Республики Казахстан можно разделить на три климатические зоны: °

а) I зона-северная (Каратальский, Акдалинский, Тасмурунский, Чарынский, Казалинские массивы) с суммарной температурой 2700-3250ºС.

б) II зона-центральная (Кызылординский, Шиелийский) с суммарной температурой 3250-3600ºС.

в) III зона-южная (Тогускенский, Кызылкумский) с суммарной температурой более 3600ºС.

Нестабильное давление атмосферы по сезонам в различные годы

приводит к резким изменениям климатических условий. Поэтому в Республике Казахстан остро стоит задача по созданию сортов риса устойчивых к пониженным положительным температурам в начальный период роста и развития, не снижающие полевую всхожесть, и с повышенной силой роста проростков растений [1].

Рис – термочувствительная культура, при пониженной температуре резко снижается ее продуктивность. Ограниченный по продолжительности период с благоприятными для вегетации риса температурами в северной зоне рисосеяния Казахстана заставляет рисопроизводителей республики проводить его сев в более ранние сроки при температуре 14-16 ºС. Создание холодостойких сортов особенно актуально для северных регионов рисосеяния республики, так как в аномальные годы от холодового стресса при весеннем посеве погибает до 20-30% всходов. Одним из самых эффективных способов во избежание действия низких температур является создание холодостойких генотипов риса [2].

**Материалы и методы.** Проведен лабораторный скрининг образцов риса отечественной и зарубежной селекции из 29 генотипов на холодостойкость и холодочувствительность согласно методике [3]. При скрининге холодостойкости все исследуемые образцы риса по энергии прорастания достоверно различаются между собой. Наименьшим количеством суток по скорости прорастания семян характеризовались сорта УзНИИ риса (Лазурный, УзРОС 7-13) и ВНИИ риса (Кубань 3) селекции, в среднем этот показатель у сортов Лазурный, УзРОС 7-13 и Кубань 3 составил 6-7 суток при температуре 14 $^{0}$С, что позволяет продолжить с ними селекционную работу по созданию холодостойких исходных материалов.

Погодные условия Алматинской области соответствуют биологическим требованиям сортов риса с периодом вегетации не более 110 дней. Поэтому холодостойкие сорта УзНИИриса (УзРОС 7-13 и Лазурный) не созревают в данном регионе, вегетационный период которых составляет 135-140 дней. В работе по созданию холодостойких гибридов в качестве материнской формы использовали перспективные холодостойкие сорта отобранные по результатам лабораторного скрининга, а в качестве отцовской – скороспелые и среднеспелые сорта районированные по Алматинской и Кызылординской областей. Отобранные генотипы для гибридизации высевали в три срока с промежутком 10 суток для совмещения времени выметывания и цветения и выращивали в вегетационных сосудах в условиях оранжереи ИББР. Гибридизация холодостойких зарубежных сортов риса с сортами казахстанской селекции проведена с помощью пневмокастрацией и ТВЕЛ методом опыления. Использование «твел»-метода значительно повышает завязываемость гибридных зерновок [4]. В селекционной работе для выведения холодостойких сортов также были использованы южнокорейские стандарты на холодостойкость – Odaebyeo и Jinbubyeo, устойчивые к пониженным температурам и с высокими темпами роста в фазы всходов и кущения.

**Результаты.** В результате гибридизации холодостойких зарубежных

сортов риса с сортами казахстанской селекции в текущем 2015 году всего опылено 1771 завязей из 30 комбинации. Получено 264 фертильных гибридных зерновок, при этом процент завязываемости в среднем составил 16 % (таблица 1).

Аномально жаркая погода текущего года способствовала к снижению завязываемости гибридных зерновок, так как в оранжерейных условиях температура достигла до 40-45 $^0$С, что привело к быстрому высыханию рыльца завязи. При этом завязываемость зерновок составил от 1% до 45%.

Известно, что оптимальной температурой для завязывания гибридных зерновок является 24-28 $^0$С, максимальной 36 $^0$С. Больше гибридных зерен завязывались в комбинациях: ♀Jinbabyeo × ♂Авангард - 25%; ♀Алтынай × ♂Маржан - 27; ♀Кубань 3 × ♂Лиман - 30%; ♀Опытный × ♂Мадина - 31%; ♀Мустакиллик × ♂Авангард - 40%; ♀Опытный × ♂Маржан - 45%.

При использовании холодостойкого сорта селекции УзНИИ риса Лазурный в качестве материнской формы завязываемость гибридных зерновок была очень низкой по сравнению с другими сортами, так как данный сорт относится подвиду *indica kato* (разновидность *var. gilanica Gust* ), в комбинациях *japonica* × *indica* несовместимость выражена сильнее, что приводит к снижению процесса оплодотворения. Известно, что при скрещивании сортов индийского и японского подвидов отборы нужно начинать с третьего поколения, так как более ранние генерации обладают большей стерильностью. При пересеве в течение нескольких лет подряд у них происходит естественный отбор фертильных форм, что подтверждает полученные данные. Также совместно с учеными из Международного научно-исследовательского института риса проведена гибридизация солеустойчивых генотипов с перспективными, холодостойкими и холодочувствительными образцами и получены гибридные зерновки следующих комбинации (таблица 2).

Todorokiwase является высокопродуктивным и холодстойким сортом Японии, Reiziq – холодочувствительный высокоурожайный сорт Австралии, относится к подвиду *sativa* (*Yaponica* Kato*)*. По данным сельскохозяйственного научно-исследовательского института Тайвань при холодовом стрессе японские сорта Fujiminori и Todorokiwase созревали на 83% и 88% соответственно, в то время как тайванские сорта Taiwan-bred japonicas Hsin-Chu 56 и Tainung 61 созревали только на 76 и 74% соответственно [5], что доказывает перспективность использования генотипов из Японии как исходных материалов по созданию холодостойких сортов.

Таблица 1. Гибридизация перспективных холодостойких генотипов риса в оранжерейных условиях

| Комбинация | Количество опыленных завязей, шт | Количество полученных зерновок, шт | Завязываемость, % |
|---|---|---|---|
| Авангард/КазНИИР 5 | 138 | 12 | 8 |
| Авангард/Опытный | 101 | 15 | 15 |
| Опытный/Кубань 3 | 75 | 18 | 24 |
| Опытный/Мадина | 82 | 26 | 31 |
| Опытный/Ару | 18 | 2 | 11 |
| Опытный/Маржан | 47 | 21 | 45 |
| Опытный/КазНИИР 5 | 14 | 1 | 7 |
| Кубань 3/Опытный | 116 | 16 | 13 |
| Кубань 3/Лиман | 27 | 8 | 30 |
| Кубань 3/КазНИИР | 51 | 2 | 4 |
| Кубань 3/Алтынай | 18 | 4 | 22 |
| Кубань 3/Баканас | 87 | 17 | 19 |
| Алтынай/Опытный | 48 | 9 | 18 |
| Алтынай/Кубань3 | 144 | 2 | 1 |
| Алтынай/Маржан | 69 | 19 | 27 |
| Маржан/Лиман | 68 | 2 | 3 |
| Маржан/Кубань 3 | 62 | 6 | 9 |
| КазНИИР 5/Кубань 3 | 98 | 23 | 23 |
| КазНИИР 5/Опытный | 106 | 6 | 5 |
| КазНИИР 5/Лиман | 15 | 2 | 13 |
| КазНИИР 5/Авангард | 25 | 1 | 4 |
| Лиман/Jinbabyeo | 22 | 2 | 9 |
| Odaebyeo/Мадина | 58 | 1 | 2 |
| Лазурный/Опытный | 55 | 1 | 2 |
| Лазурный/Баканасский | 19 | 1 | 5 |
| Лазурный/КазНИИР 5 | 28 | 1 | 3 |
| Jinbabyeo/Авангард | 28 | 7 | 25 |
| УзРОС 7-13/Маржан | 63 | 12 | 19 |
| УзРОС 7-13/Кубань 3 | 47 | 10 | 21 |
| Мустакиллик/Авангард | 42 | 17 | 40 |
| Итого: | 1771 | 264 | 15 |

Таблица 2. Гибридизация солеустойчивых генотипов с японскими холодостойкими и

| Комбинации скрещивании | Кол-во гибридных зерен, шт | Примечание |
|---|---|---|
| FL 478/Todorokiwase | 13 | ожидается высокая стерильность |
| FL 478/Reiziq | 23 | ожидается высокая стерильность |

**Выводы.**

Таким образом, проведен лабораторный скрининг образцов риса отечественной и зарубежной селекции из 29 генотипов на холодостойкость и холодочувствительность. Наиболее устойчивые к пониженным положительным температурам, перспективные холодостойкие генотипы, отобранные по результатам лабораторного анализа вовлечены в селекционный процесс для создания холодостойких гибридов. Проведена гибридизация отечественных сортов риса с холодостойкими генотипами риса из дальнего и ближнего зарубежья в результате которой получены 264 гибридных зерновок как исходный материал для селекции отечественных холодостойких сортов риса.

***Финансирование:*** *Работа выполняется в рамках проекта 2172/ГФ4 «Создание новых высокопродуктивных, холодостойких исходных форм и линий риса, адаптированных к северным рисосеющим регионам Казахстана» КН МОН РК.*

**Литература**

1. Коваленко В.И., Дуденко В.П. Культура риса в Казахстане. Алмат-ата, 1974. - 176 с.
2. Lou Q, Chen L, Sun Z, Xing Y, Li J, Xu X, Mei H, Luo L. A major QTL associated with cold tolerance at seedling stage in rice (Oryza sativa L.) // Euphytica. - 2007. - V. 158. -P.87-94.
3. Скаженник М.А., Воробьев Н.В., Досеева О.А. Методы физиологических исследований в рисоводстве. - Краснодар: ВНИИ риса, 2009.- 23 с.
4. Лось Г.Д. Методика гибридизации риса // Рисоводство. - 2007. - №10. - С. 42-51.
5. Report of a rice cold tolerance workshop. International Rice Research Institute. Los Baños, Philippines, 1979. - 139 p.

УДК 633.18:632.51:632.9

# СОРНО-ПОЛЕВЫЕ ФОРМЫ РИСА (ORYZA SATIVA L.) И СПОСОБЫ БОРЬБЫ С НИМИ В СТРАНАХ УМЕРЕННОГО КЛИМАТА

Зеленская О.В.[1], Максименко Е.П.[2]

[1]ФБГНУ ВПО Кубанский государственный аграрный университет,
[2] ЭСП «Красное»

*E-mail: zelenskayaolga-2011@mail.ru*

*В статье приведены результаты исследований по вопросу появления и распространения сорного риса на полях стран умеренного климата. Изучены морфобиологические характеристики растений разновидностей краснозерного риса, распространенных на полях России. Приведены основные стратегии по борьбе с ними. Обсуждается проблема переноса генов от устойчивых к гербицидам сортов риса к сорно-полевым краснозерным формам и экологический риск от внедрения трансгенных сортов.*

***Ключевые слова:*** *сорный краснозерный рис, разновидность, гербициды, меры борьбы, перенос генов*

Сорный рис с окрашенным перикарпом зерна, распространенный на посевах сортов риса в зоне умеренного климата, по систематическому положению относится к тому же виду, что и культурный рис – *Oryza sativa* L. Все сорно-полевые формы этого вида обладают нежелательными для рисоводов агробиологическими признаками, такими как полегаемость, осыпаемость колосков, низкое качество зерна, восприимчивость к болезням. С другой стороны, ряд признаков, не присущих возделываемым сортам риса, дает этим растениям преимущества в конкурентной борьбе. Например, период покоя семян, более растянутые во времени сроки прорастания семян и цветения колосков, формирование большего числа продуктивных побегов, быстрые темпы роста и, как правило, большая высота растений и выход их в верхний ярус. Неравномерное созревание колосков и способность к их осыпанию сразу после созревания создает банк семян краснозерного риса в почве. Семена таких сорно-полевых растений риса по форме, размеру и часто по цвету цветковых чешуй обычно мало отличаются от семян культурного риса, что создает определенные трудности при ведении семеноводства. Поля, сильно засоренные сорным рисом, как правило, выводят из севооборота.

В настоящее время принято считать, что широко распространенные и наиболее вредоносные формы краснозерного риса, обладающие доминантными признаками сорняков, произошли в результате естественной

гибридизации в полевых условиях. Впоследствии эти гибридные краснозерные формы многократно переопылялись с культурным рисом и между собой, что привело к появлению новых биотипов, имеющих фенотипическое сходство не только с дикими предковыми формами, но и с возделываемыми сортами [10].

В рисосеющих странах Европы, таких как Италия, Франция, Испания, Португалия, Греция, Болгария сорный рис с окрашенным перикарпом зерна является одним из наиболее вредоносных сорняков и распространен на 35-65 % площади, занятой под рисом. К началу XXI в. была отмечена тенденция к увеличению засорения до 40-75 %. Так, в Камарге (Франция) краснозерный рис встречался на 50 % площадей рисовых полей. Из-за высокой степени засорения в 1995 г. 15-20 % сортовых посевов были обезличены. Потери урожая в этих областях, особенно в условиях монокультуры, достигли 50 % [6].

Краснозерный рис зарегистрирован на полях Италии с начала XIX в. Тогда его еще не относили к числу сорняков риса. В настоящее время распространение сорного риса с окрашенным перикарпом зерна отмечено на 65-80 % рисовых полей Италии. По данным A. Ferrero (2003) на сильно засоренных участках он занимает свыше 30 % площади рисовых чеков.

В США, странах Центральной и Южной Америки краснозерный рис является одним из основных сорняков, снижающих урожай и качество получаемой продукции. В США он отмечался на полях с 1846 г. в штатах Луизиана, Южная и Северная Каролина, Арканзас и Техас. К 1979 г. он был распространен уже на 200 тыс. га рисовых полей и потери урожая по этой причине составили 50 млн. долл. Плотность стеблестоя растений краснозерного риса оказывала существенное влияние на урожайность возделываемых сортов: наличие 5 раст./м2 привело к потере урожая белозерного риса на 22 %, 19 – на 50 %, а 108 раст./м2 – уже на 77 % [3].

В Россию сорный рис с окрашенным перикарпом зерна, по всей вероятности, был завезен с семенами сортов риса из стран Юго-Восточной Азии. За годы возделывания этой культуры он распространился по всем рисосеющим регионам и считается одним из самых злостных засорителей. Каждый процент примеси окрашенных зерен в семенах риса может снижать урожай на 1,5-2,3 %. До 90-х г. XX в. посевы риса в Краснодарском крае засоряли в основном высокорослые растения сорного риса с окрашенными цветковыми чешуями, остями и перикарпом зерна, с легко осыпающимися колосками. В настоящее время на посевах значительное распространение получили растения краснозерного риса, фенотипически сходные с возделываемыми сортами. У таких растений отмечено отсутствие осыпаемости колосков при созревании и периода покоя семян.

В европейских странах, как правило, все биотипы сорного риса с окрашенным перикарпом зерна относят к одной разновидности *sylvatica Chiappelli* [4]. Российские ученые используют классификацию Г. Г. Гущина (1938), в которой разновидности определяются по окраске цветковых чешуй и перикарпа зерна, наличию и окраске остей [1].

Исследования по определению таксономического состава и степени распространения на посевах в Краснодарском крае сорно-полевых форм риса ведутся нами с 1999 г. Обследования проводятся маршрутным методом ежегодно во всех рисосеющих районах края. Все зарегистрированные формы имели окрашенный перикарп зерна и относились к тому же виду, что и культурный рис – *Oryza sativa* L. Таксономический анализ выявил наличие на посевах риса в Краснодарском крае 8 разновидностей краснозерного риса, относящихся к подвиду *japonica* и 1 – к подвиду *indica* (по Г. Гущину).

Для изучения степени распространения на посевах риса растений, относящихся к разным ботаническим разновидностям были заложены учетные площадки размером 1х1 м2 в четырехкратной повторности. На полях севооборота, где третий год выращивали рис по рису и не проводили профилактических мероприятий по защите посевов от сорного риса степень засоренности составила 35-50 %. Соотношение краснозерных разновидностей на таких посевах было следующим: безостые *sundensis* – 40-45 %, *kasakstanica* и *subpyrocarpa* (с зачатками остей) – 15-20 %, остистые *pyrocarpa*, *desvauxii* и *caucasica* – до 20 % (на разных участках), единично встречались остистые краснозерные растения с двухцветными цветковыми чешуями *flavoacies* и *bicolorata*. На участках производственных посевов на товарное зерно при соблюдении севооборота (2-й год рис по рису) засоренность посевов была ниже и не превышала 10-12 %, в том числе *var. sundensis* – 80 %, *subpyrocarpa* – 15 %, pyrocarpa – 5-10 %, kasakstanica, flavoacies, *desvauxii* и *caucasica* – менее 5 %.

Изучение морфотипов сорно-полевых форм риса выявило различие между остистыми и безостыми разновидностями подвида *japonica* с осыпающимися колосками. Для остистых форм была характерная большая высота растений (125-140 см), способность к формированию 10-15 продуктивных побегов, поникающая или развалистая форма метелки (длина главной метелки 23-25 см), длинный флаговый лист – 42-52 см. Безостые сорные формы риса имели высоту 100-115 см, формировали 3-5 продуктивных побегов, длина главной метелки составляла 19-21 см, форма метелки – поникающая, реже компактная прямостоячая, флаговый лист 27-30 см длиной.

Изучение популяций разновидности *philippensis* подвида *indica* выявило два биотипа растений с неосыпающимися колосками. Первый – высокорослые (140-145 см), формирующие 6-8 продуктивных побегов, позднеспелые, неустойчивые к полеганию и восприимчивые к болезням; второй – среднерослые (100-110 см), формирующие 2-4 продуктивных побега, среднеспелые, среднеустойчивые к полеганию и к пирикуляриозу. Для растений обоих биотипов была характерна длинная (20-23 см) поникающая сильноизогнутая метелка, окрашенный перикарп и длинная веретеновидная форма зерна (l/b 3,4-3,7).

Наибольшей вариабельностью по морфобиологическим признакам и широким распространением на рисовых полях по нашим данным отличались безостые растения с соломенно-желтыми цветковыми чешуями,

относящиеся к разновидности *sundensis*. Тогда как по наблюдениям итальянских ученых большей вариабельностью и распространенностью в посевах риса обладают остистые и полуостистые формы. Так, из 119 популяций сорного краснозерного риса, собранных на полях Италии, они составляют 56 и 17 % соответственно. Причем эти растения лучше, чем растения безостых сорно-полевых форм, приспособлены к меняющимся условиям окружающей среды и условиям культивирования [5].

Основным способом борьбы с сорно-полевыми формами риса в России на семенных и опытных посевах является, в первую очередь, сортовая прополка вручную. При этом удаляются хорошо заметные в посеве высокорослые остистые формы риса, а также безостые формы с резко отличающейся от возделываемого сорта окраской цветковых чешуй. В результате в посевах часто остаются безостые и полуостистые краснозерные разновидности с соломенно-желтыми цветковыми чешуями *sundensis*, *subpyrocarpa* (для белозерных сортов var. *italica*) и *philippensis* (для сортов var. *gilanica*); двухцветными цветковыми чешуями *kasakstanica* (для сортов var. *zeravschanica*). Аналогичные наблюдения были сделаны и американскими учеными. По данным V. K. Shivrain и сотр. (2010), на посевах риса преобладали растения сорного краснозерного биотипа с соломенно-желтыми цветковыми чешуями (до 70 %), фенотипически сходные с возделываемыми сортами, реже встречались растения с черными (22 %) и красно-коричневыми (8 %) цветковыми чешуями [9].

Традиционные меры борьбы с сорным краснозерным рисом направлены в основном на поддержание сортовой чистоты семян и очистку почвы от падалицы. К таким мерам относятся: введение специальных севооборотов для семенных участков, исключающих размещение семенных посевов риса по рису; сортовая прополка вручную семенных посевов; при производстве элиты и суперэлиты – проведение отбора метелок по комплексу положительных признаков непосредственно в поле; ранняя и глубокая вспашка чеков после уборки урожая. Главным и наиболее эффективным средством борьбы с сорным краснозерным рисом считается правильная организация семеноводческой работы – поддержание сортовой чистоты во всех звеньях семеноводства и своевременное сортообновление [2].

В мировой практике рисосеяния наиболее эффективные меры борьбы с сорным рисом основаны на сочетании агротехнических приемов и химических мер борьбы. Обычно используются провокационные заливы чеков с последующей обработкой гербицидами (например, глифосатом) по проросшим сорнякам до посева риса [4, 7].

В условиях Краснодарского края этот метод ограниченно применяется из-за того, что подача воды на рисовые системы края осуществляется централизованно, по графику, за 5-7 дней до начала посева риса (третья декада апреля). Провокационные заливы широко применяются только в паровом поле, особенно в семеноводческих хозяйствах.

Кроме традиционных методов борьбы с сорным рисом в странах умеренного климата в настоящее время используются инновационные

технологии, направленные на ограничение численности сорняков и увеличение урожайности культуры. Так, в начале XXI в. в США было разработано новое направление – создание сортов риса, устойчивых к гербицидам. Суть его заключалась в создании генетически модифицированных или мутантных растений риса, обладающих устойчивостью к гербицидам сплошного действия. Предполагалось, что устойчивые к гербицидам сорта риса можно будет высевать на полях, сильно засоренных краснозерным рисом и выведенных за пределы рисового севооборота.

Основной причиной, ограничивающей внедрение устойчивых к гербицидам трансгенных сортов риса, стала проблема горизонтального переноса генов между возделываемыми сортами риса и сорно-полевыми краснозерными формами. Как правило, и те и другие принадлежат к одному и тому же виду *Oryza sativa*, что говорит об их генетической совместимости. Несмотря на то, что рис является самоопылителем, при определенных климатических условиях в случае совместного произрастания и совпадения фенологических фаз при открытом цветении может произойти частичное перекрестное опыление растений риса.

Частота переноса генов у риса в результате ауткроссинга невелика и в полевых условиях оценивается, по многим наблюдениям, в пределах 0,01-0,2 % как от сорного краснозерного риса к культурному, так и в обратном направлении [8]. Тем не менее, этот процесс при внедрении в производство трансгенных сортов риса может способствовать появлению устойчивых к гербицидам популяций сорных растений и привести к непредсказуемым экологическим последствиям. Так, в США в 2004 г. был зарегистрирован первый случай перекрестного опыления сорта группы Clearfield и краснозерного риса. Частота переноса генов составила 0,012 % [10].

При внедрении в производство новых методов борьбы с сорняками следует учитывать, что излишняя химизация и трансгенное биозагрязнение агроэкосистем приводят к глубоким экологическим изменениям, дестабилизируют генофонды сельскохозяйственных и диких видов, способствуют появлению новых «суперсорняков», требующих обработок все более токсичными гербицидами. В РФ в настоящее время использование генетически модифицированных сортов риса запрещено.

Проблеме борьбы с сорно-полевыми формами риса в России сейчас уделяется серьезное внимание не только семеноводческими хозяйствами, но и производителями товарного зерна. Благодаря этому засоренность посевов краснозерным рисом в хозяйствах, использующих природосберегающие технологии возделывания риса, значительно снизилась. В перспективе для решения проблемы засорения посевов риса необходимо использовать системный подход, сочетая экономические интересы с анализом и минимизацией экологических последствий.

## Литература

1. Гущин Г. Г. Рис / Г. Г. Гущин. – М.: ОГИЗ – СельхозГИЗ, 1938. – 830 с .
2. Зеленская О.В. Краснозерный рис: разнообразие и меры борьбы / О.В. Зеленская, Е.П. Максименко // Труды Кубанского ГАУ. – 2011. – Вып. № 3(30). – С. 106–111.
3. Estorninos Jr. L.E. Rice and red rice interference. II Rice response to population densities of three red rice (*Oriza sativa*) ecotype / Jr. L. E. Estorninos [et al.] // Weed Science. – 2005. – Vol. 53. – Is. 5. – P. 683–689.
4. Ferrero A. Weedy rice. Biological features and control / A. Ferrero // FAO plant production and protection paper / Roma, 2003. – 120, add. 1. – P. 89–107.
5. Fogliatto S. Morphological characterization of Italian weedy rice (*Oriza sativa*) population / S. Fogliatto, F. Vidotto, A. Ferrero // Weed Research. – 2012. – 52. – Is. 1. – P. 60–61.
6. Ghesquiere A. Un riz adventice / A. Ghesquiere [et al.] // Riz. Du de bouche a la culture / ITCF, France, 1995. – P. 41–44.
7. Labrada R. Major weed problems in rice – red/weedy rice and the Echinochloa complex / R. Labrada // FAO rice information. – 2002. – Vol. 3. – Ch. II. – P. 11–17.
8. Shivrain V.R. Gene flow from weedy red rice (*Oriza sativa* L.) to cultivated rice and fitness of hybrids / Shivrain V.R. [et al.] // Pest Management Science. – 2009. – 65 (10). – P. 1124–1129.
9. Shivrain V.R. Diversity of weedy red rice (*Oriza sativa* L.) in Arkansas, U.S.A. in relation to weed management / V.R. Shivrain [et al.] // Crop protection. – 2010. – Vol. 29. – Is. 7. – P. 721–730.
10. Weedy rices – origin biology, ecology and control / J.C. Delouche [et al.]. – Roma: FAO plant production and protection paper, 2007. – 188. – 150 p.

УДК 633.18:631.52:502.211:582

# СЕЛЕКЦИЯ СОРТОВ РИСА ДЛЯ ПРИРОДОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Зеленский Г.Л., Зеленский А.Г., Ромащенко Т.А., Стукалова В.А.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт риса»,
Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия

*E-mail: zelensky08@mail.ru*

*В Краснодарском крае производится более 80% российского риса. Здесь рис возделывается на площади 133-134 тыс. га, а урожайность в последние годы превышает 7,0 т/га. Около 30 % рисовых систем расположено в санитарной зоне, где резко ограничен ассортимент применяемых химических средств защиты и запрещено использование авиации. Увеличение производства рисовой крупы сдерживается болезнью риса – пирикуляриозом.*

*Создан ряд сортов устойчивых к пирикуляриозу: Атлант, Гамма, Лидер, Олимп, Снежинка, рекомендуемые для возделывания по природосберегающим технологиям.*

***Ключевые слова:*** *Рис, сорт, пирикуляриоз, пестициды, санитарные зоны*

Для населения России крупа риса является ценным продовольственным, диетическим и лечебным продуктом [2]. Основной зоной рисоводства в стране является Краснодарский край. Здесь производится более 80% российского риса. В последние 5–7 лет рисоводство динамично развивается, ежегодно повышая урожайность и сбор риса-сырца. В 2012 г. на Кубани с площади 133,3 тыс. га получен рекордный урожай за все годы выращивания риса – по 7,11 т/га. В 2015 г. кубанские рисоводы почти повторили этот рекорд: с площади 134 тыс. га собрано зерна риса 945 тыс. т, при урожайности 7,04 т/га. Это стало возможным за счет внедрения новых высокопродуктивных сортов и совершенствования технологии их возделывания, включая уборку современными роторными комбайнами.

Наиболее эффективным способом борьбы с этим заболеванием является создание и внедрение устойчивых сортов [3].

В Краснодарском крае около 30 % рисовых систем расположено в санитарной зоне, где резко ограничен ассортимент применяемых химических средств защиты и запрещено использование авиации. Разрешенные пестициды предписано вносить наземным способом и только при крайней необходимости. Практика показывает, что химическая защита растений в ряде случаев или неэффективна (из-за несвоевременного внесения препаратов) или нерентабельна (из-за резко возросших цен на

химпрепараты и авиауслуги) и противопоказана экологически. Кроме того, на посевах риса, где систематически применяются химические средства защиты, существует реальная опасность появления мутантных форм гриба пирикулярии, устойчивых к фунгицидам. Поэтому основным методом защиты риса от пирикуляриоза должно стать внедрение в производство высокоурожайных и иммунных к патогену сортов. В связи с этим актуальность селекции на устойчивость к пирикуляриозу постоянно возрастает.

За 80 лет возделывания риса в Краснодарском крае в появлении эпифитотий пирикуляриоза отмечена 10-12-летняя цикличность. Однако последние 5 лет пирикуляриоз стал проявляться ежегодно, начиная с кущения риса и в 2013 году наблюдалось эпифитотийное развитие метельчатой формы болезни. Произошло это в результате стечения ряда обстоятельств. В результате теплой зимы гриб прекрасно перезимовал на многочисленных растительных остатках. Благоприятные условия весны и лета не тормозили его развития. Двухнедельные дожди в конце июля - начале августа создали исключительный комфорт для пирикуляриоза. На посевах риса около 25 тыс. га среднего срока залива (14—18 мая), который находился в фазе цветения, поражение патогеном приняло эпифитотийный характер. Затяжные дожди в этот период не позволяли проводить обработку фунгицидами, либо сделали их эффективность минимальной.

По данным ФГБУ «Россельхозцентр» площадь обработок посевов риса в Краснодарском крае за период 2006-2012 гг. увеличилась с 10,7 тыс. га до 115,2 тыс. га. В 2013 году посевы риса были обработаны фунгицидами на 192,3 тыс. га, что составило 152,3% от площади сева риса [1]. Учитывая, что стоимость обработки 1 га составляет порядка 1500 руб., то общие затраты рисоводов Кубани на защиту от пирикуляриоза в этот год достигли более 288,45 млн. рублей. А это эквивалентно почти 30 тыс. тонн зерна риса, что близко к валовому сбору в 2013 г. рисоводов такого крупного хозяйства как РПЗ «Красноармейский».

Многолетние исследования фитопатологов по изучению структуры популяции гриба *P. oryzae* показали, что расы патогена различаются набором генов вирулентности. Отсутствие эффективных генов устойчивости у большинства отечественных сортов риса не позволяет им противостоять пирикуляриозу, особенно в условиях эпифитотийного развития болезни.

Известно, что за период вегетации риса *P. oryzae* дает более 10 циклов бесполового размножения. Каждый цикл продолжается примерно одну неделю. Развитие пирикуляриоза происходит прогрессивно по закону сложных процентов. При этом разные сорта имеют малые различия в начале эпидемии и очень значительные в конце.

Селекция иммунных к пирикуляриозу сортов была начата во ВНИИ риса в 1982 году. Создавались сорта с вертикальной и горизонтальной устойчивостью [3].

Расоспецифическая, истинная или вертикальная устойчивость связана со сверхчувствительной реакцией растения-хозяина по отношению к

возбудителю и контролируется единичным главным геном. Поэтому исходный материал должен характеризоваться, в первую очередь, генетическим разнообразием. Создание сортов на основе одного эффективного гена может привести к появлению рас, преодолевающих эту устойчивость.

Использование фитотрона, теплиц и инфекционного питомника для проверки селекционного материала при искусственном заражении, позволило создать ряд отечественных сортов иммунных к пирикуляриозу.

В 1992 г. на государственное сортоиспытание передан сорт риса Бластоник. Это был первый сорт с расоспецифической устойчивостью к пирикуляриозу, созданный на отечественном гибридном материале. В последующее время на Госиспытание были переданы сорта с аналогичной устойчивостью: Витязь (1994), Талисман (1995), Снежинка (1996) и Водолей (1998). Однако в Госреестр сортов, допущенных к использованию, внесен только сорт Снежинка и то из-за длиннозерности и высокого качества крупы.

Остальные сорта в Госреестр не попали. Причина проста. Испытание новых сортов проводилось Госкомиссией на обычном фоне, оптимальном для стандарта, без инфекционной нагрузки. При таких условиях, в годы отсутствия эпифитотии пирикуляриоза, иммунные сорта не показывали преимущества по урожайности перед стандартом.

Оценка селекционного материала в инфекционном питомнике дает возможность отбирать, наряду с иммунными образцами, сорта и формы риса с высокой толерантностью к болезням, с так называемой полевой устойчивостью. Главное свойство такой устойчивости - обуславливает не полную, но постоянную защиту и не разрушается патогеном. Полевая или горизонтальная устойчивость обычно не расоспецифична, больше зависит от факторов внешней среды, чем истинная устойчивость и контролируется полигенно в большинстве сортов.

За прошедшие 33 года во ВНИИ риса создан ряд сортов с повышенной устойчивостью и толерантность к пирикуляриозу. Лучшие из них внесены в Госреестр и допущены к использованию: Славянец (1991), Павловский (1995), Спринт (1996), Курчанка (1997), Лидер (1999), Виола (2001), Снежинка (2003), Виолетта (2007), Атлант (2007), Кумир (2009), Южный (2009), Гамма (2010) [3]. Все эти сорта в предыдущие годы не требовали химических средств защиты от этой болезни. 2013 год - эпифитотийный по пирикуляриозу - поставил окончательную оценку этим сортам. В производственных условиях и на Госсортоучастах сорта Атлант, Виола, Виолетта, Гамма, Кумир, Лидер, Снежинка, Южный, а также новые - Олимп и Сонет не поразились пирикуляриозом и не требовали фунгицидной защиты [1].

В последние 8-10 лет, в связи с запросами производства, в нашей работе появилось новое направление: создание сортов для мало-энергоемких технологий возделывания риса (Лидер, Атлант, Южный, Гамма, Олимп, Титан). Выращивание этих сортов позволяет экономить затраты 6000 – 8000

рублей на 1 га только за счет не применения противозлаковых гербицидов и фунгицидов. При этом значительно улучшается экологическая обстановка в зоне рисоводства.

Мало-энергоемкие природосберегающие технологии возделывания риса применяются в санитарных зонах Краснодарского края. Это более 40 тыс. га рисовых систем расположенных вдоль реку Кубани и вблизи населенных пунктов. Здесь резко ограничено внесение химических препаратов при выращивании риса и категорически запрещено применение авиации. Наглядным примером такой санитарной зоны является рисовая система учхоза «Кубань» Кубанского ГАУ. Здесь на протяжении ряда лет успешно выращивается сорт риса Гамма без применения химических средств защиты.

В санитарных зонах рекомендуются возделывать также сорта риса Атлант, Лидер, Олимп, Снежинка, которые не требуют химической защиты и дают урожай при ограниченных дозах минеральных удобрений. Описание этих сортов приведено в Каталоге [4], поэтому приводим краткую их характеристику.

АТЛАНТ

Сорт включен в 2007 г. в Государственный реестр селекционных достижений. Относится к среднеспелой группе. Вегетационный период составляет 116-118 дней и незначительно меняется в зависимости от условий выращивания.

Ботаническая разновидность – var. *zeravshanica Brasches*. Цветковые чешуи слабо опушенные, двухцветные: ребра соломенно-желтые, грани - буро-желтые. Потенциальная урожайность сорта – 9-10 т/га. Зерно средней крупности, округлое. Отношение длины зерновки к ширине (l/b) – 1,7. Масса 1000 зерен – 28-29 г. Стекловидность – 87-91%; выход крупы составляет 71%, содержание целого ядра в крупе – 65-71%. Содержание амилозы в крупе – 18,7%, белка в зерне – 9,1%. Крупа отличается высокими кулинарными показателями.

Растения устойчивы к пирикуляриозу, сорт может выращиваться без применения химических средств защиты. Атлант обладает высокими темпами роста в период получения всходов. Растения легко преодолевают слой воды до 30 см, поэтому Атлант рекомендуется для выращивания в санитарных зонах, где запрещено применение химических средств защиты от сорняков и болезней. При пониженных нормах высева сорт хорошо кустится и формирует достаточно плотный стеблестой.

Атлант не требователен к качеству земель, способен формировать стабильно высокие урожаи при относительно низкой обеспеченности минеральным питанием.

ГАММА

Сорт включен в 2010 г. в Государственный реестр селекционных достижений. Относится к среднеспелой группе. Вегетационный период составляет 110-118 дней. Урожайность - 8-9 т/га с высокой стабильностью по годам. Потенциальная урожайность сорта – 10-12 т/га.

Ботаническая разновидность – var. *italica Alef*. Растения сорта Гамма

обладают интенсивным ростом в период получения всходов. Поэтому они легко преодолевают слой воды, под которым злаковые сорняки гибнут. Гамма не поражается пирикуляриозом. Это позволяет выращивать сорт без применения химических средств защиты и получать экологически чистую и экономически недорогую продукцию высокого качества. Зерно округлого типа (l/b) – 1,9, среднего размера с массой 1000 зерен 28-29 г. Стекловидность высокая - 94–95%. Выход крупы - 70–71,5%, в том числе целого ядра – до 90%. Крупа белая, отличного качества, с высокими кулинарными показателями.

Гамма не требует особых условий возделывания. Может возделываться по интенсивным, а также малозатратным технологиям.

ЛИДЕР

Сорт включен в 1996 г. в Государственный реестр селекционных достижений. Относится к среднепозднеспелой группе. Вегетационный период – 120-125 дней. Ботаническая разновидность – var. *zeravshanica Brasches*. Сорт безостый. Окраска цветковых чешуй двухцветная: ребра соломенно-желтые, грани буро-желтые, слабо опушены. Потенциальная урожайность сорта – 10-11 т/га. Зерно средней крупности, полуокруглой формы. Отношение длины зерновки к ширине (l/b) – 2,3. Зерно легко шелушится, оставаясь при этом целым (обладает менее прочной связью цветковых пленок с зерновкой). Масса 1000 зерен – 30-31 г. Стекловидность – 86-90%. Общий выход крупы – 69-70%, содержание целого ядра в крупе – 95%. Содержание белка в зерновке – 9,9%, амилозы в крупе – 19,8%. Крупа отличного качества, с высокими кулинарными показателями.

Сорт обладает повышенной устойчивостью к пирикуляриозу и рисовой листовой нематоде. Отличительной особенностью сорта является неприхотливость к условиям выращивания. Растения быстро растут в начале вегетации, легко преодолевая слой воды в период получения всходов, хорошо конкурируют с сорной растительностью. Это позволяет не применять гербициды на его посевах. Лидер образует мощную корневую систему, благодаря чему при формировании урожая ему необходимо на 40% удобрений меньше, чем сортам интенсивного типа.

Лидер способен формировать высокую урожайность при выращивании на неблагоприятных предшественниках при невысоких дозах минеральных удобрений.

ОЛИМП

Сорт включен в 2015 г. в Государственный реестр селекционных достижений. Относится к среднеспелой группе. Вегетационный период составляет 118-120 дней. Потенциальная урожайность сорта – 11-12 т/га.

Ботаническая разновидность – var. *italica Alef*. Зерно полуокруглой формы, средней крупности. Отношение длины к ширине(l/b) – 2,2. Масса 1000 зерен 28 - 29 г. Выход крупы высокий, в среднем за три года - 72,3%, в том числе целого ядра - 92,0%. Стекловидность - 95,0 %. Крупа отличного качества, с высокими кулинарными показателями.

Сорт устойчив к пирикуляриозу и к рисовой листовой нематоде. Олимп

среднеустойчив к засолению почвы. Хорошо преодолевает слой воды в фазу всходов. Сорт устойчив к полеганию, не осыпается, но обмолачивается легко. Его можно держать с перестоем и убирать прямым комбайнированием.

Растения Олимпа отличаются интенсивным ростом в период получения всходов. Поэтому они легко преодолевают слой воды, под которым злаковые сорняки гибнут. Это позволяет выращивать сорт без применения химических средств защиты и получать экологически чистую и экономически недорогую продукцию высокого качества. Сорт не требователен к качеству земель, одинаково хорошо произрастает как на высокоплодородных участках, так и на удовлетворительных землях.

СНЕЖИНКА (длиннозерный)

Сорт включен в 2004 г. в Государственный реестр селекционных достижений. Относится к среднепозднеспелой группе. Вегетационный период при укороченном затоплении составляет 120-122 дня, а при получении всходов из-под слоя воды – 122-125 суток. Урожайность сорта достигает 7,0-7,5 т/га при высокой стабильности по годам.

Подвид – subsp. indica Kato, ботаническая разновидность – *gilanica Gust*, зерновки узкие, длинные. Цветковые чешуи соломенно-желтые, безостые, со слабой опушенностью. Отношение длины зерновки к ширине (l/b) – 4,0-4,2. Масса 1000 зерен – 28-29 г. Зерновка обладает легко отделимым зародышем при шлифовании, характеризуется повышенным содержанием амилозы – 26%. Содержание белка в зерне невысокое – 8,2%. Пленчатость - 17-18%. Стекловидность – до 99%, трещиноватость низкая – 4,0%; выход крупы – 64-65%, целого ядра в крупе – 80-85%. Крупа отличного качества, с высокими кулинарными показателями.

Сорт высокоустойчив к пирикуляриозу. Это позволяет не применять химические средства защиты. Особенностью сорта является высокая энергия прорастания семян и их полевая всхожесть при «мягком» водном режиме. Это необходимо учитывать, чтобы формировать густые всходы при относительно низкой норме высева. Учитывая, что Снежинка имеет длинное узкое зерно, при очистке его необходим индивидуальный подбор решет.

**Выводы.**

Выращивание сортов, генетически устойчивых к пирикуляриозу и не требующих химической защиты, в санитарных зонах по природосберегающей технологии позволяет получать зерно риса высокого качества и снижать экологическое напряжение в районах возделывания риса Краснодарского края.

## Литература

1. Агротехнические особенности выращивания сортов риса, устойчивых к пирикуляриозу: Методические рекомендации / Авт. колл.: С.В. Гаркуша, С.А. Шевель, Н.Н. Малышева, С.А. Тешева, Г.Л. Зеленский, Н.В. Остапенко, А.Г.

Зеленский, А.Р. Третьяков. Краснодар, 2013.– 43 с.
2. Зеленский Г.Л. Рис как продукт для диетического и лечебного питания / Г.Л. Зеленский // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. Краснодар: КубГАУ, 2011. №08(72). С. 28-42. - Шифр Информрегистра: 0421100012\0346. - Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2011/08/pdf/02.pdf.
3. Зеленский Г.Л. Борьба с пирикуляриозом риса путем создания устойчивых сортов: монография / Г. Л. Зеленский. // Краснодар: КубГАУ, 2013.– 92 с.
4. Каталог сортов риса и овощебахчевых культур кубанской селекции / Авт. колл.: В.А. Багиров [и др. ]. – Краснодар: «ЭДВИ», 2015. – 100 с.

# ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ МУТАГЕНА (NAN3 - АЗИДА НАТРИЯ) НА ХОЗЯЙСТВЕННО- ЦЕННЫЕ ПРИЗНАКИ У СОРТОВ РИСА С ОКРАШЕННЫМ ПЕРИКАРПОМ

Казкеев Д.Т., Рысбекова А.Б., Усенбеков Б.Н., Жанбырбаев Е.А., Спатай Н.Н, Сартбаева И.А., Батаева Д.С.

Казахский национальный аграрный университет,
КН МОН РК, Алматы, 050010,
Институт биологии и биотехнологии растений,
КН МОН РК, Алматы, 050040

*E-mail: dauren.kazkeyev@gmail.com*

*Изучено влияние азида натрия NaN3 в трех концентрациях 1, 3 и 5mM на хозяйственно- ценные признаки образцов риса с окрашенным перикарпом. Выявлено, что концентрация 5 mM вызывала полное ингибирование всхожести зерновок, за исключением сорта Мавр (2%). Обработка концентрацией 5 mM азидом натрия вызывает пестролистость у образца черного риса. Повышенные концентрации обработки 3 mM и 5 mM вызывают высокую стерильность метелок. Проведены определение содержания амилозы в зерновках, хлорофилла в листьях. Выявлено что, белковые спектры образцов красного и черного риса обработанные мутагеном не отличаются появлением новых спектров от стандартного сорта. По результатам исследований отобраны перспективные мутантные растения риса с хозяйственно-ценными признаками.*

***Ключевые слова:*** *рис с окрашенным перикарпом, селекция, антоцианы, хлорофилл, амилоза, азид натрия*

Для продовольственной безопасности Казахстана необходимо иметь сорта сельскохозяйственных растений специального назначения, обладающие высокими питательными качествами, такие как сорта риса с окрашенным перикарпом (черный и красный рис). В республике отсутствуют сорта риса с окрашенным перикарпом, а импортируемые дороже как минимум, в пять и более раз по сравнению с обычным рисом. Родиной риса является юго- восточная Азия, где климатические условия позволяют выращивать рис круглый год. Одним из особенностей возделывания риса в республике является короткий вегетационный период и субконтинентальный климат.Казахстан относится к северным регионам рисосеяния. Рис в республике возделывается в южных регионах – Кызылординская (77,2), Алматинская области (14,1) и Южно- Казахстанской областях (2) тыс.га соответственно [1].

Использование химических мутагенов представляет интерес для повышения биоразнообразия исходных для селекции форм риса. Так, на практике получены много короткостебельных и раннеспелых мутантов риса с улучшенным качеством эндосперма, повышенным содержанием белка и амилозы, устойчивых к болезням и вредителям [2]. Целью работы является увеличение генетического разнообразия исходного материала риса химическим мутагенезом в селекции риса с окрашенным перикарпом. Азид натрия ($NaN_3$) является одним из эффективных мутагенов, который широко используется в индуцированном мутагенезе культурных растений.

**Материалы и методы.** С целью создания генетической вариабельности сорта «Мавр», «Черный рис», «Рубин», «Yir 5815», «04467 б/н Италия» зерновки этих сортов были обработаны раствором $NaN_3$ при pH-3 в трех концентрациях (1 mM, 3 mM, 5 mM) и проращивались в термостате при температуре 27 $^0$C в течении трех суток [3]. Производили учет всхожести обработанных и контрольных генотипов и выращивали в теплице до полного созревания. Фенологические наблюдения проводили по методу П.С. Ерыгина [4]. Фракционирование белков проводили в ПААГе 10 и 12% концентрации модифицированным методом Laemmli (1970) [5] Проведены определение содержания амилозы по методу Juliano (1971) [6] и антоцианов в зерновках, хлорофилла в листьях [7] и структурный анализ урожая.

**Результаты.**

При исследовании содержания амилозы выявлено, что исходные сорта в основном относятся к среднеамилозным, только сорт Мавр является высокоамилозным. У генотипов Yir 5815 и б/н Италия при обработке 1 mM азидом натрия наблюдалось незначительное повышение содержание амилозы. С увеличением дозы мутагена снижается содержание амилозы у черного риса по сравнению с контролем почти в два раза в вариантах 3 мМ и 5 mM. Проведен количественный анализ антоцианов для оценки воздействия концентрации мутагенов у сортов Мавр и Черный рис.

Было выяснено, что обработка азидом натрия в концентрациях 1 mM и 3 mM в $M_1$ стимулировала образование антоцианов у сорта Мавр и Черный рис по сравнению с контролем и вариантом обработки 5 mM. Например, у

сорта Мавр по сравнению с контролем при концентрации 1 mM общее содержание антоцианов повысилась в 3 раза, при концентрации 3 mM в 2,5 раза. Воздействие мутагена на сорт Черного риса вызывало такого же эффекта, который наблюдался у сорта Мавр. У сорта Черный рис только при 1 mM концентрации общее содержание антоцианов повысилось в 2 раза, при концентрации 3 mM 2,5 раза, а в варианте 5 mM наблюдалось понижение.

Отмечено вариабельность по содержанию хлорофилла у исследуемых генотипов в $M_2$. Существенное различие по содержанию хлорофилла *а*, *в* и каротиноидов выявлено у сорта Мавр. Во всех трех концентрациях 1 mM, 3 mM и 5 mM обработки зерновок содержание хлорофилла *а*, *в* и каротиноидов увеличивалось от 5 до 50% по сравнению с контролем. Наиболее высокое содержание пигментов выявлено у генотипа б/н Италия при варианте обработке 3 mM, у генотипа Yir 5815 данный показатель повышался при 1 mM концентрации. У сорта Рубин содержание пигментов снижалось при обработке мутагена.

В фазе трубкование отмечали вариабельность содержание хлорофилла у исследуемых генотипов. Наиболее высокое содержание выявлено у сортов Yir 5815, б/н Италия, Мавр при варианте обработке 1 mM, у сорта Рубин этот показатель повышался при 3 mM концентрации. Существенное различие по содержанию хлорофиллов выявлено у сорта Черный рис, которое при концентрациях 3 mM и 5 mM увеличивалось в 2 раза по сравнению с контролем и 1 mM NaN3

Для оценки влияния мутагена на $M_3$ растений риса с окрашенным перикарпом проведен определение содержания амилозы в зерновках. Количественное содержание амилозы значительно варировало в зависимости от концентрации у генотипов Yir 5815 и Черный рис. С увеличением концентрации мутагена содержание амилозы у образца Yir 5815 снижалось в три раза по сравнению с контролем. Результаты электрофоретического анализа показали что, белковые спектры образцов красного и черного риса обработанные мутагеном не отличались появлением новых спектров от стандартного сорта. Выявлены существенные различия всхожести семян в зависимости от концентрации мутагена. При концентрации 1mM наблюдалось незначительное снижение всхожести по сравнению с контролем у всех генотипов кроме Черного риса. Концентрация 3 мМ вызывало снижение всхожести у сорта Мавр до 68%, Рубин до 34%, Yir 5815 до 10%, в то время как у сортов Черный рис и б/н Италия всхожесть не наблюдалось. У всех исследуемых сортов концентрация 5 mM вызывала полное ингибирование всхожести за исключением сорта Мавр (2%).

Изучена динамика роста растений, обработанных мутагеном, на 30 сутки после посева. По высоте растений у всех исследованных нами генотипов красного риса (Рубин, Yir 5815, 04467 б/н Италия) наблюдается слабая изменчивость, тогда как у сорта «Мавр» этот показатель при всех концентрациях $NaN_3$ был на уровне контроля. У сорта «Черный рис» высокая

концентрация (5mM) мутагена вызвала существенное снижение роста. В варианте обработки концентрацией 5 mM азидом натрия у образца черного риса в фазе кущение выявлены мутантные пестролистые растения.

Влияние мутагена на площадь флагового листа было незначительным у всех генотипов, за исключением сорта Черный рис, у которого наблюдалось уменьшение этого показателя. Результаты структурного анализа растений, показывают, что концентрации 3 mM и 5 mM вызывают высокую стерильность метелки, пустозерность.

**Выводы.**

Выявлено, что с увеличением дозы мутагенов увеличивалась пустозерность во всех исследованных генотипах $M_1$, $M_2$ растений.

В результате исследований проведен отбор растений с явными мутагенными изменениями и выявлены перспективные образцы для включения их в дальнейший селекционный процесс по созданию отечественных сортов риса с окрашенным перикарпом.

***Финансирование:*** *Работа выполнена в рамках проекта: № 0562/ГФ3 КН МОН РК «Биотехнология получения первых казахстанских форм и линий риса с окрашенным перикарпом как исходного материала в селекции эксклюзивных отечественных сортов».*

## Литература

1. Кененбаев С.Б. Состояние и перспективы научного сопровождения обеспечения производства риса в Казахстане// Материалы Международной научно-практической конференции «Научно-инновационные основы развития рисоводства в Казахстане и странах зарубежья» (2-3 ноября 2012 г.). – Кызылорда, 2012. – С.12.
2. Sharma A., S. K. Singh. Induced mutation- a tool for creation of genetic variability in rice (Oryza sativa L.). Journal of Crop and Weed - 2013.- 9. (1):132-138
3. Akihiko Ando and Ricardo Montalván. Gamma-ray radiation and sodium azide (NaN3) mutagenic efficiency in rice // Crop Breeding and Applied Biotechnology. - 2001. - V.1, N.4. - P. 339-346.
4. Ерыгин П.С., Красноок Н.П. Основы биологии риса. М., 1965. - С.15-33.
5. Булатова К.М. Изучение компонентного состава глютенина пшеницы // Вестник с.-х. науки Казахстана. - 1985. - №4. - С.37-39.
6. Juliano B.O. A simplified assay for milled rice amylose // Cereal Sci. Today. - 1971. - V.16. - P. 334-340.
7. Kim D.O., Heo H. J., Kim Y. J., Yang H. S., Lee C. Y. Sweet and sour cherry phenolics and their protective effects on neuronal cells // J. Agric. Food Chem. - 2005. - V.53. - P.9921-9927.

# ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ СЕМЯН РИСА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЗЕРНОВУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ

Калиевская Ю.П., Костылев П.И., Тесля М.В.

ВНИИЗК им. И.Г.Калиненко

*E-mail: p-kostylev@mail.ru*

*Урожайность риса можно повысить, применяя сортировку семян на фракции по их размеру и различные стимулирующие вещества и препараты. В условиях Пролетарского района Ростовской области на семи сортах риса Кубояр, Командор, Боярин, Контакт, Светлый, Южанин и Магнат было изучено влияние четырех стимуляторов роста, отличающихся друг от друга химическим составом и различным механизмом действия на растения. Семена риса распределили на 3 фракции – 2,3, 2,2, 2,0 мм. Растения, выращенные из семян мелкой фракции, формировали больший урожай. Препараты способствовали повышению зерновой продуктивности риса в зависимости от сорта и варианта обработки до 1,83 т/га. Для повышения урожайности зерна риса рекомендуется все сорта обрабатывать Фертигрейном.*

***Ключевые слова:*** *рис, урожайность сортов, стимуляторы роста, Фертигрейн.*

Рис, в отличие от других зерновых культур имеет ряд особенностей: это теплолюбивая культура, произрастает на поле, залитом водой от посева до созревания. В условиях России он высевается семенами на поле в отличие от традиционной рассадной культуры. Такие условия и биологические особенности культуры обусловливают сравнительно низкую полевую всхожесть (30-50%), что приводит к изреженности посева, неравномерному созреванию, осложнению уборки, и в конечном итоге снижает урожайность и качество зерна. Эти же обстоятельства осложняют и выращивание высококачественных семян. О значении качества семян в повышении урожайности риса свидетельствует то, что при посеве семян 1-2 класса по всхожести урожайность повышается на 10-15% по сравнению с посевом семян 3-го класса. При средней урожайности риса 4,5 т с I га это дает возможность увеличить сбор зерна на 0,4-0,6 т, сэкономив при этом 50-100 кг семенного зерна на 1 га. Повысить эффективность семеноводства риса можно в первую очередь путем повышения урожайных свойств семян, совершенствования приемов семеноводства, путем совершенствования послеуборочной обработки и хранения. Основными показателями урожайных свойств семян риса является способность давать полные и устойчивые к неблагоприятным условиям всходы и отсутствие в них примесей. Этим требованиям отвечают чистосортные хорошо выполненные,

не травмированные семена с крупным, обогащенным фосфорными и азотистыми соединениями зародышем. Такие семена формируются в оптимальных экологических условиях, с применением рациональной технологий возделывания, уборки, послеуборочной обработки, хранения, а также с использованием специальных семеноводческих приемов. Для выделения биологически полноценной фракции сортирование семян по толщине должно проводиться на решетах с прямоугольными отверстиями: тонкозерных сортов – с размером отверстий 2,0 х 20 мм, округлозерных – 2,2 х 20 мм (Апрод А.И., 1982).

Ряд авторов сообщали о значении крупности семян зерновых культур для повышения урожайности (Кучумов П.В., 1953; Писаренко Г.С., 1972). На озимой пшенице выявлено, что калибровка семян и использование на посев более крупных фракций (2,6 мм) способствует увеличению на 2,5-4,2% полевой всхожести, на 22-27% силы начального роста и на 24,6-36,1% урожайности в первые два года пересева (Фирсова Т.И., 2006).

Сотрудники ООО «НПФ «Аэромех» провели изучение сепаратора марки САД в предпосевной подготовке семян риса с целью уменьшения инфицированности семенного материала и, как следствие, повышения его посевных качеств. Они распределили исходную партию семян с массой 1000 зёрен 30,45 г на фракции 2) 30,98, 3) 31,26, 4) 31,02, 5) 28,26 г и установили, что показатели всхожести существенно отличаются: 91, 98, 97, 96, 87%, соответственно. Наибольшую всхожесть показали семена риса из 2-4-й фракций (www.aeromeh.com). Все эти вопросы для условий Ростовской области изучены недостаточно, что и вызвало необходимость нашего исследования.

**Целью исследований** являлось изучение влияние фракционного состава семян и стимуляторов на семенную продуктивность риса.

**Материал и методика.** Семена риса Кубояр, Командор, Боярин, Контакт, Светлый, Южанин и Магнат распределили на 3 фракции. Для сорта Магнат оптимальными фракциями оказались 2,2, 2,0, 1,7 мм. Для остальных сортов – 2,3, 2,2, 2,0 мм. Для обработки семян использовали стимуляторы роста, отличающиеся друг от друга химическим составом и различным механизмом действия на растения: Экогель, Экстрасол, Мелафен 10-8, Фертигрейн (1 л/т, 1 л/га).

Опыт был заложен в 2015 году на базе ФГУП «Пролетарское», предшественник – мелиоративное поле, повторность – трехкратная, площадь делянок 10 м$^2$. Рис выращивали согласно «Рекомендаций по выращиванию риса в Ростовской области» (Костылев П.И. и др., 2004). Посев производили сеялкой ССФК-7. На протяжении вегетационного периода проводили фенологические наблюдения. В фазе полной спелости риса отобрали снопы с делянок ¼ метра для проведения структурного анализа. Уборку проводили в фазе полной спелости риса комбайном КС-575 с учетом влажности зерна. Обработку полученного числового материала проводили методом дисперсионного анализа (Доспехов Б.А., 1985).

**Результаты.** В результате исследований было установлено для

большинства сортов, что растения, выращенные из семян мелкой фракции, формировали больший урожай.

Так, у сорта Командор на контроле и всех вариантах обработки стимуляторами наибольшая урожайность наблюдалась при посеве семенами фракции 2,0 мм, наименьшая – 2,3 мм (рис. 1). При этом все препараты повысили урожайность крупнозерной фракции, но не повлияли на среднезерную. Вариант мелкозерной фракции превышал контроль на 0,31-0,39 т/га лишь при обработке стимуляторами Фертигрейн и Экогель.

Эти же стимуляторы, а также Мелафен, повысили урожайность мелкозерной фракции (2,0 мм) у сорта Кубояр. Наибольшую прибавку показала обработка семян Фертигрейном (+42%). На средней фракции (2,2 мм) все препараты повысили урожайность на 0,53-0,98 т/га, на крупной – положительной реакции не выявлено (рис. 2).

На контроле существенных различий между фракциями не наблюдалось, а при обработке препаратами наблюдалась значительная дифференциация. В среднем по всем вариантам (контроль + обработки стимуляторами) из крупнозерной фракции семян выросли растения с урожайностью 6,03 т/га, из среднезерной – 6,83 т/га, а из мелкозерной – 7,88 т/га. Поэтому в производственных условиях обрабатывать стимуляторами нужно лишь средне- и мелкозерную фракцию семян.

В опыте с сортом Контакт мелкозерная фракция имела урожайные преимущества перед другими фракциями на контроле, но при обработке стимуляторами прибавки не происходило (рис. 3). Прирост урожайности происходил при обработке ФАВ во всех вариантах со средними и крупными фракциями семян. Наибольшую прибавку к контролю обеспечил Экстрасол: 1,39 т/га на фракции 2,3 мм и 0,81 т/га на фракции 2,2 мм.

У сорта Светлый мелкозерная фракция семян (2,0 мм) имела преимущество перед другими на контроле и в варианте с обработкой семян стимулятором Мелафен, где урожайность была максимальной и составила 6,02 т/га (прибавка к контролю +0,58 т/га) (рис. 4).

На средней фракции наибольшая прибавка урожайности была получена при обработке Фертигрейном (+0,63 т/га), а на крупной – Экстрасолом (+1,31 т/га). В среднем по трем фракциям все стимуляторы давали прирост урожайности, но Экстрасол и Фертигрейн – в большей степени.

В опыте с сортом Магнат установлены максимальные различия по урожайности между фракциями семян. В среднем по всем вариантам урожайность растений из фракции семян 2,2 мм составила 5,74 т/га, из 2,0 мм – 6,76 т/га, а из 1,7 мм – 8,30 т/га (рис. 5). Это связано с тем, что сорт Магнат – мелкозерный и в крупную фракцию попали примеси других генотипов, снизивших продуктивность.

Все стимуляторы не показали положительный эффект на крупной фракции. Хорошая урожайность сформировалась при высеве семян фракции 1,7 мм, обработанных стимуляторами Мелафен (8,59 т/га) и Фертигрейн (8,57 т/га), прибавка к контролю составила 0,43 и 0,41 т/га, соответственно. На среднезерной фракции эти препараты, а также Экстрасол тоже

обеспечили прибавку зерна от 0,34 до 1,83 т/га.

В опыте с сортом Боярин лишь Экогель и Мелафен на крупной фракции способствовали приросту урожайности на 0,62 и 0,56 т/га, соответственно. Средняя урожайность растений из крупной и мелкой фракций была примерно одинаковой, а в средней – ниже на 1,28 т/га. У сорта Южанин все варианты фракций и обработки стимуляторами несущественно отличались от контроля.

Таким образом, имеются значительные сортовые различия по реакции на фракционный состав семян и обработку стимуляторами. Сорта Командор и Кубояр рекомендуется сеять семенами фракции 2,0 мм, с обработкой стимуляторами Фертигрейн и Экогель. Сорта Контакт и Светлый лучше сеять семенами фракций 2,2-2,3 мм, обработанными препаратами Фертигрейн и Экстрасол. Сорт Магнат нужно сеять мелкими семенами фракции 1,7 мм, со стимуляторами Фертигрейн и Мелафен.

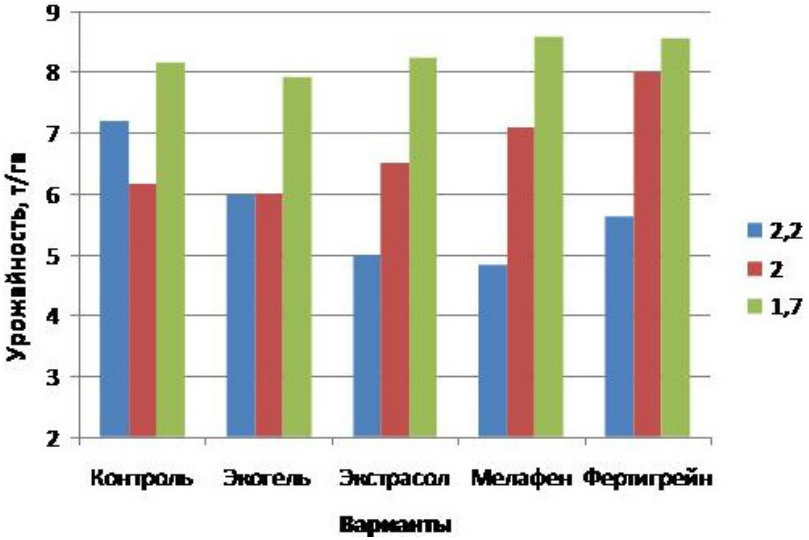


Рис. 1. Реакция сорта риса Магнат на стимуляторы и фракционный состав семян

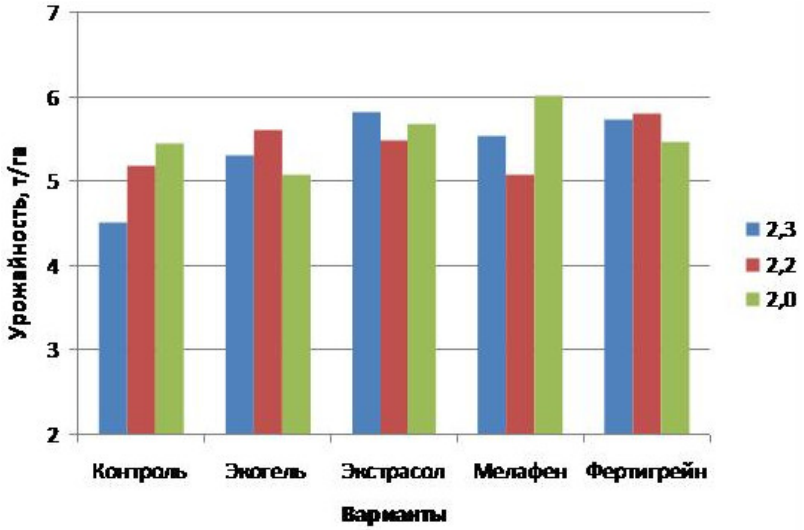


Рис. 2. Реакция сорта риса Светлый на стимуляторы и фракционный состав семян

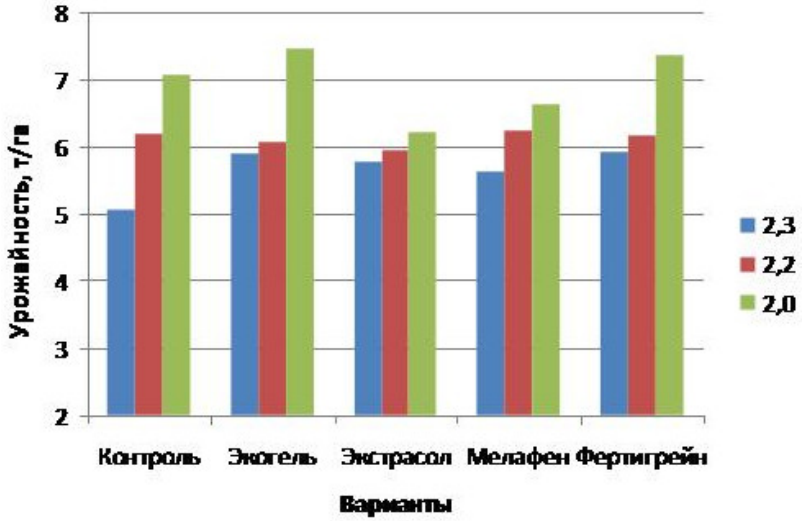


Рис. 3. Реакция сорта риса Командор на стимуляторы и фракционный состав семян

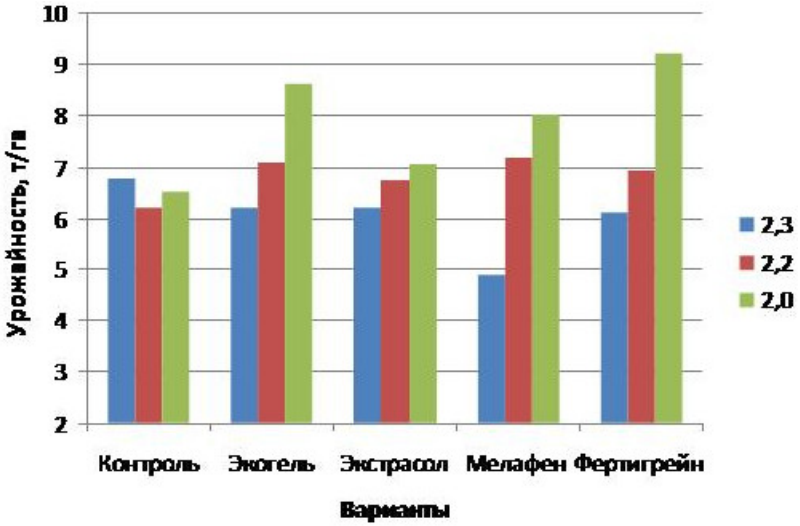


Рис. 4. Реакция сорта риса Кубояр на стимуляторы и фракционный состав семян

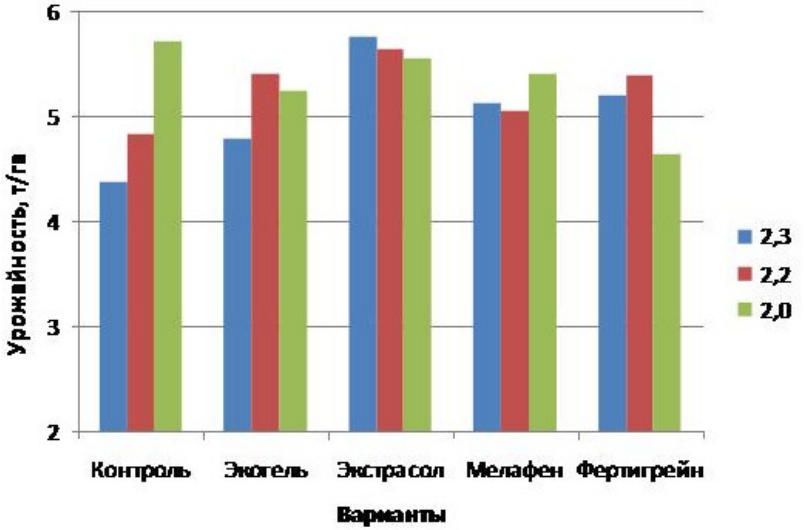


Рис. 5. Реакция сорта риса Контакт на стимуляторы и фракционный состав семян

## Литература

1. Апрод, А.И. Научные основы производства семян риса / Дисс… доктор с.-х. наук – Краснодар, 1982. – 438 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / 5-е изд. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Кучумов П.В. Использование крупной фракции семян зерновых культур для повыше-ния урожайности // В кн.: Селекция и семеноводство зерновых культур. М.: Сельхоз-гиз, 1953. – С.47-53.
4. Писаренко Г.С. Крупность семян и урожай зерновых культур // Селекция и семено-водство, 1972. – № 4. – С.59-62.
5. Костылев П.И., Степовой В.И., Парфенюк А.А. Рекомендации по выращиванию риса в Ростовской области. – Ростов н/Д: ЗАО «Книга», 2004. – 112 с.
6. Фирсова Т.И. Сортовые и урожайные качества семян озимой пшеницы в первичных звеньях семеноводства в зависимости от приемов отбора элитных растений / Дисс… канд. с.-х.наук – Рассвет, 2006. – 140 с.
7. http://www.aeromeh.com/researches/separation_of_rice/

# СЕЛЕКЦИЯ СТРЕССОУСТОЙЧИВЫХ СОРТОВ РИСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЦР-АНАЛИЗА

Костылев П.И., Редькин А.А., Краснова Е.В.

ВНИИЗК им. И.Г. Калиненко

*E-mail: p-kostylev@mail.ru*

*В результате проведенных исследований с помощью молекулярного маркирования на основе ПЦР в сочетании с традиционной селекцией выделены скороспелые линии риса с генами устойчивости к засолению Saltol и затоплению Sub 1, пригодные для выращивания в Ростовской области. Проведена интрогрессия и пирамидирование генов устойчивости к пирикуляриозу Pi-1, Pi-2, Pi-33, Pi-ta, Pi-b в генотипы отечественных сортов риса. ДНК-маркерный анализ позволил выявить устойчивые к болезни образцы риса, несущие 5 целевых генов в гомозиготном состоянии.*

***Ключевые слова:*** *рис, ПЦР, скороспелые линии, устойчивость к засолению, устойчивость к затоплению*

Рис является самой важной пищевой культурой для более половины населения мира. Различные стресс-факторы являются основными препятствиями на пути расширения производства риса в мире. Снижение урожайности риса в неблагоприятных климатических условиях угрожает

глобальной продовольственной безопасности. Генетические локусы, которые обеспечивают продуктивность в сложных условиях, существуют в зародышевой плазме культурных растений, их диких родственников и видов, приспособленных к экстремальным условиям (Singh S., et al., 2009).

Одна пятая часть орошаемых земель в мире испытывает неблагоприятное воздействие высокой солености почвы (Negrao и др., 2001). Согласно докладу ФАО (FAO, 2010), более 800 млн. га в мире земли являются сильно засоленными и примерно 20% орошаемых площадей (около 45 миллионов га) в различной степени страдают от проблем засоления. В Российской Федерации рис выращивается на площади около 200 тыс. га. Около 80 тыс. га рисовых полей на юге России в той или иной степени подвержены засолению (Ладатко, 2006). Снижение урожайности на засоленных почвах может быть преодолено путем создания и внедрения в с.-х. производство сортов риса, толерантных к засолению. Толерантность к засолению на разных стадиях роста обеспечивают несколько независимых генов. Но основным локусом количественного признака устойчивости является Saltol, который был сначала выявлен у солеустойчивого сорта Pokkali, а потом у некоторых других сортов риса (Ren и др., 2005; Takehisa и др., 2004).

В мире большие площади земли подвержены наводнениям, при длительности которых более двух недель рис погибает. Азиатскими учеными был найден ген Sub1, который регулирует реакцию на этилен и гиббереллин, приводя к ограничению в потреблении углеводов и покою побегов под водой, что способствует толерантности к погружению (Xu K. et al., 1996, 2006). В России этот ген можно использовать для создания сортов, устойчивых в фазу прорастания к большому слою воды, что станет эффективным способом защиты риса от сорных растений без гербицидов. Для создания таких сортов необходимо объединение в одном генотипе генов повышенной энергии начального роста, способности к анаэробному прорастанию, устойчивости к длительному затоплению и полеганию.

К наиболее опасным заболеваниям риса относится пирикуляриоз, который вызывает большие потери урожая в годы эпифитотий. Наиболее эффективным способом защиты риса без фунгицидов является выращивание устойчивых к пирикуляриозу сортов. Известно множество генов устойчивости к этому патогену – Pi-1, Pi-2, Pi-33, Pi-b, Pi-ta, Pi-z и др. Объединение нескольких эффективных генов устойчивости со своим вкладом на генетической основе элитных сортов – это результативная стратегия селекции на устойчивость к вариабельным грибным патогенам. Линии, обладающие комбинацией из 3-5 генов устойчивости, показывают увеличение и расширение спектра устойчивости к пирикуляриозу, по сравнению с линиями, имеющими отдельные гены. За рубежом уже проведен ряд успешных селекционных программ по созданию устойчивых к пирикуляриозу сортов риса методом пирамидирования генов с использованием маркерной селекции (Choi H.C. и др., 2006).

Устойчивость к различным биотическим и абиотическим факторам

относится к трудно оцениваемым признакам, когда оценка селекционного материала возможна лишь при наличии соответствующего стрессового фактора. В настоящее время при селекции сельскохозяйственных растений на устойчивость расщепляющаяся популяция, получаемая от скрещивания источников устойчивости с генотипами, обладающими продуктивностью, тестируется на естественном фоне или же производится искусственное заражение в контролируемых условиях. Эта процедура, хотя и дает отличные результаты, достаточно длительная и дорогостоящая. Кроме того, всегда есть восприимчивые растения, которые избежали поражения (Мухина Ж.М., 2008).

Использование ДНК-маркеров позволяет ускорить оценку и проводить отбор без фенотипической оценки, на ранних стадиях, независимо от внешних условий. В последние годы достигнут большой прогресс в разработке технологий молекулярного маркирования и их применения для контроля сложных агрономических признаков с помощью маркерной селекции (Singh D. и др., 2011). Технология молекулярного маркирования локусов устойчивости позволяет оперативно, без использования провокационных фонов отбирать формы растений с целевыми генами (Sabouri и др., 2009). Идентификация молекулярных маркеров, сцепленных с генами устойчивости к этим факторам, облегчает селекционную работу. Применение ДНК-маркеров выводит селекцию сельскохозяйственных растений на качественно новый уровень, позволяя оценивать генотипы напрямую, а не через фенотипические проявления, что, в конечном счете, реализуется в ускоренном создании сортов, обладающих комплексом ценных признаков (Мухина Ж.М., 2008). Поэтому актуальным является создание с помощью маркирования новых сортов риса (Kostylev P.I. и др., 2014).

**Целью** исследований являлось создание с использованием ДНК-маркеров и ПЦР-анализа исходного материала риса для селекции высокопродуктивных сортов, устойчивых к биотическим и абиотическим стресс-факторам среды: засолению почвы, длительному затоплению водой, пирикуляриозу и т.д.

**Материалы и методы.** В качестве доноров переносимого гена солеустойчивости использовали образцы из коллекции Института сельскохозяйственной генетики (Вьетнам) IR 52713-2B-8-2B-1-2, IR 74099-3R-3-3 и NSIC Rc 106, которые скрестили со скороспелым краснодарским сортом Новатор. Эти сорта несут локус Saltol, который был картирован вблизи центромерного участка первой хромосомы. В качестве фланкирующих SSR маркеров этого локуса использовали RM493 и RM 7075 (Linh и др., 2012) с наибольшей разницей в длине микросателитных повторов между родительскими формами.

В качестве доноров гена устойчивости к затоплению использовали сорта с локусом Sub 1A: BR-11, CR-1009, Inbara-3, TDK-1. В качестве реципиента был также взят скороспелый сорт Новатор. Локус Sub1 картирован на интервале размером 0,06 морганид в 9 хромосоме (Xu и др. 2006). В работе

использованы микросателлитные маркеры на ген Sub 1 – CR25K и SSR1A. Идентификацию гена Sub1A проводили методом молекулярного маркирования на основе ПЦР с использованием специфичных праймеров.

При переносе генов устойчивости к пирикуляриозу использовали линии C101-A-51 (Pi-2), C101-Lac (Pi-1, Pi-33), IR-58 (Pi-ta), Мороберекан (Pi-b). Для идентификации гена Pi-1 использовали праймерные пары фланкирующих микросателлитных SSR-маркеров RM224, гена Pi-2 – RM527 и SSR140, гена Pi-33 – RM310 и RM72, генов Pi-b и Pi-ta – внутригенные маркеры, созданные в лаборатории биотехнологии ВНИИ риса. Они локализованы в хромосомах 11, 6, 8, 2, 12, соответственно (Fukuta Y. и др., 2009). Отцовской формой послужили скороспелые районированные сорта риса Боярин и Вираж. При гибридизации растений использовали пневмокастрацию материнских форм и опыление твелл-методом (Костылев П.И., 2011). Гибридные растения выращивали на чеках ФГУП «Пролетарское» Ростовской области. Из отобранных листьев риса выделяли геномную ДНК в лабораторных условиях Института биологии ЮФУ, ВНИИСХБ и ВНИИ риса согласно инструкции производителя. При проведении SSR анализа использовали по 2 пары праймеров, ассоциированных с целевым локусом. Амплификацию проводили в термоциклере Bio-rad C1000. ПЦР продукты разделяли с помощью электрофореза в 2,5% агарозном геле. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью программы Excel и Statistica 6.

**Результаты.**

В процессе работы в 2013-2014 годы проведены скрещивания и получены гибриды $F_1$-$F_2$ сорта Новатор с азиатскими донорными сортами риса, несущими гены Saltol и Sub 1.

Гибриды второго поколения существенно варьировали по количественным признакам: вегетационному периоду (от скороспелых до нецветущих), высоте растений (75-122 см),

длине метелки (14-25 см), числу выполненных зерен (80-206 шт.), числу колосков (99-300 шт.), плотности метелки (4,4-16,6 шт./см), массе 1000 зерен (26,3-34,9 г), массе зерна с метелки (2,1-5,5 г) и др.

Для анализа взяли 83 лучших растения с хорошо вызревшим зерном. На рисунке 1 представлены результаты ПЦР анализа родительских сортов и гибридных растений риса $F_2$ (NSIC Rc 106 × Новатор) по микросателлитному локусу RM493. Верхний бэнд показывает отсутствие маркера гена Saltol, нижний – наличие. Растение №148 было гомозиготным по аллелю Saltol в обоих локусах гомологичных хромосом, №137, 139, 142, 146, 150 – гетерозиготным, остальные – гомозиготными по рецессивному аллелю.

Расщепление по генам Saltol не укладывалось в рамки менделевского, так как выборка была нерепрезентатвной вследствие отбора. В таблице 1 представлены соотношения расщепления у трех гибридов.

Таблица 1. Расщепление по генам Saltol

| Гибрид | saltol / saltol | Saltol / saltol | Saltol / Saltol |
|---|---|---|---|
| NSIC Rc 106 х Новатор | 15 | 13 | 2 |
| IR 52713 х Новатор | 9 | 18 | 2 |
| IR 74099 х Новатор | 14 | 8 | 2 |
| Всего | 38 | 39 | 6 |

Преобладали растения с рецессивными аллелями гена (38) и гетерозиготы (39), а солеустойчивых доминантных гомозигот было меньше ожидаемого количества (6). Это связано со сцеплением генов Saltol с неблагоприятными для растений в наших условиях генами: фоточувствительностью, позднеспелостью, осыпаемостью колосков, остистостью.

Одновременно в 2013 году были получены гибриды от скрещивания сорта Новатор с донорами гена Sub 1. Азиатские сорта оказались позднеспелыми, фоточувствительными и в наших условиях не зацветали. Гибридизацию удалось провести лишь с помощью установок искусственного климата. Первое поколение в 2013 году характеризовалось высокой степенью стерильности (90-95%) и бурой окраской цветковых чешуй при созревании, что свидетельствует о значительных генетических различиях между родительскими формами. Во втором поколении в 2014 году наблюдали огромный спектр расщепления по вегетационному периоду, высоте растений, длине и форме метелки, количеству колосков, остистости.

Это обусловлено генетической и эколого-географической удаленностью скрещиваемых форм. Среди гибридов $F_2$ удалось отобрать лучшие растения по многим признакам, совмещающие в себе скороспелость, оптимальную высоту растений, озерненность метелок, неосыпаемость и фертильность колосков. ПЦР-анализ листьев был проведен у 20 растений каждого гибрида, в результате чего выделены формы с геном устойчивости к затоплению Sub 1.

Из проанализированных гибридных растений BR-11 х Новатор ген Sub 1A (в гомо- и гетерозиготном состоянии) присутствовал у девяти, т.е. в соотношении 9:11, хотя при моногибридном расщеплении оно должно было быть 15:5. В гибридной комбинации CR-1009 × Новатор расщепление $F_2$ прошло в соотношении 18:2, т.е. почти все отобранные растения имели ген Sub 1. У гибридов Inbara-3 × Новатор и TDK-1 × Новатор расщепление прошло в соотношении 14:6, или примерно 3:1, т.е. близко к менделевскому (рис.2).

Отклонения в расщеплениях двух комбинаций можно объяснить влиянием отбора и сцеплением генов. Из 80 растений четырех гибридов выделили 55 растений с целевым геном. Образцы с геном Sub 1 в 2015 году репродуцированы в ФГУП «Пролетарское» Ростовской области, где из них отобраны лучшие растения $F_3$.

Создание устойчивых к пирикуляриозу сортов и быстрое внедрение их в производство является наиболее перспективным решением в борьбе с этим заболеванием. Однако создание устойчивых сортов – одно из самых трудных направлений селекции. Возбудители болезни имеют большой потенциал изменчивости, что в сочетании с их колоссальными способностями к размножению обеспечивает патогену высочайшие приспособительные возможности. Объединение нескольких эффективных генов устойчивости на генетической основе элитных сортов – это результативная стратегия селекции на длительную устойчивость к высоковариабельным грибковым патогенам.

На основе использования технологии ДНК-маркерной селекции (marker assisted selection – MAS - селекция с применением ДНК маркеров к генам интереса) нами проведено введение 5 генов устойчивости к пирикуляриозу в отечественные сорта риса, адаптированные к агроклиматическим условиям рисосеяния юга России.

Серия проведенных скрещиваний позволила получить линии риса на основе сортов Боярин и Вираж с пирамидированными генами устойчивости к пирикуляриозу Pi-1, Pi-2, Pi-33, Pi-ta, Pi-b в гомозиготном состоянии. В течение всех циклов возвратных скрещиваний перенос доминантных аллелей каждого такого гена в потомстве контролировался тесно сцепленными молекулярными маркерами. Растения, в генотипе которых аллели устойчивости не обнаруживали, выбраковывали.

На первом этапе работы в 2005 году были получены 6 гибридов от скрещивания сортов Боярин и Вираж с тремя донорами устойчивости к пирикуляриозу, несущими гены Pi-l, Pi-2, Pi-33. После анализа во ВНИИ риса выделены гомозиготы по доминантным аллелям.

На втором этапе работы (2008) после скрещивания между собой гибридов Pi-1+33 х Боярин и Pi-2 х Боярин удалось получить формы с тремя пирамидированными генами одновременно: Pi-l, Pi-2, Pi-33 в гомозиготном состоянии.

На третьем этапе работы (2010) была проведена их гибридизация с донорами генов Pi-ta и Pi-b для объединения 5 генов. Скрещивания были двух типов: [(Pi1+2+33) x Pi ta] x Pi b и Pi1+2+33 x (Pi ta x Pi b).

С лучших гибридных растений $F_2$ отобрали листья для анализа ДНК во ВНИИСБ и ВНИИ риса с использованием одного маркера по каждому гену. По результатам анализа удалось выделить два образца риса, которые были гомозиготными по всем пяти доминантным аллелям. Повторный анализ листьев этих образцов подтвердил результаты прошлого года, т.е. гомозиготность по доминантным аллелям всех пяти локусов.

На рисунке 3 показаны электрофореграммы двух линий 1225/13 и 1396/13 с номерами проб №2 и №19, которые показывают наличие пяти генов Pi.

Линия 1225/13 скороспелая, созревает за 110 дней, низкорослая (80 см), с небольшой метелкой (15 см). Вторая линия 1396/13 – среднеспелая, период до созревания 120 дней, более высокорослая (100 см), с крупной

длинной метелкой (22 см).

Результаты анализа позволили направить данные линии в селекционный питомник 2014-2015 года для испытания на урожайность и устойчивость к пирикуляриозу. В 2015 году собрано 115 кг семян образца 1396/13, которые планируется высеять на инфекционном фоне в 2016 году.

**Выводы и предложения**

1. В результате проведенных исследований с помощью молекулярного маркирования на основе ПЦР в сочетании с традиционной селекцией выделены скороспелые линии риса с генами устойчивости к засолению Saltol и затоплению Sub 1, пригодные для выращивания в Ростовской области.
2. Созданы линии риса, в генотипе которых собрано пять эффективных генов резистентности к пириуляриозу (Pi-1, Pi-2, Pi-33, Pi-ta, Pi-b). Внедрение таких сортов в производство позволит избежать эпифитотийного развития болезни, сохранить биологическую урожайность риса и получать экологически чистую сельхозпродукцию.

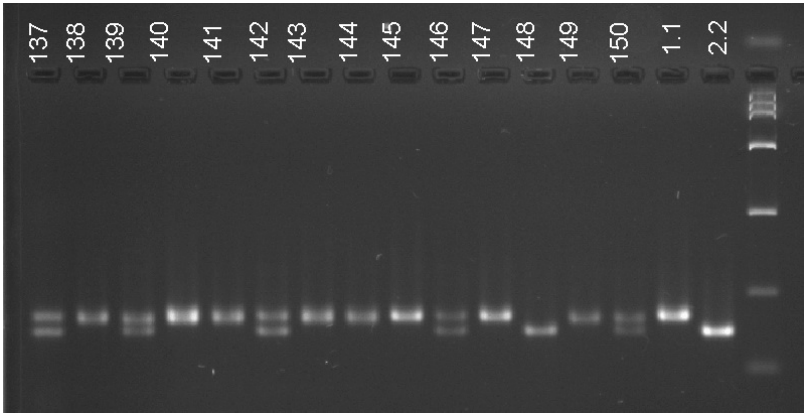


Рис. 1. Электрофореграмма продуктов амплификации геномной ДНК с RM493: Новатор – 1.1, NSIC Rc 106 – 2.2, гибриды NSIC Rc 106 × Новатор: гомозигота 148 – Saltol / Saltol; гетерозиготы 137, 139, 142, 146, 150 – Saltol / saltol; остальные – saltol / saltol

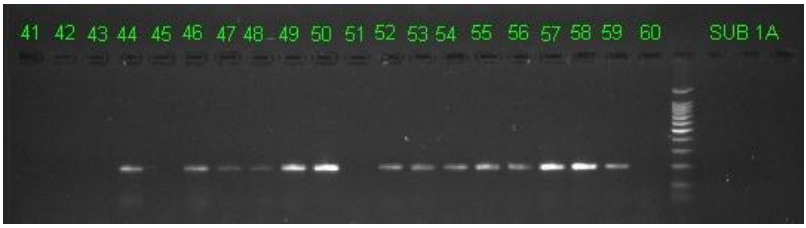


Рис. 2. Электрофореграмма ДНК-маркеров гибрида Inbara-3 × Новатор

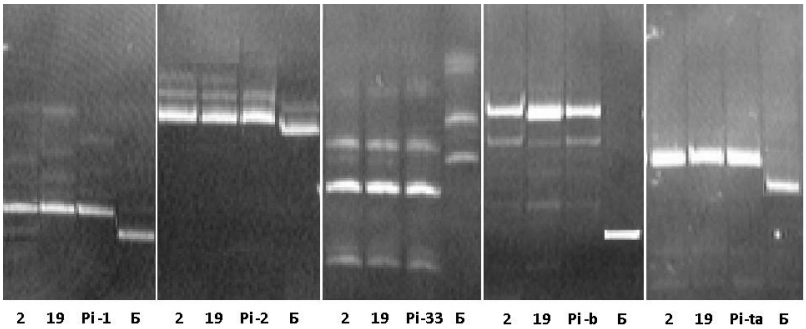


Рис. 3. Фореграммы образцов риса по маркерам пяти генов Pi-1, Pi-2, Pi-33, Pi-b, Pi-ta. Линии 2 и 19 несут доминантные аллели в пяти локусах в гомозиготном состоянии, сорт Боярин (Б) – рецессивные

## Литература

1. Костылев П.И. Методы селекции, семеноводства и сортовой агротехники риса – Ростов-на-Дону. ЗАО «Книга»; 2011 г. – 267 с.
2. Ладатко Н.А. Морфофизиологические особенности сортов ри-са, обусловливающие их устойчивость к засолению почвы, в связи с разработкой методов оценки селекционных образцов на солеустойчивость: диссертация … кандидата биологических наук // Красно-дар, 2006. – 190 с.
3. Мухина Ж.М. Использование ДНК-маркеров для изучения генетического разнообразия растительных ресурсов. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2008. – С.84.
4. Choi H.C., Kim Y.G., Hong H.C., Hwang H.G. et al. Development of blast-resistant rice multi-line cultivars and their stability to blast resistance and yield performance // Korean J. Breed. – 2006. – 38. – P.83-89.
5. Food and Agriculture Organization, “Report of salt affected agriculture,” 2010, http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush/.
6. Fukuta Y., Xu D., Kobayashi N. и др. Genetic characterization of universal differential varie-ties for blast resistance developed under the IRRI-Japan Collaborative Reseaarch Project using DNA markers in rice (Oryza sativa L.)/ JIRCAS Working Report, 2009. – 63. – P.35-68.

7. Kostylev P.I., Redkin A.A., Krasnova Ye.V., Dubina Ye.V., Ilnitskaya Ye.T., Yesaulova L.V., Mukhina Zh.M., Kharitonov Ye.M. Creating rice varieties, resistant to pirikulariosis by means of DNA markers / Vestnik of the Russian academy agricultural science, 2014. – 1. – P.26-28.
8. Linh L.H., Linh T.H, Xuan T.D., Ham L.H, Ismail A.M., Tran Dang Khanh T.D. Molecular Breeding to Improve Salt Tolerance of Rice (Oryza sativa L.) in the Red River Delta of Vi-etnam // International Journal of Plant Genomics, Volume 2012. – Article ID 949038. – 9 p.
9. Negrao S., Courtois B., Ahmadi N., Abreu I., Saibo N., Oliveira M.M. Recent updates on salin-ity stress in rice: from physiological to molecular responses // Critical Reviews in Plant Sciences, 2011. – V.30. – 4. – P. 329-377.
10. Ren Z.H., Gao J.P., Li L.G. et al. A rice quantitative trait locus for salt tolerance encodes a so-dium transporter // Nature Genetics, 2005. – V. 37. – 10. – P. 1141-1146.
11. Sabouri, H. QTLs mapping of physiological traits related to salt tolerance in young rice seed-lings / H. Sabouri, A.M. Rezai, A. Moumeni, et al.// Biol. Plant. – 2009. – V. 53. – P. 657-662.
12. Singh D., Kumar A., Kumar A.S. et al. Marker assisted selection and crop management for salt tolerance: a review // African Journal Biotechnology, 2011. – V. 10. – 66. – P. 14694-14698.
13. Singh S., Mackill, D.J., Ismail, A.M., Responses of SUB1 rice introgression lines to submerg-ence in the field: yield and grain quality / Nature Publishing Group, 2009. – 12–23.
14. Takehisa H., Shimodate T., Fukuta Y.et al. Identification of quantitative trait loci for plant growth of rice in paddy field flooded with salt water // Field Crops Research, 2004. – V. 89. – 1. – P. 85-95.
15. Xu K., Mackill D.J. A major locus for submergence tolerance mapped on rice chromosome 9 // Molecular Breeding, 1996. – 2. – P.219-224.
16. Xu K., Xu X., Fukao T., Canlas P., Maghirang-Rodriguez R., Heuer S., Ismail A.M., Bailey-Serres J., Ronald P.C., Mackill D.J. Sub1A is an ethylene-response-factor like gene that confers submergence tolerance to rice // Nature, 2006. – 442. – P.705-708.

*(26 - 27).11.2015.- 275 с. ISBN: 978-5-906217-85-1*

# ИЗУЧЕНИЕ ДОНОРНЫХ СОРТОВ РИСА ПОДВИДА INDICA В УСЛОВИЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Краснова Е.В., Костылев П.И., Редькин А.А.

ВНИИЗК им. И.Г. Калиненко

*E-mail: p-kostylev@mail.ru*

*Выведение сортов риса для северных районов возделывания требует тщательного изучения и вовлечения в селекционный процесс разнообразного исходного материала. В результате изучения коллекционного тропического материала риса по важным в хозяйственном отношении количественным признакам установлено значительное их варьирование. Выявлены положительные корреляции длины метелки с высотой растений, массой зерна с метелки и массой 1000 зерен; числа зерен на метелке – с фертильностью и массой зерна с метелки. Для селекционной работы отобраны устойчивые к стресс-факторам формы риса с комплексом хозяйственно-ценных признаков. Проведена их гибридизация с отечественными скороспелыми сортами.*

***Ключевые слова:*** *рис, гибридизация, устойчивость к стресс-факторам, Ростовская область*

Рис является основным продуктом питания более половины населения мира. Мировое разнообразие сортов является генетической основой для усилий селекции, направленных на поддержание продуктивности риса. В большинстве стран Азии поддерживают коллекции зародышевой плазмы риса. Международный институт риса (IRRI) имеет самую большую, генетически разнообразную и полную коллекцию риса в мире (Jackson M.T. и др., 2002).

Самая северная зона выращивания риса находится в Российской Федерации. Рис высевают на Кубани, Дону, Поволжье, Дальнем Востоке на площади около 200 тыс. га. В Ростовской области он ежегодно выращивается на площади 14-15 тыс. га (Костылев П.И. и др., 2004). Поэтому основным направлением селекции риса в этой зоне является создание стрессоустойчивых среднеспелых сортов с высокой продуктивностью, хорошо приспособленных к местным условиям. Проблема их создания должна решаться на основе изучения разнообразного исходного материала и выделения из него источников хозяйственно-ценных признаков для включения их в селекционных процесс, что позволит более результативно создавать новые высокоурожайные сорта риса.

**Целью** исследований являлось всестороннее изучение образцов коллекции риса IRRI (Филиппины) и AGI (Институт сельскохозяйственной генетики, Вьетнам) в лаборатории риса ВНИИ зерновых культур; отбор

исходного материла для селекции устойчивых к стресс-факторам продуктивных сортов риса и использование их в гибридизации со своими сортами.

**Материал и методика.** В качестве материала для исследований использовали 50 донорных образцов риса подвида *indica* из коллекции AGI, несущие гены Saltol (солеустойчивость), Sub 1 (устойчивость к затоплению), Xa (устойчивость к бактериозу) AG (анаэробное прорастание семян) и др. Использовали методики ВИР, ВНИИ риса и ВНИИЗК. Образцы высевали 4 мая вручную на делянках площадью 0,6 м$^2$. В качестве стандартов использовали сорта Боярин и Южанин подвида *japonica*. Математическую обработку данных проводили по Доспехову Б.А. (1985).

**Результаты.** В результате изучения коллекционного материала по комплексу признаков установлены большие различия по вегетационному периоду, высоте растений, длине метелки, числу колосков и зерен на метелке, длине и ширине зерновки, массе 1000 зерен и массе зерна с метелки. Половина образцов оказались позднеспелыми, фоточувствительными и в наших условиях не зацвели. Продолжительность периода вегетации – главный лимитирующий фактор. В условиях Пролетарска могут гарантированно вызревать сорта с вегетационным периодом до созревания 130 дней, поэтому большинство тропических сортов здесь не созревают. В 2015 году сложились очень теплые условия. Температурный режим лета и сентября был на 2,3-5,2°С выше среднемноголетних значений. Сумма биологически активных температур в апреле – сентябре составила 3505°С при норме 2900°С, что способствовало созреванию зерна даже очень поздних сортов.

Изученная коллекция состояла из образцов, различных по вегетационному периоду: от 105 до 131 дней до цветения (более поздние не анализировали). Это на 29-55 дней больше, чем у стандартного сорта Боярин (табл. 1).

С использованием теплицы их удалось скрестить с раннеспелыми местными сортами подвида *japonica* и довести до полного созревания. Первыми зацвели образцы BR47 (105 дней), QR2 (109 дней) и NSiC Rc 106 (110 дней). Наиболее поздними были доноры генов Sub 1 и Xa (до 131 дня). Если добавить один месяц до созревания (в теплице) то общий вегетационный период составит более 160 дней.

Изученная коллекция была разнообразна по высоте растений – от 56 до 153 см (табл. 1). Преобладали формы 70-90 см с генами полукарликовости, которые способствуют увеличению индекса урожая. Это оптимальные размеры для производственных сортов риса. Высокорослыми сортами в коллекции были доноры генов анаэробного прорастания (AG): Khao Hlan On (153 см), Kharsu 80A (140 см) и Mazhan Red (123 см). Растения этих сортов способны сильно вытягиваться и прорастать из под глубокого слоя воды. Однако при созревании все они полегли. Остальные образцы имели современный низкорослый габитус с прямостоячими листьями и длинной поникающей метелкой.

*(26 - 27).11.2015.- 275 с. ISBN: 978-5-906217-85-1*

Таблица 1. Характеристика донорных сортов риса, Пролетарск, 2015 г.

| № дел. | Название образца | Происхождение | Характеристика | Период до цветения, дни | Высота, см | Длина метелки, см |
|---|---|---|---|---|---|---|
| st | Боярин | ВНИИЗК | Стандарт | 76,0 | 86,0 | 15,3 |
| st | Южанин | ВНИИЗК | Стандарт | 86,0 | 103,0 | 18,3 |
| 8261 | QR1 | AGI | Амилоза | 114 | 64,1 | 12,6 |
| 8262 | QR2 | AGI | Амилоза | 109 | 79,2 | 21,4 |
| 8254 | SHPT-1 | AGI | Урожайный | 117 | 90,8 | 17,0 |
| 8255 | DT 57 | AGI | Урожайный | 117 | 64,5 | 21,8 |
| 8256 | FL 478 | AGI | Saltol | 114 | 67,4 | 21,5 |
| 8257 | IR 45427-2B-2-2N-1-1 | AGI | Saltol | 114 | 71,8 | 23,4 |
| 8259 | IR 74099-3R-3-3 | AGI | Saltol | 110 | 78,4 | 25,6 |
| 8260 | NSiC Rc 106 | AGI | Saltol | 110 | 73,3 | 26,0 |
| 1006 | BR 47 | IRRI | Saltol | 105 | 96,5 | 23,3 |
| 1032 | D18 (Khan Dan) | AGI | Sub1 | 131 | 91,7 | 19,7 |
| 1033 | D27 KD | AGI | Sub1 | 131 | 93,3 | 18,3 |
| 1034 | D149 KD | AGI | Sub1 | 126 | 95,0 | 21,5 |
| 1015 | IR86385-48-2-1-B | IRRI | Sub1 + Saltol | 131 | 83,3 | 19,0 |
| 1022 | IR86385-87-1-1-B | IRRI | Sub1 + Saltol | 117 | 81,7 | 16,3 |
| 1024 | IR86385-99-2-1-B | IRRI | Sub1 + Saltol | 126 | 76,7 | 21,0 |
| 1026 | IR86385-117-3-1-B | IRRI | Sub1 + Saltol | 126 | 86,7 | 16,5 |
| 1027 | IR86385-122-1-1-B | IRRI | Sub1 + Saltol | 131 | 70,0 | 18,0 |
| 1029 | IR86385-194-2-1-B | IRRI | Sub1 + Saltol | 117 | 83,3 | 18,0 |
| 1030 | IR86385-248-2-1-B | IRRI | Sub1 + Saltol | 126 | 80,0 | 18,7 |
| 1008 | Khao Hlan On | IRRI | AG | 126 | 153,3 | 18,3 |
| 1009 | Kharsu 80A | IRRI | AG | 113 | 140,0 | 22,7 |
| 1010 | Mazhan Red | IRRI | AG | 115 | 123,4 | 22,7 |
| 1044 | IRBB 62 | IRRI | Xa4,Xa7,Xa21 | 129 | 60,0 | 15,7 |
| 1041 | IRBB 5 | IRRI | Xa5 | 124 | 56,7 | 12,0 |
| 1042 | IRBB 7 | IRRI | Xa7 | 131 | 81,7 | 14,5 |
| | Минимум | | | 76,0 | 56,7 | 12,0 |
| | Максимум | | | 131,0 | 153,3 | 26,0 |
| | Среднее | | | 116,5 | 87,6 | 19,2 |
| | Стандартное отклонение | | | 11,9 | 26,5 | 3,9 |

Таблица 2. Характеристика донорных сортов риса, Пролетарск, 2015 г. (продолжение)

| № 2015 | Число колосков на метелке, шт. | | | Фертильность колосков, % | Масса зерна с метелки, г | Масса 1000 зерен, г | Длина колоска, мм | Ширина колоска, мм |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | полных | пустых | всего | | | | | |
| Боярин | 110,0 | 7,0 | 117,0 | 94,0 | 3,50 | 31,8 | 8,5 | 3,5 |
| Южанин | 140,0 | 11,0 | 161,0 | 92,7 | 4,13 | 29,5 | 8,8 | 3,4 |
| 8261 | 124,3 | 35,4 | 159,7 | 77,8 | 3,20 | 25,7 | 7,8 | 2,4 |
| 8262 | 156,5 | 17,5 | 174,0 | 89,9 | 4,24 | 27,1 | 8,6 | 2,3 |
| 8254 | 168,3 | 77,2 | 245,5 | 68,6 | 4,90 | 29,1 | 8,2 | 2,7 |
| 8255 | 137,7 | 53,4 | 191,1 | 72,1 | 3,07 | 22,3 | 9,0 | 2,7 |
| 8256 | 123,9 | 49,4 | 173,3 | 71,5 | 3,16 | 25,5 | 8,9 | 2,6 |
| 8257 | 108,2 | 41,6 | 149,8 | 72,2 | 3,00 | 27,7 | 8,2 | 2,9 |
| 8259 | 156,8 | 38,1 | 194,9 | 80,5 | 4,25 | 27,1 | 8,6 | 2,6 |
| 8260 | 130,2 | 14,8 | 145,0 | 89,8 | 3,67 | 28,2 | 9,9 | 2,2 |
| 1006 | 68,0 | 23,5 | 91,5 | 74,3 | 1,50 | 22,0 | 8,3 | 2,4 |
| 1032 | 196,7 | 71,3 | 268,0 | 73,4 | 3,79 | 19,3 | 7,9 | 2,6 |
| 1033 | 169,3 | 76,7 | 246,0 | 68,8 | 3,50 | 20,7 | 8,0 | 2,7 |
| 1034 | 160,3 | 104,0 | 264,3 | 60,7 | 3,81 | 21,7 | 8,3 | 2,8 |
| 1015 | 74,3 | 59,3 | 133,6 | 55,6 | 1,78 | 24,0 | 9,3 | 2,7 |
| 1022 | 88,5 | 57,6 | 146,1 | 60,6 | 1,95 | 22,0 | 8,2 | 2,7 |
| 1024 | 76,4 | 59,4 | 135,8 | 56,3 | 1,99 | 26,0 | 9,8 | 2,2 |
| 1026 | 76,3 | 37,7 | 114,0 | 67,0 | 1,99 | 25,9 | 8,8 | 2,4 |
| 1027 | 65,3 | 49,0 | 114,3 | 57,1 | 1,46 | 22,3 | 9,1 | 2,5 |
| 1029 | 135,8 | 47,7 | 128,7 | 74,0 | 3,26 | 24,0 | 9,1 | 2,5 |
| 1030 | 67,7 | 40,3 | 108,0 | 62,7 | 1,68 | 23,4 | 8,5 | 2,5 |
| 1008 | 148,0 | 48,6 | 196,6 | 75,3 | 2,66 | 18,0 | 8,5 | 2,6 |
| 1009 | 67,7 | 49,2 | 116,9 | 57,9 | 1,90 | 28,0 | 8,1 | 3,4 |
| 1010 | 99,5 | 70,3 | 169,8 | 58,6 | 2,69 | 27,0 | 7,7 | 2,6 |
| 1044 | 95,3 | 54,0 | 149,3 | 63,8 | 1,80 | 18,9 | 8,7 | 2,5 |
| 1041 | 103,3 | 52,0 | 165,3 | 66,5 | 1,69 | 16,9 | 8,8 | 2,6 |
| 1042 | 129,0 | 52,7 | 181,7 | 71,0 | 2,27 | 17,6 | 8,7 | 2,6 |
| Минимум | 65,3 | 7,0 | 91,5 | 55,6 | 1,46 | 16,9 | 7,7 | 2,2 |
| Максимум | 196,7 | 104,0 | 268,0 | 94,0 | 4,90 | 31,8 | 9,9 | 3,5 |
| Среднее | 118,6 | 48,6 | 165,5 | 71,1 | 2,87 | 24,3 | 8,6 | 2,7 |
| Стандартное отклонение | 41,6 | 22,3 | 54,0 | 9,9 | 1,1 | 4,2 | 0,6 | 0,3 |

Кустистость растений в условиях достаточной площади питания была очень высокой и достигала 25 продуктивных побегов (рис. 1).

Длина флаговых листьев варьировала от 21,2 до 30,5 см (в среднем 26,7), ширина – от 1,0 до 1,7 см (в среднем 1,4 см).

Образцы коллекции характеризуются большим разнообразием размеров и формы метелки, которые зависят от длины центральной оси, количества узлов на ней, длины боковых ветвей, числа и распределения колосков на боковых ветвях. Все тропические образцы имели поникающий тип метелок. Длина метелок изученных образцов варьировала от 12 до 26 см (табл. 2), тогда как у стандарта Боярин она составила 15,3 см. В отличие от остальных образцов она была плотной, компактной, прямостоячей. Длина метелки положительно коррелировала с высотой растений (r = 0,22±0,10) массой зерна с метелки (r = 0,23±0,10) и массой 1000 зерен (r = 0,36±0,10).

Количество колосков на метелке – один из главных признаков продуктивности риса.

Число колосков в метелках варьировало в широких пределах: от 91,5 до 268 штук (табл. 2). Больше всего колосков формировалось в метелках сортов D18 (Khan Dan), KD Sub1 D149 и SHPT-1, меньше всего – у более раннего образца BR 47.

При этом наблюдалась высокая стерильность колосков, связанная с повышенной сухостью воздуха, фертильность тропических сортов варьировала от 55,6 до 89,9% (у стандартов 92,7-94,0%). Поэтому число сформировавшихся зерен было существенно ниже: от 65,3 до 196,7 штук (табл. 2). Анализ взаимосвязей признаков показал, что число зерен на метелке коррелирует с фертильностью (r=0,48±0,18) и массой зерна с метелки (r=0,86±0,11).

По массе зерна с метелки коллекционные образцы варьировали от 1,46 до 4,90 г (табл. 2). Они распределились на две обособленные группы: с массой метелки 1,46-2,5 г, их было 41%, и – 2,6-4,9 г (59%). Наиболее тяжелые метелки формировались у сортов QR2, SHPT-1, IR 74099-3R-3-3 и стандарта Южанин – более 4 г.

В условиях Ростовской области при хорошей освещенности и оптимальной температуре создаются благоприятные условия для формирования риса с высокой массой 1000 зерен. В наших исследованиях она варьировала от 16,9 до 29,1 г, причем у стандартов – составляла 29,5-31,8 г. Выделен образец с очень ароматным зерном QR2. Крупа таких форм ценится дороже обычных. Этот образец также имеет высокое содержание амилозы 18-20%. Корреляционный анализ показал, что масса зерновки имеет положительную связь с длиной метелки (r=0,36±0,18) и массой зерна с метелки (r=0,44±0,18), но отрицательную – с числом пустых колосков на метелке (r= -0,45±0,18) и вегетационным периодом (r= -0,71±0,15).

Изученные образцы имели в основном узкое зерно, от 2,2 до 2,8 мм (у стандартов 3,4-3,5 мм) (табл. 2, рис. 2). При этом длина колосков варьировала от 7,7 до 9,9 мм.

Самыми длиннозерными были сорта NSiC Rc 106 и IR86385-99-2-1-B (табл. 2). При этом длина и ширина зерна отрицательно коррелировали между собой (r=0,34±0,18).

Большое значение имеет устойчивость к бактериозу, вызываемому *Xanthomonas*. Заболевание появляется на листьях и значительно снижает урожайность зерна при раннем заражении восприимчивых сортов. В мире эта проблема очень актуальна, в России этой болезни пока нет, но она может появиться, в связи с чем необходимо привлечение в селекционный процесс иммунных форм доноров генов *Xa*. Образцы с повышенной устойчивостью к этому заболеванию IRBB 62, IRBB 5, IRBB 7 были скрещены в 2015 году со скороспелыми сортами Контакт и Боярин. Контроль присутствия генов у гибридов будет осуществлен методом ПЦР-анализа. Получены гибриды от скрещивания энергично прорастающих сортов Khao Hlan On, Kharsu 80A и Mazhan Red с сортом Контакт и гибридными линиями [9305 (Pi1+2+33+ta+-b) × INBARA 3 (Sub-1)], Магнат × TDK 1 (Sub 1), INBARA 3 (Sub-1) × Боярин, IR 64 (Sub-1) × Командор для объединения в одном генотипе различных генов.

Ведется также программа по переносу генов устойчивости риса к засолению почвы (*Saltol*) от доноров IR 52713-2B-8-2B-1-2, IR 74099-3R-3-3, NSIC Rc 106) и затоплению глубоким слоем воды (*Sub 1*) (BR-11, CR-1009, INBARA-3, TDK-1) от азиатских доноров в отечественные сорта. В 2013 году были получены их гибриды со скороспелым сортом Новатор и в текущем году из $F_3$ отобраны ценные рекомбинанты, адаптированные для условий России. Проведенное изучение коллекции риса дает возможность использовать ценные гены из мирового потенциала при создании сортов для конкретных почвенно-климатических условий Ростовской области. Вновь выводимые сорта должны относиться к ранне- и среднеспелой группам с периодом вегетации от 110-120 дней и обладать урожайностью 8-10 т/га. Растения должны быть устойчивы к полеганию, осыпанию, болезням и абиотическим стресс-факторам. Такая модель сорта положена в основу нашей селекционной работы.

**Выводы и предложения.**

1. Изученная коллекция тропических доноров риса подвида *indica* содержит сорта, способные вызревать в северных для риса условиях России и скрещиваться со скороспелыми местными сортами подвида *japonica*. Выявлены положительные корреляции длины метелки с высотой растений, массой зерна с метелки и массой 1000 зерен; числа зерен на метелке – с фертильностью и массой зерна с метелки.
2. Для селекционной работы отобраны устойчивые к таким стресс-факторам как засоление, затопление, болезни, формы риса с комплексом хозяйственно-ценных признаков. Проведена их гибридизация с отечественными скороспелыми сортами.

*(26 - 27).11.2015.- 275 с. ISBN: 978-5-906217-85-1*

Рис. 1. Растения сорта QR 1 в Пролетарске 22 сентября 2015 г.

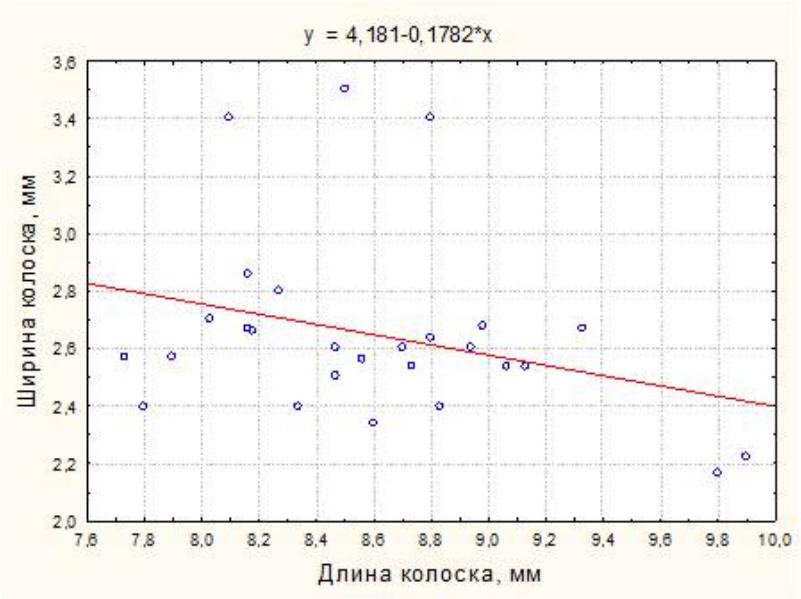


Рис. 2. Распределение образцов риса по длине и ширине колосков

## Литература

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта // 5-е изд. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Костылев П.И., Степовой В.И., Парфенюк А.А. Рекомендации по выращиванию риса в Ростовской области. – Ростов н/Д: ЗАО «Книга», 2004. – 112 с.
3. Jackson M.T. and Lettingtonb R.J.L. Conservation and use of rice germplasm: an evolving paradigm under the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture / Proceedings of the 20th Session of the International Rice Commission (Bangkok, Thailand, 23–26 July 2002). http://www.fao.org/docrep/006/y4751e/y4751e07.htm#TopOfPage

*(26 - 27).11.2015.- 275 с. ISBN: 978-5-906217-85-1*

УДК 631.8:631.452:633.18

# ВЛИЯНИЕ ИНГИБИТОРА НИТРИФИКАЦИИ ГУАНОЗОЛ НА АЗОТНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ РИСА

Кумейко Ю.В., Паращенко В.Н.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт риса»,
Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия
350921, Россия, г. Краснодар, пос. Белозёрный, 3

*E-mail: arrri_kub@mail.ru*

*В статье показана высокая эффективность использования нового ингибитора нитрификации Гуанозол, способного регулировать азотный режим почвы. Его действие способствует повышению эффективности азотного удобрения, что повышает обеспеченность растений азотом и увеличивает урожайность риса.*

***Ключевые слова:*** *рис, азотное удобрение, ингибитор нитрификации, азот почвы, урожайность, коэффициент использования*

Известно, что урожайность риса, находится в прямой зависимости от степени обеспеченности его азотным питанием. Источниками азота являются: высвобождающийся при минерализации органического вещества почвы азот, в т.ч. биологически фиксированный, а также минеральные и органические удобрения.

Но следует отметить, что азот органических соединений не является непосредственным источником питания растений риса. Главная роль в этом принадлежит обменному аммонию, так как нитраты не закрепляются в почвенном поглощающем комплексе (ППК) и теряются при возделывании риса.

Доля минерального азота в рисовых почвах невелика, в рисовых почвах она находится в пределах от 12,5 % до 14,2 % в зависимости от типа почвы. Азот этой фракции включает фиксированный аммоний (который занимает большую часть) и обменно-поглощенный почвой аммоний, а также нитраты и нитриты почвенного раствора [6]. Такое содержание минерального азота в почве недостаточно для получения высоких урожаев риса в связи с чем, требуется применение азотных удобрений, так как на их долю приходится более 80 % суммарной прибавки урожая, получаемой от применения промышленных туков.

Наряду с этим за вегетационный период величина непроизводительных потерь азота колеблется от 40 до 50 % применяемой дозы. Общее количество потерь азота за это время может достигать 70%, а коэффициент

использования азота растениями при этом составляет 20-25 % [3, 9]. Всвязи с этим, снижение потерь азота из удобрений позволит не только повысить продуктивность риса, но и улучшить экологическую ситуацию окружающей среды.

Применение ингибиторов нитрификации является одним из возможных способов решения этой проблемы. Ингибиторы нитрификации – препараты селективного действия, затормаживающие процессы нитрификации на определённой стадии и тем самым препятствующие накоплению в почве окисленных форм азота. Они тормозят развитие бактерий группы Nitrosomonas, способствующих превращению азота удобрений в почве, и практически не влияют на другие микроорганизмы [1, 5].

Под их влиянием азот удобрений сохраняется в аммонийной форме и накопление нитратов затормаживается. Это уменьшает опасность вымывания азота, предохраняет окружающую среду от загрязнения нитратами и повышает эффективность азотных удобрений [4, 5, 9].

Ранее, ингибиторы нитрификации и модифицированная ими мочевина широко применялись в рисоводстве Краснодарского края и экономически себя оправдали [2, 7]. Однако позже (90-е годы), в связи с тем, что в АПК России в общем и в рисоводстве в частности наблюдался глубокий спад производства, ингибиторы нитрификации не производились и соответственно в рисоводстве не применялись.

В настоящее время в рисоводстве Краснодарском крае изменилась. Необходимым условием его является возрастающая потребность в минеральных и, главным образом, в азотных удобрениях и способах повышения их эффективности. В этой связи в рисоводстве остаются актуальными исследования по изучению эффективности новых ингибиторов нитрификации.

**Цель исследований**

Установить эффективность действия отечественного ингибитора нитрификации Гуанозол на азотный режим почвы и урожайность риса.

**Материалы и методика**

Исследования проводились в условиях полевого опыта на РОС ФГБНУ «ВНИИ риса». Почва опытного участка – лугово-чернозёмная слабосолонцеватая тяжелосуглинистая, характеризуется следующими показателями: pH водной вытяжки – 7,50, содержание гумуса, общих форм азота, фосфора и калия соответственно 3,21, 0,23, 0,19 и 0,68 %. Количество легкогидролизуемого азота – 7,3, нитратов – 1,26, обменного аммония – 0,61, подвижного фосфора – 2,60, подвижного калия 30,5 мг/100 г.

Предшественник – рис. Высеваемый сорт риса – Диамант, норма высева – 7 млн. всхожих семян/га. Площадь делянок: общая – 20 м2, учетная – 15 м2, повторность 4-х кратная, вариантов в опыте – 5, количество делянок – 32. Защитные полосы между делянками – 0,4 м.

Азотное удобрение - карбамид, фосфорное - суперфосфат двойной, и калийное - хлористый калий вносили в соответствии со схемой опыта (табл. 1). Ингибитор нитрификации применяли в количестве 1 % от дозы азота

удобрения. Его вносили в виде водного раствора путём опрыскивания внесенного азотного удобрения в основной приём с последующей заделкой в почву. Режим орошения – укороченное затопление. Технология возделывания риса – общепринятая [9].

**Результаты и обсуждение.**

Полученные результаты показали, что применение ингибитора нитрификации ослабляло деятельность нитрифицирующих микроорганизмов и существенно влияли на количество нитратов в почве. Следовательно, образование нитратов под действием ингибитора нитрификации затормаживалось, что способствовало снижению потерь нитратного азота.

Содержание обменного аммония напротив, в связи с применением удобрений и активизацией восстановительных условий в почве при затоплении возрастало в начале вегетационного периода риса и снижалось к его окончанию. В результате внесения азотного удобрения полной дозой в основной приём содержание обменного аммония в почве в фазе кущения было меньше на 0,93 и 1,25 мг/ на 100 г почвы, чем при дробном с двумя и одной подкормками.

Таким образом, с целью регулирования азотного режима почвы при возделывании риса дробное внесение удобрений является агроприемом, при котором достигается достаточно высокая обеспеченность рисовой лугово-чернозёмной почвы доступными формами азота. Вместе с тем, следует учитывать, что проведение подкормок вследствие различных причин (организационных, погодных, экономических и т.д.) не всегда возможно в оптимальные сроки. Кроме того, дробное внесение, особенно две подкормки, требует дополнительных затрат.

В связи с этим требуется совершенствование способов регулирования азотного режима почвы, одним из которых может быть использование ингибитора нитрификации.

Внесение ингибитора нитрификации обеспечило повышение содержания обменного аммония по сравнению с основным (полной дозой) на 1,85 мг/100 г почвы и дробным внесением с подкормкой в фазе кущения на 0,60 мг/100 г почвы. Аналогичная зависимость по содержанию обменного аммония в почве отмечена и в фазе цветения риса.

Таким образом, применение ингибитора нитрификации положительно влияло на содержание обменного аммония, по сравнению с основным и дробным внесением азотного удобрения.

Для оценки обеспеченности растений риса азотом проводили экспресс-диагностику, с использованием «N-тестера». Применение ингибитора нитрификации повышало обеспеченность растений риса азотом. Особенно это проявилось в фазе цветения. Разница с основным и дробным внесением составила 19,0 и 6 % (табл. 1).

Таблица 1. Обеспеченность растений риса азотом при применении ингибитора нитрификации, единицы

| Варианты опыта | Кущение | Цветение |
|---|---|---|
| Р90К60 –фон | 383 | 354 |
| Фон + N120 (основное) | 479 | 380 |
| Фон + N60(основное) + N60(кущение) | 487 | 442 |
| Фон + N60 (всходы) + N60 (кущение) | 483 | 441 |
| Фон + N60 (основное) + Ингибитор нитрификации Гуанозол | 503 | 468 |
| $НСР_{05}$ | 12,0 | 14,0 |

Регулирование азотного режима почвы в результате применения ингибитора нитрификации положительно отразилось на продуктивности растений риса.

Установлено, что при совместном применении азотного удобрения и ингибитора нитрификации Гуанозол прибавка урожая зерна была получена за счёт увеличения количества продуктивных стеблей и массы зерна с растения.

Таблица 2. Урожайность и показатели эффективности азотного удобрения применяемого с ингибитором нитрификации (2013 -2014 гг)

| Варианты | Урожайность, т/га | $Ок_{N,}$ кг зерна / кг N | $КИУ_{N,}$ % |
|---|---|---|---|
| $N_0P_{90}K_{60}$ – фон | 5,01 | - | - |
| Фон + $N_{120}$ (в основной приём) | 6,51 | 54,2 | 20,3 |
| Фон + $N_{75}$ (в основной приём) + $N_{45}$ (кущение) | 9,11 | 75,9 | 25,8 |
| Фон + $N_{45}$ (всходы) + $N_{75}$ (кущение) | 8,88 | 74,0 | 25,8 |
| Фон + $N_{120}$ (в основной приём) + ингибитор нитрификации Гуанозол | 9,87 | 82,2 | 30,1 |
| $НСР_{05}$ | 0,38 | | |

Учёт урожайности показал, что при внесении азотного удобрения полной дозой в основной приём она достигла 6,51 т/га, а при дробном прибавки составили 26,7 – 28,5 % [7, 9].

При применении карбамида совместно с ингибитором нитрификации Гуанозол урожайность достигла 9,87 т/га и была выше на 7,7 и 10,0 % чем при дробном внесении.

Окупаемость единицы внесенного азота удобрений урожаем основной продукции, определяемая отношением урожайности полученной от азотного удобрения к его дозе при применении ингибитора нитрификации Гуанозол превышала этот показатель на 6,3 и 8,2 кг зерна на кг азота, по сравнению с одной подкормкой. При этом коэффициент использования азота удобрений, также повышался в на 4,3 %.

**Выводы.**

1. Применение ингибитора нитрификации Гуанозол способствовало поддержанию более высокого уровня содержания обменного аммония в почве и обеспеченности растений риса азотным питанием по сравнению дробным внесением, в результате чего урожайность риса повышалась на 7,7 – 10,0 % соответственно.
2. Важным преимуществом применения ингибитора нитрификации по сравнению с дробным способом является возможность внесения азотных удобрений полной дозой в основной прием наземной техникой. При этом исключается необходимость проведения подкормок.
3. Использование ингибитора нитрификации обусловливается экологической целесообразностью. Особенно его применение имеет большую актуальность в санитарно-защитных зонах, где ограничено использование авиации.

**Литература**

1. Алешин, Е.П. Действие ингибиторов нитрификации на микрофлору лугово-черноземной почвы при возделывании риса/ Е.П. Алёшин, В.Н. Паращенко, Н.С. Головко, Р.С. Кутузова //– Доклады ВАСХНИЛ. – 1991. – № 7. – С. 14-17.
2. Горелик, Л.А. Эффективность ингибитора нитрификации 4-амино-1,2,4- триазол в полевых опытах геосети НИУИФ / Л. А. Горелик, Ф.В. Янишевский, Г. В. Подколзина, В. Г. Водопьянов // Агрохимия. – 1990. – №8. С. 20 – 33.
3. Кудеяров, В.Н. Цикл азота в почве и эффективность удобрений / В.Н. Кудеяров.- М.: Наука. – 1989. – 216 с.
4. Кумейко, Ю.В. Влияния применения ингибитора нитрификации на содержание подвижных форм азота в почве при возделывании риса / Ю.В. Кумейко // Материалы VI всероссийской научно-практической конференции молодых учёных «Научное обеспечение агропромышленного комплекса – Краснодар -2012 г. С 85-87.
5. Муравин, Э.А. Ингибиторы нитрификации / Э.А. Муравин.- М.: Агропромиздат. – 1989. – 247 с.

6. Паращенко, В.Н. Характеристика показателей эффективного плодородия основных подтипов рисовых почв Краснодарского края / В. Н. паращенко, Н.М. Кремзин, Л.А. Швыдкая. – ООО «Просвещение –Юг». – № 19. - Рисоводство. – 2011. С 57-61.
7. Паращенко, В.Н. Агроэкологическое обоснование применения ингибиторов нитрификации в рисоводстве / В.Н. Паращенко //Тез. докл. Всероссийского координационного совещания учреждений географической сети длительных опытов с удобрениями и другими агрохимическими средствами. М. Агроконсалт. - 1998. – С. 124-125.
8. Система рисоводства Краснодарского края: Рекомендации/ Под общ. ред. Е.М. Харитонова. – Краснодар: ВНИИриса, 2011.- 3016 с.
9. Dobermann, A. Rice: Nitrogen Disorders & Nutrient management / , A. Dobermann, T.H. Fairhurst. – Manila: IRRI. – 2000. – 192 p.

УДК 631.52:633.18.

# К ВОПРОСУ КАЧЕСТВА КРУПЫ РИСА РОССИЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Малышева Н.Н.[1], Остапенко Н.В.[2], Лоточникова Т.Н.[2]

[1]Министерство сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края, г. Краснодар;
[2]Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт риса», Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия
350921, Россия, г. Краснодар, пос. Белозёрный, 3

*E-mail: arrri_kub@mail.ru*

*В статье освещены проблемы производства, переработки, реализации крупы различных сортов риса на внутреннем рынке России за период 2009-2014 гг. Авторы видят будущее отрасли в расширении ассортимента сортов, внедрении сортов риса специального назначения, пропаганде здорового образа жизни за счёт увеличения потребления различных блюд из рисовой крупы.*

***Ключевые слова:*** *сорт, рис, зерно, крупа, признаки качества, производство и переработка риса, селекция.*

Краснодарский край является основным рисосеющим регионом Российской Федерации. Зона рисосеяния Кубани находится на территории Азово-Черноморской низменности в пределах дельты реки Кубани. Площади орошаемых земель в Краснодарском крае составляют 385,0 тыс. га, в том

числе пашни 375,9 тыс. га. В составе орошаемой пашни рисовые оросительные системы занимают 234,5 тыс. га [1].

Валовой сбор зерна риса на Кубани за последние десять лет увеличен на 345,3 тыс. тонн, урожайность – на 18,6 ц/га. В последние годы урожайность риса в крае стабильно превышает 60,0 ц/га, что сопоставимо с уровнем европейских рисопроизводящих стран. Исключением является 2013 год, когда показатели производства были снижены в связи с уменьшением посевных площадей из-за маловодья и эпифитотии пирикуляриоза на посевах риса (табл. 1).

Таблица 1. Показатели производства риса в Краснодарском крае (согласно статистической форме отчетности 29-СХ)

| Год | Площадь, тыс. га | Валовый сбор, тыс. тонн | Урожайность риса, ц/га |
|---|---|---|---|
| 2009 | 120,6 | 727,1 | 60,5 |
| 2010 | 133,4 | 828,3 | 62,3 |
| 2011 | 134,9 | 823,6 | 61,0 |
| 2012 | 133,3 | 856,7 | 64,3 |
| 2013 | 126,4 | 727,5 | 57,6 |
| 2014 | 130,8 | 822,7 | 62,9 |

**Результаты и обсуждение.** Главной задачей для рисоводства Кубани является поступательное развитие отрасли. Оно должно быть основано не только на наращивании объемов производства риса, но и на улучшении качества производимой продукции, повышении ее конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынках, расширении ассортимента рисопродуктов.

Возделываемые в России сорта риса в основном относятся к подвиду japonica и характеризуются продолговатой или овально-широкой зерновкой (l/b 1,5-2,9), имеющей белый эндосперм [2]. В настоящее время в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Российской Федерации, включено 50 сортов риса, из которых 30 – кубанской селекции. На территории Краснодарского края в производственных условиях выращивается 27 сортов, основная часть которых имеет округлый тип зерновки и служит сырьем для производства крупы, традиционно используемой россиянами в кулинарии.

В процессе переработки зерно риса подвергается шелушению, различной степени шлифования и (или) полирования, вследствие чего удаляются перикарп (плодовая и семенная оболочки), зародыш и частично алейроновый слой, в которых содержится максимальное количество микроэлементов, витаминов, антиоксидантов, пищевых волокон и значительная часть полноценного белка. В зависимости от качественных показателей сырья и способа его обработки получают рис шлифованный и

полированный высшего, первого и второго сортов. Высший сорт крупы должен содержать доброкачественного ядра не менее 99,7%, первый – 99,4%, второй – 99,1%, рис-дробленый – 98,2%. В том числе регламентируется содержание риса дробленого в крупе соответственно – 4,0, 9,0 и 13,0%, пожелтевших зерен – 0,5, 2,0 и 8,0%, клейких зерен – 1,0, 2,0 и 5,0%. Содержание нешелушеных зерен в высшем сорте не допускается, в первом сорте допускается не более 0,2% и во втором – 0,3% [3].

На территории Краснодарского края функционируют 34 рисоперерабатывающих предприятий суммарной производительностью порядка 3740 тонн/сутки, что позволяет переработать более 1 млн. тонн риса. В последние годы проведена реконструкция их материально-технической базы, установлено современное высокотехнологичное оборудование, позволяющее снизить выход дробленого ядра, удалить всевозможные примеси, в т.ч. и краснозёрные формы риса и получить крупу достойного качества. Многие предприятия перешли на международные стандарты ISO/ISTA/ХАССП, что позволяет производить крупу риса из отечественных сортов соответствующего качества, которая отвечает всем требованиям потребительского рынка (табл. 2).

Таблица 2. Показатели качества зерна риса в Краснодарском крае, 2011-2014 гг. (оперативная отчетность МСХ и ПП Краснодарского края)

| Признаки качества крупы риса | Показатели качества крупы риса, % | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
| Зерновая примесь, в т. ч.: | 8,67 | 9,04 | 9,09 | 6,38 |
| - недоразвитые (3/4 массы) | 3,51 | 3,73 | 4,63 | 2,91 |
| - красные | 2,54 | 2,12 | 2,09 | 2,14 |
| - пожелтевшие | 0,43 | 0,15 | 0,25 | 0,07 |
| Трещиноватость | 12,54 | 17,99 | 12,01 | 11,7 |
| Лом | 3,59 | 5,29 | 4,25 | 3,55 |
| Поврежденные ядра (с темным эндоспермом) | 0,97 | 1,85 | 1,04 | 0,84 |

В период с 2009 г. по 2011 г. в крае успешно реализована ведомственная целевая программа «Внедрение приемки, хранения и переработки риса-сырца рисоперерабатывающими предприятиями Краснодарского края раздельно по сортам происхождения», которая дала ощутимые результаты.

Ряд предприятий края: ООО «Южная рисовая компания», ООО «Нирис», ООО «Кубанская крупяная компания» и др., перерабатывают наиболее распространенные на территории края сорта, а так же эксклюзивные сорта, которые принимают и размещают отдельно.

Это позволяет сохранить их индивидуальные свойства, увеличить выход

и ассортимент готовой продукции, с ценными пищевыми и кулинарными достоинствами для приготовления и производства различного вида блюд и продуктов. Кроме того, кубанскими рисоперерабатывающими предприятиями значительно расширена линейка рисопродуктов: производится крупа «камолино»; клейкий рис для детского и диетического питания Виола, нешлифованный рис «фитнес», «императорский», «золотой» и др. для здорового образа жизни. Большой популярностью у потребителей пользуются рисовая мука, хлопья, чипсы, снеки, овощные и мясные полуфабрикаты глубокой заморозки с использованием среднеамилозных сортов риса, восточные сладости – «взорванный рис» и другие виды продукции.

В последнее время наблюдается повышенный спрос на российском потребительском рынке на крупу сортов риса специального назначения – глютинозных, краснозерных, чёрных, длиннозерных, крупнозерных, ароматных, которые предназначены для приготовления блюд европейской, азиатской, восточной кухни, отличающиеся своими уникальными свойствами и повышенной питательной ценностью[4].

К сожалению, этот сегмент рынка, который составляет 3-5 % от всего объёма крупы риса в стране, заполнен импортными поставками, поскольку до настоящего времени считалось, что рис такого типа в России не выращивается в силу своих биологических особенностей.

Действительно, сорта риса, созданные и распространенные в странах Юго-Восточной Азии (Таиланд, Вьетнам, Индонезия, Малайзия, Мьянма, Филиппины), Индии и Китая, с продолжительным вегетационным периодом не успевают вызревать в условиях России из-за реакции на фотопериод, почвенных и погодно-климатических условий и имеются только в коллекции генетических ресурсов ВНИИ риса. Тем не менее, кубанские селекционеры, используя исходный материал различных стран мира, создали ряд эксклюзивных сортов, которые не только приспособлены к возделыванию на территории Краснодарского края, но и не уступают импортным аналогам по качеству зерна и крупы. Эти сорта включены в государственный реестр селекционных достижений или имеют патент и выращиваются на территории Краснодарского края.

Стоит отметить, что сорта риса специального назначения занимают в настоящее время 2,4 % от площади сева риса в крае. Их урожайность в среднем ниже на 6,3 ц/га, что обусловлено их биологическими особенностями (таблица 3).

Рыночная стоимость крупы указанных сортов выше традиционных короткозёрных сортов на 15-20%, что полностью окупает снижение их урожайности.

Таблица 3. Сорта риса специального назначения, Краснодарский край, 2014 г.

| Наименование сорта | Уборочная площадь, га | Валовой сбор, тонн | Урожайность, ц/га |
|---|---|---|---|
| Длиннозерные сорта риса | | | |
| Кураж | 406,2 | 2579,4 | 63,5 |
| Шарм | 3,13 | 19,4 | 61,9 |
| Австрал | 50 | 325 | 65,0 |
| Ивушка | 65 | 338 | 52,0 |
| Всего | 524,3 | 3261,8 | 62,2 |
| Высокие вкусовые и кулинарные качества | | | |
| Регул | 948,4 | 6771,6 | 71,4 |
| Аметист | 716,6 | 4672,2 | 65,2 |
| Янтарь | 513,2 | 3334,1 | 65,0 |
| Всего | 1665,0 | 11443,8 | 68,7 |
| Крупнозерные сорта риса | | | |
| Крепыш | 1,4 | 9,6 | 68,5 |
| Анаит | 116 | 831,7 | 70,8 |
| Всего | 117,4 | 841,3 | 71,7 |
| Краснозерные сорта риса | | | |
| Рубин | 98 | 539,0 | 55,0 |
| Южная ночь | 72 | 389,0 | 54,0 |
| Марс | 64 | 339,2 | 53,0 |
| Всего | 234,0 | 1267,2 | 54,1 |
| Глютинозные (клейкие) сорта риса | | | |
| Виола | 3,5 | 15,0 | 42,8 |
| Виолетта | 1,5 | 7,0 | 46,6 |
| Всего | 5,0 | 22 | 44,0 |
| Итого | 3058,9 | 20170,2 | 65,9 |

В последние годы кубанскими селекционерами проводилась работа по созданию ароматических сортов риса типа «Басмати» и «Жасмина», которые при варке имеют запах «поп-корна», придающий пикантность и особый вкус гарниру из риса. Крупа ароматических сортов риса особенно ценится потребителями во многих странах мира, в том числе и России, и по

этой причине имеет более высокую стоимость. Аромат этой группы сортов обусловлен многими химическими соединениями, из которых наиболее важным является 2-ацетил-1-пирролин. Наличие этой молекулы определяется генетически, но интенсивность этого летучего соединения очень сильно зависит от условий произрастания, созревания и хранения зерна риса. В настоящее время крупа сортов указанной группы поступает в основном из Таиланда, Вьетнама, Индии, где они традиционно возделываются.

В 2015 году для включения в государственное сортоиспытание был передан новый сорт риса Аромир (Ароматный (к-2204)/Снежинка). Сорт относится к подвиду indica, ботанической разновидности adusta Plac. Вегетационный период – 115-118 дней, высота растений 95-105 см. Метелка длиной 17,5-19,5 см несет 95-120 колосков. Качество зерна и крупы довольно высокое: индекс зерновки – l/b 3,1, стекловидность 99 %, общий вход крупы 69-70%, содержание целого ядра в крупе 80-82%. Масса 1000 зерен 25-27 г. Крупа сорта Аромир отличается по вкусовым характеристикам от традиционных сортов своеобразным ярким ароматом при варке. По мере остывания его сила слабеет, приобретая знакомые нотки кукурузно-пшеничного с лёгкой примесью «мышиного» аромата.

Сорт устойчив к пирикуляриозу. Относится к сортам интенсивного типа, отзывчив на средние дозы минеральных удобрений. Урожайность составляет 65-70 ц/га. Относится к сортам риса специального назначения.

В конкурсном испытании 2013-2015 гг. находится сортообразец ВНИИР 10246 с аналогичными вкусовыми и органолептическими свойствами, характеризующими сорт Аромир, но отличающийся более тонким ароматом, присущим «поп-корну» и имеющий легкий кукурузно-ореховый запах при варке крупы. Отбор проведен из той же гибридной популяции (Ароматный (к-2204)/Снежинка).

Относится к среднеспелой группе. Период вегетации составляет до 120 дней, высота растений достигает 96 см. Длина главной метёлки 16,6 см при озерненности 180,6 шт. колосков. Пустозерность довольно низкая и составляет в среднем 8%. Масса зерна с растения – 8,9 г, с главной метелки – 4,1 г.

Качество зерна и крупы высокое. Отношение длины зерновки к ширине (l/b) составляет 3,3. Стекловидность 98%. Выход крупы - 67,6 %, содержание целого ядра в крупе – 97,2%. Масса 1000 зерен – 25-26 г. Содержание амилозы – 17,5%. Крупа рекомендуется для приготовления гарниров, имеет хороший вкус, рассыпчатую консистенцию длинных, с чётким контуром кремоватых ядер. При традиционном коэффициенте водопоглощения (2,8-2,9) сорт имеет высокий коэффициент привара – 5,2-5,6, обеспечивая пышность и привлекательный вид ароматного гарнира.

**Выводы.**

На Кубани просматривается тенденция не только увеличения объемов валового сбора риса, но и повышения качества зерна и крупы сортов российского производства.

На данном этапе развития рисоводства в Краснодарском крае назрела необходимость интеграции науки, сельхозтоваропроизводителей и перерабатывающих предприятий в вопросах ускоренного внедрения сортов риса кубанской селекции в производство, в том числе и сортов специального назначения, для ускорения процесса импортозамещения.

Вертикаль в отрасли «от создания сорта и до прилавка магазина» должна базироваться на запросах потребительского рынка, популяризации продуктов отечественного производства и пропаганде здорового питания, где рис занимает ведущее место.

**Литература**

1. Гаркуша, С.В., Агротехнические особенности выращивания сортов риса, устойчивых к пирикуляриозу (методические рекомендации) [Текст] / С.В. Гаркуша, С.А. Шевель, Н.Н. Малышева, и др. // – Краснодар, 2013 г. – 44 с.
2. Зотиков, В. И. Характеристика сортов зернобобовых и крупяных культур селекции ВНИИЗБК по качеству зерна / В. И. Зотиков, С. В. Бобков, Л. Н. Варлахова // Достижения науки и техники АПК. - 2010. - № 11. - С. 17-19
3. Туманьян, Н. Г. Показатели признаков качества зерна риса подвидов indica и japonica коллекционных образцов российской и зарубежной селекции / Туманьян Н. Г., Зеленский Г. Л., Ольховая К. К., Остапенко Н. В., Кумейко Т. Б. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №94(94) С. 996 – 1005. – Режим доступа: http://sm.kubsau.ru/2013/10/66.pdf.
4. Харитонов, Е. М. Проблемы рисоводства в Российской Федерации и пути их решения. Качество риса / Е. М. Харитонов, Н. Г. Туманьян // Достижения науки и техники АПК. - 2010. - № 11. - С. 14-15

УДК 633.18:631.526.32:631.52:631.445.52

# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБРАЗЦОВ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ЗАРУБЕЖНОЙ СЕЛЕКЦИИ ПО АДАПТИВНОСТИ К ЗАСОЛЕНИЮ

Малюченко Е.А., Бушман Н.Ю., Бруяко В.Н.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт риса», Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия 350921 г. Краснодар, пос. Белозерный,3

*E-mail:malyuchenko.evgeniya@mail.ru*

*Высокая скорость роста проростка и зародышевого корешка в начальные фазы вегетации – интегральный признак, который обеспечивает преимущество образца по ряду характеристик, определяющих адаптивность к засолению. В данной работе были выделены сорта российской и зарубежной селекции, которые обладали высокой и низкой скоростью роста проростка и зародышевого корешка в условиях засоления.*

***Ключевые слова:*** *рис, сорт, солеустойчивость, селекция, зародышевый корешок.*

Большая часть площадей, освоенных под рис в России, характеризуется неблагоприятными почвенными условиями: засолением различной степени и типа, осолонцеванием. В связи с этим создание солеустойчивых сортов — одно из самых перспективных направлений в селекции [1].

Действие различных абиотических факторов, в том числе засоления, нарушает физиологический статус растений, вызывая состояние водного дефицита. При этом прослеживается качественная аналогия ответных реакций различных растений на такой стресс: снижается оводненность тканей, изменяется соотношение форм воды в клетках, в результате чего уменьшается ее подвижность и активность обменных реакций [4, 14].

Устойчивость растений к засолению имеет большое практическое значение при выращивании сельскохозяйственных культур на засоленных землях. Это генетически детерминируемый признак, не имеющий конкретного числового выражения [5].

Различают два понятия солеустойчивости растений - биологическую и агрономическую. Под биологической солеустойчивостью вида или сорта, понимают тот предел засоления, при котором растения еще способны завершить полностью онтогенетический цикл развития и сформировать всхожие семена. В агрономическом же понимании: солеустойчивость - это способность растений противостоять снижению величины элементов

структуры урожайности при выращивании их на засоленной почве [10].

Вредное воздействие солей на растения связывают с повышением осмотического потенциала в клетке, нарушением водного режима, избыточным поглощением и накоплением ионов солей в клетках, дефицитом отдельных элементов корневого питания в результате дисбаланса ионов в почве, изменением гормонального баланса в органах и тканях растений [3].

Существует несколько теорий, объясняющих угнетение растений в условиях засоления. Согласно одной из них, это явление обусловливается осмотическим влиянием растворов солей. В соответствии с другой - угнетение растений является следствием токсического воздействия поглощенных ионов на физиолого-биохимические процессы. Однако в условиях засоления на растение действуют оба фактора - как осмотический, так и токсический, но влияние каждого из них определяется качеством и степенью засоления, а также реакцией растения на солевой стресс [10].

Установлено, что одни соли оказывают на растение преимущественно осмотическое действие, проявляющееся в обезвоживании протоплазмы клеток, другие - токсическое, при котором ухудшается обмен веществ [12]. Отмечено также, что засоление приводит к увеличению осмотического давления почвенного раствора и аккумуляции ионов до опасных концентраций. Основная причина гибели растений при высоких концентрациях солей в корнеобитаемом слое - глубокое, необратимое нарушение обмена веществ [6].

Засоление вызывает нарушения в обмене веществ растений, приводящие к снижению ростовой функции растительного организма. Их уровень зависит от степени и качества засоления почвы, фазы растений и их толерантности [11].

Устойчивость к засолению в разные фазы онтогенеза неодинакова. Рис относительно устойчив к засолению в период прорастания семян и активного кущения, созревания, но чувствителен в фазу проростков и во время цветения[7].Устойчивость к засолению в фазу проростков и на репродуктивных стадиях слабо связана, поэтому только образцы, проявляющие эти признаки на обеих стадиях развития, могут быть адаптивными к стрессу в течение вегетационного периода [8].

Физиологические механизмы солеустойчивости в фазу проростков относительно хорошо изучены. К ним относится: выделение излишков солей или низкое их потребление; компартментализация ядовитых ионов в структурных образованиях клетки или так называемых старых тканях (листьях, стебле, листовых влагалищах и корнях) [2]. Наблюдается более высокая устойчивость тканей за счет компартментализации солей в вакуолях. Происходит изменение в функционировании устьиц (у устойчивых образцов они закрываются быстрее после воздействия соли), что позволяет регулировать поступление солей через ризосферу, регуляция антиоксидантных систем, энергичный рост, позволяющий снизить концентрацию соли в растительных тканях, регуляция осмотического

давления, детоксикация продуктов метаболизма при стрессе[9-13].

**Материалы и методы.**

Семена риса замачивали в чашках Петри, в которых дно было устлано фильтровальной бумагой при t° 24-26ºС. На 7 день образцы поливали солевым раствором (NaCl) в концентрации 7,5 г/л воды. Анализ признаков, характеризующих высоту проростка и длину зародышевого корешка, проводили через 14 дней. Выборка 20 растений в двухкратной повторности. Объектами исследования служили 70 сортов риса (из них 48 российской селекции и 22 зарубежной). За стандарт были взяты сорта: Флагман, Хазар и Лиман.

Определяли следующие признаки: высота стеблей и длина зародышевых корешков.

Из эксперимента видно, что наиболее длинные зародышевые корни были у сортов российской селекции: Атлант (5,0-6,5см), Курчанка (5,1-6,3см), Лидер (4,9-6,1см), Ивушка (4,5-6,6см). Минимальной длиной характеризовалась корневая система следующих отечественных сортов: Мавр (0,7-2см), Рыжик (0,8-2,2см), Рубин (0,8-2,7см).

Среди образцов итальянской селекции наиболее длинная корневая система была у сортов Cerere (3,2-4,3см), Onice (4,5-5,6см), Gallileo (3,4-4,4см) и Orione (3,4-4,4см). Наименьшая длина наблюдалась в сортах: Thibonnet (0,8-2,2см), Antares (1,0-2,1см) и CRLB-1 (0,7-2,2см)- рис. 2.

Анализируя рисунок 3, мы видим, что наиболее высокорослыми были проростки сортов: Атлант (13,9-15,7см), Рубин (10,1-12,3см), Ивушка (9,8-12,2см). Минимальной высотой проростка характеризовались сорта: Факел (1,8-2,4см) и Боярин (2,0-3,5см).

По высоте проростка среди итальянских сортов выделились:Onice (9,8-11,2см), Baldo (8,5-9,6см), Kendzo (9,0-10,5см), Orione (8,4-9,7см). Низкой скоростью обладал сорт Cerere (2,9 – 4,4см).

**Выводы.**

1. Сравнительный анализ скорости роста образцов, показал преимущество российских сортов, как по скорости роста колеоптиля, так и зародышевого корешкав условиях засоления.
2. Сорта российской селекции: Атлант, Курчанка, Ивушка и сорта итальянской селекции Onice и Orione обладают высокой скоростью роста зародышевого корешка в условиях засоления.
3. Сорт Мавр и итальянской селекции сорт CRLB-1и обладают низкой скоростью роста зародышевого корешка в условиях засоления.
4. Сорта российской селекции Атлант, Рубин и сорта итальянской селекции Onice и Kendzo обладают высокой скоростью проростка в условиях засоления.
5. Сорт российской селекции Факел и сорт итальянской селекции Cerere

обладают низкой скоростью роста проростка в условиях засоления.

6. По результатам исследований можно выделить образцы российской и зарубежной селекции на солеустойчивость: Атлант, Курчанка, Ивушка, Рубин, Onice, Orione, Kendzo.

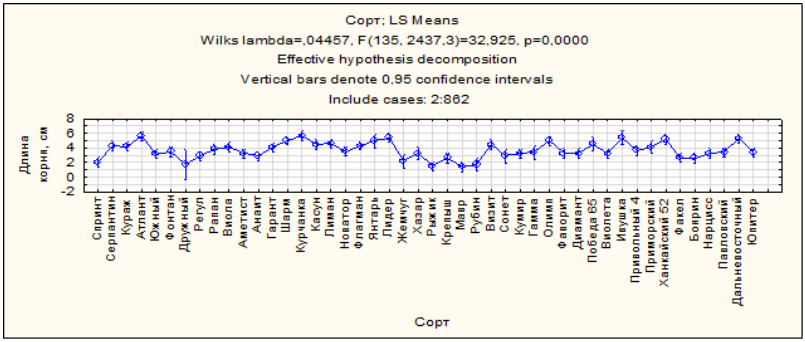


Рис. 1. Характеристика российских сортов риса по длине корня

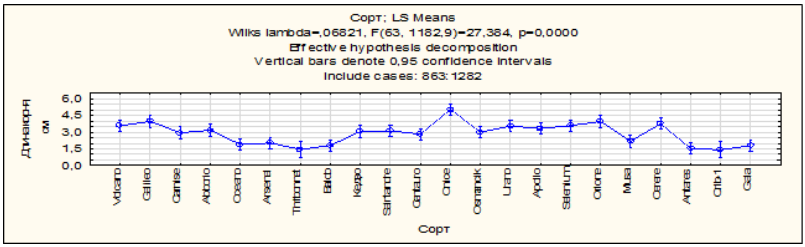


Рис. 2. Характеристика итальянских сортов риса по длине зародышевого корешка

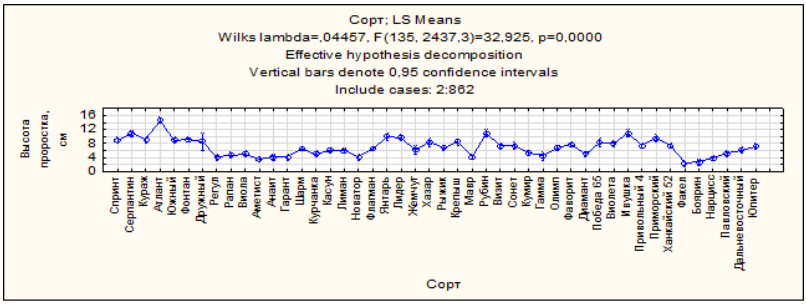


Рис. 3. Характеристика российских сортов риса по высоте проростков

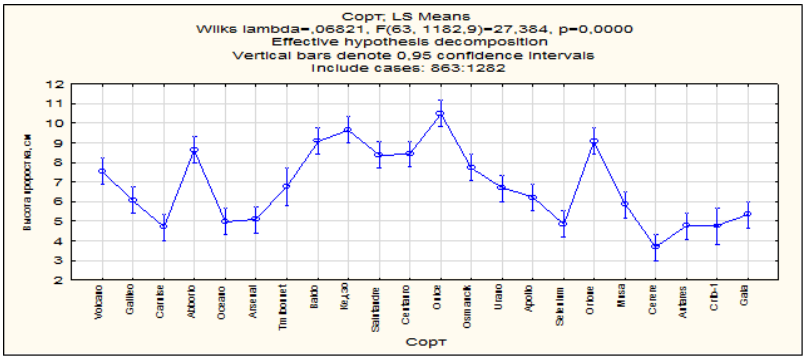


Рис. 4. Характеристика итальянских сортов риса по высоте проростков

## Литература

1. Гишева, Н. Г. Проблемы селекции риса на солеустойчивость / Н. Г. Гишева, А.Х. Шеуджен // Вестник КНЦ АМАН- 1999.-Вып. 5.-С. 10-16.
2. Гончарова, Э.А. Водный статус культурных растений и методы его диагностики / Э.А. Гончарова // СПб., 2005.-С. 127.
3. Жученко, А.А. Адаптивная система селекции растений: эколого-генетические основы / А.А. Жученко // Монография. - В 2-х томах. - М.: Изд-во РУДН, 2001. - 780 с.
4. Малюченко, Е. А. Дифференциация сортов риса по темпам роста и развития растений в условиях засоления. / Е. А. Малюченко, В. Н. Бруяко, Н. Ю. Бушман, С. А. Верещагина// Материалы XXIII международного симпозиума Охрана био-ноосферы. Нетрадиционное растениеводство. Эниология. Экология и здоровье. Алушта -2014. – с. 344-350
5. Портянко, В.Ф. Распределение хлора и йода в растениях / В. Ф. Портянко, А. Е. Костина. М. К. Дулова и др. // Физиология растений. - 1970. - Т. 17. -№ 1. - С. 169-173.
6. Рубин, Б. А. Проблемы физиологии в современном растениеводстве / Б.А. Рубин // М.: Колос, 1978. - 302 с.
7. Соловьев В. А. Влияние высоких концентраций NaCl на поступление и распределение K и Na в растениях тыквы при изолированном питании / В.А. Соловьев // Краснодар 1969. - Т. 16, № 1. - С. 136 - 138.
8. Строганов, Б.П. Физиологические основы солеустойчивости растений / Б.П. Строганов М.: Изд-во СССР, 1962.-365 с.
9. Строганов, Б.П. Проблемы солеустойчивости растений / Б.П. Строганов, Л.К. Клышев, Р.А. Азимов и др. / Ташкент: ФАН, 1989.-184с.
10. Таланова, В.В. Раздельное и комбинированное действие засоления и закаливающих температур на растения / В. В. Таланова, А. Ф. Титов, С. В. Минаева и др. // Физиология растений - 1993. - Т. 40, № 4. - С. 584-588.
11. Ткаченко, Ю.А. Динамика распределения натрия, калия и кальция по органам растений риса на примере сорта Курчанка / Ю. А Ткаченко, О. А. Досеева // Рисоводство. - 2007. – Л. с. 29-36

12. Холодова, В.П. Компартментация сахаров в тканях растений. Рост растений. Пер-вичные механизмы / В.П. Холодова // М: Наука, 1978. - С. 289.
13. Bohnert, H.J. / Unraveling abiotic stress tolerance mechanisms —getting genomics going. Gong Q., Li P., Ma S // Curr. Opin. Plant. Biol., 2006, 9: 180-188.

УДК 581.143.6:633.18

# СЕЛЕКЦИОННЫЕ ПРОГРАММЫ ВНИИ РИСА С ПРИМЕНЕНИЕМ МОЛЕКУЛЯРНОГО МАРКИРОВАНИЯ

Мухина Ж.М., Дубина Е.В., Супрун И.И., Токмаков С.В., Савенко Е.Г., Волкова С.А., Глазырина В.А., Шундрина Л.А., Епифанович Н., Епифанович Ю.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт риса», Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия
350921, Россия, г. Краснодар, пос. Белозёрный, 3

*E-mail: agroplazma@gmail.com*

*В статье рассматривается использование современных методов маркерной селекции (MAS) для создания селекционного материала с длительной устойчивостью риса к пирикуляриозу. Изложены результаты по созданию линий с пирамидированными генами устойчивости (Pi-ta, Pi-b, Pi-z, Pi-2, Pi-40) к данному патогену.*

***Ключевые слова:*** *маркирование, беккроссирование, пирамидирование, ДНК_маркер, пирикуляриоз*

Основными требованиями, предъявляемыми к современным сортам сельскохозяйственных культур, являются: высокий урожай, хорошее качество продукции, адаптация к зональным агротехнологиям, устойчивость к биотическим и абиотическим факторам.

На создание сорта риса традиционным селекционным методом в среднем затрачивается 7 млн. руб. и около 10 лет. За счет применения клеточных технологий (культура пыльников in vitro) (1), а также метода маркерной селекции, предполагающей маркерное сопровождение (контроль переносимых донорных аллелей целевых генов молекулярными маркерами) (2), эффективность селекционной схемы многократно возрастает, так как отпадает необходимость фенотипической проверки наличия желаемых аллелей (инфекционный фон и т.д.).

**Целью** данного исследования была оптимизация селекционных программ, проводимых в ФГНУ ВНИИ риса, за счет применения технологии молекулярного маркирования селекционно-ценных генов риса.

**Материалы и методы**

Экстракцию ДНК экспериментальных растений риса ДНК проводили CTAB-методом (4). Во всех экспериментах данного исследования все использованные праймеры синтезированы компанией ООО «Синтол» (г. С.-Петербург). ПЦР проводили в ДНК-амплификаторе «Терцик», производства НПО «ДНК-Технология», Россия.

*Условия проведения ПЦР.*

ПЦР поводили с 40-50 нг ДНК в конечном объеме 25 мкл. Использовали следующий состав реакционной смеси: 0,05 мМ дезоксирибонуклеозидфосфатов, по 0,3 mM каждого праймера, 25 мМ KCL, 60 мМ Tris-HCL (pH 8,5), 0,1% Тритон X-100, 10 мМ 2-меркаптоэтанола, 1,5 мМ MgCL2, 1 единица Taq-полимеразы.

Температурный режим ДНК-амплификации варьировал в зависимости от использованного (или созданного) маркера.

Для электрофоретического разделения продуктов ПЦР использовали 8% полиакриламидный и 2% агарозный гели на основе 1×Трис-боратного буфера (0,09 М Трис, 0,09 М борной кислоты, 2 мМ ЭДТА, pH=8,2). Визуализацию проводили в ультрафиолете после окрашивания гелей бромистым этидием (EtBr). Результаты и обсуждение.

**Результаты и обсуждение.**

Во ВНИИ риса с использованием современных методов маркерной селекции (MAS) (3) ведется программа создания селекционного материала риса с длительной устойчивостью к пирикуляриозу.

Кроме того, генотипирование микросателлитных локусов ДНК (SSRs) применяется в первичном семеноводстве для контроля генетической чистоты семеноводческих питомников (рис. 1). Также для них разработана методическая схема контроля краснозерной примеси, основанная на молекулярно-генетическом подходе.

Беккроссированием, с маркерным контролем целевых генов устойчивости к пирикуляриозу, создается серия близкоизогенных линий - дифференциаторов рас возбудителя данного патогена на генетической основе отечественных сортов риса.

В ходе реализации этих программ созданы:

- сотни линий риса с внедренными, в том числе, пирамидированными эффективными генами устойчивости к пирикуляриозу (Pi-ta, Pi-b, Pi-z, Pi-2, Pi-40 и др.). Две из них с геном Pi-b стали прототипами сортов Патриот и Партнер, проходящими в настоящее время процедуру государственной регистрации для районирования;
- внутригенные доминантный и ко-доминантный ДНК-маркеры для идентификации аллельного состояния эффективного гена устойчивости

риса к пирикуляриозу Pi-ta (рис. 2, 3);

- аллельспецифичный ДНК-маркер гена красной окраски перикарпа риса Rc для ранней диагностики (до появления метелок) подлежащих элиминации краснозерных форм в питомниках размножения в системе первичного семеноводства риса (рис. 4).

Для оптимизации массового ПЦР-анализа нами были разработаны мультиплексные маркерные системы идентификации генов устойчивости к пирикуляриозу –*Pi-z, Pi-ta, Pi-b* в различных комбинациях: *Pi-z+Pi-b; Pi-z+Pi-ta; Pi-ta+Pi-b; Pi-b+Pi-z+Pi-ta*, позволяющие проводить их одновременную идентификацию при постановке одной ПЦР (рис.5).

**Вывод.** Таким образом, созданный с использованием молекулярно-генетических методов селекционный материал, а также разработанные методические схемы наглядно демонстрируют целесообразность применения современных постгеномных технологий в селекции риса. Это позволяет в несколько раз сэкономить время создания генетически выровненных форм, что значительно повышает конкурентоспособность отечественных сортов риса, и не позволит потерять позиции в семеноводстве и производстве товарного зерна, обеспечив импорт замещение в этой отрасли.

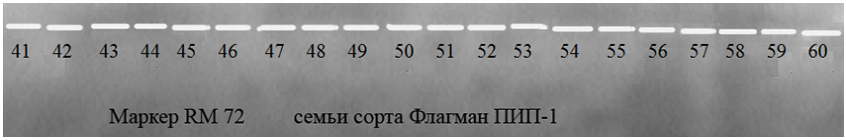


Рис. 1. Проверка генетической однородности 20 семей сорта Флагман из питомника испытания первого года.

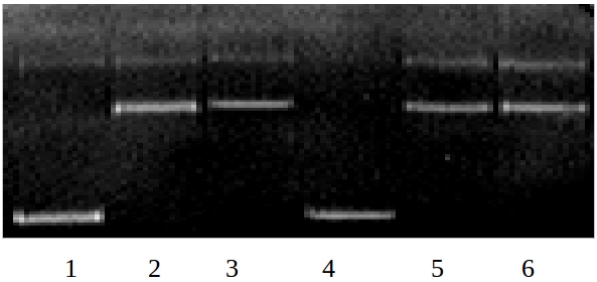


Рис. 2. Проверка эффективности ко-доминантного маркера для идентификации аллельного состояния гена Pi-ta ПЦР-методом Где
Примечание: 1 – сорт K1 (положительный контроль); 2 – сорт Nipponbare (отрицательный контроль); 3 – сорт Виктория; 4 – сорт IR36; 5 – сорт Toride; 6 - сорт Ou 244

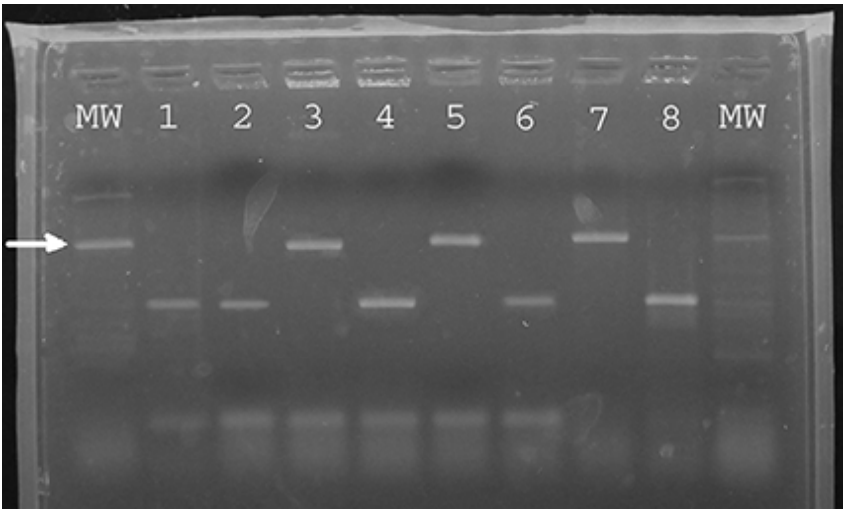


Рис. 3. Проверка эффективности маркера гена Rc на краснозерных и белозерных сортах риса Примечание: а) краснозёрные сорта: 1 – Карат, 2 – Рубин, 4 – Павловский (краснозерный аналог), 6 – Спринт (краснозерный аналог), 8 – Привольный (краснозерный аналог); б) белозерные сорта: 3 – Хазар, 5 – Павловский; 7 – Спринт; с) «MW» - маркер молекулярного веса. Фрагмент, на который указывает стрелка, соответствует 790 п.о.

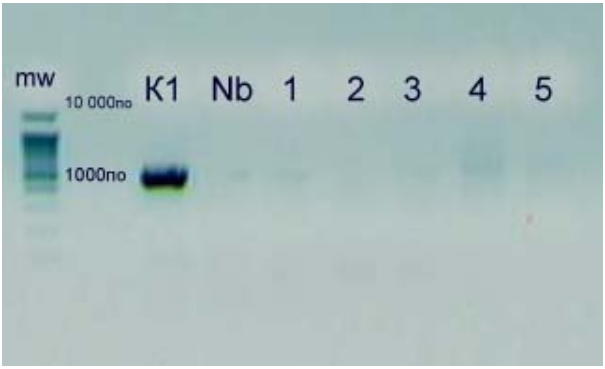


Рис. 4. Проверка эффективности доминантного маркера гена Pita на рефренсных сортах Примечание: mw - маркер молекулярного веса ДНК; Сорт: K1 (положительный контроль); Nb – Nipponbare (отрицательный контроль).

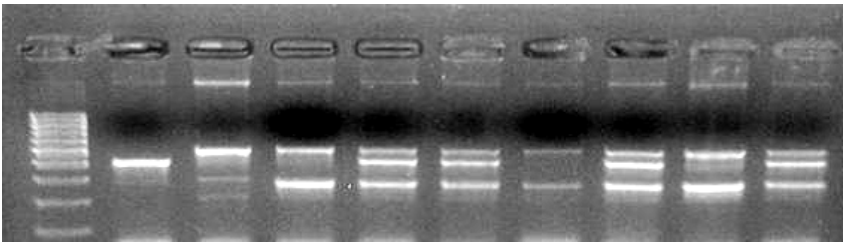

Рис. 5. Мультиплексная маркерная система идентификации генов устойчивости к пирикуляриозу – *Pi-z, Pi-ta, Pi-b.*

## Литература

1. Шевелуха, В.С. Морфогенез в каллусных тканях // Сельскохозяйственная биотехнология, 1996. - С.29-35.
2. Conaway-Bormans, C.A. Molecular markers linked to the blast resistance gene Pi-z in rice for use in marker-assisted selection / C.A. Conaway-Bormans, M.A. Marchetti, C.W. Johnson // Theor. Appl. Genet., 2003. -V. 107. - P. 1014-1020.
3. Jena Kshirod, K. Marker Assisted Selection – A New Paradigm in Plant Breeding / K. Jena Kshirod, Moon Huhn-Pal, J. Mackill David // Korean J. Breed., 2003.- V. 35. - P. 133-140.

УДК 633.18:632.1:631.531

# УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА КРУПЫ И ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СОРТОВ РИСА К БОЛЕЗНЯМ В ПРОЦЕССЕ ПЕРВИЧНОГО СЕМЕНОВОДСТВА

Остапенко Н.В.[1], Джамирзе Р.Р.[1], Лоточникова Т.Н.[1], Чинченко Н.Н.[1], Никитина И.Б.[2]

[1]Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт риса», Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия
350921, Россия, г. Краснодар, пос. Белозёрный, 3
[2]Государственный сортоучасток «Белозёрный», г. Краснодар

*Email: arrri_kub@mail.ru*

*В данной статье изложены результаты продолжения работы по повышению*

*устойчивости к пирикуляриозу и улучшению технологических параметров крупы сорта риса Ласточка в процессе первичного семеноводства. Приведены данные по оценке устойчивости к пирикуляриозу шести семей сорта за 2014-2015 гг., выделившихся на естественном фоне в 2013 году в условиях эпифитотии, и технологических характеристик качества зерна и крупы этих семей.*

***Ключевые слова:*** *сорт, рис, семена, питомники первичного семеноводства, инфекционный питомник, устойчивость к пирикуляриозу, зерно, крупа, признаки качества.*

***Key words:*** *rice variety, seeds, primary seed production nurseries, blast nursery, resistance to blast, characteristics of grain on technological quality traits.*

Оценка селекционного материала в инфекционном питомнике даёт возможность отбирать, наряду с иммунными образцами, сорта и формы риса с полевой устойчивостью [1]. В инфекционном питомнике во ВНИИ риса при искусственном заражении оценивают сорта и сортообразцы на последних звеньях селекционного процесса, а также сорта, размножаемые для внедрения в производство.

Учащение эпифитотий пирикуляриоза риса в большинстве рисосеющих регионов мира обусловлено внедрением технологий возделывания культуры с применением высоких доз минеральных удобрений, особенно азотных.

В Краснодарском крае почти половина рисовых систем расположены в санитарной зоне, что сильно ограничивает возможность использования многих пестицидов и авиации в целом. Поэтому одним из основных способов защиты риса от пирикуляриоза становится внедрение в производство высокоурожайных, иммунных к патогену сортов риса с высокими технологическими показателями зерна и крупы. Последнее обуславливает возрастающую актуальность селекции на устойчивость к пирикуляриозу, что невозможно без надежного инфекционного фона, высокотехнологического оборудования и совместной работы селекционеров, фитопатологов и специалистов по качеству. Внедрение в производство урожайных и устойчивых к пирикуляриозу сортов является одной из основных мер снижения потерь от этого опасного заболевания [2].

Одним из важных элементов в технологии рисоводства является семеноводство – комплекс мероприятий по сохранению сортовой однородности, получению семян высоких посевных кондиций, размножению их в необходимом количестве, хранению и контролю за их качеством [5].

Во ВНИИ риса первичное семеноводство ведётся по шестнадцати сортам с использованием разных схем. Чистоте оригинальных семян придаётся большое значение.

Условия проведения опытов. В 2013 году в Краснодарском крае зафиксирована эпифитотия пирикуляриоза [1; 2]. И в этом же году на естественном фоне в питомнике первичного семеноводства (П-1) нами было отобрано несколько не поразившихся семей сорта Ласточка.

Погодные условия сезона вегетации 2014 года были достаточно благоприятными для вегетации, однако отмечалось несколько локальных

коротких периодов с аномальными характеристиками.

В период выметывания растений и налива зерна стояла сухая жаркая погода с преобладанием восточного и северо-восточного ветра. Этот фактор воспрепятствовал интенсивному развитию и распространению пирикуляриоза на орошаемых участках и свёл потери урожая риса к статистическому минимуму. В 2014 году выделившиеся ранее семьи были оценены на устойчивость к пирикуляриозу при искусственном заражении и проведён анализ по технологическим признакам качества зерна и крупы [3;4].

Опыт продолжили и в 2015 году. Погодные условия этого сезона вегетации отличались пониженными температурами воздуха во второй декаде июля (у растений риса проходит фаза трубкования), которые привели к значительному замедлению продукционных процессов. Это способствовало снижению урожайности как за счёт увеличения пустозёрности, так и за счёт снижения массы 1000 зерён. Интенсивные осадки во второй и третьей декадах июня спровоцировали развитие пирикуляриоза листовой формы. В июле и августе осадки и пониженные ночные температуры местами вызвали вспышку пирикуляриоза метёльчатой и узловой формы. В 2015 году выделившиеся ранее семьи были так же оценены на устойчивость к пирикуляриозу при искусственном заражении и качественным характеристикам зерна и крупы.

**Материалы и методы.** Материалом в опыте служили оригинальные семена риса сорта Ласточка урожая 2012, 2013, 2014 и 2015 гг.

Методика проведения первичного семеноводства риса [5].

Методика проведения опытных работ по селекции, семеноводству и контролю за качеством семян риса [6].

В 2014-2015 гг. шесть семей сорта Ласточка были посеяны, как питомник испытания потомств второго года (П-2), сеялкой центрального высева Wintersteiger “Rowseed”. Размер делянок составлял 6,4 м$^2$ (длина 5,2 м х ширина 1,2 м) в однократной повторности с нормой высева 7 млн. всхожих зёрен на 1 га на ОПО ФГБНУ «ВНИИ риса» (пос. Белозёрный, г. Краснодар). Количество рядков в делянке – восемь, междурядья 15 см, расстояние между делянками 30 и 50 см. В качестве стандартных делянок использовали посевы размножения сорта Ласточка (ПР). Одновременно часть семян этих семей были переданы в лабораторию защиты риса для оценки на устойчивость к пирикуляриозу при искусственном заражении.

Срок посева – 2 и 6 мая (соответственно по годам). Предшественник – чистый пар. Минеральные удобрения в опыте: $N_{42+92}$ $P_{42}$ $K_{42}$.

Результаты и обсуждение. Среднеспелый сорт риса Ласточка выведен во ВНИИ риса методом гибридизации сортов Прикубанский и Лазурный и с 2012 года находится в Государственном сортоиспытании. При его выведении ставилась задача получения сорта с высокими технологическими показателями зерна и средневысоким содержанием амилозы. По пищевым, питательным и кулинарным характеристикам крупы сорт Ласточка остаётся непревзойдённым в отечественном рисоводстве [7]. Но за три года

испытания его на Госсортоучастках в Краснодарском крае было отмечено поражение пирикуляриозом в значительной степени.

В условиях эпифитотия 2013 года удалось отобрать непораженные семьи сорта Ласточка в питомнике первичного семеноводства. Продолжая работать с этими семьями в 2014 и 2015 годах, отмечено, что они сохранили устойчивость к пирикуляриозу при оценке на искусственном фоне (таблица).

Все изучаемые семьи по результатам оценки за два года были устойчивые (У) и среднеустойчивые (СУ) с интенсивностью развития болезни от 17,2 % до 35,6 %. Поражение листовой формой пирикуляриоза не было отмечено.

Причём, прослеживается закономерность проявления устойчивости сорта по семьям, что даёт основание предположить передачи её по потомству. В делянках, посеянных семенами из питомника размножения (ПР, стандарт), интенсивность развития болезни составляла 67,8 % (2014-й год) и 63,0 % (2015 год).

Таблица 1. Характеристика семей сорта риса Ласточка по технологическим признакам и устойчивости к пирикуляриозу, урожай 2014-2015 гг.

| № семьи, год изучения | Устойчивость к пирик./ИРБ, % | Масса 1000 зёрен при вл. 14 %, г | Плёнча-тость, % | Стекло-видность, % | Трещино-ватость, % | Общий выход крупы, % | Содержание целого ядра в крупе, % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| КП-14-76 | СУ/32,1 | 29,2 | 19,4 | 78 | 20 | 70,8 | 87,8 |
| КП-15-76 | СУ/35,6 | 27,6 | 18,0 | 81 | 59 | 72,2 | 70,2 |
| КП-14-78 | СУ/28,7 | 30,0 | 19,0 | 84 | 19 | 71,0 | 88,7 |
| КП-15-78 | СУ/31,1 | 28,7 | 18,4 | 84 | 49 | 72,5 | 72,1 |
| КП-14-85 | СУ/35,0 | 28,5 | 19,0 | 82 | 30 | 71,4 | 76,4 |
| КП-15-85 | СУ/33,3 | 27,9 | 18,8 | 84 | 60 | 71,8 | 68.6 |
| КП-14-86 | У/21,4 | 29,8 | 19,0 | 77 | 39 | 70,0 | 71,7 |
| КП-15-86 | СУ/25,6 | 28,9 | 18,4 | 82 | 64 | 72,2 | 67,4 |
| КП-14-87 | У/18,5 | 28,6 | 19,2 | 77 | 17 | 71,4 | 89,9 |
| КП-15-87 | У/20,0 | 27,8 | 17,9 | 88 | 52 | 72,3 | 71,8 |
| КП-14-88 | У/17,2 | 30,0 | 19,2 | 82 | 20 | 70,4 | 86,1 |
| КП-15-88 | У/23,3 | 28,7 | 18,5 | 91 | 53 | 72,2 | 70,8 |
| НСР $_{05}$ | | 0,8 | 0,5 | 6 | 5 | 0,5 | 3,7 |

Кажется, что мы достигли желаемого результата и можно объединять

семьи и продолжать размножение сорта, как это и рекомендуется делать по методике первичного семеноводства [5].

Но сложность проявилась в результатах по качественным характеристикам зерна и крупы сорта риса Ласточка. По семьям показатели значительно отличались как между собой, так и по годам.

Различие можно объяснить условиями произрастания, т. к. каждый сезон вегетации имел свои особенности, что в определённой степени не могло не отразиться на формировании качества зерна. Даже такой довольно стабильный показатель как масса 1000 зёрен и плёнчатость в 2015 году были ниже на 0,6-1,8 г и 0,6-1,3 %, чем в 2014 году, но показатели общего выхода крупы в 2015 году были выше, чем в предыдущем сезоне. В 2015 г. существенно возросла трещиноватость по всем семьям и, соответственно, ниже оказалось содержание целого ядра в крупе.

Различия по семьям по массе 1000 зёрен настолько велики в оба года выращивания, что мы отказались от возможности их объединения.

Выделяются три устойчивые к пирикуляриозу семьи: КП-86, КП-87 и КП-88, с которыми будет продолжена работа в сезоне 2016 года.

**Выводы.**

1. Оценка на устойчивость к пирикуляриозу при искусственном заражении в 2014-2015 годах показала, что шесть семей сорта Ласточка различаются между собой. Они были устойчивы и среднеустойчивы к патогену (ИРБ 17,0-35,6 %). В то время как делянки сорта, посеянные семенами из питомника размножения (стандарт), показали интенсивность развития болезни 67,8 % (2014-й год) и 63,0 % (2015 год). Поражение листовой формой пирикуляриоза не было отмечено.
2. Семьи КП-86, КП-87 и КП-88 проявили высокую устойчивость к пирикуляриозу за два года оценки при искусственном заражении.
3. Семьи сорта Ласточка значительно различаются между собой по годам по технологическим признакам качества зерна и крупы.
4. При проведении первичного семеноводства новых сортов риса следует особое внимание уделять отбору оригинальных растений, проведению тщательных браковок семей в питомнике испытания потомств первого и второго года с учетом оценок на устойчивость к пирикуляриозу и технологического анализа зерна и крупы.

**Литература**

1. Зеленский, Г.Л. Борьба с пирикуляриозом риса путем создания устойчивых сортов: монография / Г. Л. Зеленский. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – 92 с.
2. Памятка рисоводам Краснодарского края по борьбе с пирикуляриозом риса

путем внедрения устойчивых сортов / С. В. Гаркуша, С. А. Шевель, Н. Н. Малышева, и др. – Краснодар, 2013. – 50 с.
3. Остапенко, Н.В. Проблемы первичного семеноводства сорта риса Ласточка / Н.В. Остапенко, Р.Р. Джамирзе, Н.Н. Чинченко, М.Е. Филимонова // Материалы научно-образовательной конференции молодых учёных «Инновационные биотехнологии в развитии АПК». Ж. Молодой учёный, № 9.2 (89.2)/2015. – Казань. – С. 115-116.
4. Остапенко, Н.В. Повышение устойчивости растений риса к пирикуляриозу и улучшение технологических характеристик крупы в процессе первичного семеноводства / Н. В. Оста-пенко, Р. Р. Джамирзе, Т. Н. Лоточникова, Н. Н Чинченко // Сборник статей международной научно-практической конференции «Пути повышения конкурентоспособности отечес-твенных сортов, семян, посадочного материала и технологий на мировом рынке», Ялта, сен-тябрь, 2015, «Труды КубГАУ», № 3 (54), 2015. - Краснодар. - С. 235-240
5. Схема первичного семеноводства. http://don-rice.ru/page95.html
6. Сметанин, А. П. Методики опытных работ по селекции, семеноводству и контролю за качеством семян риса / А. П. Сметанин, В. А. Дзюба, А. И. Апрод - Краснодар, 1972. - 186 с.
7. Лоточникова, Т. Н. Стабильность и качество новых сортов селекции ГНУ ВНИИ риса Соната и Ласточка / Т. Н. Лоточникова, Н. В. Остапенко, С. В. Лоточников // Материалы международной научно-практической конференции «Научно-инновационные основы развития рисоводства в Казахстане и странах зарубежья», посвященная 80-летию со дня организации Казахского НИИ им. И. Жахаева. – Кызылорда. – 2012. – С. 97-101.

УДК 633.18: 631.559

## ОСОБЕННОСТИ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА СОРТОВ РИСА

Скаженник М.А., Воробьев Н.В., Ковалев В.С., Пшеницына Т.С., Моторная О.Ю.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт риса», Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия

*E-mail: sma_49@mail.ru*

*Рассмотрены результаты многолетних исследований по фотосинтетической деятельности сортов риса в связи с формированием у них разной урожайности. Особое внимание уделено донорно-акцепторным отношениям в растениях и посевах как главному этапу продукционного процесса, определяющему хозяйственную продуктивность генотипов. Установлен ряд*

*физиолого-морфо-биометрических признаков у сортов, имеющих тесную связь с их урожайностью.*

***Ключевые слова:*** *рис, сорт, продукционный процесс, фотосинтетическая деятельность, элементы урожая, урожайность.*

Продукционный процесс наиболее сложная и интегрированная функция зеленых растений. В нем объединено в единое целое фотосинтез и дыхание, транспорт и распределение продуктов первичного и вторичного биосинтезов, рост растений и их морфогенез, генеративное развитие и старение [17]. А какой из этих элементов названного процесса играет наибольшую роль в формировании разной урожайности у сортов риса? Этот вопрос на протяжении многих лет является предметом нашего исследования. Однако до сих пор он изучен не полно. Показано [10], что продуктивность фотосинтеза, характеризуемая по величине образования биомассы растений на единице площади посева, у сортов зерновых культур одинаковой продолжительности вегетационного периода различается мало. Уровень её биосинтеза лимитирован приходом энергии ФАР и концентрацией CO2 в атмосфере [18]. В этих условиях разная зерновая продуктивность сортов риса, как и других злаков, определяется уровнем использования ассимилятов растений на формирование генеративных органов и налива зерновок. Взаимосвязь между продуктами фотосинтеза листьев и использованием их в процессе формирования урожая зерна названа системой донорно-акцепторных отношений, которая является ведущим фактором продукционного процесса на уровне целого растения и агрофитоценоза [17]. И именно её особенности у отдельных сортов риса определяют их разную урожайность. Основной акцент в изучение донорно-акцепторных отношений - систематические отборы растений на зерновую продуктивность, в результате которых в определенной степени изменился и их морфотип – площадь и продолжительность жизни листьев, масса стебля, метелки, доля зерна в биомассе побега и другие признаки [2, 13]. Среди них необходимо выявить такие, которые имеют наиболее тесную связь с урожаем зерна и элементами его структуры, для использования в селекции риса на продуктивность.

При изучении ряда генотипов риса нами получены определенные данные, изложенные в монографии [8]. В последние годы во ВНИИ риса созданы новые сорта интенсивного и экстенсивного типов [9], которые различаются по ряду важных метаболических процессов, определяющих формирование элементов продуктивности растений и урожая зерна этих генотипов. Изучение особенностей продукционного процесса у таких сортов представляет большой научный интерес.

**Цель исследования.** Изучение формирования урожая и элементов его структуры сортов риса на разных фонах минерального питания и установление у них признаков, определяющих урожайность, для использования в оценке селекционных образцов на продуктивность.

**Материалы и методы.** Опыты проводили в 2012-2014 гг. в

специальных железобетонных микрочеках, заполненных лугово-черноземной почвой и позволяющих поддерживать режим орошения риса, характерный для производственных посевов. В качестве объектов исследования использовали разные по урожайности сорта риса – Рапан, Визит, Сонет, Кураж, Соната, Атлант. Фоны минерального питания – $N_{12}P_6K_6$ (средний); $N_{24}P_{12}K_{12}$ (близкий к оптимальному); $N_{36}P_{18}K_{18}$ (высокий) г д.в. на 1 м$^2$. Густота всходов – 300 шт./м$^2$. В полученных посевах определяли индекс листовой поверхности, чистую продуктивность фотосинтеза за период трубкование – полная спелость, биомассу растений (кг/м$^2$) в фазу цветения и полной спелости и величину её прироста в течение этого периода. В фазу полной спелости определяли массу зерна с растения, число зерен на 1 м$^2$ посева и на отдельной метелке, коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза ($K_{хоз}$), массу 1000 зерен, процент стерильных колосков на метелке, коэффициент продуктивного кущения и урожайность. Полученные данные были обработаны методами биометрической статистики [11].

**Результаты и обсуждение.** Для создания новых высокопродуктивных сортов риса и совершенствования технологии их возделывания необходимо исследовать продукционный процесс у разных генотипов этой культуры. Фотосинтетическая деятельность посевов является главной составляющей этого процесса [17] Это и явилось основой для проведения наших многолетних исследований по данной проблеме у риса.

В последние годы селекционерами нашего института создан ряд сортов, различающихся по урожайности, отзывчивости на азот, устойчивости к неблагоприятным факторам среды [13,16]. Изучение особенностей фотосинтетической деятельности растений и посевов риса представляет большой научный интерес. Это и явилось задачей исследований в период 2012-2014 гг.

Известно, что одним из важных показателей фотосинтетической деятельности посевов является величина их листовой поверхности – главного аппарата взаимодействия растений со средой, при помощи которого улавливается энергия солнечной радиации и в процессе фотосинтеза преобразуется в потенциальную энергию органического вещества. Высокая урожайность риса формируется при оптимальных размерах индекса листовой поверхности посева (ИЛП), что хорошо видно из данных таблицы 1. На среднем фоне минерального питания ($N_{12}P_6K_6$) растения из-за дефицита азота слабо кустились и у посевов сформировалась недостаточная листовая поверхность, размером в фазу цветения 2,2-2,9 м$^2$/м$^2$. При этом энергия ФАР с единицы площади поглощалась не полностью, что обусловило формирование невысокого урожая зерна, составляющего 62-68 % от его величины на оптимальном фоне азота. Какой- либо связи величины ИЛП с урожайностью сортов на этом фоне питания не обнаружено.

На оптимальном фоне питания ($N_{24}P_{12}K_{12}$) ИЛП посевов у изучаемых сортов риса в фазу цветения составил 4,6-5,9 м$^2$/м$^2$, что, согласно ранее проведенным исследованиям [3, 5], является оптимальной его величиной, при которой формируется высокая хозяйственная продуктивность посевов и

наблюдается достаточная устойчивость их к полеганию. В нашем опыте урожайность в абсолютно сухом зерне у сортов варьировала в пределах от 0,80 до 1,05 кг с 1 м$^2$.

На высоком фоне минерального питания - $N_{36}P_{18}K_{18}$ ИЛП у сортов достиг величины 6,6-8,6 м$^2$/м$^2$ и превысил оптимум, что явилось причиной образования повышенной биологической массы посева, обуславливающей их неустойчивость к полеганию. Различия по ИЛП посевов, как видно из полученных данных, тесно связан с уровнем их азотного питания и поэтому он является одним из важных признаков обеспеченности посевов риса этим элементом [3].

Другим важным параметром фотосинтетической деятельности посевов исследуемых сортов риса является показатель - чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ), определяемая делением прироста сухой надземной массы посева за определенный период времени на его фотосинтетический потенциал и выражается в г/м$^2$ листовой поверхности за сутки [12]. Величина ЧПФ хорошо отражает изменения в темпах накопления биомассы посевов в течение определенного периода вегетации растений. Хотя её связь с зерновой продуктивностью сортов злаков не всегда является достоверной [1, 14]. Результаты наших определений ЧПФ у посевов исследуемых генотипов риса за период трубкование-полная спелость зерна показали (рисунок 1), что сортовые различия по её величине на одном фоне питания не велики. Последнее указывает на одинаковую интенсивность работы фотосинтетического аппарата. Не обнаружена и достоверная связь между ЧПФ и урожайностью сортов. Однако, с повышением уровня минерального питания величина этого показателя значительно уменьшается, что обуславливается ростом ИЛП, приводящим к снижению продуктивности фотосинтеза. На среднем фоне удобрений ЧПФ посевов исследуемых сортов составила 8,0-9,2 на оптимальном – 5,5-7,4 и на высоком фоне – 3,2-5,3 г/м$^2$. Данные результаты указывают на возможность использования этого признака для оценки уровня обеспеченности конкретных посевов риса азотом.

Как показали результаты многих исследователей [6, 15], главной причиной повышения продуктивности зерновых культур, в том числе и риса, явилось не усиление работы фотосинтетического аппарата, а изменения в системе распределения ассимилятов по органам растения, приводящие к увеличению массы зерна и его доли ($K_{хоз}$) в общей биомассе посева. Эти изменения произошли в основные этапы продукционного процесса: в фазу кущения растений увеличилась доля использования ассимилятов на развитие главных побегов, что ограничило величину общего кущения растений и привело к повышению их массы; в фазы трубкования и цветения – повысилась доля использования пластических веществ растения на развитие генеративных органов и числа колосков в метелке; в фазу формирования зерновок усилилась мобилизация запасных веществ стеблей и возросла продуктивность фотосинтеза, обеспечивающих полноценный их налив [4, 5, 8].

О роли данных этапов в продукционном процессе у разных по урожайности сортов риса, можно судить по ряду признаков, тесно связанных с формированием основных компонентов структуры урожая, которые мы изучали в 2012-2014 гг. В частности, на трех фонах минерального питания определяли массу зерна с растения, число зерен на метелке и на 1 м$^2$ посева, $K_{хоз}$, массу 1000 зерен и выясняли их связь с урожайностью сортов. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 . Урожайность сортов риса и её связь с элементами урожая (2012-2014 гг.)

| Сорт | Урожайность, кг/м$^2$ | Число зерен на метелке, шт. | Масса зерна с растения, г | Число зерен на 1 м$^2$, тыс. шт. | Коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза, % | Масса 1000 зерен, г |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $N_{12}P_6K_6$ | | | | | | |
| Рапан | 0,655 | 99,7 | 2,21 | 29,9 | 51,7 | 21,91 |
| Визит | 0,608 | 92,4 | 2,06 | 27,7 | 50,7 | 21,67 |
| Сонет | 0,574 | 83,8 | 1,92 | 25,2 | 47,6 | 23,03 |
| Кураж | 0,568 | 83,1 | 1,90 | 25,0 | 48,0 | 22,85 |
| Соната | 0,540 | 69,4 | 1,83 | 21,4 | 45,3 | 24,55 |
| Атлант | 0,534 | 58,6 | 1,81 | 22,9 | 40,4 | 23,48 |
| $N_{24}P_{12}K_{12}$ | | | | | | |
| Рапан | 1,054 | 100,3 | 3,57 | 52,2 | 49,9 | 20,57 |
| Визит | 0,910 | 83,1 | 3,19 | 46,5 | 46,5 | 20,61 |
| Сонет | 0,841 | 88,9 | 2,87 | 39,0 | 42,7 | 21,68 |
| Кураж | 1,017 | 75,6 | 3,37 | 45,0 | 44,5 | 22,26 |
| Соната | 0,849 | 68,3 | 2,80 | 36,8 | 42,3 | 23,41 |
| Атлант | 0,795 | 69,4 | 2,69 | 35,1 | 39,0 | 22,72 |
| $N_{36}P_{18}K_{18}$ | | | | | | |
| Рапан | 1,110 | 87,3 | 3,75 | 57,6 | 45,6 | 19,56 |
| Визит | 1,017 | 68,7 | 3,44 | 52,1 | 42,6 | 19,93 |
| Сонет | 0,900 | 80,1 | 3,06 | 43,3 | 39,4 | 20,98 |
| Кураж | 0,976 | 67,4 | 3,19 | 45,6 | 39,6 | 21,35 |
| Соната | 0,937 | 59,5 | 3,16 | 42,9 | 38,6 | 22,14 |
| Атлант | 0,807 | 58,6 | 2,73 | 36,8 | 36,5 | 22,12 |
| $НСР_{05}$ вар. | 0,04 | 3,46 | 0,17 | 1,94 | - | 0,12 |

Одним из важных признаков, имеющим наиболее тесную связь с урожайностью сортов, является масса зерна с растения. Её корреляция с урожаем зерна на всех трех фонах минерального питания составила 0,98±0,10 – 0,99±0,07. Этот признак сложный, зависящий от количества у растения продуктивных побегов, от числа зерен в метелке и крупности зерна – массы их 1000 штук. Учитывая высокую связь массы зерна с растения с урожайностью сортов, её следует считать важным признаком интенсивности генотипов риса и шире использовать при оценке селекционных образцов на повышенную продуктивность.

Другим важным признаком продуктивности сортов риса является число зерен на единице площади. Коэффициент его корреляции с урожайностью также очень высокий и составил 0,91±0,21 – 0,97±0,12. Число зерен на 1 м$^2$ посева также является сложным признаком, определяемым количеством на этой площади продуктивных побегов и озерненностью их метелок, но он не учитывает массу их 1000 зерен и поэтому коэффициент его корреляции с урожайностью несколько ниже рассмотренного первого. Тем не менее, учитывая несложность получения результатов по его величине, он заслуживает большего внимания при оценке селекционных образцов на продуктивность.

Другим важным признаком продуктивности сортов риса является число зерен на единице площади. Коэффициент его корреляции с урожайностью также очень высокий и составил 0,91±0,21 – 0,97±0,12. Число зерен на 1 м$^2$ посева также является сложным признаком, определяемым количеством на этой площади продуктивных побегов и озерненностью их метелок, но он не учитывает массу их 1000 зерен и поэтому коэффициент его корреляции с урожайностью несколько ниже рассмотренного первого. Тем не менее, учитывая несложность получения результатов по его величине, он заслуживает большего внимания при оценке селекционных образцов на продуктивность.

Таким образом, полученные результаты показали, что повышение урожайности у сортов риса произошло за счет увеличения массы зерна с растения, приведшее к повышению числа зерновок на единице площади посева. Эти изменения в продукционном процессе у исследуемых генотипов риса возникли в соответствии с их генетической программой роста и развития, и осуществляются, по всей очевидности от воздействия фитогормонов [17]. Интегральным показателем данных изменений является величина коэффициента хозяйственной эффективности фотосинтеза ($К_{хоз}$), показывающая долю использования ассимилятов посева на формирование урожая зерна [7]. Как видно из таблицы 1, эта доля у исследуемых сортов на среднем фоне минерального питания составила 40,4-51,7 %, на оптимальном фоне 39,0-49,9 % и на высоком – 36,5-45,6 %. Значительные сортовые различия по величине показателя $К_{хоз}$ и достаточно тесная его связь с урожайностью сортов позволяет эффективно его использовать при оценке селекционных образцов на продуктивность. Имелись сомнения в том [8], что на среднем и высоком фонах питания его связь с урожайностью

будет слабой, недостаточной. Исследования показали, что коэффициент его корреляции с урожайностью сортов на среднем фоне питания составил 0,88±0,24, на высоком 0,95±0,15 и на оптимальном фоне 0,85±0,26. Из этого следует, что коэффициент $К_{хоз}$ при оценке образцов риса на продуктивность можно использовать на любых фонах питания. Установлено также, что масса зерна с растения имеет достоверную связь с $К_{хоз}$ (0,86±0,25-0,98±0,11), что повышает значение первого показателя в оценке образцов на продуктивность.

Важным составным элементом продуктивности сортов риса является масса 1000 зерен. На среднем фоне минерального питания она имеет достоверную отрицательную связь с урожайностью генотипов, на оптимальном и высоком фонах питания подобная связь не установлена. Однако масса 1000 зерен (абсолютно сухая) отрицательно связана с массой зерна с растения, с числом зерен на 1 м$^2$ и с $К_{хоз}$, что необходимо учитывать при анализе структуры урожая у исследуемых сортов риса.

**Выводы.**

1. Исследуемые сорта на оптимальном фоне минерального питания мало различались по фотосинтетической деятельности растений и образовали близкие по величине биомассы посевы на единице площади. На среднем фоне питания уменьшалась площадь листовой поверхности посева, поглощающей только часть приходящей энергии ФАР, и, соответственно, снижалась биологическая и хозяйственная урожайность сортов.
2. Главной особенностью продукционного процесса у разных по урожайности сортов риса является характер распределения, образующихся в процессе фотосинтеза, ассимилятов по органам растения. У сортов интенсивного типа Рапан и Визит значительная их часть используется на образование массы зерна растения, что вызывает увеличение числа зерен на 1 м$^2$ и приводит к повышению доли зерна в общей биомассе ($К_{хоз}$) посева и их урожайности. У генотипов экстенсивного типа Соната и Атлант значительная часть их ассимилятов потребляется на образование массивных стеблей, что приводит к повышению их устойчивости к полеганию. Однако при этом у них уменьшается поток пластических веществ к развивающимся метелкам, что вызывает уменьшение на плодоносах колосков и зерновок и приводит к снижению массы зерна с растения, числа зерен на 1 м$^2$, уменьшению величины $К_{хоз}$ и урожайности этих сортов.

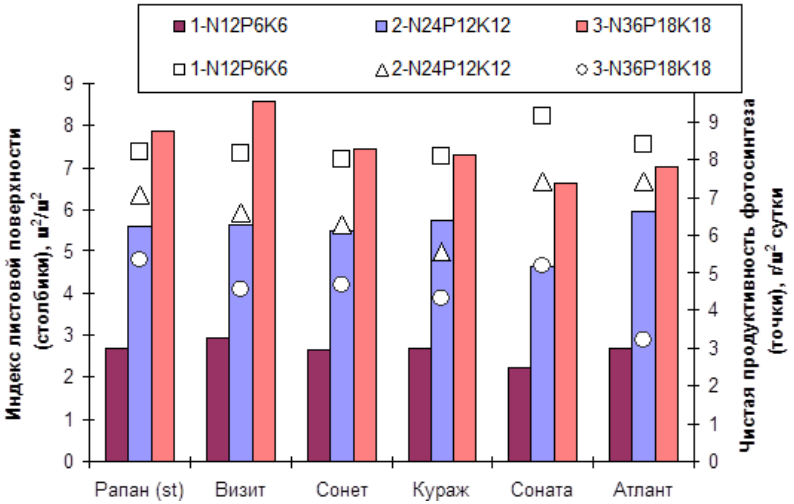


Рис. 1. Фотосинтетическая деятельность посевов риса в фазу цветения.

## Литература

1. Беденко, В.П. Основы продукционного процесса растений / В.П. Беденко, В.В. Коломейченко. – Орел, 2003. – 260 с.
2. Беденко, В.П. Фотосинтез и продукционный процесс / В.П. Беденко, В.В. Коломейченко. – Орел, 2008. – 144 с.
3. Воробьев, Н.В. Формирование элементов структуры урожая в зависимости от температуры и уровня минерального питания растений / Н.В. Воробьев, М.А. Скаженник // С.-х. биология, 1988. – № 6. – С. 17-20.
4. Воробьёв, Н.В. К физиологическому обоснованию моделей сортов риса / Н.В. Воробьёв, М.А. Скаженник, В.С. Ковалёв. – Краснодар, 2001. – 120 с.
5. Воробьев, Н.В. Физиологические основы повышения урожайности сортов риса / Н.В. Воробьев, М.А. Скаженник // Рисоводство. – 2005. – № 7. – С. 26-32.
6. Воробьев, Н.В. Изменения в системе донорно-акцепторных отношений у риса в процессе селекции на продуктивность / Н.В. Воробьев, В.С. Ковалев, М.А. Скаженник // Рисоводство. – 2006. – № 9. – С. 13-17.
7. Воробьев, Н.В. Уборочный индекс и его связь с урожайностью и физиолого-биохимическими признаками сортов риса / Н.В. Воробьев, М.А. Скаженник, В.С. Ковалев, Т.С. Пшеницына // Рисоводство. – 2010. – № 7. – С. 16-21.
8. Воробьев, Н.В. Продукционный процесс у сортов риса / Н.В. Воробьев, М.А. Скаженник, В.С. Ковалев. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2011. – 199 с.
9. Воробьев, Н.В. Особенности продукционного процесса у экстенсивных и интенсивных сортов риса / Н.В. Воробьев, М.А. Скаженник, А.Х. Шеуджен, В..С. Ковалев // Доклады Российской академии с.-х. наук. – 2013. – № 4. – С. 7-8.
10. Гуляев Б.И. Фотосинтез, продукционный процесс и продуктивность растений /

Б.И. Гуляев, И.И. Рожко, А.Д. Рогаченко и др. – Киев: Наук. Думка, 1989. – 152 с.
11. Дзюба, В.А. Многофакторные опыты и методы биометрического анализа экспериментальных данных / В.А. Дзюба. – Краснодар, 2007. – 76 с.
12. Ерыгин, П.С. Физиология риса / П.С. Ерыгин // Физиология с.-х. растений. – М.: МГУ, 1969. – Т. 5. – С. 266-413.
13. Ковалёв В.С. Селекция сортов риса для Краснодарского края и Адыгеи и разработка принципов их рационального использования // Диссертация в виде науч. докл. … докт. с.-х. наук. – Краснодар, 1999. – 45 с.
14. . Кумаков В.А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы / В.А. Кумаков. – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 270 с.
15. Кумаков В.А. Физиология формирования урожая яровой пшеницы и проблемы селекции / В.А. Кумаков // С.-х. биология. – 1995. – № 5. – С. 3-19.
16. Методические рекомендации по возделыванию сортов риса кубанской селекции (справочно-методическое издание) / С.В. Гаркуша, С.А. Щевель, Н.Н. Малышева [и др.] – Краснодар: ФИПОГГА, 2014. – 120 с.
17. Мокроносов, А.Т. Взаимосвязь фотосинтеза и функции роста / А.Т. Мокроносов // Фотосинтез и продукционный процесс. – М.: Наука, 1988. – С. 109-121.
18. Ничипорович, А.А. Теория фотосинтетической продуктивности растений и рациональные направления в селекции на повышение продуктивности / А.А. Ничипорович // Физиолого-генетические основы повышения продуктивности зерновых культур. – М.: Колос, 1975. – С. 5-14.

УДК 633.18:631.524.01

# НАСЛЕДОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ПРИЗНАКА «ВЫСОТА РАСТЕНИЯ» СОРТОВ РИСА НА ОСНОВЕ ПОЛНОГО ДИАЛЛЕЛЬНОГО СКРЕЩИВАНИЯ

Скоркина С.С.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт риса»,
Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия

*E-mail: setka.3S@rambler.ru*

*В статье представлены данные о наследовании признака «высота растения» в пяти сортах риса: Лидер, Австрал, Снежинка, Кумир и КПУ-92-08. Снижение высоты растений среди изученных родительских сортов может быть достигнуто только при скрещивании с сортом Кумир, который является носителем наибольшего числа генов короткостебельности, а Снежинка и КПУ-92-08 обладают наибольшим количеством рецессивных генов низкорослости.*

***Ключевые слова:*** *наследование, количественный признак, высота растения, диаллельная схема, ген, скрещивание.*

Многие количественные признаки наследуются по типу, предполагаемому отсутствия доминантности. Известно много примеров, когда гибриды первого поколения имеют неполное доминирование между проявлением признака родительских форм [5]. В исследованиях, проводимых во ВНИИ риса, при скрещивании высокорослых и низкорослых растения риса, отмечен эффект частичного доминирования высокорослого родителя над низкорослым или карликом. Однако существуют данные, свидетельствующие о проявлении эффекта гетерозиса особенно в отношении признаков высота растения и длина метелки. По этим признакам можно наглядно определить проявление гетерозиса, без проведения более тщательного анализа. Так в работе по введению признака низкорослости в генотипы отечественных сортов риса, в первом поколении гибридные растения были высокорослые [2].

Высокорослые сорта риса способны формировать повышенную урожайность, однако часто склонны к полеганию. В полегшей массе создается микроклимат с повышенной влажностью и зерновки нередко начинают прорастать. Это снижает технологические и посевные качества зерна и семян, приводит к потерям урожая. В связи с этим селекционная работа риса направлена на уменьшение высоты растения [2, 3, 6]. Однако генетическая детерминация этого признака недостаточно изучена, поэтому результаты довольно разноречивы [1]. В гибридах проявление признака высота растения обусловлено аддитивными, доминантными, эпистатическими эффектами [4] и полимерией [5].

**Цель исследований.** Определить наследование признака «высота растения» на основе диаллельных скрещиваний.

**Материал и методы.** Для проведения опыта была проведена гибридизация по схеме полного диаллельного скрещивания между пятью сортами риса: Лидер, Австрал, Снежинка, КПУ-92-08 и Кумир. Получено 20 гибридных комбинаций. Гибридный материал делили на две части. Одну половину выращивали в первый год, а во второй – высевали вторую часть гибридных зерен $F_1$ и $F_2$. Таким образом, в один год было проанализированно два поколения по биометрическим значениям.

Для генетического анализа использовали метод Хеймана [7, 8] по компьютерной программе АГРОС. Исследования проводили на вегетационной площадке ФГБНУ «ВНИИ риса».

Результатом проведения диаллельного анализа является определение генетико-статистических параметров изучаемой популяции гибридов риса в основном первого, а иногда и второго поколений. Изучали полученные гибриды и родительские формы. Достоверность различий между вариантами и повторностями устанавливали с помощью однофакторного

дисперсионного анализа. Дисперсионный анализ опыта, включающего родительские сорта и гибриды $F_1$ и $F_2$, выявил, что различия между повторностями отсутствуют, а по всем изучаемым признакам между вариантами – достоверны. Это позволяет проводить дальнейший диаллельный анализ.

По каждому признаку был проведен графический анализ зависимости Wr от Vr родительских сортов и гибридных комбинаций $F_1$ и $F_2$.

**Результаты и обсуждение.** Растения изучаемых сортов и гибридов значительно различались по высоте. Средние значения высоты растений родительских форм и гибридов первого поколения представлены в таблице 1.

Таблица 1. Средние значения признака «высота растения» родительских форм и $F_1$, (см) и координаты графика

| Сорта | Лидер | Австрал | Снежинка | КПУ-92-08 | Кумир | Vr | Wr | Парабола | b |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Лидер | 93,3 | 96,3 | 99,9 | 87,5 | 84,0 | 47,87 | 72,67 | 76,58 | |
| Австрал | 93,4 | 105,0 | 113,8 | 115,6 | 106,6 | 72,21 | 46,95 | 94,05 | |
| Снежинка | 100,8 | 107,5 | 110,7 | 96,3 | 86,8 | 114,37 | 112,84 | 118,37 | 0,82 |
| КПУ-92-08 | 81,1 | 80,5 | 94,1 | 83,4 | 74,9 | - | - | - | |
| Кумир | 89,6 | 84,3 | 95,7 | 89,1 | 82,9 | 24,73 | 27,49 | 55,04 | |

Сортообразец КПУ-92-08 исключен из анализа, так как, по все вероятности, признак высота растения контролируется эпистатическими эффектами. После удаления из расчета данного сорта, аддитивно-доминантная модель стала адекватной, поскольку показатели Wr - Vr стабильны.

Из графика видно, что линия регрессии расположена выше точки начала координат, что говорит о частичном доминировании признака. Коэффициент регрессии существенно отличается от единицы (b=0,82) и линия регрессии отклоняется от угла 45º, что указывает на комплементарный эпистаз. Положение линии регрессии дает нам информацию о средней генетической организации данного признака в изучаемом наборе сортов. Критерий значимости отклонения от единичного наклона незначительный и равен 0,51.

Парабола пересекает линию регрессии в точках, где находились бы родители, если бы они несли все доминантные или все рецессивные гены.

В нашем случае наибольшая концентрация доминантных генов, влияющих на высоту растения, отмечена в сорте Кумир, а рецессивных – Снежинке. Сорта, по изучаемому признаку, можно расположить по убыванию с уменьшением количества доминантных генов в следующем порядке: Кумир, Лидер, Австрал и Снежинка.

Результаты анализа по Хейману свидетельствуют о существенных различиях между сортами по аддитивным и доминантным эффектам генов (существенность a и b) (табл. 2). Несущественность $b_1$ говорит о

разнонаправленных эффектах доминантных генов в исследуемом материале. Гены, проявляющие доминирование распределены между сортами равномерно (несущественность $b_2$).

Таблица 2. Результаты дисперсионного анализа диаллельной таблицы по признаку «высота растения» $F_1$, 2013г

| Факторы варьирования | Число степеней свободы | Дисперсия | Критерий Фишера, факт. | Критерий Фишера, теор. |
|---|---|---|---|---|
| Общее | 4669,49 | 47 | | |
| a | 2850,60 | 3 | 66,46 | 2,92 |
| b | 340,54 | 6 | 3,97 | 2,42 |
| $b_1$ | 44,22 | 1 | 3,09 | 4,17 |
| $b_2$ | 70,93 | 3 | 1,65 | 2,92 |
| $b_3$ | 225,39 | 2 | 7,88 | 3,32 |
| c | 347,30 | 3 | 8,09 | 2,92 |
| d | 670,39 | 3 | 15,63 | 2,92 |
| Ошибка | 428,89 | 30 | | |

Специфичные для комбинации скрещивания аллельные и неаллельные взаимодействия генов играют важную роль в контроле признака (существенность $b_3$). Различия между сортами по материнским и реципрокным эффектам также существенны (c и d существенны).

Таблица 3. Результаты оценки генетических компонентов для признака «высота растения» $F_1$, 2013 г

| Генетические компоненты | Оценка | Генетические компоненты | Оценка |
|---|---|---|---|
| D | 114,64 | $H_1/D$ | 1,07 |
| F | -17,12 | $\sqrt{H_1/D}$ | 1,03 |
| $H_1$ | 132,44 | $H_2/4H_1$ | 0,23 |
| $H_2$ | 112,44 | $½*F/\sqrt{(D*(H_1-H_2))}$ | -0,18 |
| E | 14,29 | $M_{LJ}-M_{LO}$ | -1,66 |

Средняя степень доминирования в экспериментальном материале ($H_1/D$) и в каждом локусе ($\sqrt{H_1/D}$) полная, так как она больше единицы (таб. 3). Величина доминирования в разных локусах сильно варьируют – компонента $½*F/\sqrt{(D*(H_1-H_2))}$ не равна нулю. Представляет особый интерес наличие тесной связи между средними значениями признака родительских образцов

и величины доминантности r= 0,85 (при df=2). Высокая выраженность признака обусловлена большим числом доминантных генов. Доминантные и рецессивные аллели распределены между исходными локусами неравномерно ($H_2/4H_1 \neq 0,25$), что может оказывать влияние на проявление признака а гибридах $F_1$. В сортах доминантных аллелей меньше, чем рецессивных (F < 0). В детерминации признака преобладают доминантные эффекты, так как $D < H_1$. Направление доминирования составляет (-1,66).

Анализ родительских сортов и гибридов $F_2$ подтверждает основные результаты гибридов $F_1$. Однако во втором поколении из диаллельного анализа сорт КПУ-92-08 не был исключен, поскольку он является носителем рецессивных генов короткостебельности (рис. 2). Линия регрессии расположена ниже начала координат, что свидетельствует о сверхдоминировании признака во втором поколении и возможности появлении трансгрессивных форм по данному признаку.

Таким образом, снижение высоты растений среди изученных родительских образцов может быть достигнуто только при скрещивании с сортом Кумир, который является носителем наибольшего числа генов короткостебельности.

**Выводы.**

1. Сорт Кумир является носителем наибольшего числа генов короткостебельности в своем генотипе из пяти изученных сортов.
2. По данные $F_1$ наибольшая концентрация рецессивных генов, влияющих на высоту растения, отмечена в сорте Снежинка. Однако во втором поколении из диаллельного анализа следует, что сортообразец КПУ-92-08 является носителем рецессивных генов короткостебельности.
3. В первом поколении высота растения наследуется частично, наблюдается неполное доминирование признака, а во втором поколении – его сверхдоминирование. Возможно появление трансгрессивных форм по данному признаку.

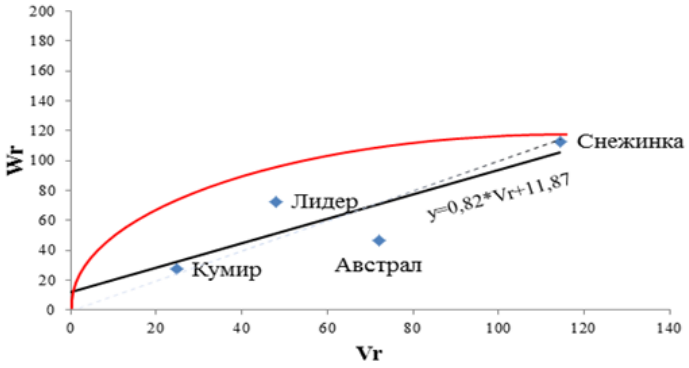


Рис. 1. График Хеймана признака «высота растения» риса в F1, (см), г. Краснодар, ФГБНУ «ВНИИ риса», 2013 г.

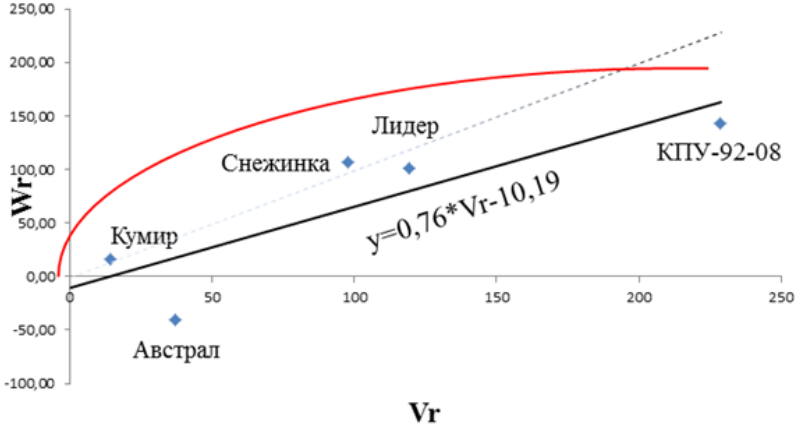


Рис. 2. График Хеймана признака «высота растения» риса в F2, (см), г. Краснодар, ФГБНУ «ВНИИ риса», 2013 г.

## Литература

1. Гущин, Г.Г. Рис / Г.Г. Гущин. – Краснодар, 2011. – 830 с.
2. Дзюба, В.А. Генетика риса / В.А. Дзюба. – Краснодар, 2004. – 284 с.
3. Дзюба, В.А. Наследование и изменчивость высоты растений риса / В.А. Дзюба // Вестник КНЦ АМАН. – Краснодар. – 2001. – Вып. 8. – С. 30 – 33.
4. Мосина, С.Б. Генетический контроль признака высоты растений у риса в системе диаллельных скрещиваний / С.Б. Мосина // Труды Кубан. СХИ. – 1982. – Вып. 210. – С. 3 – 9.
5. Рыбаченко, В.Г. Наследование некоторых количественных признаков риса у гибридов первого и второго поколений / В.Г. Рыбаченко // Бюлл. НТИ ВНИИ риса. – 1972. – Вып. 7 . – С. 7 – 10.
6. Скоркина, С.С. Наследование высоты риса /С.С. Скоркина, И.Н. Чухирь // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: материалы VII всерос. науч.-практ. конф. молод. ученых. – Краснодар: КубГАУ, 2014.
7. Hayman, B. I. The analysis of variance of diallel cross / B.I. Hayman. – Biometries, 1954 a, 10, 235 p.
8. Hayman, B.I. The theory and analysis of diallel crosses / B.I. Hayman. – Genetics, 1954 b, 39, p. 789 – 809.

# ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯТОРОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ РИСА В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Тесля М.В., Костылев П.И., Калиевская Ю.П.

ВНИИЗК им. И.Г. Калиненко

*E-mail: p-kostylev@mail.ru*

*Урожайность риса можно повысить, применяя различные стимулирующие вещества и препараты. В условиях Пролетарского района Ростовской области на трех сортах риса Командор, Кубояр, Магнат было изучено влияние семи стимуляторов роста, отличающихся друг от друга химическим составом и различным механизмом действия на растения: Препараты способствовали повышению зерновой продуктивности риса в зависимости от сорта и варианта обработки на 0,32-1,48 т/га. Для повышения урожайности зерна риса рекомендуется сорт Командор обрабатывать Басфолиаром и Этихолом, Кубояр – Ростком и Этихолом, Магнат – Басфолиаром, Ростком и Фертигрейном.*

***Ключевые слова:*** *рис, урожайность, стимуляторы роста, зерновая продуктивность.*

Рис – это важная зерновая культура в мире. В нашей стране он

выращивается на площади около 200 тыс. га, где производится более 1 млн. т риса-сырца. Этого недостаточно для удовлетворения потребностей жителей России. Поэтому необходимо повышать среднюю урожайность не только за счет внедрения новых сортов, но и агротехнологий, включающих применение различных стимулирующих веществ и препаратов.

Большинство химических веществ, которые влияют на рост и развитие растений, действуют по принципу сдвига гормонального статуса в сторону гормонов роста. При этом фитогормональная система участвует в регуляции обмена веществ на всех этапах жизнедеятельности растений – от развития зародыша до полного завершения жизненного цикла (Кефели В.Н., 1974; Шевелуха В.С., 1990).

**Цель исследования** – изучение влияния стимуляторов роста на развитие и продуктивность различных сортов риса ростовской селекции.

**Материал и методы.** Обрабатывали семена и растения сортов риса: Командор, Кубояр, Магнат. Использовали стимуляторы роста, отличающиеся друг от друга химическим составом и различным механизмом действия на растения, ранее не применявшиеся в рисоводстве. Это Басфолиар Кэлп (300 мл/т, 2 л/га), Бензихол (5 мл/т, 50 мл/га), Этихол (5 мл/т, 50 мл/га), Минералл 22 (8 мл/т, 16 мл/га), Р-456 (5 мл/т, 50 мл/га), Росток (500 мл/т, 200 мл/га), Фертигрейн (1 л/т, 1 л/га).

Варианты опыта:

1. Контроль (без обработки);
2. Обработка семян рекомендованными дозировками;
3. Обработка листьев рекомендованными дозировками;
4. Обработка семян и обработка листьев.

Опыт был заложен в 2015 году на базе ФГУП «Пролетарское», предшественник – мелиоративное поле, повторность – четырехкратная. Рис выращивали согласно Рекомендаций по выращиванию риса в Ростовской области (2004). Посев производили 25 апреля, сеялкой ССФК-7 на глубину 5 см. Площадь делянок 10 м$^2$. Всходы получали по естественным запасам влаги. Залив водой произвели при появлении у растений риса 1-2 листьев. В фазе 2-3 листьев риса провели подсчет всходов, по вариантам и повторностям. Опрыскивание стимуляторами роста в вариантах с обработкой листьев провели в фазе кущения риса, непосредственно перед обработкой посевов гербицидом Цитадель в дозировке 1,4 л/га. На протяжении вегетационного периода проводили фенологические наблюдения за растениями риса. В фазе полной спелости риса отобрали снопы с делянок ¼ метра для проведения структурного анализа. Уборку проводили 21-22 сентября в фазе полной спелости риса, корейским комбайном КС-575 с учетом влажности зерна. Обработку полученного числового материала проводили методом дисперсионного анализа по Доспехову Б.А. (1985).

**Результаты.** Бензихол и этихол – препараты, обладающие ауксиновой

и антигиббереллиновой активностью. Это – совместная разработка Института физиологически активных веществ РАН и ООО «Инновационный центр ТАХИАТ». Эти вещества и их аналоги – первые в истории агрохимии истинные стресспротекторы для растений. Установлено, что они в стрессовых условиях активируют в растениях две системы защиты против внутриклеточного окислительного стресса, который вызывают радикальные формы кислорода, возникающие при клеточном дыхании: 1) существенно повышают уровень биосинтеза флавоноидов, связывающих и нейтрализующих кислородные радикалы; 2) активируют систему супероксиддисмутазы, разрушающей и обезвреживающей радикальные формы кислорода. Как следствие, значительно понижается уровень перекисного окисления липидов кислородными радикалами, которое повреждает клеточные микроструктуры. Это является физиологической основой стресспротекторной и иммуномодуляторной активности СФНП против внешних стрессов (Гафуров Р.Г., 2003).

В наших исследованиях при обработке семян Бензихолом урожайность зерна у сорта Командор увеличилась на 0,86 т/га, у Кубояра – на 0,58 т/га, у Магната – на 0,33 т/га (рис. 1). Обработка листьев была менее эффективна, а двойная обработка семян и листьев оказалась лучше для Магната: 8,24 т/га, что на 0,88 т/га выше контроля.

Препарат Этихол для Магната был неэффективен, а у двух других сортов повышал урожайность при обработке семян и листьев, у Кубояра с 9,34 до 9,86 т/га (+0,52 т/га), у Командора с 6,78 до 8,10 т/га (+0,32 т/га).

Вещество Р-456 у всех сортов не способствовало увеличению урожайности.

В состав Басфолиар Келп входят экстракты фитогормонов ауксинов (11 мг/л) и цитокининов (0,03 мг/л) в соотношении 350/1 из морской водоросли *Ecklonia maxima*. Входящие в него фитогормоны стимулируют лучшее развитие корневой системы, повышают устойчивость к засухе и жаре, способствуют более эффективному использованию минеральных удобрений, ровным посевам, высокому урожаю (http://www.compo-expert.com). Кроме того, он содержит азот (0,2%), фосфор (1%), калий (0,1%), бор (0,25%), медь (0,17%), железо (0,81%), цинк (0,56%), молибден (0,11%) и марганец (0,01%).

В наших опытах воздействие Басфолиаром значительно увеличивало зерновую продуктивность растений риса при совместной обработке семян и листьев. В среднем по 4-м повторностям урожайность повысилась у сорта Командор от 7,42 на контроле до 8,40 т/га в варианте «семена + листья», у Кубояра – от 8,19 до 9,18 т/га и у Магната – от 8,21 до 8,62 т/га. Прибавка к контрольному варианту от обработки препаратом составила 0,41-0,99 т/га (рис. 3).

Препарат Минерал 22 в качестве действующего вещества содержит комплекс макро- и микроэлементов (80 г/л). Механизм действия Минерал-22 основан на нормализации ростовых процессов растений, поддержании стабильного баланса микро- и макроэлементов. Рекомендуется разработчиками для устранения признаков

фитотоксичности при использовании гербицидов, а также для стимуляции роста, повышения урожайности и устойчивости к стрессам и болезням (http://summit-agro.ru).

Препарат Минерал 22 оказал положительное влияние на урожайность при обработке листьев, как отдельно, так и совместно с семенами. В варианте «семена + листья» по сравнению с контролем у сорта Командор урожайность повысилась от 6,27 до 7,75 т/га, у Кубояра – от 8,88 до 9,31 т/га, а у Магната – от 7,80 до 8,30 т/га, т.е. на 0,43-1,48 т/га (рис. 4).

Росток – натуральный гуминовый препарат из торфа, стимулирует рост и развитие растений, адаптирует растения к природным и техногенным воздействиям. Он разработан на кафедре общей химии и выпускается НПЦ «Эврика» Тюменской ГСХА. Биологическое действие: 1) стимулирует рост и развитие растений; 2) адаптирует растения к природным и техногенным воздействиям; 3) ускоряет прохождение фенологических фаз (в т.ч. созревание); 4) активно влияет на белковый обмен растений (на содержание клейковины в зерне); 5) ограничивает поступление токсикантов в растение (Грехова И.В., 2007).

Обработка препаратом Росток не дала прибавки у сорта Магнат во всех вариантах. У Кубояра была существенная прибавка при обработке листьев (+0,99 т/га), а у Командора – при опрыскивании листьев (+0,45 т/га) и совместной обработке (+0,91 т/га).

Стимулятор роста Фертигрейн Старт, применяемый для обработки семян активно воздействует на ускорение равномерной всхожести и развития корневой системы. Он обеспечивает прорастающие семена азотным питанием, увеличивает всхожесть семян, улучшает развитие корневой системы, увеличивает сопротивляемость и жизнеспособность растений при воздействии стресс-факторов, усиливает жизнеспособность бактерий при инокуляции семян, увеличивает продуктивность растений и повышает урожайность, улучшает качество продукции. Он содержит 30% органического вещества, включает экстракт водорослей (4,0%) и аминокислоты (9%) (Савенко О.В., 2013).

Фертигрейн Старт повышал урожайность сорта Кубояр во всех вариантах обработки, но в разной степени. При обработке семян по сравнению с контролем урожайность повысилась от 8,46 до 8,83 т/га, листьев – до 9,19 т/га, совместно семян и листьев – до 9,37 т/га. У Командора более эффективной оказалась обработка семян и листьев, а у Магната – листьев (рис. 6).

**Выводы и предложения.**

1. Изученные препараты способствовали повышению зерновой продуктивности риса в зависимости от сорта и варианта обработки на 0,32-1,48 т/га.
2. С целью повышения урожайности зерна риса в производстве

рекомендуется для сорта Командор обработка препаратами Басфолиар и Этихол (семена и листья), для Кубояра – Росток (листья) и Этихол (семена и листья), для Магната – Басфолиар (семена и листья), Росток (семена и листья) и Фертигрейн (листья). Экономическая эффективность – 10-15 тыс. руб./га.

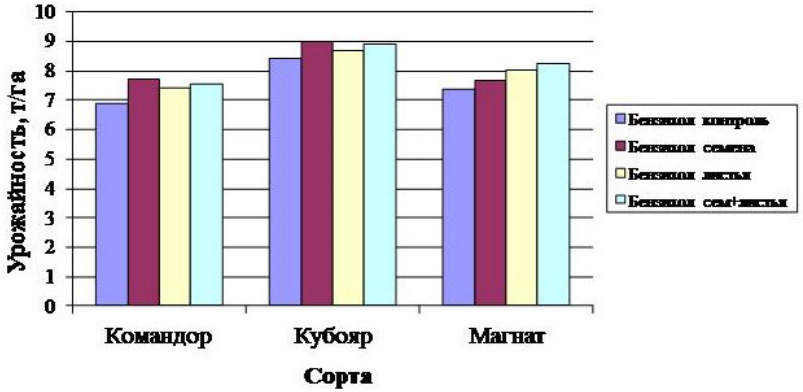


Рис. 1. Реакция риса на Бензихол по урожайности зерна

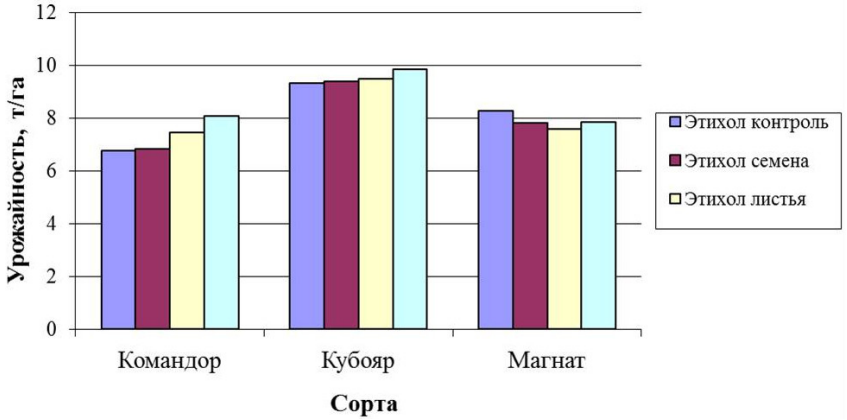


Рис. 2. Реакция риса на Этихол по урожайности зерна

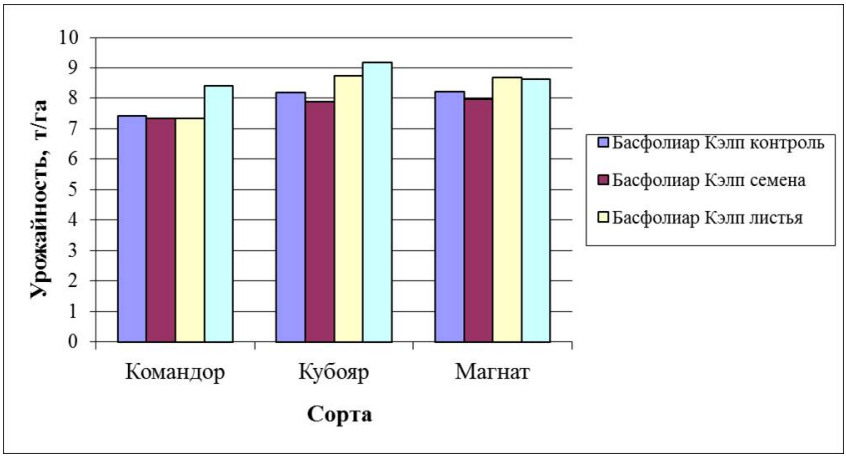


Рис. 3. Реакция риса на Басфолиар Келп по урожайности зерна

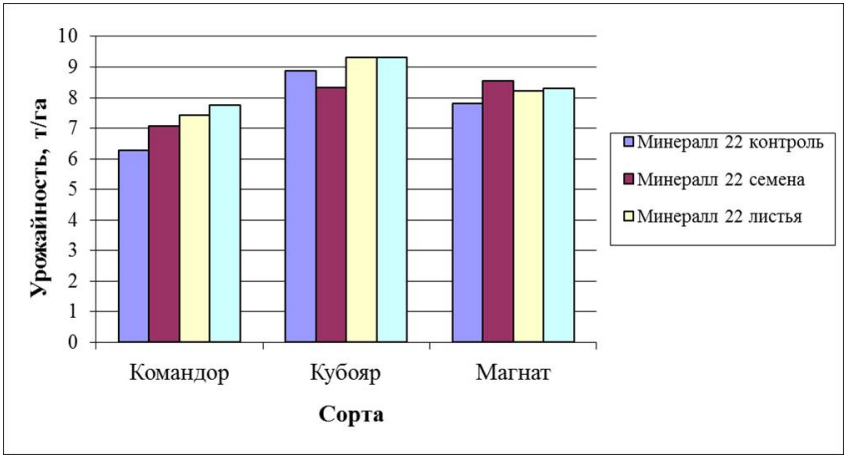


Рис. 4. Реакция риса на Минерал 22 по урожайности зерна

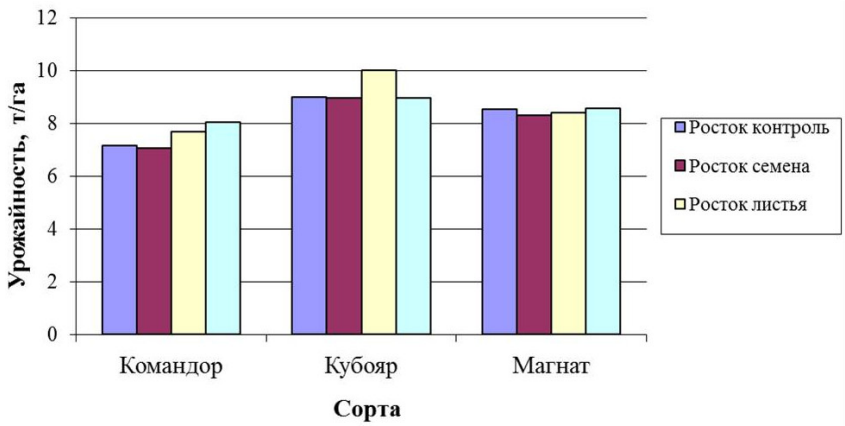


Рис. 5. Реакция риса на Ростоик по урожайности зерна

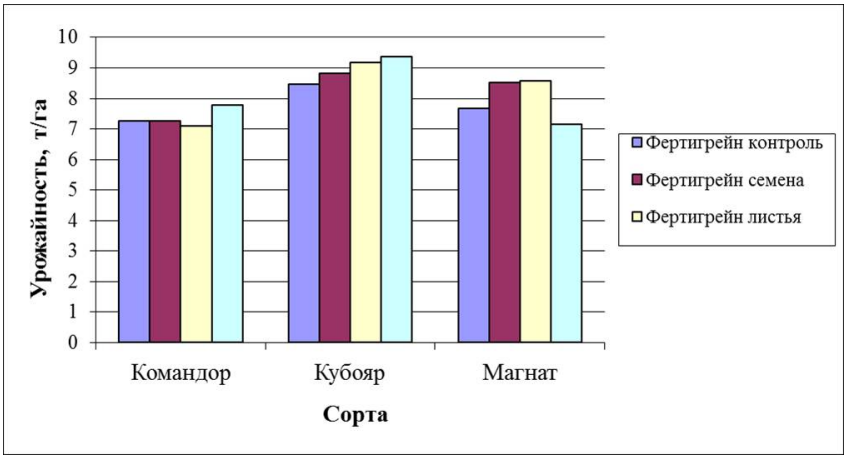


Рис. 6. Реакция риса на Фертигрейн Старт по урожайности зерна

## Литература

1. Гафуров Р.Г. Эффективные стресспротекторы и ретарданты для двудольных и технических культур // Наука производству, 1999. – №8. – С. 39-44.
2. Гафуров Р.Г., Махмутова А.А. Новая группа синтетических ауксиновых биомиметиков: N- и О-бензилсодержащие соединения // Докл. РАН. 2003. – Т. 391. – С. 562-565.
3. Грехова И.В. Реакция овощных культур на гуминовый препарат// Коняевские чтения: Сб. статей Всероссийской научно-практической конференции. Офиц.

приложение Аграрного вестника Урала. Екатеринбург, 2007. – № 2(44). – С. 21-26.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта // 5-е изд. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. Кефели В.Н. Природные ингибиторы роста и фитогормоны / В.Н. Кефели. – М.: Наука, 1974. – 283 с.
6. Костылев П.И., Степовой В.И., Парфенюк А.А. Рекомендации по выращиванию риса в Ростовской области. – Ростов н/Д: ЗАО «Книга», 2004. – 112 с.
7. Савенко О.В. Подтверждая эффективность: система «Фертигрейн» на зерновых / Аграрный вопрос, деловое издание АПК Рязанской области, 2013. – № 12(56). – С. 20-22.
8. Шевелуха В.С. Регуляторы роста растений / В.С. Шевелуха. – М.: Агропромиздат, 1990. – 192 с.
9. Liquid Seaweed Extract Basfoliar Kelp SL / Интернет ресурс: http://www.compo-expert.com/en/home/service/brochures.html?key=1-6
10. Минерал 22 / Интернет ресурс http://summit-agro.ru/catalog/udobreniya/mineral-22

УДК 631.52:633.18.

# СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАЧЕСТВА ЗЕРНА СОРТОВ РИСА ЗАРУБЕЖНОЙ И РОССИЙСКОЙ СЕЛЕКЦИИ, ВЫРАЩЕННЫХ В УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Туманьян Н.Г., Кумейко Т.Б., Ольховая К.К.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт риса»,
Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия

*E-mail: arrri_kub@mail.ru*

*Были изучены признаки качества зерна сортов риса итальянской селекции и селекции ФГБНУ «ВНИИ риса», выращенных в условиях Краснодарского края. Сделан вывод о снижении качества зерна ряда итальянских сортов в новых агроклиматических условиях.*

***Ключевые слова:*** *рис, признаки качества зерна, стекловидность, трещиноватость, выход крупы, отношение длины зерновки к ширине.*

Несмотря на интенсивное внедрение зарубежных сортов сельхозкультур, в РФ посевные площади по стратегически значимым зерновым более, чем на 90 % заняты сортами российской селекции, что свидетельствует о

конкурентоспособности достижений отечественных селекционеров. В последние годы наблюдается тенденция интродукции итальянских и др. сортов риса в рисоводство страны. Большинство сортов риса селекции ВНИИ риса создано и выращивается в России в Краснодарском крае на 45 $^{o}$ с. ш., 37.5-39.0 $^{o}$ в. д., итальянские сорта селекционной станции SA.PI.SE в провинции Vercelli на аналогичной широте – 45$^{o}$ с. ш., 8.4 $^{o}$в. д. В 2012 году сорта итальянской селекции были переданы во ВНИИ риса с целью изучения их агробиологического потенциала в условиях Краснодарского края. В 2013, 2014 гг. сорта высевали на Опытно-производственном участке (ОПУ ВНИИ риса).

Сорта риса характеризуются определенными признаками качества зерна, показатели которых зависят от генотипа, условий произрастания риса, способов уборки, хранения и переработки [1, 2, 3]. Сорта риса российской и большинства итальянской селекции относятся к подвиду japonica. Проведено сравнительное исследование качества зерна наиболее распространенных короткозерных российских и итальянских сортов риса (селекционная станция SA.PI.SE,Vercelli, Италия) по важнейшим технологическим признаками качества зерна риса, в том числе: пленчатости, форме зерновки (длина, ширина, толщина, отношение длины к ширине), крупности зерна (масса 1000 зерен), консистенции эндосперма (стекловидность), трещиноватости, комплексным показателям - общему выходу шлифованного риса и содержанию в нем целого ядра.

**Материалы и методы исследований.** В качестве материала исследований служили сорта российской (ВНИИ риса, урожай 2013, 2014 гг. выращен на ОПУ ВНИИ риса) и итальянской селекции (урожай 2012 г. выращен в Италии; урожай 2013, 2014 гг. выращен на ОПУ ВНИИ риса, карта 1, чек 1). Урожаи 2013, 2014 гг. сортов российской и итальянской селекции получены в испытании сортов лабораторией сортовой агротехники и паспортизации сортов риса: Рапан, Виктория, Диамант, Визит, Сонет, Orione, Cerere, Centauro, Carnise, Carnise Precose. Массу 1000 зерен определяли по ГОСТу 10842-89 и выражали в пересчете на 14 %-ную влажность, плёнчатость – ГОСТ 10843-76 (на шелушильной установке Satake), стекловидность – по ГОСТу 10987-76, трещиноватость – по ГОСТу 10987-76 с помощью диафаноскопа ДСЗ-3. Выход крупы - на установке ЛУР-1М.

**Результаты и обсуждение.** Интродукция зарубежных сортов риса в культуру в России требует решения вопросов реализации их генотипа в новых условиях выращивания. Показатели технологических признаков качества позволяют прогнозировать качество урожая сорта в определенных агроклиматических условиях его выращивания, в том числе количество и качество крупы, которую можно выработать из зерна. В 2013 г. ВНИИ риса были получены образцы риса итальянской селекции (станция SA.PI.SE, Vercelli), семена которых были высеяны в совместном испытании сортов российской и итальянской селекции.

Высокой трещиноватостью (43 %) и высокой стекловидностью (94 %)

характеризовался сорт Cerere. Среднестекловидным был Centauro (86 %) и низкостекловидными – Orione и Carnise Precose (70 %). Образцы имели по крупности среднее (выше 23 г при 14 %-ной влажности, до 34 %) и крупное зерно (свыше 34 г массы 1000 зерен). Крупнозерными было два сорта: Orione с массой 1000 зерен – 36,5 г, Carnise Precose - 43,1 г.

Высоким показателем содержания целого ядра в крупе характеризовался сорт Centauro – 92,2 %, ниже был показатель у Orione - 82,3 % и низким характеризовались сорта – Cerere - 68,9 % и Carnise Precose - 74,3 %.

Из пяти короткозерных итальянских, участвующих в экологическом сортоиспытании сортов три, Carnise, Carnise Precoce и Orione, относилось к крупнозерным сортам (табл. 2). У этих сортов были снижены показатели признаков «общий выход крупы» и «содержание целого ядра в крупе», соответственно 64,5-68,5 % и 66,2-88,1 % в 2013, 2014 гг. Orione и Cerere, имели средние показатели содержание целого ядра в крупе (66,2-77,3 % в 2013 г.), и средний и высокий - 72,8-97,2 % показатель «содержание целого ядра» (у Orione 97,2 %) в 2014 г. У Centauro он тоже был высоким – 92,6 (2013 г.), 98,8 % (2014 г.). Высокой пленчатостью отличались сорта Carnise (21,5 и 20,6 %), Carnise Precoce (20,0, 20,2 %), Orione (20,1 и 20,8 %) в 2013, 2014 гг. Один из пяти сортов, Cerere, имел высокую стекловидность – 97, 98 %, остальные среднюю и низкую – 65-86 %. Высокую трещиноватость имели сорта Cerere 32-43 % (2013-2014 гг.), Orione, Centauro, Carnise Precose - 20-39 % (2014 г.).

Представляет интерес сравнительный анализ качества урожая итальянских сортов риса, выращенных в Италии (2012 г.) и в Краснодарском крае, РФ, (2013 г., ОПУ ВНИИ риса) (табл. 1).

Показатели признаков качества зерна в иных условиях вегетации – менялись или сохранялись. Масса 1000 зерен сохранялась при выращивании в Краснодарском крае у всех сортов. Стекловидность имела тенденцию к увеличению у Orione и Cerere, снижалась у Centauro и Carnise Precose в 2014 г. и сохранялась у Centauro. Трещиноватость возрасла у сорта Centauro до 30 %, у сорта Orione до 30 %, у Carnise Precose до 20 %; у Cerere показатель был несколько ниже, чем у риса, выращенного в Италии.

Содержание целого ядра в крупе у Centauro и Cerere и Orione повысилось в 2014 г. В 2013 г. у Orione он понизился с 82,3 % до 77, 3 %. У Carnise Precose показатель имел тенденцию к снижению.

*(26 - 27).11.2015.- 275 с. ISBN: 978-5-906217-85-1*

Таблица 1. Показатели признаков качества сортов итальянской селекции, выращенных в агроклиматических условиях различных географических зон: Италия (2012 г.) и Россия (2013, 2014 гг.) (Краснодарский край, пос. Белозерный)

| Образец | Год | Масса 1000 зерен, г (14 %) | Стекловид-ность, % | Трещино-ватость, % | Пленча-тость, % | Общий выход крупы, % | Содержание целого ядра в крупе, % | Отношение длины шелушеной зерновки к ширине, l/b |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| сорта риса селекции SA.PI.SE, Vercelli | | | | | | | | |
| Centauro | 2012 | 30,4 | 86 | 2 | 19,1 | 69,2 | 92,2 | 1,7 |
| Centauro | 2013 | 30,3 | 84 | 5 | 18,3 | 70,3 | 92,6 | 1,7 |
| Centauro | 2014 | 29,3 | 73 | 30 | 19,9 | 70,5 | 98,8 | 1,7 |
| Cerere | 2012 | 28,9 | 94 | 43 | 15,7 | 70,4 | 68,9 | 1,7 |
| Cerere | 2013 | 28,7 | 98 | 36 | 19,2 | 71,3 | 79,8 | 1,6 |
| Cerere | 2014 | 27,6 | 97 | 32 | 19,3 | 71,3 | 99,1 | 1,7 |
| Orione | 2012 | 36,4 | 70 | 11 | 19,0 | 67,1 | 82,3 | 2,0 |
| Orione,. | 2013 | 36,5 | 76 | 12 | 20,1 | 68,0 | 77,3 | 2,1 |
| Orione, | 2014 | 32,6 | 81 | 39 | 20,8 | 68,5 | 97,2 | 1,9 |
| Carnise, | 2013 | 39,9 | 95 | 5 | 21,5 | 64,5 | 69,5 | 2,1 |
| Carnise, | 2014 | 37,1 | 68 | 13 | 20,6 | 64,8 | 81,0 | 2,1 |
| Carnise Precose, | 2012 | 43,1 | 70 | 0 | 19,2 | 67,9 | 74,3 | 2,0 (2,1) |
| Carnise Preose, | 2013 | 40,4 | 74 | 19 | 20,0 | 65,3 | 66,2 | 2,1 |
| Carnise Precos, | 2014 | 38,9 | 65 | 20 | 20,2 | 66,0 | 72,8 | 2,1 |
| сорта селекции ВНИИ риса | | | | | | | | |
| Рапан. | 2013 | 26,1 | 97 | 2 | 17,9 | 70,3 | 98,0 | 2,1 |
| Рапан | 2014 | 26,5 | 94 | 15 | 19,7 | 70,2 | 98,6 | 2,0 |
| Виктория | 2013 | 28,0 | 98 | 4 | 19,2 | 71,2 | 96,8 | 2,1 |
| Виктория | 2014 | 27,1 | 92 | 11 | 19,2 | 70,0 | 98,4 | 2,0 |
| Диамант, | 2013 | 28,7 | 98 | 6 | 19,8 | 68,8 | 93,8 | 2,1 |
| Диамант | 2014 | 27,4 | 90 | 8 | 19,2 | 69,1 | 98,1 | 2,0 |
| Визит | 2013 | 28,6 | 91 | 16 | 18,1 | 70,0 | 81,3 | 1,9 |
| Визит | 2014 | 25,0 | 96 | 2 | 18,1 | 71,2 | 99,9 | 1,9 |
| Сонет | 2013 | 29,1 | 93 | 14 | 16,8 | 70,5 | 84,5 | 2,1 |
| Сонет | 2014 | 27,5 | 89 | 32 | 17,6 | 70,6 | 90,9 | 2,0 |
| $НСР_{05}$ | | 1,11 | 1,02 | 1,9 | 1,5 | 1,24 | 1,45 | 0,25 |

Только у одного сорта Cerere улучшались все признаки: увеличивалась стекловидность (94 и 98 %), снижалась трещиноватость (с 43 до 32 и 36 %), увеличивалось содержание целого ядра в крупе (с 68,9 до 69,8 и 79,8 %). Однако количество целой крупы при шлифовании зерна у этого сорта достаточно низкое, что является его недостатком. У остальных сортов повышение трещиноватости, как правило, приводило к увеличению содержания дробленого ядра в крупе.

Результаты изучения признаков качества российских сортов в совместном испытании с итальянскими сортами представлены в таблице 2. Наиболее распространенный и востребованный сорт риса Рапан демонстрировал стабильность по всем изучаемым признакам качества в 2013, 2014 гг. Некоторое повышение трещиноватости в 2014 г. не привело к снижению показателя «содержание целого ядра в крупе». У сорта Визит в 2014 г. произошло значительное снижение трещиноватости зерна – до 2 %, что привело к возрастанию показателя признака содержания целого ядра до 99,9 %. В отношении трещиноватости 2014 год для сорта Сонет был неблагоприятным, что, однако, не повлияло на выход крупы.

Сорта риса российской селекции Рапан, Виктория, Диамант, Визит, Сонет в совместном испытании с итальянскими сортами на территории Краснодарского края проявили стабильность и имели высокое качество урожая. Короткозерные сорта итальянской селекции имели более высокую массу 1000 зерен, пониженные стекловидность зерна и содержание целого ядра в крупе.

В Краснодарском крае уборка риса в различные годы проводится при 11-20-ной % влажности зерна. Погодные условия 2013, 2014 гг. для реализации потенциала короткозерных сортов в отношении качества зерна (трещиноватость, выход и качество крупы) были благоприятными. Влажность риса перед уборкой не была ниже 15-16 %. В связи с этим необходимы дальнейшие исследования итальянских сортов в совместных испытаниях с сортами отечественной селекции в агроклиматических условиях Краснодарского края.

**Выводы.**

1. По результатам сравнительных испытаний во ВНИИ в отношении качества зерна сорта риса отечественной селекции по сравнению с итальянскими обладали высокой степенью адаптивности к природно-климатическим факторам российского региона и отличались повышенной стекловидностью и показателем признака «содержание целого ядра в крупе», более низкой трещиноватостью и пленчатостью.
2. Для решения вопроса целесообразности интродукции итальянских сортов в РФ на территории Краснодарского края необходимы дальнейшие исследования.

## Литература

1. Хьюстон Д.Ф. Рис и его качество. М.: Колос, 1976. - 400 с.
2. Казарцева А.Т., Шеуджен А.Х., Нещадим Н.Н. Эколого-генетические и агрохимические основы повышения качества зерна. – Майкоп: Гурипп «Адыгея», 2004. – 160 с.
3. Туманьян, Н.Г. Новые сорта риса селекции ВНИИ риса. Признаки качеств зерна / Н.Г. Туманьян, Т.Б. Кумейко, Н.В. Остапенко, К.К. Ольховая, Е.М. Харитонов // Рисоводство. – 2015 г. - № 1-2 (26-27). – С. 16-24.

# ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ЗАСОЛЕНИЯ НА НАКОПЛЕНИЕ БИОМАССЫ У СОРТООБРАЗЦОВ РИСА В РАННЕЙ ФАЗЕ ВЕГЕТАЦИИ

Усенбеков Б.Н., Батаева Д.С., Рысбекова А.Б.

Институт биологии и биотехнологии растений КН МОН РК, г. Алматы, РК., Казахский государственный женский педагогический университет МОН РК, г. Алматы.

*Email: bakdaulet7@yandex.ru*

*Изучено влияние хлоридного, сульфатного и карбонатного типов засоления на накопление биомассы у 10-ти дневных проростков риса отечественных и зарубежных сортов, а также гибридов на ранних этапах онтогенеза. Показано, что изучаемые образцы риса различались по устойчивости к засолению.*

***Ключевые слова:*** *рис, хлоридное, сульфатное и карбонатное засоление, накопление биомассы, солеустойчивость.*

Одной из проблем рисоводства Казахстана является ухудшение гумусного и мелиоративного состояния почв, усиление их вторичного засоления и деградации. В Республике Казахстан площадь засоленных и солонцовых почв составляет 111,6 млн. га, что составляет 41,0% от общей площади. Для Кызылординской области характерно хлоридно-сульфатное засоление и площадь засоленных земель по области (на которых урожайность культур падает на 20-50%) составляет около 30% от общей площади орошаемых земель [1-2]. Для Балхаш-Алакульской и Илийской впадины характерно также хлоридно-сульфатное засоление, с нормальной и гидрокарбонатной содой. Избыток водорастворимых солей в почве вызывает изреживание всходов, тормозит рост и развитие растений, приводя к

падению урожайности. По данным КазНИИ рисоводства в последние годы резко снизились урожайные показатели риса (с 50 ц/га до 35-48 ц/га) и качество производимой продукции (выход крупы с 65% до 45-50%). Поэтому стратегия селекции риса в условиях засоленных почв Кызылординской и Алматинской областях должна быть направлена на создание сортов, устойчивых к засолению, болезням и вредителям, с высокой продуктивностью и качеством крупы. Внедрение солеустойчивых сортов в производственную практику – основная задача современного отечественного рисосеяния [3]. Целью исследования является скрининг и отбор устойчивых сортообразцов риса на различные типы засоления (хлоридное, сульфатное и карбонатное) в лабораторных условиях на стадии проростков для вовлечения в селекцию.

**Материалы и методы.** Объектом исследования служили сорта и сортообразцы российской, казахстанкой и филиппинской селекции, а также потомство разных поколений гибридных комбинаций. [4]. В лабораторных условиях проведен скрининг сортов риса на солеустойчивость в фазе прорастания по методике ВНИИ риса [5].

**Результаты.** *Влияние хлоридного засоления на рост и накопление биомассы у сортов и гибридов риса.* Наибольшим в процентном отношении к контролю накоплением биомассы в стрессовых условиях (NaCl 0,75%) характеризовались сорта отечественной селекции Баканасский и Маржан. Регион возделывания отечественных сортов риса находится в зоне с повышенной засоленностью, в Кызылординской области загрязнение поверхностных (до 3-5 г/л) и подземных вод солевыми остатками (до 6-7 г/л) (сильное хлоридно-натриевое засоление) доходит до критической отметки. Выявлены перспективные по солеустойчивости гибриды отечественной селекции $F_2$ Кубань 3/Колл.обр. 34-09 и $F_2$ Ханкайский 429/Курчанка. Накопление сырой биомассы у данных гибридов в условиях хлоридного засоления составило 81% соответственно. Это можно объяснить генеалогией данных гибридов, поскольку родительские формы являются солеустойчивыми сортами. Известно, что солеустойчивость - это генетически детерминируемый признак, не имеющий конкретного числового выражения и наследственно сохраняющийся в ряду поколений [6]. Гетерозис данных гибридов составляет 11% и 3% по отношению к материнским формам (Ханкайский 429 и Кубань 3 соответственно). Средним значением накопления биомассы характеризовались сорта российской селекции – Рапан, Янтарь, Фишт, Соната и Ханкайский 429. Наименьшее накопление общей биомассы отмечено у сортов из IRRI: BINA dhan 8HB9106, FL 478 HB9093, BRRI dhan 47 HB9114, хотя они считаются стандартами солеустойчивости. Возможно, что солеустойчивость у данных образцов проявляется в более поздних фазах.

Таким образом при скрининге на хлоридный тип засоления различных генотипов риса выявлены наиболее перспективные солеустойчивые сорта и гибриды, которые могут быть выращены на засоленных почвах, а также использованы как исходной материал для получения более

солетолерантных форм риса для селекции отечественных сортов.

*Влияние сульфатного засоления на рост и накопление биомассы у сортов и гибридов риса.* Сульфатное засоление оказывало негативное влияние на прирост общей биомассы проростка риса. Испытуемые генотипы по уровню устойчивости к сульфатному засолению можно разделить на три группы: высокоустойчивые, среднеустойчивые слабоустойчивые. По нашим предварительным данным, к высокоустойчивым, в основном, относятся сорта-стандарты солеустойчивости из дальнего (FL 478 HB 9093 (79%), BRRI dhan 47 HB 9114 (85%), BINA dhan 8 HB 9106 (87%) и ближнего зарубежья (Кубань 3 (82%), Фишт (82%), Соната (80%), Атлант (93%), Регул (97%), а также отечественные сорта Маржан (78%), Мадина (77%). Следует отметить, что гибриды $F_2$ Соната/Лиман (76%), $F_2$ Дарий 23/Кол.обр.49-09 (80%), $F_2$ Ханкайский 429/Кол.обр. 4-09 (91%) тоже занимают эту позицию. Проростки остальных сортов и гибридов - ($F_2$ Регул/Курчанка, Баканасский, Рапан, Славянец, Акдала, Колл. образец 34-09, ВНИИР 10173) - проявили заметно слабую устойчивость к данному селективному фактору. В условиях сульфатного засоления большое внимание должно быть уделено образованию токсичных окисленных соединений серы типа сульфидов и сульфоксидов, вызывающих нарушение жизнедеятельности растений. По литературным данным, меньший угнетающий эффект сульфатов при слабом уровне засоления по сравнению с другими типами (хлоридный и карбонатный) объясняется тем, что здесь заметную роль играет не избыток солей как таковой, а физиологические различия роли ионов в метаболизме. Сера в составе сульфат-иона является макроэлементом минерального питания растений, и небольшой избыток этого иона может играть положительную роль.

Таким образом, при повышенном сульфатном засолении создаются весьма неблагоприятные условия для роста и развития риса. В результате исследований на солеустойчивость, из 34 различных генотипов риса выявлены и отобраны перспективные солеустойчивые образцы.

*Влияние карбонатного засоления на рост и накопление биомассы у сортов и гибридов риса.* Содовое засоление отличается более повреждающим влиянием на поглотительную деятельность корней риса по сравнению с хлоридным и сульфатным типами засоления [31]. Следует отметить, что наибольшую чувствительность к карбонатному засолению проявили сорта селекции ВНИИриса, такие как Лиман, Соната, Янтарь, Славянец, Ханкайский 429, ВНИИР 10173, Серпантин. Наибольшим в процентном отношении к контролю накоплением биомассы в условиях карбонатного засоления характеризовались сорта Маржан, Регул, Мадина и 2 гибрида: $F_2$ Дарий 23/Колл. обр 49-09 и $F_2$ Ханкайский 429/Колл. обр 4-09. Имеются различные теории, объясняющие угнетение растений в условиях засоления. Согласно, одной из них, это явление обуславливается осмотическим влиянием растворов солей, в соответствии с другой, угнетение растений является следствием токсического воздействия поглощенных ионов на физиолого-биохимические процессы. Следует

отметить что образцы риса различались по накоплению биомассы при различных концентрациях карбонатного засоления. Сорта Лиман, Соната, Янтарь, Славянец, Ханкайский 429, ВНИИР 10173, Серпантин накапливали меньше биомассы по сравнению с образцами Маржан, Регул, Мадина и 2 гибрида: $F_2$ Дарий 23/Колл. обр 49-09 и $F_2$ Ханкайский 429/Колл. обр 4-09.

**Выводы.**

В заключение отметим, что гибрид $F_2$ Ханкайский 429/Колл. обр 4-09 и сорта Маржан и Мадина накапливают в процентном соотношеннии биомассу при всех трех типах засоления. Накопление общей биомассы у сортов из IRRI: BINA dhan 8HB9106, FL 478 HB9093, BRRI dhan 47 HB9114 варьировало в зависимости от типа засоления. Известно, что солеустойчивость полигенный признак и может проявляться на различных этапах онтогенеза. Из этого следует, что образцы из IRRI могут обуславливать солеустойчивость в более поздних фазах онтогенеза и эти генотипы необходимо вовлекать в селекционный процесс, так как они являются одними из эталонов солеустойчивости.

***Финансирование:*** *Работа выполняется в рамках проекта 2113/ГФ 4 КН МОН РК «Биотехнология получения солеустойчивых, высокопродуктивных форм и линий риса для селекции отечественных сортов риса».*

**Литература**

1. Benduhn, F., Renard, P. A dynamic model of the Aral Sea water and salt balance. //Journal of Marine Systems. - 2004. - V.47. - P. 35-50.
2. Баймолдаева А.Т. Ландшафтно-экологические состояние окружающей среды г. Кызылорда и задачи охраны природы. - Алматы, 2002. - С.153.
3. Умирзаков С.И. Инновационный путь развития рисоводства Казахстана: проблемы и перспективы // Матер. междунар. научно-прак. конф. «Научно-инновационные основы развития рисоводства в Казахстане и странах зарубежья». - Кызылорда: «Ақмешіт Баспа үйі», 2012. - С.17.
4. Ерыгин П.С., Красноок Н.П. Основы биологии риса. - М. - 1965. - С.15-33
5. Скаженник М.А., Воробьев Н.В., Досеева О.А. Методы физиологических исследований в рисоводстве. - Краснодар: ВНИИ риса, 2009. - С.23.
6. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). - М.: Изд-во РУДН, 2001. - С.780.

УДК: 631:52:633.633.1:635

# ПРИМЕНЕНИЕ ГАПЛОИДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЕКЦИИ КАЗАХСТАНСКИХ СОРТОВ ГЛЮТИНОЗНОГО РИСА

Усенбеков Б.Н., Сартбаева И.Д., Зеленский Г.Л., Казкеев Д.Д., Рысбекова А.Б.

Институт биологии и биотехнологии растений КН МОН РК, г. Алматы, РК., Казахский национальный университет имени аль-Фараби МОН РК, г. Алматы, РК.,
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт риса», Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия
Казахский национальный аграрный университет МОН РК, г. Алматы, РК

*E-mail: bakdaulet7@yandex.ru*

*В исследований приведены данные по применению гаплоидной биотехнологии в селекции казахстанских сортов глютинозного риса. В результате многолетних исследований в ИББР впервые получены дигаплоиды риса и проведены полевые испытания в рисосеющих регионах республики.*

***Ключевые слова:*** *селекция риса, гаплоидная биотехнология, низкоамилозные линии, глютинозные сорта риса.*

В настоящее время в селекции риса широко используют биотехнологические методы, позволяющие повысить результативность селекционного процесса [1]. Одним из таких методов является гаплоидная биотехнология, с помощью которой можно получить генетически стабильное гомозиготные растения [2]. Культура пыльников, как инструмент биотехнологии, является важным методом для быстрой фиксации гомозиготности, ускоряющим процесс селекции.

**Материалы и методы.** Для ускоренной стабилизации перспективных глютинозных гибридов $F_2$ Виола/Акдала и $F_2$ Виола/Баканасский по содержанию амилозы применен метод культуры пыльников. Донорные растения выращивали в оранжерее ИББР. В фазе трубкования, извлекли метелки и подвергали холодовой обработке при $+5C^0$ в течений 5 суток. После холодовой обработки, пыльники культивировали на питательной среде $N_6$ [3] содержащей 2 мг/л 2,4 Д. При достижении каллусов размером более 3 мм переводили на регенерационную среду МС содержащая 5 мг/л БАП, 1 мг/л ИУК и 500 мг/л гидролизат казеина. Полученные растение-регенеранты с хорошо развитой корневой системой переводили в

сосуды с почвенно-торфяной смесью и культивировали в оранжерее до полного созревания. Результаты. Из глютинозных гибридов $F_2$ Виола/Баканасский (75 шт) и $F_2$ Виола/Акдала (2 шт) получено фертильные растения. Проводили определение количественного содержания амилозы и анализ структуры урожая по хозяйственно-ценным признакам. При анализе из 75 дигаплоидов гибрида $F_2$ комбинации Виола/Баканасский выделены растения различающихся по морфологическим признакам (рисунок 1).

Морфологически различающиеся глютинозные дигаплоиды полученные из гибрида $F_2$ комбинации Виола/Баканасский, были классифицированы на 5 групп разновидностей согласно Ляховкину [5]: 1. *var. subzomica Kepp,* 2. *var. zomica Koern,* 3. *var. alba Alef,* 4. *var. affnis Koern,* 5. *var. neroapiculata Gust,* в то время как дигаплоид $F_2$ Виола/Акдала относится только к одной разновидности - *var. affnis Koern.* У дигаплоидов $F_2$ Виола/Баканасский выращенных в оранжерее содержание амилозы варьировало от 1,2 % до 8,4 % в 2014 г. При определении содержания амилозы в 2015 г. было выявлено увеличение количества амилозы у дигаплоидов (таблица 1), в то время как у родителей этот показатель изменялся незначительно. Наиболее высокое варьирование отмечено у дигаплоида $F_2$ Виола/Баканасский *var. zomica Koern*, где в 2014 г. этот показатель был на уровне 1,9±0,1, а в 2015 г. составил 5,3±0,6. Результаты количественного анализа показали, что содержание амилозы во втором поколении дигаплоидов (ДГ 2 2015 г) был на порядок выше, чем в первом поколении (ДГ 1 2014 г.).

Таблица 1. Изменения содержания амилозы у сортов, гибрида и дигаплоидов риса

| | Виола | Баканасский | $F_2$ Виола/ Баканасский | *var. subzomica Kepp* | *var. zomica Koern* | *var. alba Alef* | *var. affnis Koern* | *var. neroapiculata Gust* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2014 г | 2,3±0.4 | 20,5±0,9 | 17,6±0,8 | 2,9±0,2 | 1,9±0,1 | 8,4±0,3 | 1,2±0,1 | 2,1±0,1 |
| 2015 г | 2,0±0.2 | 20,0±1,1 | - | 4,1±0,3 | 5,3±0,6 | 9,3±0,7 | 5,4±0,6 | 4,1±0,4 |

Причиной расщепления линий по разновидностям и содержанию амилозы возможно является генотип микроспоры, сформировавшаяся в результате рекомбинации в начальных стадиях формирования микроспоры, а также условия выращивания. Полученные данные по анализу на элементы структуры урожая, показала целесообразность включения дигаплоидов для дальнейшей селекции. Эти дигаплоидные линий детально изучены по полезным хозяйственно-ценным признакам. Среди этих линий по анализу элементов структуры урожая и вегетационному периоду по Алматинской области выделяются 2 перспективных низкоамилозных линии (Рисунок 2):

1) №144 линия, подвид-*sativa (Yaponica Kato)*, разновидность-*var. alba Alef,* Происхождение ♀Виола-глютинозный сорт (РФ). ♂Баканасский-амилозный

сорт (РК). Индивидуально отобран из гибридной популяции $F_2$ Виола/Баканасский.

2) №148 линия, подвид-*sativa (Yaponica Kato)*, разновидность-*var. affinis Koern,* создан методом культуры пыльников гибридной популяции $F_2$ Виола/Баканасский.

**Выводы.**

Таким образом, с применением культуры пыльников были ускоренно созданы перспективный селекционный материал дигаплоидных линий глютинозного риса, отличающиеся по полезным хозяйственно-ценным признакам и характеризующиеся низким содержанием амилозы из гибридов $F_2$ Виола/Баканасский и $F_2$ Виола/Акдала. Выделенные линии по морфологическим признакам предварительно описаны по методике DUS test на отличимость, однородность и стабильность и может служить исходной формой в селекции казахстанских сортов глютинозного риса.

***Финансирование:*** *Работа выполняется в рамках проекта 2168/ГФ 4 КН МОН РК «Создание отечественного сорта глютинозного риса для детского и диетического питания с применением молекулярно-генетических и биохимических маркеров».*

Рис. 1.

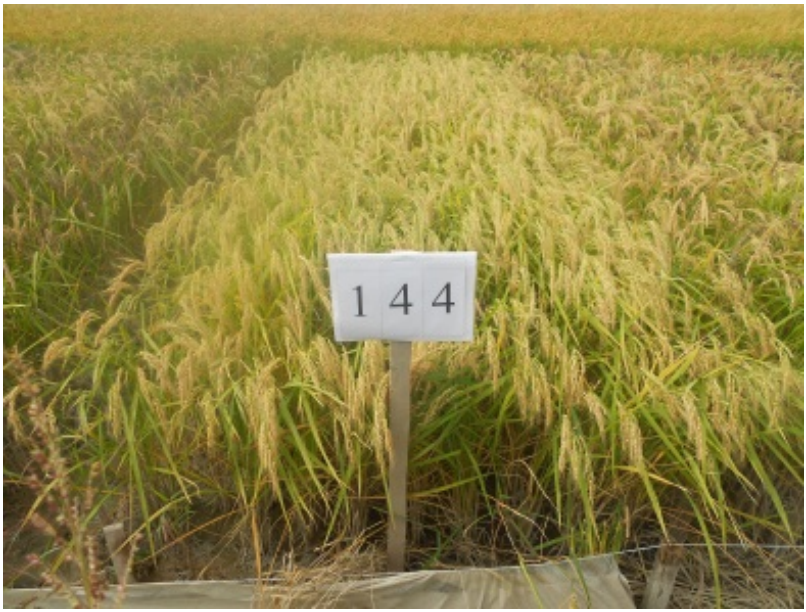


Рис. 2. Перспективные низкоамилозные линии

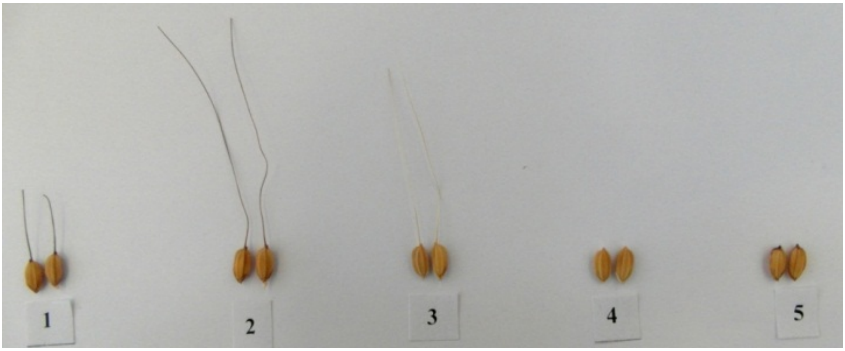


Рис. 3. Расщепление по глютинозным разновидностям семена дигаплоидов гибрида F2 Виола/Баканасский

## Литература

1. Silva and WJ Ratnayake. Anther culture potencial of indica rice varieties, Kurulu thuda and BG 250 TD // Tropical Agricultural Research & Extension. - 2009. V.12, N.2. - P.53-56.
2. Рахимбаев И.Р. Экспериментальная гаплоидия в культуре пыльников и микроспор зерновых злаков // Сельскохозяйственная биотехнология. - 1990. - №3. - P.44-55.
3. Chu C.C., Wang C.C., Sun C.S., Hsu K.C., Yin K.C., Chu C.Y., Bi F.Y. Establishment of an efficient medium for anther culture of rice through comparative experiments on the nitrogen sources. - Sci. Sinica. - 2009. - V.18. - P.659-668.
4. Сартбаева И.А., Мамонов Л.К., Усенбеков Б.Н., Рысбекова А.Б., Казкеев Д.Т., Жанбырбаев Е.А., Беркимбай Х.А., Кожакулова А.Н., Шоинбекова С.А. Применение метода культуры пыльников в селекции отечественных сортов глютинозного риса // Вестник КазНУ - 2014. - Т.1/2, №60. - С.332-335.
5. Ляховкин А.Г. Состав и классификация риса Oryza sativa L. // Ханой: Издательство сельское хозяйство, 1994. - С.37.

УДК 633.18: 632. 488.42

# ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ СОРТОВ РИСА К ПИРИКУЛЯРИОЗУ В УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Харченко Е.С., Рубан М.Г.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт риса»,
Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия

*E-mail: arrri_kub@mail.ru*

*В статье представлены результаты изучения устойчивости 1165 сортообразцов риса к пирикуляриозу в 2015 году в условиях Краснодарского края. Приведен ряд высокопродуктивных сортов с ценными качественными показателями, обладающих повышенной устойчивостью (в основном - среднеустойчивых), созданных селекционерами института. Устойчивость растения риса к пирикуляриозу зависит не только от иммунологической характеристики, но и от технологии возделывания конкретного сорта.*

***Ключевые слова:*** *пирикуляриоз, сорт, устойчивость, штамм, инфекционный фон.*

Рис является наиболее ценной, важной и высокоурожайной зерновой

культурой. Увеличение производства рисовой крупы сдерживается рядом факторов, одним из которых являются болезни риса, и, прежде всего, пирикуляриоз, распространенный в большинстве рисосеющих стран. За десятилетия возделывания риса в Краснодарском крае отмечена 10 – 12-летняя цикличность в возникновении эпифитотий пирикуляриоза. К сожалению, в последние годы этот патоген стал появляться на посевах культуры ежегодно.

Учащение эпифитотий пирикуляриоза риса во всех рисосеющих регионах мира объясняется, прежде всего, внедрением новых технологий, предусматривающих применение высоких доз минеральных удобрений, особенно азотных. При «перекорме» растений азотом болезнь развивается наиболее интенсивно [4].

Фитосанитарный мониторинг рисосеющих хозяйств края в текущем году свидетельствует о снижении интенсивности развития пирикуляриоза по сравнению с 2013-14 гг. Ограничение распространения инфекции вызвано внедрением в производство устойчивых сортов и своевременным проведением профилактических обработок посевов фунгицидами. Первые признаки болезни проявились во второй половине июня.

Микробиологический анализ сортообразцов риса из разных районов края показал, что, кроме возбудителя пирикуляриоза, на посевах присутствуют возбудители таких опасных грибных болезней риса, как гельминтоспориоз и твердая головня, которые в последнее десятилетие в Краснодарском крае регистрировались крайне редко. Также обнаружен возбудитель бактериальной болезни риса (бактериальная гниль влагалищ) - *Pseudomonas oryzicola*.

В системе интегрированной защиты растений от болезней наиболее эффективным элементом является селекция устойчивых сортов, возделывание которых позволяет снизить объем применения пестицидов, загрязняющих окружающую среду, и получить стабильный высококачественный урожай зерна риса [1].

Патосистема "рис - возбудитель пирикуляриоза" претерпевает значительные изменения в течение времени, в том числе меняется восприимчивость отдельных сортов к возбудителю заболеваний. Многолетние исследования показали, что нет сортов, абсолютно устойчивых к болезни. Устойчивость сорта при непрерывном возделывании снижается из-за накопления патогенных рас вредного объекта, способных преодолеть механизмы устойчивости растения-хозяина. Частая сортосмена, как один из элементов системы защиты посевов риса, не позволяет патогену накопиться в необходимом для эпифитотии количестве.

Основными этапами создания устойчивых к болезням сортов являются поиск и выявление источников устойчивости среди коллекционного материала риса и иммунологическая оценка созданных сортообразцов.

**Материалы и методы.** Оценка устойчивости растений к патогену базируется на создании жесткого инфекционного фона и провокационных условий при возделывании культуры. Ежегодный сбор инфицированного

пирикуляриозом материала на полях рисосеющих хозяйств края обеспечивает высокое качество краснодарской популяции патогена, используемой для создания искусственного инфекционного фона.

Иммунологическую оценку сортов проводили в ОПУ ВНИИ риса и ЭСП «Красное». Поскольку инфекционный питомник расположен непосредственно в рисовом поле, недопустимо использовать штаммы патогена, распространенные за пределами Краснодарского края. Растения заражали конидиальной суспензией гриба *Pyricularia oryzae*, приготовленной из сухого спорового материала и культуры 14-дневного возраста, выращенной на агаризованной морковно-сахарозной среде. Возбудитель болезни *Pyricularia oryzae Cav* выделен из пораженных листьев, узлов, метелок растений риса, собранных в рисосеющих хозяйствах Красноармейского, Славянского, Темрюкского, Абинского и Калининского районов в 2014 г. Выделение и очистка штаммов патогена проведены согласно методическим указаниям, разработанным во ВНИИ риса [2].

Материал для заражения культивировали в чашках Петри (1870 шт.). Заражение провели в наиболее уязвимые для растений фазы развития - кущение и выметывание-цветение.

Индикаторы напряженности инфекционного фона – сорта Победа-65 (неустойчивый к пирикуляриозу) и Авангард (устойчивый).

Закладка опыта, создание инфекционного фона и учет поражений проведены в соответствии с методическими указаниями [3]. По результатам оценки сортообразцы классифицируют на устойчивые - интенсивность развития болезни (ИРБ) 0-25%; среднеустойчивые - ИРБ - 25,1-50%; неустойчивые - ИРБ>50%.

В 2015 году изучали устойчивость к болезни 1165 сортообразцов риса. На искусственном инфекционном фоне изучена устойчивость к возбудителю пирикуляриоза 1165 сортообразцов (рисунок 1).

**Результаты и обсуждение.** Погодные условия летнего периода способствовали успешному развитию пирикуляриоза в инфекционном питомнике. Сумма осадков составила в июне 154,8 мм; в июле – 54,4 мм; в августе – 89,7 мм. Средняя температура воздуха - в июне 22,0$^0$; в июле - 25,4$^0$; в августе – 25,5$^0$ С. В августе осадки были обильными, но редкими: выпадали только 2 раза - 18 и 24-го числа. Причем, в июле и августе днем температура поднималась до 36,5$^0$ С и 37,8$^0$С соответственно, а ночью опускалась до 15,5$^0$ С и 17,5$^0$ С, что способствовало увеличению росяного периода, благоприятно действующего на прорастание и жизнедеятельность патогена.

Интенсивность развития метельчатой формы болезни на стандартном неустойчивом сорте (Победа-65) составила 68,9%, что говорит об удовлетворительной напряженности инфекционного фона; ИРБ на сорте Рапан - 44,3; сорт Авангард стабильно устойчив к краснодарской популяции возбудителя пирикуляриоза: интенсивность развития метельчатой формы не превышала 7,0 %.

Таблица 1. Характеристика групп сортообразцов риса по признаку устойчивости к пирикуляриозу (ОПУ ВНИИ риса, 2015 г.)

| № п/п | Группа сортообразцов риса | Всего | В том числе | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | уст. | с/уст. | неуст. | выпал |
| 1 | Коллекция ВНИИ риса | 102 | 4 | 57 | 40 | 1 |
| 2 | КП сортов группы селекции под энергосберегающие технологии | 16 | 1 | 9 | 3 | 3 |
| 3 | СП сортов группы селекции под энергосберегающие технологии | 71 | 18 | 40 | 13 | - |
| 4 | Сорта, устойчивые к неблагоприятным факторам (лаборат. исходного материала) | 50 | 10 | 22 | 16 | 2 |
| 5 | Линии риса с генами устойчивости к пирикуляриозу (лаб. биотехнологии и молекулярной биологии) | 49 | 10 | 32 | 4 | 3 |
| 6 | КСИ и КП солеустойчивых сортообразцов | 114 | 42 | 56 | 16 | - |
| 7 | СП солеустойчивых образцов (Шарм) | 30 | - | 27 | 3 | |
| 8 | Сорта и сортообразцы лаборатории генетики | 176 | 60 | 70 | 36 | 10 |
| 9 | КСИ интенсивных сортов (п. Белозерный) | 20 | 1 | 7 | 12 | - |
| 10 | КП интенсивных сортов (п. Белозерный) | 49 | 1 | 20 | 28 | - |
| 11 | КСИ среднеспелой группы интенсивных сортов | 28 | 2 | 18 | 8 | - |
| 12 | КП сортов среднеспелой группы интенсивных сортов | 42 | 1 | 24 | 17 | - |
| 13 | СП интенсивных сортов | 358 | 89 | 202 | 66 | 1 |
| 14 | Районированные и перспективные сорта риса | 60 | 17 | 35 | 8 | - |
| | Итого | 1165 | 256 | 619 | 270 | 20 |

По результатам оценки 270 (23,2 %) образцов отнесены к неустойчивым, 619 (53,1 %) - к среднеустойчивым, 256 (22 %) сортообразцов проявили реакцию сорта, устойчивого к пирикуляриозу, из них: 94 образца из среднеспелой группы интенсивных сортов, 19 - из группы селекции под энергосберегающие технологии, 42 солеустойчивых сортообразца, 10 - устойчивых к неблагоприятным факторам среды и 60 сортообразцов, созданных в лаборатории генетики.

Оценено 49 линий риса, созданных в лаборатории биотехнологии, с интродуцированными перспективными генами устойчивости к пирикуляриозу, отобранных на жестком инфекционном фоне в 2014 году. В условиях 2015 г. 10 образцов дали реакцию иммунного сорта (таблица 1).

Таблица 2. Оценка устойчивости сортов риса к пирикуляриозу (Госсортоучасток "Белозерный", 2015 г.)

| № делянки | Название сорта | ИРБ, % (метельчатая форма) | Степень устойчивости |
|---|---|---|---|
| 30 | Эрколе | 7,0 | *устойчив* |
| 18 | Карбор | 9,2 | *устойчив* |
| 32 | Снежинка | 10,0 | *устойчив* |
| 34 | Саджит-тарио | 12,2 | *устойчив* |
| 27 | Спилло | 12,2 | *устойчив* |
| 4 | Император | 17,5 | *устойчив* |
| 10 | Магнат | 17,8 | *устойчив* |
| 24 | Партнер | 18,3 | *устойчив* |
| 33 | Наташа | 18,3 | *устойчив* |
| 2 | Феномен | 19,6 | *устойчив* |
| 26 | Сонет | 21,4 | *устойчив* |
| - | Аромир | 23,3 | *устойчив* |
| 6 | Арбалет | 24,9 | *устойчив* |
| 22 | Маноби | 26,9 | среднеустойчив |
| 7 | Дождик | 30,4 | среднеустойчив |
| 9 | Казачок | 30,9 | среднеустойчив |
| 8 | Исток | 34,7 | среднеустойчив |
| 25 | Патриот | 35,6 | среднеустойчив |
| 23 | Олимп | 36,1 | среднеустойчив |
| 29 | Чибий | 36,9 | среднеустойчив |
| 12 | Полевик | 37,2 | среднеустойчив |
| 20 | Кумир | 38,6 | среднеустойчив |
| 17 | Аполлон | 39,1 | среднеустойчив |
| 16 | Атлант | 39,8 | среднеустойчив |
| 15 | Фаворит | 40,6 | среднеустойчив |
| 19 | Крепыш | 40,8 | среднеустойчив |
| 11 | Орион | 42,5 | среднеустойчив |
| 31 | Кураж | 42,5 | среднеустойчив |
| 13 | Рапан | 53,0 | **неустойчив** |
| 5 | Флагман | 58,6 | **неустойчив** |
| 21 | Ласточка | 63,0 | **неустойчив** |
| 14 | Титан | 63,7 | **неустойчив** |
| 28 | Царын | 63,8 | **неустойчив** |
| 3 | Новатор | 66,4 | **неустойчив** |
| 1 | Шарм | 76,4 | **неустойчив** |

В период интенсивного развития пирикуляриоза проведены учеты пораженности сортов риса на посевах госсортоучастка "Белозерный" в Красноармейском районе. Результаты приведены в таблице 2.

Из таблицы 2 следует, что сорта риса зарубежной селекции Эрколе, Карбор, Саджит-тарио, Спило, Император более устойчивы к краснодарской популяции патогена, чем сорта, созданные в условиях Краснодарского края.

Анализ иммунологических свойств районированных и перспективных сортов показал, что из ранее созданных сортов повышенной устойчивостью обладают сорта Австрал, Аромир, Атлант, Виктория, Виола, Дождик, Казачок, Краснодарский 86, Крепыш, Мавр, Метелица, Наташа, Партнер, Патриот, Полевик, Привольный-4, Снежинка, Соната, Сонет, Фаворит, Южная ночь.

**Выводы.**

Изучение иммунологической характеристики сортов отечественной и зарубежной селекции показало, что в настоящее время нет сорта, абсолютно устойчивого к пирикуляриозу. Более устойчивы к болезни сорта риса, при создании которых использовали родительские формы с генетической устойчивостью.

Устойчивость растения риса к пирикуляриозу зависит не только от иммунологической характеристики, но и от технологии возделывания конкретного сорта.

Важными являются агротехнические приемы, ограничивающие развитие и распространение патогена: соблюдение севооборотов; систематическое уничтожение сорной растительности; запахивание пожнивных остатков; проведение посева в оптимальные сроки. Следует избегать завышения доз азотных удобрений и неравномерного внесения их в почву, необходимо учитывать роль предшественника. Необходимо уделять внимание соблюдению оптимальных норм высева семян и своевременному проведению мероприятий, направленных на борьбу с пирикуляриозом (протравливание семян, профилактические обработки посевов фунгицидами).

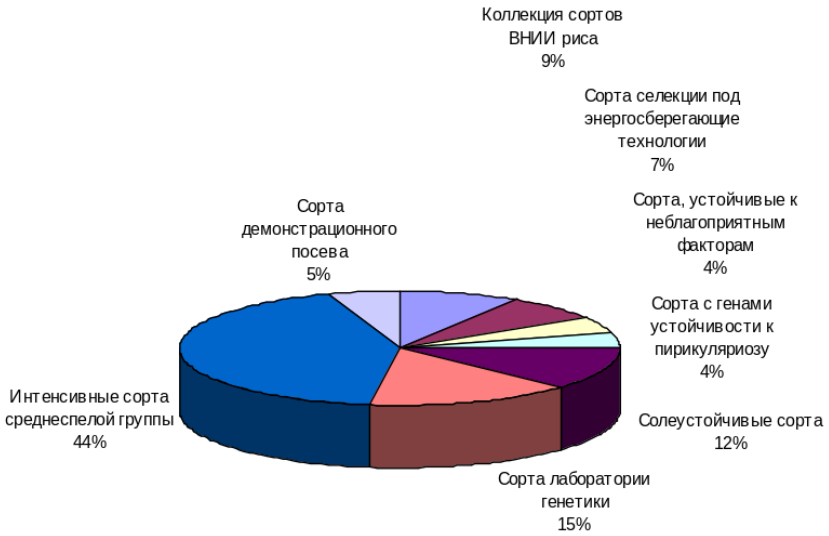


Рис. 1. Группы сортообразцов риса, представленные на иммунологическую оценку в 2015 г.

## Литература

1. Зеленский, Г.Л. Селекция сортов риса, устойчивых к пирикуляриозу, рисовой листовой нематоде и бактериальному ожогу в условиях Российской Федерации/: Зеленский Г.Л. // Автореферат диссертации на соискание ученой степени д. с.-х. наук. - Краснодар: Тип. Куб ГАУ, 1993. - 49 с.
2. Методические указания по выявлению, учету и методам разработки мер борьбы с болезнями риса. - Краснодар, ВНИИ риса, 1981. - 20 с.
3. Методические указания по оценке устойчивости сортов риса к возбудителю пирикуляриоза. – М., ВАСХНИЛ, 1988. – 30 с.
4. Рекомендации по комплексной защите сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорной растительности в Краснодарском крае на 2006-2012 гг. - Краснодар, 2006. - С. 198.

УДК 633.18: 632. 488.42

# СПОСОБ ВЫДЕЛЕНИЯ ВНУТРИПОЛЬНЫХ КОНТУРОВ ПО ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ФОСФОРОМ И КАЛИЕМ

Шарифуллин Р.С., Чижиков В.Н., Паращенко В.Н., Слепцова О.И.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт риса»,
Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия

*E-mail: arrri_kub@mail.ru*

*В статье приведены сведения по варьированию содержания в почвах рисовой оросительной системы подвижных фосфора и калия, на основании которых определена целесообразность выделения контуров изменения плодородия почвы для каждого элементарного участка (чека, карты-чека, карты).*

***Ключевые слова:*** *полевые исследования, отбор почвы, GPS позиционирование, агрохимический анализ почвы, урожайность риса*

Внутрипольная вариабельность (пестрота) в наибольшей степени характерна для рисовой оросительной системы, что связано со строительными и планировочными работами (срезки, насыпки) и обработками почвы.

Учет внутрипольной вариабельности почвенного плодородия – это отличительная черта точного земледелия. В соответствии с традиционными технологиями возделывания сельскохозяйственных культур удобрения вносят или без учета уровней агрохимических показателей почвы или принимают во внимание усредненные данные агрохимического обследования согласно агрохимическим паспортам полей. При этом все агротехнологические операции выполняются однотипно в визуально определяемых границах полей, хотя, как показали исследования, почвы практически всех типов характеризуются значительной вариабельностью основных агрохимических показателей.

При применении удобрений не менее важно принимать во внимание внутрипольную пестроту плодородия почвы, чем различия в плодородии отдельных полей, которые учитываются в традиционных технологиях земледелия.

Внесение удобрений усредненными по полю (фиксированными) дозами не отвечает требованиям отдельных растений к уровню минерального питания. При внесении фиксированных доз азотных, фосфорных и калийных удобрений более 30 % растений получают недостаточное или, наоборот, избыточное минеральное питание с вытекающими отсюда последствиями

для продуктивности агроценозов и экологии агроландшафта. Именно на этом основании технологии точного земледелия предусматривают внесение удобрений по отдельным контурам почвенного плодородия и использованием спутниковой навигации (GPS, ГЛОНАСС). Поэтому одна из первостепенных задач точного земледелия – выявление и картографирование таких контуров. Дифференцированное внесение фосфора и калия обычно осуществляется в режиме «off-line», т.е. по заранее выделенным внутрипольным контурам. Большую часть азотных удобрений в условиях точного земледелия целесообразнее применять в виде вегетативных подкормок в режиме «on-line», при котором внутрипольные контуры автоматически определяются сканирующими устройствами машин по внесению удобрений в процессе их работы.

Существует несколько способов предварительного выделения внутрипольных контуров для дифференцированного внесения фосфорных и калийных удобрений, а также мелиорантов: сканирование урожайности комбайнами с датчиками учета урожайности и привязка выделенных парцелл к координатам поля с помощью навигационного оборудования; сканирование электропроводности почвы с использованием специальной прицепной аппаратуры; дистанционное зондирование полей, проводимое аппаратурой спутников Земли (ДЗЗ) и, наконец, схематическое разделение площади на фиксируемые контуры – элементарные участки [4]. Во всех случаях на выделенных тем или иным способом контурах отбираются и анализируются объединенные пробы почвы с последующим созданием электронных агрохимических картограмм. Для отбора почвенных проб используются, как правило автоматизированные пробоотборники различного класса, оборудованные навигационной аппаратурой для привязки мест отбора проб к координатам поля. Глубина отбора для полной агрохимической характеристики почв составляет 20-22 см. По результатам агрохимического анализа почв для каждого внутрипольного контура по специальным компьютерным программам с использованием ГИС-технологий рассчитывают дозы удобрений и составляют электронные карты-задания для их дифференцированного внесения. Отбор почвы и расчет оптимальных доз минеральных удобрений под планируемую урожайность сельскохозяйственных культур осуществляется в соответствии с принятыми методами [5, 6, 7].

**Материалы и методы.**

Работу по выделению почвенных контуров выполняли в два этапа: осенью в паровых полях (карты-чеки 26, 27, 28, 29) и весной перед посевом риса (карты 19, 20, 21, 22 и 10) , расположенных на ОПУ ВНИИ риса.

При весеннем отборе каждая карта-чек делилась поперек на 4 равные части (парцеллы) площадью около 1 га. Из каждой парцеллы отбиралось по 3 почвенных пробы из слоя 0-20 см с использованием механизированного пробоотборника оснащенного борт-компьютером и GPS-терминалом. Отобранные пробы анализировали на содержание $P_{подв}$, и $K_{подв}$, Количество проб почвы весеннего отбора: n = 9 (карт-чеков) X 4(парцеллы) X 3(проб) =

108 шт.

Агротехника на участке общепринятая и соответствует рекомендациям ВНИИ риса: зяблевая вспашка на глубину 18-20 см, чизелевание, дискование в два следа. Внесение основного минерального удобрения проводилось 25-26 апреля разбрасывателем «Аккорд». Вносился аммофос по 1 ц/га ($N_{12}P_{52}$) и карбамид по 1 ц/га (N46). Удобрения заделывались дискованием с последующим движкованием (выравнивание микронеровностей) поверхности чека с одновременным прикатыванием фигурными катками в два следа.

Высевались сорта риса: Виктория (карта-чек 19); Привольный (карта-чек 20); Соната (карта-чек 21); Титан (карта-чек 22); Визит (карта-чек 26); Диамант (карта-чек 27); Атлант (карта-чек 28); Сонет (карта-чек 29) и Диамант (карта-чек 10). Посев риса на картах-чеках 19-22 и 10 нормой 8 млн. шт./га всхожих семян сеялкой СЗ-3,6 проводился в период с 29 по 30 апреля, а на картах-чеках 26-29 в период с 2 по 4 мая. Первоначальный залив проведен в период 2-3 мая и 5-6 мая соответственно. Первая подкормка карбамидом 1 ц/га ($N_{46}$) проведена самолетом (5 июня). Вторая подкормка карбамидом дозой 1 ц/га ($N_{46}$) внесена самолетом (18 июня). Обработка посева риса гербицидом «Цитадель» дозой 1,4 л/га проведена вертолетом 6 июня. Учет урожая метровками по фиксированным точкам проводился 23-25 сентября в 60 точках карт 26-29 и 10.

На основании результатов проведенных анализов почвы и учета урожайности риса определена связь выделенных почвенных контуров плодородия почвы с урожайностью выращенного риса.

Пробы почвы отбирались из слоя 0-20 см. Определялись фосфор подвижный по Чирикову[7] и калий подвижный по Чирикову [7].

**Результаты и обсуждение.**

Содержание подвижного фосфора (табл. 1) варьируется в наибольшей степени по сравнению с содержанием подвижного калия почвы. Коэффициент вариации (V, %) колебался в пределах от 15,07 % до 52,15 %. Стандартное отклонение (S) и относительная ошибка (Sx, %) в среднем составили для этого показателя соответственно 2,282 и 8,08 %.

Содержание подвижного калия в почве (табл. 2) в среднем между картами отличается незначительно от 19,64 до 25,40 мг/100 г. Однако коэффициент варьирования внутри карты достигает в среднем 12,34 % (от 5,11 % до 23,44 %), что меньше чем варьирование подвижного фосфора.

Учет урожайности в пределах точек отбора проб почвы позволил определить степень варьирования этого показателя (V, %), который изменялся в пределах от 19,57 % до 23,70 %, ошибка учета составила от 5,64 % до 6,84 %.

Таблица 1. Показатели содержания подвижного фосфора в почве опытных карт-чеков (мг/100 г)

| Карта-чек | Среднее и ошибка средней (x±Sx) | Содержание в центральной части карты-чека | Коэфф. вариации (V, %) | Стандартное отклонение(S) | Ошибка (точность) (Sx, %) |
|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 5,47±0,44 | 5,66 | 27,57 | 1,508 | 8,04 |
| 19 | 8,12±0,74 | 12,08 | 31,50 | 2,558 | 9,11 |
| 21 | 11,34±1,08 | 14,50 | 32,88 | 3,729 | 9,52 |
| 22 | 10,48±0,73 | 12,75 | 24,07 | 2,523 | 6,97 |
| 26 | 7,80±1,17 | 7,40 | 52,15 | 4,068 | 15,00 |
| 27 | 6,64±0,36 | 8,50 | 18,72 | 1,243 | 5,42 |
| 28 | 8,25±0,36 | 7,75 | 15,07 | 1,243 | 4,36 |
| 29 | 6,43±0,40 | 6,50 | 21,49 | 1,382 | 6,22 |
| Среднее | 8,07±0,66 | 9,39 | 27,53 | 2,282 | 8,08 |

Таблица 2. Показатели содержания подвижного калия в почве опытных карт-чеков (мг/100 г)

| Карта-чек | Среднее и ошибка средней (x±Sx) | Содержание в центральной части карты-чека | Коэфф. вариации (V, %) | Стандартное отклонение(S) | Ошибка (точность) (Sx, %) |
|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 20,30±0,30 | 19,70 | 5,11 | 1,044 | 1,48 |
| 19 | 25,40±1,72 | 27,70 | 23,44 | 5,954 | 6,77 |
| 21 | 23,60±0,75 | 23,44 | 11,06 | 2,611 | 3,18 |
| 22 | 19,64±0,83 | 20,00 | 14,56 | 2,860 | 4,23 |
| 26 | 24,40±0,70 | 25,60 | 9,96 | 2,431 | 2,87 |
| 27 | 24,69±0,64 | 24,40 | 8,98 | 2,216 | 2,59 |
| 28 | 21,60±0,54 | 23,10 | 8,61 | 1,859 | 2,50 |
| 29 | 21,01±1,03 | 21,12 | 17,04 | 3,580 | 4,90 |
| Среднее | 22,58±0,81 | 23,13 | 12,34 | 2,820 | 3,56 |

На основании проведенных исследований установлено, что пространственное варьирование показателей плодородия почвы на рисовой оросительной системе резко отличается от почв богарного земледелия. На богаре целесообразно выделение внутрипольных контуров поскольку площади полей составляют многие десятки гектаров, кроме того наблюдается обычно незначительное варьирование показателей плодородия [4]. Рисовая оросительная система отличается резкими изменениями показателей плодородия даже в пределах чека, так как строительные и

планировочные работы вносят существенные смещения в регулярность изменения показателей плодородия, что подтверждается результатами проведенных исследований.

Таблица 3. Показатели урожайности риса опытных карт-чеков (ц/га)

| Карта-чек | Сорт | Среднее и ошибка средней (x±Sx) | Для централь ной части | Коэфф. вариации (V, %) | Стандартное отклонение(S) | Ошибка (точность) (Sx, %) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | Диамант | 55,7±3,81 | 44,8 | 23,70 | 23,70 | 6,84 |
| 26 | Визит | 76,4±4,86 | 75,1 | 22,04 | 16,84 | 6,36 |
| 27 | Диамант | 65,0±3,80 | 64,9 | 20,23 | 13,15 | 5,85 |
| 28 | Атлант | 72,1±4,07 | 70,2 | 19,57 | 14,11 | 5,64 |
| 29 | Сонет | 55,3±3,24 | 56,5 | 20,27 | 11,21 | 5,86 |
| Среднее | | 64,9±3,96 | 62,3 | 21,16 | 15,80 | 6,11 |

В этой связи выделение контуров изменения плодородия почвы целесообразно проводить для каждой отдельной единицы рисовой оросительной системы (чек, карта-чек, карта) отдельно, а не по всему массиву РОС.

**Выводы.**

1. Агрохимический анализ единичных проб почвы, отобранной по точкам, фиксированным с помощью системы GPS позиционирования показал, что по средней величине варьирования (V, %) показатели плодородия расположились в следующем порядке: подвижный калий (12,34 %), подвижный фосфор (27,53 %).
2. Содержание подвижных форм фосфора и калия в пробах почвы существенно не отличалось для сцепок карт 19-22 (2,76-3,12 % и 8,06-8,47) и 26-29 (2,59-2,64 % и 6,67-7,84).
3. Выделение контуров изменения плодородия почвы на РОС целесообразно для каждого элементарного участка (чека, карты-чека, карты) проводить отдельно.

**Литература**

1. Костычев, П.А. Почвы черноземной области России: их происхождение, состав и свойства./ Костычев, П.А. // Ч. 1. – М.: Сельхозгиз, 1949. – 151 с.
2. Стебут, И.А. Избранные сочинения. / Стебут И.А. // Т.2. – М.: Сельхозгиз, 1957. – С. 439-444.
3. Прянишников, Д.Н. Избранные сочинения./ Прянишников Д.Н. // Т.1. – М.: Колос,

1965 – 721 с.
4. Якушев, В.П. На пути к точному земледелию. / Якушев В.П.// СПб.: Изд-во ПИЯФ РАН, 2002. – 458 с.
5. Минеев, В.Г. История и состояние агрохимии на рубеже XX1 века./ Минеев В.Г. // Книга вторая: Развитие агрохимии в XX столетии. – М.: Россельхозакадемия, 2006. – 795 с.
6. Афанасьев, Р.А. Методика полевых опытов по дифференцированному применению удобрений в условиях точного земледелия. / Афанасьев Р.А. // Проблемы агрохимии и экологии. – 2010. - №1. – С. 38-44.
7. Кидин, В.В. Практикум по агрохимии. / Кидин В.В., Дерюгин И.П., Кобзаренко В.И. и др. // М.: КолосС, 2008. – 599 с.

УДК 633.18:631.531.048:631.524.5

# ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОСТИ ПОСЕВОВ НА ОЦЕНКУ СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Шиловский В.Н., Оглы А.М.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт риса»,
Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия

*Email: ogly-a@mail.ru*

*В статье рассматривается вопрос влияния густоты посева на изменчивость таких признаков, как высота растений, количество колосков в метёлке, масса зерна с метёлки, размеры трёх верхних листьев. Показана взаимосвязь размеров флага, 2-го и 3-го листьев с элементами продуктивности метёлки, при этом коэффициенты корреляции выше на разреженном посеве.*

***Ключевые слова:*** *сорт, сортообразец, рис, взаимосвязь, флаг, густота, норма высева, вариабельность.*

По вопросу густоты посева, при которой следует проводить оценку селекционного материала, существуют различные мнения. Так, по мнению некоторых учёных [5] оценка генотипов должна проводиться при полном отсутствии конкуренции, т.е. на разреженных посевах. Другие авторы [2,3] считают, что низкие плотности посевов не дают реальных результатов, поэтому она должна проводиться в условиях сходных с производственными. Однако в связи с дефицитом семян в более ранних звеньях селекционного процесса плотность посева несколько меньше чем в сортоиспытании. Это ведёт к нарушению типичности и вызывает изменение оценок [6]. В селекционной схеме по рису семена после селекционного питомника высевают в контрольный с нормой высева 400 - 500 всхожих зёрен на 1 м2, в

то время как в конкурсном сортоиспытании она достигает 700 - 800 зёрен на 1 м2.

**Целью** наших исследований явилось изучение изменчивости некоторых количественных признаков у сортов и сортообразцов риса при выращивании с использованием разных норм высева семян.

**Материал и методы.** В опыте были использованы сорта Диамант, Янтарь, Регул, Лиман, Флагман и сортообразцы конкурсного испытания КП 150-12, КП 220-13, КП 141-12, КП 223-13, КП 110-12. Анализируемые признаки: высота растений, размер трёх верхних листьев при созревании, элементы продуктивности метёлки. Сорта и сортообразцы высевали селекционной сеялкой с центральным высевающим аппаратом на делянках площадью 10 м2 с нормой высева 400 и 700 всхожих зёрен на 1 м2. Делянки в опыте размещали методом рендомезированных повторений. Для биометрического анализа отбирали по 25 растений с делянки.

**Результаты и обсуждение.** Плотность посева может, прежде всего, влиять на рост растений. Изменения высоты растений отражены в таблице 1.

Таблица 1. Высота растений сортов риса в зависимости от норм высева семян, см (2013 – 2014 гг)

| Сорт | Норма высева семян, шт./м$^2$ | | Средние, НСР$_{05}$ = 2,43 |
|---|---|---|---|
| | 400 | 700 | |
| Диамант | 76,8 | 91,1 | 83,9 |
| Янтарь | 78,6 | 87,6 | 83,1 |
| Регул | 89,8 | 89,4 | 89,6 |
| Лиман | 72,9 | 76,1 | 74,5 |
| Флагман | 83,3 | 79,2 | 81,3 |
| КП 150-12 | 89,1 | 87,8 | 88,5 |
| КП 220-13 | 77,7 | 78,9 | 78,3 |
| КП 141-12 | 78,2 | 77,6 | 77,9 |
| КП 223-13 | 91,9 | 80,5 | 86,2 |
| КП 110-12 | 87,3 | 79,4 | 83,4 |
| Среднее, НСР$_{05}$ = 6,62 | 82,6 ± 2,24 | 82,8 ± 1,82 | |
| V, % | 8,6 | 6,9 | |

***Примечание:*** **Частные различия - НСР$_{05}$ = 2,77*

Из результатов исследований видно, что сорта проявляют слабую межсортовую вариабельность признака в изучаемых вариантах опыта, с несколько большим размахом на пониженной норме высева. Различий по высоте растений также не наблюдается. Однако, если рассматривать сорта

отдельно в зависимости от норм высева семян, то наблюдаются их индивидуальные отличия. Так, для сортов Диамант, Янтарь и Лиман достоверно увеличивается высота растений при повышенной норме высева семян; у сортообразцов КП 223-13, КП 110-12 и сорта Флагман происходит уменьшение высоты; у остальных сортов и сортообразцов различий по этому не наблюдается.

Прослежено также влияние норм высева на озернённость метёлки (таблица 2).

Как видно из экспериментальных данных (таблицы 2), формирование количества колосков в метёлке в зависимости от норм высева семян имеет несколько другой характер. Вариабельность межсортовых различий на более плотных посевах находится в пределах среднего значения (V = 16,9 %), в то время как при норме высева 400 зёрен на 1 м2 различия сглажены (V = 11,3 %). При низкой норме высева семян, как правило, формируется большее количество колосков в метёлке за счёт улучшения питания растений. Исключение составляют сорта Диамант и Регул, где количество колосков в загущенном посеве у них выше. Существует точка зрения, что в таких посевах преимущество получают генотипы с максимальным синтезом органического вещества на единицу площади [4].

Таблица 2. Количество колосков в метёлке у сортообразцов и сортов риса в зависимости от норм высева семян, шт (2013-2014 гг)

| Сорт | Норма высева семян, шт./м$^2$ | | Средние, НСР$_{05}$ = 1,74 |
|---|---|---|---|
| | 400 | 700 | |
| Диамант | 93,7 | 115,2 | 104,4 |
| Янтарь | 84,5 | 85,6 | 85,1 |
| Регул | 92,6 | 105,0 | 98,8 |
| Лиман | 101,6 | 83,0 | 92,3 |
| Флагман | 113,9 | 70,8 | 92,4 |
| КП 150-12 | 100,0 | 65,4 | 82,7 |
| КП 220-13 | 105,6 | 89,1 | 97,4 |
| КП 141-12 | 103,5 | 79,8 | 91,7 |
| КП 223-13 | 125,8 | 85,6 | 105,7 |
| КП 110-12 | 106,5 | 84,9 | 95,7 |
| Среднее, НСР$_{05}$ = 0,78 | 102,8 ± 3,23 | 86,4 ± 4,38 | |
| V, % | 11,3 | 16,9 | |

***Примечание:*** **Частные различия – НСР$_{05}$ = 5,51*

Озернённость метёлки неразрывно связана с её продуктивностью (таблице 3).

Таблица 3.Масса зерна метёлки у сортов и сортообразцов в зависимости от норм высева семян, г (2013-2014 гг)

| Сорт | Норма высева семян, шт./м$^2$ | | Средние, НСР$_{05}$ = 0,18 |
|---|---|---|---|
| | 400 | 700 | |
| Диамант | 2,06 | 2,24 | 2,15 |
| Янтарь | 1,97 | 1,92 | 1,95 |
| Регул | 2,31 | 2,52 | 2,41 |
| Лиман | 2,86 | 2,07 | 2,47 |
| Флагман | 2,28 | 1,67 | 1,98 |
| КП 150-12 | 1,85 | 1,41 | 1,63 |
| КП 220-13 | 2,31 | 2,28 | 2,30 |
| КП 141-12 | 2,18 | 1,65 | 1,92 |
| КП 223-13 | 2,70 | 1,81 | 2,26 |
| КП 110-12 | 2,49 | 2,12 | 2,30 |
| Среднее, НСР$_{05}$ = 0,08 | 2,30 ± 0,093 | 1,97 ± 0,107 | |
| V, % | 13,7 | 17,2 | |

***Примечание:*** **Частные различия – НСР$_{05}$ = 0,57*

Масса зерна с метёлки – наиболее изменчивый признак. Она имеет вариабельность на изреженном посеве 13,7 %, а на загущенном – 17,2 %. В остальном поведение растений изучаемых сортов и сортообразцов соответствуют показателям их озернённости.

В период созревания зерна на растениях изучали биометрические характеристики с тем, чтобы установить их влияние на продуктивность метёлки. Результаты представлены в таблице 4.

Межсортовые различия по размеру листьев растений в вариантах с нормами высева семян отсутствуют. Однако, по коэффициентам вариации, изменчивость размеров листьев у сортов и сортообразцов на изреженных посевах значительно выше чем на плотных.

По данным таблица 5 прослеживается влияние фотосинтетической деятельности листьев на формирование колосков и продуктивность метёлки, а также установлены высокие взаимосвязи на пониженной норме высева семян у сортов и сортообразцов между перечисленными признаками. Причём, в фотосинтезе активно участвуют три верхних листа. По количеству колосков в метёлке отмечается высокая взаимосвязь с длиной и с шириной листьев. На загущенном посеве характер взаимосвязей в основном сохраняется, но они значительно ниже и присущи двум верхним листьям.

Таблица 4. Биометрические характеристики 3-х верхних листьев сортов и сортообразцов риса в зависимости от норм высева семян, см (2013-2014 гг)

| Сорт, сортообразец | Вариант | Флаг | | 2-ой лист | | 3-ий лист | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | длина | ширина | длина | ширина | длина | ширина |
| Диамант | 1 | 13,9 | 1,18 | 21,3 | 1,06 | 25 | 0,97 |
| | 2 | 16,3 | 1,58 | 28,0 | 1,42 | 30,5 | 1,19 |
| Янтарь | 1 | 14,3 | 1,08 | 22,9 | 1,08 | 27,7 | 1,05 |
| | 2 | 15,3 | 1,49 | 24,3 | 1,39 | 30,1 | 1,31 |
| Регул | 1 | 15,1 | 1,39 | 23,7 | 1,38 | 30,3 | 1,29 |
| | 2 | 16,5 | 1,41 | 24,9 | 1,31 | 27,7 | 1,23 |
| Лиман | 1 | 15,9 | 1,43 | 23,3 | 1,34 | 26,9 | 1,35 |
| | 2 | 16,9 | 1,46 | 25,8 | 1,37 | 29,1 | 1,30 |
| Флагман | 1 | 19,7 | 1,53 | 27,6 | 1,45 | 31,1 | 1,41 |
| | 2 | 19,2 | 1,60 | 26,4 | 1,47 | 31,4 | 1,40 |
| КП 150-12 | 1 | 18,7 | 1,29 | 26,9 | 1,07 | 32,1 | 1,05 |
| | 2 | 17,0 | 1,10 | 25,8 | 1,02 | 31,6 | 1,02 |
| КП 220-13 | 1 | 20,4 | 1,48 | 28,4 | 1,35 | 29,9 | 1,26 |
| | 2 | 20,1 | 1,50 | 27,2 | 1,36 | 30,4 | 1,30 |
| КП 141-12 | 1 | 18,4 | 1,50 | 26,9 | 1,39 | 30,1 | 1,26 |
| | 2 | 18,3 | 1,44 | 24,6 | 1,33 | 27,9 | 1,29 |
| КП 223-13 | 1 | 18,8 | 1,60 | 27,4 | 1,50 | 32,0 | 1,41 |
| | 2 | 16,3 | 1,54 | 25,4 | 1,43 | 30,7 | 1,37 |
| КП 110-12 | 1 | 14,6 | 1,52 | 24,4 | 1,45 | 30,8 | 1,33 |
| | 2 | 13,6 | 1,47 | 22,4 | 1,43 | 28,4 | 1,37 |
| Среднее | 1 | 16,98 | 1,40 | 25,28 | 1,31 | 29,59 | 1,24 |
| | 2 | 16,95 | 1,46 | 25,48 | 1,35 | 29,78 | 1,28 |
| V, % | 1 | 13,7 | 11,3 | 9,2 | 12,4 | 7,4 | 12,2 |
| | 2 | 10,5 | 9,1 | 5,9 | 8,9 | 4,5 | 8,2 |

***Примечание:*** *1 – 400 всхожих зёрен на 1 м$^2$, 2 – 700 всхожих зёрен на 1м$^2$*

Таким образом, при общем сохранени рангов по высоте растений и листовой поверхности, сорта и сортообразцы неодинаково реагируют на изменение площади питания. Это обусловлено воздействием удобрений на различные сорта. Р. Ито (1965) выделяет три типа растений: с тяжёлыми метёлками, с большим количеством метёлок (сильнокустящиеся) и

промежуточные. Влияние удобрений на растения риса с тяжёлыми метёлками проявляется в увеличении числа колосков. У второго типа растений количество колосков в метёлке изменяется мало, но увеличивается количество продуктивных побегов. При норме высева семян 400 зёрен на 1 м2 размах кущения между сортами составляет 2,4 – 3,1, а при 700 зёрнах – 1,2 – 2,0. В первом случае различия в продуктивности метёлки ниже, чем во втором. Увеличение контрастности в продуктивности метёлок у сортов на загущенном посеве и приводит к снижению приведённых корреляционных взаимосвязей.

Таблица 5. Межсортовые взаимосвязи размеров листьев с количеством колосков метёлки и её продуктивности в зависимости от нормы высева семян

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

**Вывод.**

Проведёнными исследованиями установлено, что изменение плотности посева влияет на оценку селекционного материала по высоте растений и элементам продуктивности метёлки. На изреженном посеве выделяются сильнокустящиеся формы, определяющие тип растения для конкретной технологии возделывания.

## Литература

1. Ито Р. Селекция риса //Теория и практика выращивания риса. М.: Изд-во. «Колос», 1965. С. 42-77
2. Кузьмин Н.А., Молокостова Е.Н. Конкурентоспособность яровой пшеницы и её роль в селекции // селекция и семеноводство. – 1983. С. 12-15
3. Кузьмин Н.А., Молокостова Е.Н. Конкуренция генотипов и её значение в селекции яровой пшеницы // Докл. ВАСХНИЛ. 1985. № 1. С. 10-13
4. Литун П.П. Генетический контроль сложных признаков и теория отбора // Методы отбора по комплексм признаков в селекции растеий: Тез. Докл. Всесоюз. Совещ., Симферополь, 26-28 сентября 1989. Ялта, 1989. – С. 58
5. Стельмах А.Ф. О новом подходе к отбору высокоурожайных генотипов // Генетика и селекция количественных признаков. – Киев: Наукова думка, - 1976.- С. 14-20
6. Чекалин Н.М., Яковлев В.Л., Варлахов М.Д. Генотипическая и экологическая конкуренция у гороха. II Влияние генотипической и экологической конкуренции на количественные признаки у гороха // Генетика. – 1983. – Т. 19. - № 8. С. 1308 - 1311

# PRESENT STATUS OF RICE PRODUCTION IN EGYPT

Abdelsalam E-Draz

Head of Research (Breeder& Genetist )

*E-mail: abdelsalamdr70@gmail.com*

*Rice in Egypt grown in the Northern Part of the Delta of River Nile in area of 600,000 ha. Rice breeding in Egypt has started since 1917. More than 50 inbred rice verities were developed as Japonica , sticky low amylase rice .*

*Rice varietal improved depend mainly on classical meted of breeding , except some lines developed by anther culture .Hybrid rice breeding was started since 1995-Five hybrid rice varieties were developed (12 tonlha ).The yield of inbred varieties reached to 9.9 ton/ha .Although we reached the high yield per unit area and water, on the other side different problems appeared in rice areas like : water shortage ,Stalinization, blast diseases .Different Key points have been taken into consideration like . develop high grain yield , early with high daily production , quick spread of hybrid rice varieties , application of farmer participatory approach .Applying crop rotation in rice fields .Training young scientists on different areas .We are booking for developing super inbred japonica variety .*

## Introduction

Rice in Egypt, has a great economi crds in Egyptian agriculture Japonica

short grain is the preferred food of most Egyptians, contributing about 20% to per caput cereal consumption .It occupying about 600,000 ha , in the Northern part of the Nile Delta Rice farming engages about one million families , moreover , rice grown in the north to prevent sea water intrusion and reduce Salinization , also for consumption for about90 million people with 42 Kg1 capta of milled rice .

Recent development of modern varieties as well as optimum package of recommendations increase the yield from 5.8 ton/ ha to 9.9 ton / ha in the last 25 years , moreover , about 50 rice varieties were developed during that period .

Self sufficiency nowadays is the main target of the policy makers and scientists , increasing population rate by 1.8 million yearly . So, maximizing the yield per unit area and m3 of water is the main concern of the researchers belonging to this crop .

In spite of high yielding ( 10 tonlha ) , the urgent need is break this ceiling through new tools dethough different problems submerged i.e Water shortage , Salinization , blast disease, attaking the highest grain yield varieties , bakana disease , changing in consumption pattern and missmanagerit in farmers fields ,due to liberalization in Agr. Sector .

Rice Production Poliey

1- Sustainability: to sustain the highly productivity .

2- Maximizing the yield /unite area and water .

3- Optimizing Agricultural management ,throudh new technologies .

*Key points for increasing production*

1. Develop early , high productive varieties high daily produeti on , resistant to diseases and insects.
2. Quick spread for hybrid technology and varieties.
3. Sharing responsibilities with private sector in developing Inbred and hybrid varieties.
4. Application of farmer participatory approach especially in developing varieties and in hybrid rice production.
5. Applying Crop new patterns and rotation.
6. Training young scientists belonging to different disciplins.

*Rice Situation:*

1-Area around 600,000 ha .

2- Yield is fluctuating ( 9.3-10t/ha) .

3-Atotal of 20% from the rice area are suffering from salinity .

4-Rice varieties are japonica, short grain, belong to three duration categories of total duration , 125,135,145 days .

5-Consumption per capita is 42 Kg of milled rice .

6- Self sufficiany achieved from 1.4 million acre .

Yield Average (1986-uptonow)

*Causes of yield Gap:*

1- Soil salinity and alkalinity.

2- Growing rice after rice .

3- Inapropriate water management .

4- High percentage of post harvest losses .

5- Missmanagement of rice crop in farmers fields .

6- Low seed quality in farmers fields .

*How to Narrowing The Yield Gap:*

Through the Multidisciplinary Research Program i.e. varietal improvement , cultural practices component , Plant pathology , Technology generating and transfer and Economic evaluation components .

1- Rice Varietal Improvement Component : (RVIC):

Objectives identified :

-Develop and release new varieties possessing high yield potential by developing new plant type ( >10 t/ha ) –Short duration (125-135-145days )

-Develop new varieties tolerant to stress conditions , salinity and drought (Giza 179)

-Deselop new varieties resistant to blast disease, insect resistance , bakana disease

*Multidisciplinary Rice Research Program approach*

Egypt must increase the yield and productivity of rice through a well-organized multi – disciplinary team approach .Although Egypt is one of the few countries with an average yield of 9.3 than , its possible to reach 12 ton /ha in demonstration fields .

* Plant breeding : developing new improved varieties tailored with resistance to diseases and insect pests, early and short stature .

* Seed production : produce pure seeds of breeder, foundation and register seed classes to increase covering % with certified seeds for all varieties .

* Agronomy :Apply the optimum cultusal and fertilizers management for rice .

* Plant protection : Contain , plant pathology, entomology and weed management components ,help breeders in developing Resistance for HYVS.

* Extension services : verifying and transferring new technologies to the farmers .

* Develop HYV with excellent grain quality and low amylase (18-20%).

* Develop HYV could be grown under saturation state of the soil (saving 20-30% of the total requirements (9.52 instead of 15.3 thousands m3/ha)- Some of these varieties can be grown at the end-tail of the canals Which be grown under aerobic conditions .

* Develop high daily production varieties (HDPV) .

Table 1. Egyptian Varieties

| Variety | Parentage | Duration (days ) | Yield (T/ha) | Blast | Stem borer |
|---|---|---|---|---|---|
| Giza177 (1995) | G.171/yomji No.1//Pi.No.4 | 125 | 9.8 | R | R |
| Giza178 (1996) | Giza 175 / Milyang 49 | 135 | 1101 | R | R |
| Sakha 101(1997) | Giza 176/Milyang 79 | 12.5 | 145 | MS | R |
| Sakha 104 | Gz4096-6/gz4100-9 | 10-9 | 132 | MS | R |
| Sakha 106 (2011) | | 10.8 | 128 | R | R |
| Giza 179(2012) | GZ6296/Gz1368 | 13.6 | 128 | R | R |

## TOTAL SOLUBLE PROTEINS AS BIOCHEMICAL MARKERS IN RICE BREEDING

Ashraf M. Elmoghazy

Rice Research and Training Center (RRTC), Sakha 33717,
Rice Research Department, Field Crops Research Institute (FCRI),
Agricultural Research Center (ARC), Egypt.

*E-mail: drashrafmoghazy@gmail.com*

*Total soluble proteins were utilized as biochemical markers in studying rice varietal polymorphism, linkage to drought and salinity tolerance and assessment of hybrid rice seed production purity. The obtained results showed that the drought and salinity tolerant genotypes had protein bands with high intensities. These bands were absent from sensitive genotypes and could be used as a distinguishable marker between tolerant and sensitive genotypes. For hybrid rice seed production purity, the CMS line showed a clear protein band with molecular weight of 70kDa which is completely absent from restorer parent Giza 178 R. The assessment of the purity of $F_1$ seeds was calculated to be 96%.*

***Key words:*** *Rice (Oryza sativa L.), Biochemical markers, drought, salinity, hybrid seeds.*

Rice *(Oryza sativa L.)* is one of the most important food crops all over the world, since it is considered as the stable food for more than 50% of the world population (Khush, 2005). In Egypt, rice is very important cereal food crop. Great efforts have been done to develop high yielding, stress tolerant and pest resistant modern Egyptian rice varieties, with high grain quality. Rice breeder needs to study many characteristics linked to grain yield and biotic and abiotic stresses resistance. Identification of markers linked to such economically

important traits is of a great significance for rice breeders. These markers could be used for marker assisted selection (MAS), gene pyramiding, map based cloning, differentiation between varieties (fingerprinting), monitoring the response to different biotic and a biotic stresses and also in seed purity assessment (Prabhu et al., 2009; Ali et al., 2013; Ragimekula et al., 2013; Galal et al., 2014; Das and Rao, 2015; Elmoghazy et al., 2015; Ramadan et al., 2015).

Many markers have been developed including morphological, biochemical and molecular markers. Between all molecular markers used, Total Soluble Proteins (TSP) were found to have many advantages of biochemical markers, it is fast, accurate, cheap, easy to perform and highly polymorphic, since it covers multiple portions of the genome.

The objective of the present investigation is to demonstrating the usefulness of TSP as a biochemical marker for polymorphism assessment for rice genotypes differing in drought and salinity tolerance and for the assessment of hybrid rice seed production purity, to save a lot of time and money needed to perform the grow out test (GOT), in which the breeder scarify one whole season for assessing the hybrid seed purity.

**Materials and Methods**

This investigation was carried out at Rice Biotechnology Lab. of Rice Research and Training Center (RRTC) located at Sakha, Kafrelshiekh, Egypt.

*Plant Materials*

Eleven Egyptian and introduced rice varieties/lines were selected as tolerant and sensitive entries for drought and salinity stresses, i.e., Agami M1, Sakha 101, Gaori, GZ 5310, Giza 178, IR 65829, IET 1444, WAB 326, Nabtat Asmar, IRGA 317 and Giza 177. For hybrid seed production purity, the new Egyptian hybrid rice variety (H1) individual seeds and its parents i.e, IR 69625 A (CMS line) and B (maintainer line) and Giza 178 R (restorer line) were studied.

*Protein extraction*

One hundred mg of husked grains (single grain in case of hybrid rice) were ground in mortar to a fine powder and 2ml acetone were add and homogenized until acetone completely evaporated. Total soluble proteins were extracted by adding 1ml of Laemmli extraction buffer (Laemmli, 1970). Samples then centrifuged at 15000 rpm for 20 min at room temperature and supernatant transferred to new an Eppindorf tube.

*Polyacrylamide gels preparation*

Slabs of 12% acrylamide for separating gels and 4% for stacking gels were prepared according to Laemmli (1970). Twenty ul of crude extraction were loaded and electrophoreses at 75V for 12h using Tris-Glycine SDS running buffer.

*Staining and analysis*

After running, gels were stained with Commasei brilliant blue 250 RR (250 mg Commasei, 60 ml ethanol, 60 ml D.W. and 10 ml acetic acid) for 30 min. Excessive stain was removed with de-staining buffer (240 ml methanol, 40 ml acetic acid and 560 ml D.W.) for several hours. Finally gels were photographed and analysis using BioDocAnalysis software (Biometra, Germany).

**Results and Discussions**

*Polymorphism assessment for drought and salinity tolerance*

The analysis of total soluble proteins banding pattern for the eleven tested rice genotypes showed from 22 to 27 bands (Figure 1). Some of these bands were polymorphic, the others were monomorphic. The analysis of varietal characterization for drought and salt tolerance showed 22 protein bands of them were monomorphic, since these bands were found in all entries at the same intensities.

The other bands were polymorphic. Band No 7 of molecular weight 70 kDa was present only in the salt tolerant varieties Agami M1, IR 65829, Nabtat Asmar and IRGA 317, with high intensity. This band was completely absent from sensitive entries. This band could be related to drought and salt tolerance, especially where its molecular weight was also equal to that of the group of proteins called "Heat Shock Proteins 70 kDa, HSP 70" which were found to be responsible for many abiotic stress tolerances in most plant species (Vierling, 1991, Anderson et al., 1994 and Elmoghazy, 2007). In the same manner, some bands of high molecular weight (bands No 1, 2,3 and 5) were found in high intensities in drought tolerant entries (Agami M1, Giza 178, IET 1444, WAB 326 and Nabtat Asmar), but these bands were ether completely absent or showed very low intensity in sensitive entries.

*Hybrid rice seed purity assessment.*

The new Egyptian hybrid rice variety H1 and its parents (CMS line, IR 69625 A, its maintainer line B and restorer line, Giza 178 R) were studied. Figure 2 represents protein patterns for parents. There was no any difference between patterns of CMS line and its maintainer line. But in the case of restorer line, Giza 178, the band No 4 of molecular weight 70 kDa, which clearly found in CMS line, was absent. This band was distinguishable between A line and R line. Fifty F1s seeds were analyzed (Figure 3, A and B), forty eight of them had the same pattern as the CMS line. The other two F1s were off-type as male parent. The percent hybrid seed purity could be calculated as 96%.

These findings could be used to primary explore many hundreds of our genetic stock accessions to drought and salt tolerance and utilize tolerant entries as donors in breeding program for these economic important traits. Also, this procedure could be used to analysis breeding lines at early stage for the same purpose. Meanwhile, TSP technique could be very helpful in the fast assessment of hybrid rice seed purity.

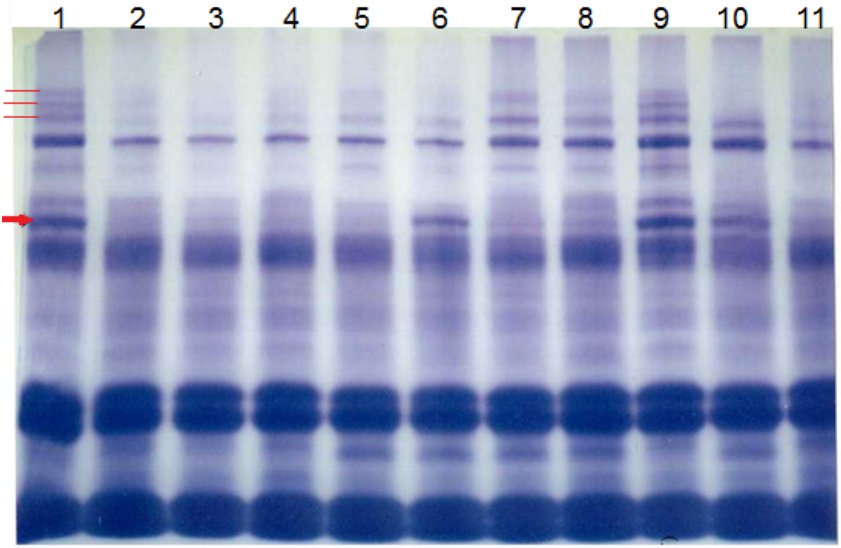


Fig. 1. Total soluble protein banding patterns for the elven studied rice genotypes. 1, Agami M1; 2, Sakha 101; 3, Gaori; 4, GZ 5310; 5, Giza 178; 6, IR 65829; 7, IET 1444; 8, WAB 326; 9, Nabtat Asmar; 10, IRGA 317 and 11, Giza 177. Arrows indicate to polymorphic bands which present only in drought and salinity tolerant genotypes.

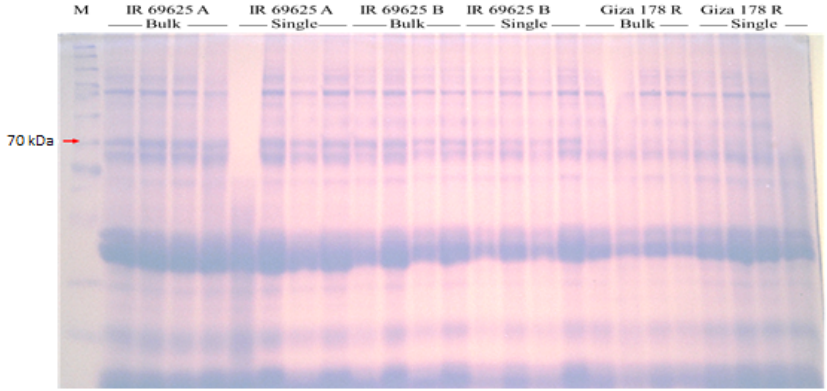


Fig. 2. Total soluble protein banding patterns for the parental lines of the Egyptian Hybrid Rice 1. Arrow indicates to the polymorphic band which present in CMS line and absent from male parent Giza 178 R.

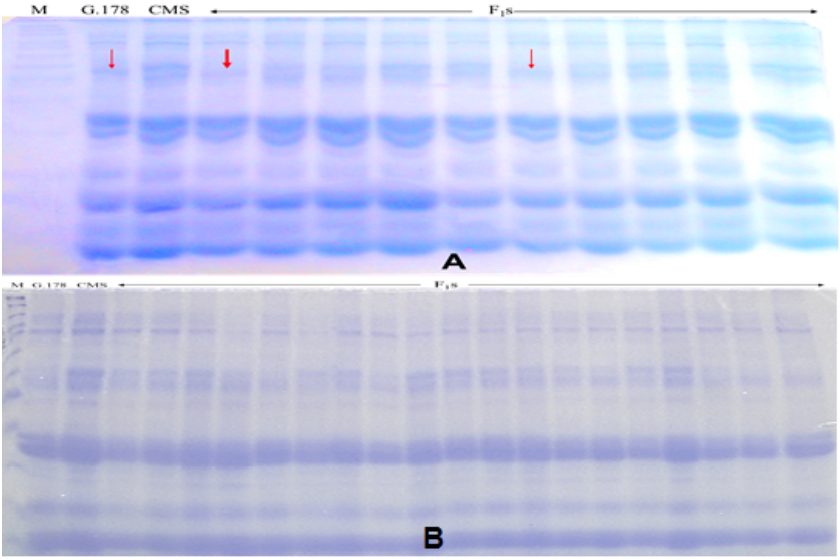


Fig. 3 (A and B). Total soluble protein banding patterns for the Giza 178 R, CMS line and fifty F1 seeds of the Egyptian Hybrid 1. Arrows indicate to the absent band from male parent Giza 178 and two of F1s.

## References

1. Ali, A.A., M.S. Megeed, S.A. Dora, A.E. Draz and A.M. Elmoghazy (2013). The utilization of BH14 SCAR marker as a marker-assisted selection in breeding rice for drought tolerance. Egypt. J. Plant Breeding, 17(2): 566 - 575.
2. Anderson J.V., Q. Li, D.W. Haskell and C.L. Guy (1994). Structural organization of spinach endoplasmic reticulum 70-kilodalton heat-shock cognate gene and expression of 70-kilodalton heat-shock genes during cold acclimation. Plant Physiol. 104: 1359-1370.
3. Das G. and Rao G.J.N. (2015). Molecular marker assisted gene stacking for biotic and abiotic stress resistance genes in an elite rice cultivar. Front. Plant Sci. 6:698. doi: 10.3389/fpls.2015.00698.
4. Elmoghazy A.M. (2007). Genetic and molecular breeding for drought tolerance in rice. Ph.D. Thesis, Dept. Gene. Fac. Agri. Kafr Elsheikh Uni.
5. Elmoghazy A.M., A.A. Ali, S.A. Dora, M.S. Megeed and A.E. Draz (2015). Polymorphism of some rice genotypes using Intron-exon splice junction markers. Proceedings of the 2ed El-Minia International conference for Agriculture and Irrigation in Nile Basin Countries, 2: 392-403.
6. Galal O.A., M. Abo-Youssef, M. Abdelaziz, A.T. Gharib and S.A. Dora (2014). Assessment of genetic purity of some hybrid rice parental lines using protein profile and fertility restorer gene linked markers. International Journal of Biotechnology

Research 2(6): 075-088
7. Khush G.S. (2005). What it will take to Feed 5.0 Billion Rice consumers in 2030. Plant Molecular Biology 59: 1–6.
8. Laemmli, U.K. (1970). Cleavage of structure proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. Nature 227: 680-685.
9. Prabhu K.V., Singh A.K., Basavaraj S.H., Cherukuri D.P., Charpe A., Krishnan S.,Go pala, Gupta S.K., Joseph M., Koul S., Mohapatra T., Pallavi J.K., Samsampour D., Sin gh A., Singh Vikas K., Singh A., Singh V.P. (2009). Marker assisted selection for biotic stress resistance in wheat and rice. The Indian Journal of Genetics and Plant Breeding, 69(4): 305-314.
10. Ragimekula N., N.N. Varadarajula, S.P. Mallapuram, G. Gangimeni, R.K. Reddy and H.R. Kondreddy (2013). Marker assisted selection in disease resistance breeding. J. Plant Breed. Genet. 1(2): 90-109.
11. Ramadan E.A., A.M. Elmoghazy and H. F. El-Mowafi (2015). Molecular markers based genetic diversity analysis for drought tolerance in rice (Oryza Sativa L.) using SSR Markers. International Journal of Scientific Research in Agricultural Sciences, 2: 137-146.
12. Vierling, E. (1991). The role of heat-shock proteins in plants. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 42: 579-620.

UDC 631.8:633.18

# MULTICOMPONENT NUTRION AS A WAY TO REALIZE YIELD POTENTIAL OF RELEASED RICE VARIETIES

Belousov I.E., Paraschenko V.N.

Federal State Budgetary Scientific Institution
«All-Russian Rice Research Institute»,
Belozerniy, 3, Krasnodar, 350921, Russia,

*E-mail: arrri_kub@mail.ru*

*Efficiency of foliar nutrition with complex fertilizers of multicomponent structure was studied during field and industrial experiments. The high efficiency of this technological method was found out, especially in good tillering crops with high nitrogen supply. It is noted that the yield increase is obtained primarily by improving conditions for ripening of side sprouts, which are a powerful reserve for realizing potential of the cultivated varieties.*

***Key words:*** *rice, mineral nutrition, nitrogen supply, foliar nutrition, yield, structure elements.*

One of the key factors for obtaining stable and high rice yield is providing full and balanced mineral nutrition of plants. Intensive rice varieties released for

production are characterized by high responsiveness to the level of mineral nutrition, while reacting vehemently to the shortage of a particular element. Of particular importance in this case are nitrogen, phosphorus and potassium [1,2,3].

Monitoring study of change in fertility of major soil subtypes in rice-growing zone of Krasnodar region has shown a steady downward trend in the level of their provision with mobile forms of phosphorus and potassium [4]. This is due to the fact that in recent years, only the nitrogen fertilizers were applied in doses close to the optimum, while the amount of applied phosphorus and especially potash fertilizers was inadequate,

It was found that the decrease in doses of phosphorus and (or) potash fertilizers less than optimal, or their exclusion from the system of fertilizer leads to reduced yields and the immune status of rice plants [5]. The decrease in the dose introduced into the main application of fertilizer can be offset by foliar application of complex fertilizers. At the same time combination of basal fertilizing with soil and foliar nutrition allows optimizing costs of their application, to increase the effectiveness of fertilizers, in the first place - nitrogen, by ensuring a balanced mineral nutrition of plants. Thus the lack of one or another element of mineral nutrition can be compensated [6]. It may result into increasing yield of released rice varieties and reducing costs of its obtaining.

**Materials and methods.** Research was conducted in conditions of field and industrial experiments**.** Meadow-chernozemic soil, weakly alkalinized, heavy loamy. Its characteristic: humus – 3,24 %; basic: nitrogen – 0,24 %, phosphorous – 0,13 %, potassium – 1,25 %; hydrolizable nitrogen – 3,8; mobile phosphorous – 4,6; mobile potassium – 23,6 mg/100 g, pH – 7,4.

Rice varieties – Diamant, Victoriya. Seeding rate – 7 million of germinating grains/ha.

Fertilizers: mineral - carbamide (46 % r.a.), double superphosphate (46 % r.a.), potash chloride (57 % r.a.); complex – Atlante, Kelik Potassium-Silicon (Kelik-K-Si), Nutri-Fite. Mineral fertilizers were applied: phosphorous and potash– full dose before sowing, nitrogen – divided: $N_{46}$ during main application (before sowing) and $N_{69}$ as top dressing during tillering stage (5-6 leaves). Complex fertilizers were applied as foliar nutrition during tillering stage (6-7 leaves): in the field experiment – with low-capacity shoulder sprayer, in the industrial – by plane, together with fungicides

Cultivation technology used in experiments – according to ARRRI recommendations [4]. Irrigation regime – shortened flooding.

Accounting, monitoring, analyzes were performed by standard methods [7,8].

For biometric analysis model sheaves were taken from each experimental variant. Were determined: plant height, length of panicle, productive tillering, weight of grain main and side panicles, 1000 grain weight, number of grains from the main and side panicles, grain sterility was calculated.

Rice yield in the field experiment was counted by plots. The obtained data

were brought to standard measures of humidity (14 %) and purity (100 %) followed by mathematical processing with analysis of variance.

**Results and discussion.**

Rice cultivation technology used in the present time provides broadcast sowing of rice and shortened irrigation regime, which usually results in crops with a stand density of 350-400 and more plants / m2. Under these conditions it is particularly important to provide them with sufficient quantity of available mineral nutrients.

It is well known that one of the factors in obtaining high yield of rice is full and balanced mineral nutrition of plants. Its value is enhanced by the introduction of intensive rice varieties with high response to fertilizers that are sensitive to the lack of mineral elements. This is particularly evident during application of high doses of nitrogen fertilizers (table 1).

As it follows from the data presented, the key factor in determining obtained yield was the balance in mineral nutrition of plants. Exclusion of potash fertilizers and dose reduction of potassium one applied during main application leads to a decrease in rice yields. The least yield in the experiment (8,89 t/ha) was obtained when applying $N_{140.}$ Joint application of nitrogen and phosphate fertilizers ensured yield increase in the amount of 0.30 - 0.72 t / ha, while the application of complete mineral fertilizer - 0.40 - 0.88 t / ha. It should be noted that yield in the variants where lower doses of phosphorous were applied ($P_{25}$), was by 0,42 – 0,48 t/ha lower , than with the dose $P_{50.}$ This indicates that even at average availability of soil with mobile phosphates, halving the dose of phosphorus during main application leads to yield losses.

Table 1. Effect of combinations of single-component fertilizers on yield of rice variety Diamant.

| Variant | Yield, t/ha | Increase | |
|---|---|---|---|
| | | t/ha | % |
| $N_{140}$ | 8,89 | - | - |
| $N_{140}P_{50}$ | 9,61 | 0,72 | 8,10 |
| $N_{140}P_{25}$ | 9,19 | 0,30 | 3,37 |
| $N_{140}P_{50}K_{40}$ | 9,77 | 0,88 | 9,90 |
| $N_{140}P_{25}K_{40}$ | 9,29 | 0,40 | 4,50 |
| Least significant difference $_{05}$ | 0,215 | | |

Foliar nutrition is a good addition to the root nutrition of plants, especially in cases when during main application several fertilizers are not applied or are applied in non-optimal doses. Nutrients applied directly to the vegetating plants, are firmly held and quickly absorbed, directly involving in the process of metabolism. This ensures balanced mineral nutrition of plants allowing in a timely manner to eliminate the deficit of one or another nutritional element, avoiding, at the same time, excessive use of fertilizers. The main advantage of

foliar nutrition lies in its economy. When spraying plants with solutions of nutrient losses are virtually eliminated, and far less fertilizer is consumed than when applying them into the soil. Combining fertilizers, insecticides and herbicides in one solution allows saving time and material resources.

In rice growing for foliar nutrition we use fertilizers, composed from chelated macro- and microelements easily available for plants. They have three main functions: fertilizing, regulation and protection. Choosing type of fertilizer as well as time of its application depends on the aim.

To increase efficiency of nutritional elements from fertilizers applied to soil, balance of macro- and microelements of plant nutrition, to ease the stress of a chemical weeding, complex fertilizers containing nitrogen, phosphorus and potassium, with different combinations of micronutrients are applied. The application is recommended in the stage of 4-5 leaves.

To eliminate the deficiency of phosphorus and potassium, it is recommended to use phosphorus-potassium fertilizers. Their application is appropriate first of all for crops with enough nitrogen supply; late sowing; seed plots, as well as for cultivating rice varieties with a growing period of 120 days. Optimal timing of fertilizing - at the stage of 6-8 leaves or after flowering [9].

Conducted foliar nutrition compensated for the lack of mineral elements (table 2).

Table 2. Effectiveness of foliar nutrition on the background of nitrogen application, variety Diamant.

| Variant | Yield, t/ha | Increase | |
|---|---|---|---|
| | | t/ha | % |
| $N_{140}P_{50}$ | 9,61 | - | - |
| $N_{140}P_{50}$ + Atlante | 10,16 | 0,55 | 5,72 |
| $N_{140}P_{50}$ + Kelik-K-Si | 10,30 | 0,69 | 7,18 |
| Least significant difference $_{05}$ | 0,190 | | |

As follows from the results, foliar nutrition to some extent had compensated for the excluding phosphate and potash fertilizers during main application. Yield increases in all variants were mathematically accurate. Application of complex phosphorus-potassium fertilizer provided a yield increase of 0.55 t / ha (5.72%), and potassium - silicon - 0.69 t / ha (7.18%). The similar was the effect of foliar nutrition applied on nitrogen background.

Thus, with adequate plants supply with nitrogen nutrition, limiting factor is the lack of other mineral nutrients. Foliar nutrition with complex fertilizers compensates for their deficits.

The effect of the fertilizer applied as a top-dressing, as a rule, is complex, i.e., the effect of fertilizer is manifested through a series of inter-related indicators. Analysis of the structural elements of productivity reveals, by means of which indicators it was a change in the upward or downward. These data are shown in table 3.

Table 3. Results of biometric analysis, industrial experiment, variety - Victoriya

| Variant | Tillering coefficient | Grain weight, g. | | | 1000 grain weight, g. | | | Grain sterility, % | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | From main panicle | From side panicles | From plant | From main panicle | From side panicles | From plant | Main panicle | Side panicles | Plant |
| Control | 1,6 | 4,07 | 1,54 | 5,61 | 25,65 | 24,72 | 25,49 | 7,71 | 13,30 | 9,11 |
| Nutri-Fite | 1,8 | 4,52 | 2,93 | 7,45 | 25,94 | 25,47 | 25,76 | 7,67 | 7,16 | 7,47 |

The intensity of tillering of rice plants is one of the key parameters, because it shows how much productive sprouts per unit area were formed, and it is important for an objective analysis of the contribution of the structural elements in the formation of productivity. In the experiment the average value of tillering varied little: it was 1.6 sprouts per plant in the control variant and 1.8 – in experimental one.

It is known that top-dressing with complex fertilizers, containing phosphorus and potassium, made at the end of tillering, primarily affects the productivity of side sprouts. Its effect on productivity of main panicle is weaker, as by the moment of applying foliar nutrition it is already formed to a large extent [9].

It follows from the above data, the weight of the grain from the main panicle in the control variant averaged 4.07 g. It should be noted that in the thickened plantings with a low value of tillering, it was significantly lower than in ones with good tillering. In plots with foliar nutrition the weight of grain from main panicle averaged 4,52 g., i.e. it was by 0,45 g. higher.

Formation of side sprouts is a powerful reserve for the potential of the cultivated varieties. Grain weight from side sprouts, and, consequently, from the plants was higher for the variant with foliar application. This value in the control variant was 1,54 g. And in the experimental one– 2,93 g. This indicates an improvement in terms of grain filling and maturation in side sprouts under the influence of foliar application. In a whole the grain weight from the plant in the experimental variant was by 1,84 g. higher than in control one.

The mere fact of formation of a certain number of side sprouts cannot tell about its positive contribution to the resulting yield. It is known that side sprouts are formed later, and the conditions for their maturation are often less favorable than those for the main panicle. This leads to a lower weight of the grain, as increasing the proportion of shrunken grains, as well as increasing the number of sterile spikelets. Therefore, when analyzing the structure of the crop, it is important to take into account such factors as the weight of 1000 grains and the amount of grain sterility.

Analysis of the data shows that, if the mass of 1000 grains in the main panicle was similar (0.29 g higher in the experimental version), the figure for the side panicles has differed by 0.73 g. The latter indicates an improvement in the conditions of maturation of side sprouts as a result of foliar application. In general, the weight of 1000 grains from plants in experimental version was 0.27

g higher than in control one.

Calculation of grain sterility has shown that foliar nutrition has sharply reduced the number of sterile spikelets on side panicles. It was 7.67% against 13.30% in the control variant. It should be considered that plant of one of the analyzed sheaves in this variant didn't have any side sprouts. It is important for the analysis for the following reason: in the control version in which plant had a low degree of tillering (1.0-1.3), grain sterility of side sprouts (compared to the main one) increased slightly (5.77 and 8.48%, respectively). When the number of sprouts was about 2, a sharp increase in the number of sterile spikelets was observed in both the main panicle (up to 8,09-9,32%) and the side ones (13.74 - 17.69%). At the same time plants from experiment variant didn't have such tendency: the grain sterility in side panicles was lower than in main ones. In a whole grain sterility on experimental plot was by 1,62 % lower than on control one (7,47 and 9,11 %, respectively).

Thus, all considered key indicators of yield showed a positive effect of foliar nutrition: in the experimental variant the weight of grain, both from plants and 1000 grains was higher than in the control, and grain sterility was lower. Calculation of the economic efficiency of fertilizer application showed that foliar nutrition with studied complex fertilizers is economically feasibile. With the yield comparable to optimal variant ($N_{140}P_{50}K_{40}$) or to doses of nitrogen phosphorous fertilizers most commonly used in production ($N_{140}P_{50}$), costs for fertilizer use decreased by 2300 and 500 rubles respectively at comparable conditional net income - 5990, 5780 and 5720 rubles. / ha, respectively. This cost recovery amounted to 3.74 rubles. / rubles costs against 1,48-2,60 on the comparison variants.

## Conclusions.

1. Foliar nutrition with complex fertilizers is an effective way to increase yield of released rice varieties. First of all the are recommended for tillering crops with high nitrogen supply.
2. Foliar nutrition primarily affects the productivity of side sprouts, which are a powerful reserve for the potential of the cultivated varieties. Thus, all considered key indicators of yield showed a positive effect: in the experimental variant the weight of grain, both from plants and 1000 grains was higher than in the control, and grain sterility was lower. All this provides an increase in the amount of grain yield, as well as optimizes the cost of its obtaining.

## References

1. Sheudzhen A.Kh. Agrochemistry and physiology of rice nutrition. –Maykop: GURIPP «Adygeya»,2005.- 1012 p.

2. Aleshin E.P., Smetanin A.P. Mineral nutrition of rice. Krasnodar, 1965.-207 p.
3. Doberman A., Fairhurst T.H. Rice: Nutrient Disorders& Nutrient Management. Manila: IRRI, 2000.- 192 p.
4. Rice growing system of Krasnodar region /under editorship of Kharitonov E.M. Krasnodar, 2011. -316 p.
5. Belousov I.E., Paraschenko V.N. The efficiency of potassium fertilizers depending on the timing of their application and the level of potassium nutrition supply //Rice growing, 2012.- N 1(20).-p. 45-50
6. Belousov I.E., Paraschenko V.N. Implementation of effective fertility of meadow chernozem soil under rice with adaptive use of mineral fertilizers //Rice growing, 2013.- N 1(22).-p. 59-65
7. Sheudzhen A.Kh. Agrochemistry p. 2: Methods of agrochemical researches /A.Kh. Sheudzhen, T.N. Bondareva. – Krasnodar: KubSAU. 2015. – 703 p.
8. Trubilin I.T., Sheudzhen A.Kh., Sychev V.G. Economic and agro-ecological efficiency of fertilizers. – Krasnodar, KubSAU, 2010.-114 p.
9. Белоусов И.Е., Паращенко В.Н. Efficiency of Nutrivant Plus in rice cultivation //Rice growing, 2007.-N 11.-p.42-44

UDC 633.18:575.127.2:631.52:658.562

# DEVELOPING INTERSUBSPECIFIC RICE HYBRIDS FOR BREEDING VARIETIES WITH HIGH PRODUCTIVITY AND GRAIN QUALITY

Bushman N.Yu., Malyuchenko E.A., Bruyako V.N.

Federal State Budgetary Scientific Institution
«All-Russian Rice Research Institute»,
Belozerniy, 3, Krasnodar, 350921, Russia,

*E-mail: natalia4444sun@yandex.ru*

*During the performed work the content of protein and amylose at various hybrids of rice, as well as average weight of grain from a plant were studied. The conducted research has allowed to allocate in hybrid populations samples with the increased protein and amylose content and high productivity.*

***Key words:*** *rice, amylose, protein, productivity, heterosis, hybridization.*

At the moment Russia is self-sufficient with rice grain. About 200 thousand tons of rice are imported. Approximately the same amount of rice grown in Russia is exported [1]. One of the most effective ways on increasing of increasing the competitiveness of domestic rice and profitability of the rice sector is breeding high-yielding varieties that meet international quality standards. Rice varieties of new generation should not only possess high

productivity and biological resistance, but be also beneficial to stand out against other with technological properties of grain, allowing to obtain a high yield of high-quality grain. Therefore, to substitute imported varieties, the main efforts should be directed on development of long-grained, large-grained, high-amylose varieties, with improved cooking quality and nutritional value, which were previously imported from abroad.

Russia has previously grown only low amylose varieties with amylose content (AC) of 15 - to 19%, but in recent years due to the growth of consumer culture of this crop, there occurred the necessity of developing domestic varieties of different quality (with AC 22%, glutinous varieties).

Starch properties are a key determinant of food and cooking qualities of rice, whereas the amount of protein and amino acid composition affect its nutritional value. The amylose content affects the consistency of a gel, which is a standard measure used for selecting methods of rice processing and cooking [13].

Varieties with high amylose (about 25%) do not boil soft during cooking and can be used for pilaf and other dishes in which it is important to save wholeness and an attractive appearance of grain [14].

Protein content in rice grain varies from 5 to 15%, sometimes it can reach 18%. There are varieties with increased (10-11%) and high (13-14%) protein content. The high protein content of the rice caryopsis gives it a creamy color, reduces the stickiness of the cooked grain, providing a crumbly consistency and improved the nutritional value of cooked product [16].

Only use of heterosis effect provides an opportunity to increase plants productivity radically, by more than 50%. In Russian Federation japonica rice is mostly used. A study using different methods showed their closely related origins [2-5]. Low genetic heterogeneity of japonica varieties leads to a slight heterosis in their hybridization [6-7]. Many studies have shown a decrease of heterosis effect in the number hybrids: japonica / indica, indica / indica, japonica / japonica [11]. Heterotic effect of intersubspecific hybrids (japonica/ indica) may reach 100% and more. Thus, by dry weight of sprouts heterosis of hybrids japonica / indica reaches 100% and does not exceed 70% and 50% in the hybrids indica / indica, japonica / japonica, respectively [16]. The number of filled spikelets in intersubspecific hybrids doesn’t exceed 40%, in interspecific hybrids it is much higher – up to 90 % in indica /indica and up to 92 % japonica/japonica [12]. Heterozygous forms S5J / S5i are sterile, samples carrying wide compatibility genes are fertile ($S5^J$ /$S5^n$; $S5^i$ / $S5^n$). Introducing these genes into forms with high combination ability will allow obtaining fertile intersubspecific hybrids with heterosis of 100 % [8-15].

**Materials and methods.**

Purpose of this research was developing initial material with intersubspecific hybridization. This will increase the reaction norm of the sample by using the genetic potential of both subspecies, and thus provides greater stability of the resulting rice yields.

The problem of increasing amylose content is also simultaneously solved. Amylose content in domestic varieties is 16 - 20 %, that of indica varieties used

for hybridization is 22-27%. In our research we used Infralum FT-10 to measure amylose content. .

**Results.**

The purpose of this research was developing breeding material with increased amylose content and high productivity.

Table 1. Characteristic of collection samples with high amylose content and resistant to blast

| Name of indica sample | Days till ripening | Plant height, cm | Number of productive sprouts, pcs. | Amylose content, % | Protein content, % | Blast resistance, degree |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TDK 1 | 128 | 113,00 | 14 | 5,00 | 8,6 | 1 |
| IR 77186-122-2-2 -3(NSIC RC 158) | 120 | 97,00 | 16 | 22,5 | 8,4 | 1 |
| IR 66 | 115 | 96,00 | 14 | 23,5 | 8,1 | 2 |

Table 2. Brief characteristic of some rice varieties used for hybridization

| Variety | Plant height, cm | Main panicle length, cm | main panicle weight, g | Subspecie | Number of spikelets per panicle, pcs | Additional traits |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Moro-berican | 110,00 | 17,75 | 0,84 | Japonica | 180 | Resistance to blast, salinity and other stresses, (Guinea) |
| Dular | 80,00 | 20,70 | 1,89 | Indica | 80 | Coloured paleas, purple apiculus, gene is linked to S5 locus (India) |
| Азусена | 85,00 | 16,40 | 1,03 | Japonica | 120 | Aromatic, unique structure of the root system, resistant to blast (Philippines) |

One of the tasks of the research was selecting high productive plants in hybrid combinations with high amylose samples.

Table 3. Mean weight of grain from the plant in hybrid combinations, g

| Name of the sample | Mean value of weight of grain from the plant ($\bar{x}\pm S\bar{x}$), g | Weight of grain from the plant, min, g | Weight of grain from the plant, max, g |
|---|---|---|---|
| 158*Anait | 2,3±0,15 | 1,92 | 2,58 |
| 158*Flagman | 4,5±0,25 | 3,98 | 5,03 |
| 158*Juntary | 3,2±0,35 | 2,50 | 3,99 |
| IR 66*Anait | 3,7±0,25 | 3,20 | 4,28 |
| IR 66*Novator | 4,3±0,20 | 3,88 | 4,74 |
| IR66*Flagman | 3,9±0,23 | 3,44 | 4,44 |
| IR 66*Sharm | 4,8±0,33 | 4,09 | 5,47 |
| IR 66*Juntary | 5,1±0,41 | 4,24 | 5,98 |
| Regul*Azusena | 2,3±0,15 | 1,98 | 2,62 |
| TDK*Juntary | 3,9±0,27 | 3,41 | 4,57 |
| Sharm*Dular | 1,8±0,09 | 1,61 | 2,04 |
| Moroberican*Anait | 2,4±0,26 | 1,92 | 3,05 |
| Upla*Anait | 3,0±0,16 | 2,68 | 3,36 |
| **Snezhinka St** | **4,7±0,58** | **3,28** | **6,14** |

Table 4. Mean value of quality characteristics of rice samples%

| Combination | Protein,% | Humidity,% | Amylose,% |
|---|---|---|---|
| 158*Anait | 7,958 | 8,43 | 23,896 |
| 158*Flagman | 8,309 | 8,071 | 23,754 |
| 158*Juntary | 9,083 | 7,924 | 24,574 |
| IR 66*Anait | 8,115 | 8,135 | 24,422 |
| IR 66*Novator | 7,535 | 8,198 | 25,495 |
| IR 66*Flagman | 9,219 | 8,071 | 24,954 |
| IR 66*Sharm | 7,728 | 8,126 | 24,326 |
| IR 66*Juntary | 8,849 | 7,988 | 25,574 |
| Regul*Azusena | 7,531 | 8,158 | 26,74 |
| TDK*Juntary | 7,582 | 8,238 | 10,864 |
| Sharm * Dular | 7,063 | 8,261 | 23,813 |
| Moroberican * Anait | 8,129 | 7,774 | 24,82 |
| Upla*Anait | 7,484 | 8,143 | 24,544 |
| **Snezhinka St** | **6,658** | **8,297** | **17,55** |

The mean weight of grain from the plant was in hybrid combinations: 158*Flagman (4,51 g), 158*Juntary (3,24 g), IR 66*Anait (3,74 g), IR 66*Novator (4,31 g), IR 66*Flagman (3,94 g), TDK*Juntary (3,99 g). Hybrid combinations IR 66*Juntary (5,11 g), IR 66*Sharm (4,78 g), have shown higher mean value of weight of grain from the plant comparing to standard check variety Snezhinka (4,71 g) (table 3).

During the research we have studied protein and amylose content in various rice hybrids. It allowed to select samples with increased protein and amyloses content from hybrid populations (figures 1-2, tabler 4).

## Conclusions

1. The mean weight of grain from the plant was in hybrid combinations: 158*Flagman (4,51 g), 158*Juntary (3,24 g), IR 66*Anait (3,74 g), IR 66*Novator (4,31 g), IR 66*Flagman (3,94 g), TDK*Juntary (3,99 g). Hybrid combinations IR 66*Juntary (5,11 g), IR 66*Sharm (4,78 g), have shown higher mean value of weight of grain from the plant comparing to standard check variety Snezhinka (4,71 g) (table 3).
2. In combinations: IR 66*Flagman has shown the highest protein content, its mean value was 9,219%, in 158*Juntary - 9,083%, Moroberican * Anait - 8,12%. Hybrids IR 66*Juntary (8,849%), Sharm * Dular (7,063%) and Upla*Anait (7,5%) were significantly inferior to this combination (table 4, figure1).
3. By amylose content hybrid combination IR 66*Novator is standing out, mean amylose content in it was 25,495%, IR 66*Juntary (25,574%), Regul*Azusena (26,740%), Moroberican * Anait, (24,820%) have significantly exceeded standard check variety Snezhinka (17,545%)(table 4, figure 2).

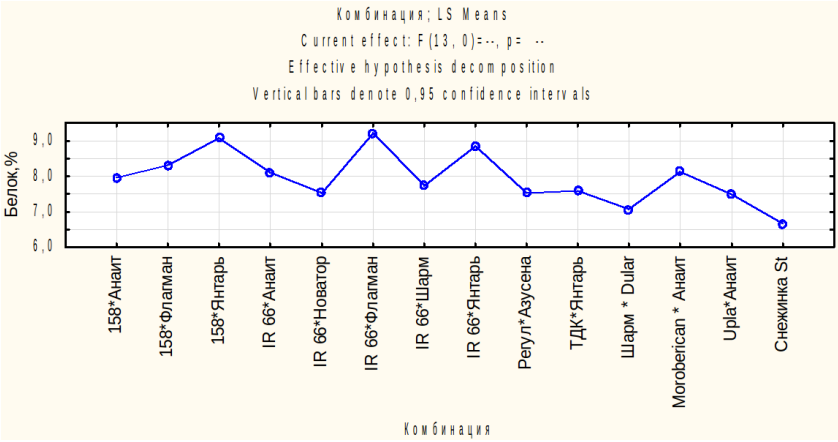


Fig. 1. Protein content in studied hybrid combinations, %

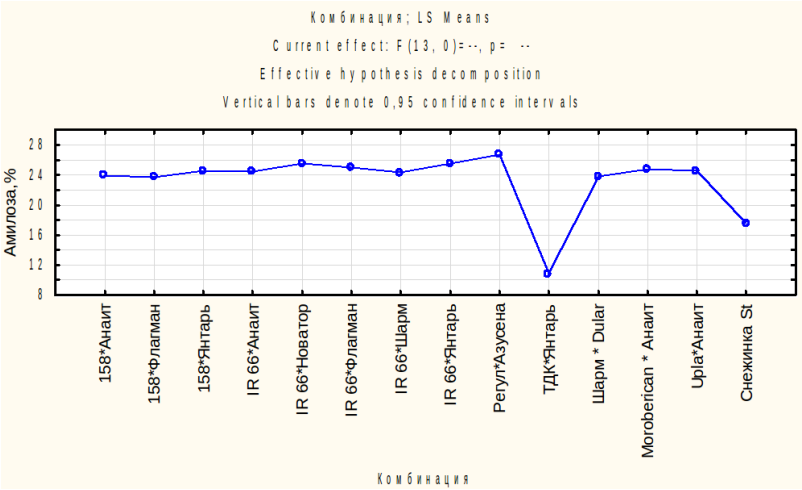


Fig. 2. Amylose content in studied hybrid combinations, %

## References

1. Kharitonov, E.M. Improving system of varietal trials in Krasnodar region крае / Kharitonov E.M., Bushman N.Yu., Malyuchenko E.A., Vereschagina S.A., Tumanyan N.G., Ochkas N.A., Goncharova J.K. // Proceedings of Kuban State Agrarian University . -2015.- №3(54), p.328-333.
2. Goncharova J.K. Inheritance of traits determining the physiological basis of heterosis in rice hybrids / J.K. Goncharova //Agricultural biology. -2010. - № 5. -p.72-75.
3. Goncharova, J.K. Indicators of productivity of domestic rice varieties at high temperatures due to global climate change / E.M. Kharitonov, J.K. Goncharova // Agricultural biology. Series: Biology of plants. Series: Biology of animals. - 2009. - № 1. - p. 16-20.
4. Goncharova, J.K. Esterase spectrum and adaptive plasticity of rice varieties / J.K. Goncharova, A.N. Ivanov, K.V. Knyazeva, V.I. Glazko // Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences.- 2007.- № 1. - p. 3-4.
5. Goncharova, J. K. Selective elimination of alleles when obtaining dihaploid lines in rice anther culture / J.K. Goncharova // Genetics.- 2013.- vol. 49.- № 2.- p. 196–203.
6. Goncharova, J.K. Influence of stress factors on amylose content in rice samples of domestic breeding / J.K.Goncharova, E.M.Kharitonov, N.Yu. Bushman, S.A.Vereschagina // Annals of Russian Academy of Agricultural Science.- 2013.- № 5.- p. 45-48.
7. Goncharova J.K. Polymorphism of Russian rice varieties by genes with wide compatibility / J.K. Goncharova, E.M. Kharitonov // Annals of Russian Academy of Agricultural Science - 2013, p.41-43.
8. Goncharova, J.K. Sterility in intersubspecific hybridization of rice Oryza sativa L. for

searching wide compatibility genes and allocation of samples to subspecies indica and japonica/ E.M. Kharitonov, J.K. Goncharova// Agricultural biology - 2013.-№ 5.-P. 61-68.
9. Goncharova, J.K. Search of wide compatibility genes in indica and japonica rice samples / E.M. Kharitonov, J.K. Goncharova // Agricultural science.- 2013.-№ 3.-P. 15-17.
10. Smetanin A.P., Dzuba V.A., Aprod A.I. Methodics of experiments on breeding, seed production, seed studies and quality control of rice seeds,- Krasnodar: Pub. office, 1972,-156 p. 11. Sheudzhen A.Kh., Onischenko L.M., Gromova L.I. Proteins/ under editorship of A.M. Devyatkin: GURIPP "Adygeya", 2004. - 72 p.
11. Amano E. A. Rapid method of measurement of amylase and application to analyses of low amylose content mutants in rise // Ann. Rept. NIAR. 1986. P. 47-50.
12. Nakagahra M. Variation and inheritance of rice starch. In "Rice plant grains, specifically grain quality" //Nat. Agri. Res., Japan, Center Tsukuba. 1988. P.31-57.
13. Nelson O E., Chourey P.S., Chang M.T. Nucleoside diphosphate sugarstarch glucosyl transferase activity if wx starch granules.// Plant Phisiol.. 1978. Vol.62. P. 383-386.
14. Zhuang, C., Molecular mapping of the Sa locus for F1 pollen sterility in cultivated rice (Oryza sativa L.) / C. Zhuang, G.Zhang, M. Mei et al. // Acta. Genet. Sin. -1999. -Vol. 26.- P. 213–218.
15. Ying, J. Comparison of high-yield rice in a tropical and subtropical environment. Determinants of grain and dry matter yields/ J.Ying, S.Peng, Q. He, H. Yang, C. Yang, R.M. Visperas, K.G. Cassman // Field Crops Res. -1998.-Vol. 57(1) - P.71-84.

UDC 633.18:470:631

## CURRENT STATE AND PROSPECTS OF RICE GROWING INDUSTRY IN RUSSIAN FEDERATION

Garkusha S.V., Esaulova L.V., Gospadinova V.I.

Federal State Budgetary Scientific Institution
«All-Russian Rice Research Institute»,
Belozerniy, 3, Krasnodar, 350921, Russia,

*E-mail: arrri_kub@mail.ru*

*The article highlights issues of rice production in the world and in Russian Federation, role of the crop in food balance of country is shown, characteristic of Russian market is presented. In the future increasing production of rice and its products is planned, through the introduction of new high-yielding varieties, fast variety changing and state support for the processing industry in the rice sector.*

***Key words:*** *rice, yield, variety, quality, variety changing, storage, processing,*

*technology, import, export*

Rice is one of the staple crops for all the world – it feeds on more than 3 billion people and provides more than 30 % of food calories consumed by humanity; rice is mostly grown in tropical and subtropical areas. At a present time (2014/2015) it is sown in 116 countries on the area of 160 million hectares, annual grain production in the world is about 740 million tons. On yield (mean value for the world is 4,5 t/ha) rice takes the first place among all grain crops, and on acreage and gross collection - the second in the world.

Rice growing employs more than 50% of the labor force of the agricultural sector of the planet. The demand for rice is increasing every year, and according to forecast of FAO, by 2020 it will amount to 781 million tons, exceeding demand for wheat by 2-3%. The expected rice production - 750 million tons by 2020 - will not be able to meet the full demand.

The largest rice producers in the world are China and India - about 35% and 21% of the world total respectively. Smaller amount is produced in Indonesia, Bangladesh, Vietnam, Thailand, Myanmar, the Philippines, Brazil, Japan and other countries. In Russia rice gross collection at present time is 1,1 million tons (for comparison: China - 200 million tons).

When the average world consumption of rice per capita is about 57 kg per year in Asia, the figure is 80 kg (from 13-15 kg in Turkey and Pakistan to 160 kg / year - in Laos, Bangladesh, Myanmar and even 240 kg - in Brunei ). In Europe, average consumption per year is around 5 kg. The average Russian consumes about 4.5 kg of rice per year.

Domestic rice-growing industry is now an integral part of the grain agro-industrial complex, it occupies an important place in its socio-economic sphere (1). Despite the fact that Russia is not a rice empire, and rice is not one of the main food and not a leader in the food balance of the population of our country, the bulk (42%) in the consumption of cereals is this exact crop, according to IKAR (table 1).

Table 1. Place of rice in cereal consumption by Russian population, %

| Name | Customer share, % | Name | Customer share, % |
|---|---|---|---|
| Rice | 42 | Pea | 4 |
| Buckwheat | 21 | Pot barley | 3 |
| «Hercules» | 8 | Wheat | 3 |
| Millet | 6 | Oat | 2 |
| Semolina | 5 | Corn | 2 |
| Barley | 4 | Total: | 100 |

Rice plays a significant role in the food balance of Russian Federation.

In Russian Federation rice is now grown in three federal districts in 9 regions: the Southern Federal District - Republics of Adygea, Kalmykia, Krasnodar, Astrakhan and Rostov regions; North Caucasian Federal District -

Republics of Dagestan and Chechnya; Far Eastern Federal District - Primorski Krai and Jewish Autonomous Region (table 2).

Table 2. Rice production in regions of Russian Federation in 2014г.

| Region | Gross collection, thousand tons | Region share, % from Russian Federation |
|---|---|---|
| Russian Federation | 1047,0 | 100,0 |
| Krasnodar region | 823,0 | 78,6 |
| Rostov region | 65,7 | 6,3 |
| Primorski Krai | 60,5 | 5,8 |
| Republic of Dagestan | 54,1 | 5,2 |
| Republic of Adygeya | 20,6 | 1,9 |
| Republic of Kalmykia | 8,0 | 0,8 |
| Astrakhan region | 12,9 | 1,2 |
| Republic of Chechnya | 1,5 | 0,1 |
| Jewish Autonomous Region | 1,0 | 0,1 |

In 2015, acreage of rice in Russia amounted to 199.4 thousand ha, yield - 6.2 t / ha, gross collection of rice grain - 1220.7 thousand tons. In main rice producing region of the country – Krasnodar region, yield has reached 7,0 tons/ha, and gross collection was 945,2 thousand tons (in weight after processing), (table 3).

Table 3. Dynamics of rice production in Russian Federation

| Regions | Years | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1986-1990 (средн.) | 1997 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015* |
| Acreage, thousand ha | | | | | | |
| Russian Federation | 301,0 | 151,0 | 201,0 | 190,0 | 195,0 | 199,4 |
| Krasnodar region | 148,0 | 101,0 | 133,0 | 126,0 | 131,0 | 134,2 |
| Other regions | 153,0 | 50,0 | 68,0 | 64,0 | 64,0 | 65,2 |
| Yield, tons/ha | | | | | | |
| Russian Federation | 3,5 | 2,2 | 5,5 | 4,9 | 5,4 | 6,2 |
| Krasnodar region | 4,2 | 2,4 | 6,4 | 5,8 | 6,3 | 7,0 |
| Other regions | 2,9 | 1,8 | 3,1 | 3,0 | 3,2 | 3,9 |
| Gross collection, thousand tons | | | | | | |
| Russian Federation | 1054,0 | 328,0 | 1052,0 | 934,0 | 1047,0 | 1220,7 |
| Krasnodar region | 614,0 | 236,0 | 857,0 | 728,0 | 823,0 | 945,2 |
| Other regions | 440,0 | 92,0 | 195,0 | 206,0 | 224,0 | 275,5 |

***Note:*** ** Operational data, rice harvesting is still in process.*

Increase in gross collection of rice grain in 2012-2015 compared to 1997 in Russian Federation as a whole and in the Kuban region in particular, is mainly result of expansion of cultivated areas and increasing yield. Yield, in its turn, has increased as a result of introduction of new high-yielding varieties, where a fundamental role in formation yield amount and quality is given to photosynthesis (4). Equally important is the climate warming and increasing heat supply for crops during the growing season (3). Special attention is paid on introduction of adaptive varietal systems based on agro-ecological zoning, balanced use of fertilizers, ameliorants and pesticides.

In recent years, thanks to introduction of innovative technologies and varieties with potential yields of 10,0-12,0 t / ha, as well as state support for the rice industry, rice yield for the first time in the history of Kuban rice growing approached the figure of 7.0 t / ha, which is level of European rice-producing countries such as Italy, Spain, Turkey.

Potential opportunities of rice growing in Russian Federation allow annually produce about 1,5 million tons of rice grain, which will fully provide the population with rice and significantly increase the supply of exports. Already since 2010, the situation began to change dramatically, and our country started exporting significant volumes of rice abroad. Over the past 5 years, the export of rice abroad averaged 1,013 thousand tons, which is almost on par with imports (table 4).

Table 4. Characteristic of Russian rice market (2004-2014 )

| Year | Rice produced (in weight after processing),), thousand tons | Milled rice produced (calculation), thousand tons | Need for rice (at rate of 4kg/person), thousand tons | Provision with rice of own production, % | Import, thousand tons | Export, thousand tons |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2004 | 398 | 208 | 580 | 36 | 465 | 4 |
| 2005 | 521 | 283 | 580 | 49 | 368 | 7 |
| 2006 | 616 | 335 | 580 | 58 | 359 | 12 |
| 2007 | 637 | 346 | 580 | 60 | 233 | 23 |
| 2008 | 666 | 362 | 568 | 62 | 272 | 31 |
| 2009 | 882 | 479 | 568 | 84 | 186 | 69 |
| 2010 | 1050 | 571 | 568 | 100 | 218 | 199 |
| 2011 | 1049 | 570 | 568 | 100 | 173 | 156 |
| 2012 | 1056 | 573 | 568 | 100 | 191 | 334 |
| 2013 | 935 | 505 | 570 | 89 | 225 | 142 |
| 2014 | 1047 | 571 | 585 | 98 | 253 | 182 |

It should be emphasized that rice production is still very costly. In the future, the basis for the survival of rice farms should be the transition to a low-cost, economically viable rice production systems. The individual elements of these

systems have already been developed by scientists of All-Russian Rice Research Institute, much of the technology and techniques have been used successfully in production. But the most difficult stage - the formation of energy-saving, environmentally friendly systems and introducing them into production –is still a task for the future.

In the future for development of rice production in Russian Federation it is necessary until 2020 to bring acreage under this crop up to 230-240 thousand ha. Subject to the science-based crop rotation it is possible to increase acreage in Krasnodar region to 145 thousand ha, and in other rice sowing regions of the Southern and Far Eastern Federal Districts to provide another 90 thousand ha of rice crops (2). This is possible if to increase use of space under rice irrigation systems, which is currently extremely low, averaging 30.4% in Russia. The main reason for the inefficient use of rice irrigation systems is deterioration of their ameliorative condition that makes it impossible to maintain a strictly science-based technology of rice cultivation. As a result large areas are impossible to use rice cultivation. To maintain rice systems in operation it is necessary to carry out such a costly reclamation measures that even economically strong rice-producing enterprises are not in a position to finance the necessary extent.

A dynamic and effective development of the rice industry in Russia depends on the state regulation of market with economic methods including the following: implementing by Russian government active operations in the rice market to support domestic producers; the implementation of financial support for rice growers at the federal and regional levels. In order to protect domestic producers and food security it is necessary to: eliminate the uncontrolled import of rice, which toughen the control functions of the SCC of the Russian Federation; create trade and intermediary specialized structure to establish direct contacts with manufacturers and wholesale customers with access to foreign markets, which will enable to increase the effectiveness of marketing and sales management; enter the compensation of costs for rice grain producers in the amount of 50% of the cost for purchased fertilizers, plant protection products, fuel, electricity and agricultural machinery; provide subsidies for producing elite rice seed; to carry out the purchase of rice from the federal budget, intended for the public purchasing interventions to regulate the market of agricultural products, raw materials and food.

In order to optimize and expand the range of rice products offered to potential buyers, it is appropriate:

-promotion of domestic varieties of glutinous and red-grained rice to the market in order to create new dietary products and improve the quality of food;

- use of domestic rice flour for production of diet food in order to replace imported raw materials in the production of baby food and reduce the price of the finished product;

- organization of the production range of rice products (rice flakes, rice preserves, breakfast cereals etc.), in order to replace imported products (quality of which does not always correspond to the requirements of environmental

safety), and reduce the price of the finished product.

Another important factor in this issue is the improvement of scientific support for the sector and increasing its role in the development of domestic rice growing.

Implementation of these measures makes it possible to maintain the largest in Russian Federation rice production and irrigation complex and will contribute to more efficient use of capital assets, provide further development of existing potential, the integrated use of natural resources and significantly improve the socio-economic situation, ensuring full employment and improving living standards for population in rice sowing regions of the Russian Federation. With efficient management intension of rice crop rotation can reach 60-65%, and the acreage in Russian Federation -230-240 thousand ha. Modern high-yielding varieties together with science-based cultivation technology and resource endowments are able to realize their yield potential and are guaranteed to provide yield to the national average of 5.0-6.0 t / ha (which has already been achieved in some regions in 2010-2015).

As a consequence, Russia by 2020 will not only be self-sufficient in rice of its own production, producing annually more than 1.5 million tons of rice grain, but also to export it abroad.

## References

1. Kharitonov E.M., Tumanyan N.G. Problems of rice growing in Russian Federation and ways to solve them, rice quality/ Scientific and technological achievements of agro-industrial complex, 2010. - № 11, p. 14-15.
2. Rice growing system of Krasnodar region /under editorship of Kharitonov E.M. Krasnodar, 2011. -316 p.
3. Kovalev V.S. Rice breeding and variety changing in Krasnodar region: current state and trends// Proceedings of the All-Russian School of Young Scientists «Ecological genetics of cultivated plants» – Krasnodar: ARRRI, 2011.- p. 207-209.
4. Kosolapov V.M., Trofimov I.A. Leader of Russian and global agricultural, biological and ecological sciences academician Alexandr A. Zhuchenko // Proceedings of School of Young Scientists «Ecological genetics of cultivated plants» – Moscow, 2014. – p. 5-23.
5. Zhuchenko A.A. Ecological genetics of cultivated plants as an independent scientific discipline. Theory and practice. Krasnodar, 2010. 485 p.

UDC 18:632.488.42:575

# BIOTECHNOLOGICAL APPROACH IN RICE BREEDING FOR RESISTANCE TO PIRICULARIA ORYZA L.

Dubina E.V.[1], Shilovskiy V.N.[1], Ruban V.Ya.[2], Kostylev P.I.[3], Zelenskiy G.L.[1], Kovalev V.S.[1], Kharchenko E.S.[1], Ruban M.G.[1], Garkusha S.V.[1], Maximenko E.P.[4], Nikitina I.B.[4]

[1] Federal State Budgetary Scientific Institution «All-Russian Rice Research Institute»
[2] «Grain company «Poltavskaya» ltd.
[3] Federal State Budgetary Scientific Institution «All-Russian Research Institute of Grain Crops Named after I.G. Kalinenko»
[4] FSI Elite Seed-Production Enterprise «Krasnoe»

*E-mail: lenakrug1@rambler.ru*

*The broad spectrum of rice lines carrying introduced and pyramided genes of resistance to blast Pi-1, Pi-2, Pi-33, Pi-z, Pi-40, Pi-ta and Pi-b was developed with use of modern post-genome technologies. To increase economic efficiency of marker assisted selection on developing rice varieties resistant to к Piricularia oryza Cav. (Magnaporthe grisea (Herbert) Barr)) we have created a number of multiplex PCRs allowing simultaneous identification of two genes of resistance to pathogen.*

***Key words:*** *rice, blast, marker assisted selection, PCR, SSR- marker*

One of the most harmful rice diseases is blast, caused by imperfect fungus *Piricularia oryza Cav. (Magnaporthe grisea (Herbert) Barr)).*

Taking into account great variability potential of the fungus, which, combined with its tremendous ability to reproduce itself provides pathogen with the highest adaptative capabilities [1] great attention should be paid on developing «immune» varieties, carrying several pyramided (combined in one genotype) genes of resistance to blast.

Using modern methods of molecular marking hastens breeding process on developing such genetic sources, allowing to control genes which are interesting for a breeder in plants from hybrid population without their phenotypic evaluation on the studied trait.

Rice genes *Pi-1, Pi-2, Pi-33, Pi-z, Pi-40* determine wide spectrum resistance to blast. They are an important genetic resource for breeding. [2]. Microsatellite markers closely linked to these genes have been identified. Genes *Pi-ta* and *Pi-b* are effective for South of Russia and they were sequenced. In our laboratory we have developed intragenic molecular markers for these genes. [3].

Rice varieties cultivated in the South of Russia don't have the above-mentioned genes of resistance to blast.

In this connection, the purpose of our work is development of rice varieties and lines with high yield, good grain quality and resistant to blast, using methods of molecular marking.

For several years we perform work on introducing and combining genes of resistance to blast into high-productive rice varieties of domestic breeding for providing them with long-term and stable resistance to this disease.

**Materials and methods.** As donors of transferred genes of resistance (male parent) we used rice lines of foreign breeding C101-A-51 (donor of *Pi-2*), C101-Lac(donor of *Pi-1, Pi-33*), IR-36 (donor of *Pi-ta)*, BL-1 (donor of *Pi-b*), Maratellia (*Pi-z*), IR83260-1-1-15-B (*Pi-40*). Preliminary evaluation of donor lines for sensitivity to local population of blast by inoculating rice plants with fungi had shown the resistance of tested lines. But in conditions of South of Russia donor lines had shown themselves as late-ripening with vegetation perid of 140 - 155 day and they were characterized by low fertility. In the local zone of rice growing it is possible to cultivate varieties with vegetation period no longer than 125 days.

High yielding local rice varieties Flagman and Snezhinka as well as large-grained lines KP-163 and VNIIR5242 served as a female parent.

During hybridization of plants we used pneumatic castration of maternal forms and pollination with «TVELL» - method [4].

DNA samples were isolated from leaf blades of hybrid plants with a CTAB-method [5].

To increase economic efficiency of marker assisted selection we have developed multiprimer PCR which allows simultaneous identifying of two genes of resistance to the pathogen in hybrid plants during one reaction. When selecting a combination of molecular markers introduced into the reaction mixture, we took into consideration their temperature of annealing; the difference in size of PCR products synthesized during amplification with primer pairs and their self-complementary sequences.

PCR products were visualized by electrophoresis in 8% polyacrylamide gel. After electrophoresis, the gel plates were placed for 20-30 minutes in a solution of ethidium bromide, and photographed under ultraviolet light.

**Results.**

Basing on use of DNA – marker assisted selection (marker assisted selection – MAS – breeding with use of DNA markers towards genes of interest ) we have conducted introduction of genes of resistance to blast *Pi-ta, Pi-b, Pi-1, Pi-2, Pi-33, Pi-z, Pi-40* into high yielding domestic rice varieties Flagman and Snezhinka and into large-grained lines KP-163 and VNIIR5242 adapted to agro-climatic conditions of South of Russia.

Series of crosses and selections allowed obtaining homozygous lines of rice on genetic background of varieties Flagman and Snezhinka with pyramided genes of resistance to blast *Pi-1, Pi-2, Pi-33, Pi-ta, Pi-b*. On base of large-grained lines VNIIR5242 and KP163 $BC_1F_1$ lines with introgressed genes Pi-40 and Pi-2

were obtained. During all cycles of back-crossings transfer of dominant alleles of each gene in the progeny was controlled by closely linked molecular markers. Plants, genotype of which didn't have alleles of resistance, were rejected.

Figure 1 shows the results of testing combinations of primer pairs flanking the marker sites of target genes Pi-33 and Pi-ta.

From electrophoregram one can clearly see that samples №№ 53, 82, 57, 76 have PCR product specific for genes *Pi-33, Pi-ta*. Clear identification on electrophoregram gives opportunity accurately determine presence of dominant alleles of target genes.

Plants in genotypes of which dominant alleles of target genes have been identified according to results of DNA-analysis will be selected and passed to breeders foe evaluation on a complex of agronomic traits in the schemes of breeding process.

In 2015 two large-grained rice lines with genes of resistance to the pathogen developed on the genetic background of variety Flagman were evaluated on complex of agronomic traits (vegetation period – 110-115 days, plants height 80-90 cm) in competitive variety trial, where they had shown yield of more than 9 tons per hectare, good grain quality and in parallel evaluation on resistance to Krasnodar population of blast in the blast nursery, they had shown themselves as resistant to the disease. Next year they are planned to be multiplied and one line will be passed for State variety trial.

Thus, as a result of research conducted with help of modern biotechnological methods (molecular marking based on PCR) combined with conventional breeding, in a short time we have obtained rice lines with introduced and pyramided genes of resistance to blast. The phytopathological test has shown their resistance to the pathogen.

Introducing such varieties into production will allow to avoid epiphytotic development of disease, save biological yield of rice and obtain ecologically clean agricultural production.

The developed systems of simultaneous multiplex PCR identification of two genes of resistance to blast: *Pi-1+ Pi-2*, *Pi-33+Pi-ta, Pi-ta+Pi-b* were embedded into breeding process on developing genetic sources resistant to *Piricularia oryza Cav. (Magnaporthe grisea (Herbert) Barr))*. This will greatly reduce the cost of consumables and the time to perform sample analysis with pyramided genes of resistance to the pathogen, which improves the economic efficiency of the DNA-marker breeding.

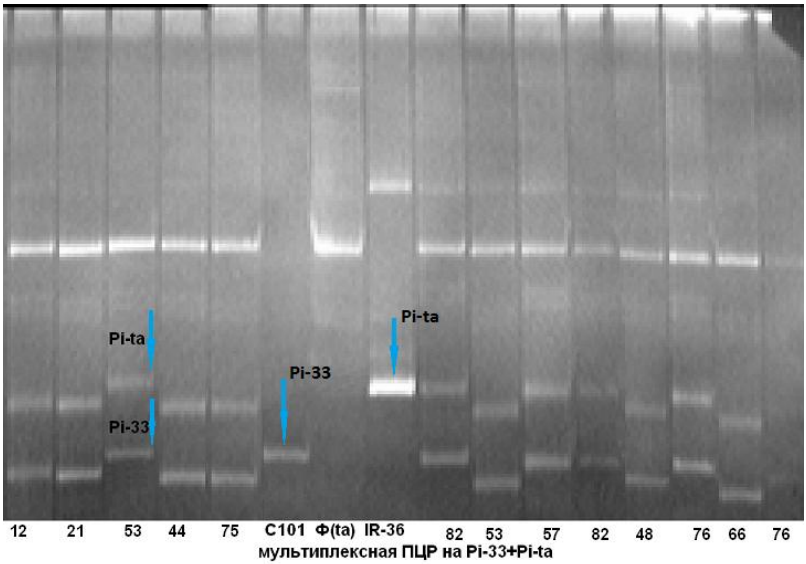


Fig. 1. Multiplex PCR for genes of resistance to blast Pi-ta+Pi-33. Note: 12; 21; 53……76 – hybrid plants; C101- line C101Lac- donor of Pi-33; Ф(ta) – variety Flagman; IR-36 – variety IR-36 –donor of Pi-ta.

## References

1. Dyakov, Yu.T. General and molecular phytopathology\ Dyakov Yu.T., Ozeretskoskaya O.L., Dzhavakhiya V.G., Bagirova S.F.\\ M., 2001.
2. Zelenskiy, G.L. Control of rice blast by developing resistant varieties.\ Zelenskiy G.L.\\ Monograph, Krasnodar , 2013 г., 91 p.
3. Mukhina, Zh.M. Development of intragenic DNA-markers and their use in practical rice breeding.\ Kolomiets T.M., Volkova S.A., Dubina E.V.., Suprun I.I., Tokmakov S.V., Myagkikh Yu.A.\\ Proceedings of the Kuban State Agrarian University, 2003, №3(22), p. 63-67.
4. Los, G.D. A promising method of hybridization of rice \ Los G.D.\\ Agricultural biology, 1987, № 12, p.15-17.
5. Murray, M.G. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA/ Murray M.G., Thompson W.F. // Nucleic Acids Research. 1980. № 10. P. 4321-4325.

UDC 631.52:633.18.

# ISSUES OF GRAIN QUALITY OF RICE OF RUSSIAN PRODUCTION

Malysheva N.N.[1], Ostapenko N.V.[2], Lotochnikova T.N.[2]

[1]Ministry of Agriculture and Processing Industry
of Krasnodar region Russia, Krasnodar
[2]Federal State Budgetary Scientific Institution
«All-Russian Rice Research Institute»
Russia, Krasnodar, Belozerniy, 3

*E-mail: arrri_kub@mail.ru*

*The article highlights the problems of production, processing and marketing of grain of different rice varieties in the domestic market of Russia for the period 2009-2014. The authors see the future of the industry in expanding the range of varieties, introduction of rice varieties of special purposes, promoting healthy lifestyles by increasing the consumption of various rice dishes.*

***Key words:*** *variety, rice, grain, quality traits, rice production and processing, breeding.*

Krasnodar region is the main rice growing region in Russian Federation. Rice-growing area of the Kuban is located on the territory of Azov-Black Sea lowland within the Kuban River Delta. Irrigated land area in the Krasnodar region makes 385.0 thousand hectares, including arable land of 375.9 thousand hectares. As part of the irrigated land rice irrigation systems occupy 234.5 thousand hectares [1].

Gross grain collection of rice in the Kuban region in the past ten years increased by 345.3 thousand tons, and the yield by 18.6 c / ha. In recent years, rice yields in the region consistently exceed 60.0 t / ha, which is the level of the European rice-producing countries. The exception is 2013, when production figures were reduced due to the decrease in acreage due to the shortage of water and epiphytotics of blast on rice crops (table 1).

The main challenge for the rice growing in Kuban is a progressive development of the industry, which should be based not only on increasing the volume of rice production, but also on improving product quality, increasing its competitiveness in the domestic and foreign markets, expanding the range of rice products. Rice varieties cultivated in Russia mainly belong to japonica and are characterized by an elongated or oval-wide caryopsis (l/b 1,5-2,9), have white endosperm [2]. Currently, the State register of breeding achievements permitted for use in the Russian Federation, includes 50 rice varieties, 30 of them are of Kuban breeding. On the territory of Krasnodar region 27 varieties

are grown in a production environment, most of them have round type of grains and serve as raw material for the production of grain Russians traditionally use in cooking.

Table 1. Figures of rice production in Krasnodar territory (according to the statistical reporting form 29-CX)

| Year | Area, thousand hectares | Gross collection, thousand tons | Rice yield, c/ha |
|---|---|---|---|
| 2009 | 120,6 | 727,1 | 60,5 |
| 2010 | 133,4 | 828,3 | 62,3 |
| 2011 | 134,9 | 823,6 | 61,0 |
| 2012 | 133,3 | 856,7 | 64,3 |
| 2013 | 126,4 | 727,5 | 57,6 |
| 2014 | 130,8 | 822,7 | 62,9 |

During the processing rice grain undergoes husking of varying degrees of grinding or polishing, whereby germ and aleurone layer are removed, which contain the maximum number of micro elements and the essential amino acids, fats and vitamins. Depending on the method of processing and quality standards polished rice of extra, first and second classes is produced. Extra class should contain non less than 99,7% of high quality grain, first class - 99,4%, second class - 99,1%, broken rice - 98,2%, including the content of broken rice of 4,0, 9,0 and 13,0% respectively, yellow grain - 0,5, 2,0 и 8,0%, sticky grain - 1,0, 2,0 and 5,0%. Content of unhusked grain in the extra class is not permitted, in the first class it is permitted by non-more than 0,2% and in second class - 0,3% [3].

On the territory of Krasnodar region there are 34 rice processing enterprises with total capacity of about 3740 tons / day which allows processing more than 1 mln. tons of rice. In recent years their material-technical base was reconstructed, modern technological equipment, allowing to reduce output of broken rice and to remove impurities and red forms, was installed. Many businesses have switched to international quality standards ISO / ISTA / HASSP, which allows producing grain from domestic rice varieties of higher quality, which meets the modern requirements of the consumer market (table 2).

In the period from 2009 to 2011 in the region was successfully implemented departmental target program «Implementation of acceptance, storage and processing of paddy by rice processing enterprises of Krasnodar region separately by varieties of origin», which gave tangible results. Some regional enterprises «Southern rice company» ltd, «Niris» ltd, «Kuban grain company» ltd etc., accept varieties the most common for the territory as well as exclusive rice varieties separately, which allows saving their individual qualities, increasing output of finished products, producing grain with particular characteristics for different products. Moreover, in recent years Kuban rice processing enterprises have expanded their range of rice products: they produce rice grain «camolino»; diet products «fitness» rice, «emperor’s» rice etc.; rice flour; frozen foods from rice and other products.

Recently on the Russian consumer market one may observe the increased demand for grain of rice varieties of special purpose - glutinous, red-grained, long-grained, large-grained, aromatic, which are intended for cooking certain culinary dishes and differ in their dietary properties, and increased nutritional value [4].

Table 2. Quality parameters of rice grain in Krasnodar region, 2011-2014 (Report of Ministry of Agriculture and Processing Industry of Krasnodar region)

| Quality traits of rice grain | Quality parameters of rice grain, % | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
| Grain impurity, including: | 8,67 | 9,04 | 9,09 | 6,38 |
| - underdeveloped (3/4 of the weight) | 3,51 | 3,73 | 4,63 | 2,91 |
| - red | 2,54 | 2,12 | 2,09 | 2,14 |
| - yellow | 0,43 | 0,15 | 0,25 | 0,07 |
| Fracturing | 12,54 | 17,99 | 12,01 | 11,7 |
| Broken | 3,59 | 5,29 | 4,25 | 3,55 |
| Damaged grain (with dark endosperm) | 0,97 | 1,85 | 1,04 | 0,84 |

Unfortunately, this segment of the market, which is 3-5% of the total rice grain in the country, is filled by imports, since until now it was thought that this type of rice is not grown in Russia because of their biological characteristics. Indeed, rice varieties, developed and distributed in South-East Asia (Thailand, Vietnam, Indonesia, Malaysia, Myanmar, the Philippines), India and China, do not ripen in the Russian environment because of their reaction to photoperiod, soil and climatic conditions and they exist only in the collection of genetic resources. However, Kuban breeders using initial material from different countries of the world, developed a number of exclusive varieties that are not only adapted to growing in the Krasnodar Territory, but are not inferior to foreign analogues in quality of grain. These varieties are included in the State Register of breeding achievements, or have a patent and are grown on the territory of Krasnodar region.

It is worth noting that rice varieties of special purpose currently occupy 2.4% of the area of rice crops in the region, and their yield is lower on average by 6.3 t / ha, which is due to their biological characteristics (table 3).

Never the lees, price for grain of above mentioned varieties is higher than that for traditional varieties by 15-20%, that fully pays decrease in their yield.

In recent years, Kuban breeders worked on developing aromatic rice varieties such as "Basmati" and "Jasmine", which have the smell of "popcorn" when boiled, spicing up a side dish of rice. Grain of aromatic rice varieties is particularly appreciated by consumers in many countries, including Russia, and therefore has a higher cost. Aroma of varieties of this group occurs due to many chemical compounds, of which the most important is the 2-acetyl-1-pyrroline. The presence of this molecule is genetically determined, but the intensity of the

volatile compound is highly dependent on growing conditions, ripening and storage of rice grain. Currently the grain of varieties from this group is mostly imported from Thailand, Vietnam, India, where they are traditionally cultivated.

Table 3. Rice varieties of special purpose, Krasnodar region, 2014.

| Name | Harvesting area, ha | Gross collection, tons | Yield, c/ha |
|---|---|---|---|
| Long-grained rice varieties | | | |
| Kurazh | 406,2 | 2579,4 | 63,5 |
| Sharm | 3,13 | 19,4 | 61,9 |
| Avstral | 50 | 325 | 65,0 |
| Ivushka | 65 | 338 | 52,0 |
| Total | 524,3 | 3261,8 | 62,2 |
| High taste and cooking qualities | | | |
| Regul | 948,4 | 6771,6 | 71,4 |
| Ametist | 716,6 | 4672,2 | 65,2 |
| Juntary | 513,2 | 3334,1 | 65,0 |
| Total | 1665,0 | 11443,8 | 68,7 |
| Large-grained rice varieties | | | |
| Krepysh | 1,4 | 9,6 | 68,5 |
| Anait | 116 | 831,7 | 70,8 |
| Total | 117,4 | 841,3 | 71,7 |
| Red-grained rice varieties | | | |
| Rubin | 98 | 539,0 | 55,0 |
| Yuzhnaya noch | 72 | 389,0 | 54,0 |
| Mars | 64 | 339,2 | 53,0 |
| Total | 234,0 | 1267,2 | 54,1 |
| Glutinous (sticky) rice varieties | | | |
| Viola | 3,5 | 15,0 | 42,8 |
| Violetta | 1,5 | 7,0 | 46,6 |
| Total | 5,0 | 22 | 44,0 |
| Altogether | 3058,9 | 20170,2 | 65,9 |

In 2014 new rice variety Aromir (Aromatic (k-2204)/Snezhinka) was passed for including into State varietal trial. Variety belongs to indica, botanical specie - adusta Plac. Vegetation period - 115-118 days, plants height - 95-105 cm. Panicle length - 17,5-19,5 cm, it contains 95-120 spikelets.

Grain quality is rather high: l/b - 3,1, vitreousity - 99%, total milled rice - 69-70%, head rice - 80-82%. Weight of 1000 grains - 25-27 г. Grain of Aromir differs from traditional varieties in taste characteristics by special «mouse» aroma when boiled.

Variety is resiatant to blast. It belongs to varieties of intensive type, responsive to the average doses of mineral fertilizers. Yield is 65-70 c/ha. Belongs to rice varieties of special purpose.

The competitive varietal test has a sample VNIIR 10246 with taste (organoleptic) characteristics similar to those of rice variety Aromir, but it has a more delicate flavor of «popcorn» and has a light corn flavor when cooked. It was selected from the same hybrid population (Aromatic (k-2204)/Snezhinka).

Sample belongs to late-ripening group. Vegetation period is up to 130 days, plant height reaches 96 cm. Main panicle length - 16,6 cm with spikelet content - 180,6 pcs. Grain sterility is rather low and is averagely 8%. Weight of grain from the plant - 8,9 g, from main panicle - 4,1 g.

Grain quality is high. Caryopsis length to beam ratio (l/b) is 3,3. Vitreousity - 98%. Total milled rice is 67,6 %, head rice - 97,2%. Weight of 1000 grains - 25-26 g. Amylose content - 17,5%.Rice is recommended for cooking side dishes, it has a good flavor, crumbly consistency r, the color of cooked grain varies from white to cream. The coefficient of water absorption is 2.8-2.9; water uptake ratio - 4.8-5.6.

Thus, in the Kuban one may observe tendency not only to increase the volume of the gross collection of rice, but also to improve the quality of grain produced in Russia. At this stage of rice growing in Krasnodar region there is a need to integrate science, agricultural and processing enterprises in matters of accelerated introduction of rice varieties of Kuban breeding to production, including varieties of special purpose, for further import substitution. Vertical in the industry «from the development of varieties and to the shop counter» should be based on requests from the consumer market, popularization of the products of domestic manufacture and promotion of a healthy diet, where rice occupies a leading position.

## References

1. Garkusha, S.V., Agronomic and technical features of cultivating rice varieties resistant to blast disease (guidelines) [Text] / S.V. Garkusha, S.A. Shevel, N.N. Malysheva, et al. // – Krasnodar, 2013. – 44 p.
2. Zotikov, V. I. Characteristic of grain quality of varieties of leguminous and cereal crops of VNIIZBK breeding / V. I. Zotikov, S. V. Bobkov, L. N. Varlakhova // Scientific and technological achievements of agroindustrial complex. - 2010. - № 11. - p. 17-19
3. Tumanyan, N. G. Indicators of grain quality of rice subspecies indica and japonica in collection samples of Russian and foreign breeding / Tumanyan N.G., Zelenskiy G.L., Olkhovaya K.K., Ostapenko N.V., Kumeiko T.B. // Multidisciplinary network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University (Scientific journal of KubSAU) [Electronic resiurce]. – Krasnodar: KubSAU, 2013. – №94(94) p. 996 – 1005. – Access: http://sm.kubsau.ru/2013/10/66.pdf.
4. Kharitonov E.M. Problems of rice growing in Russian Federation and ways to solve them. Rice quality. / E. M. Kharitonov, N. G. Tumanyan // Scientific and technological achievements of agroindustrial complex. - 2010. - № 11.. - P. 14-15

# COLD TOLERANT EARLY RICE FOR BANGLADESH

Muhammad A.S.

ACI Limited

*E-mail: drsalam@aci-bd.com*

Irrigated lowland rice areas occupy 4.5 M ha in Bangladesh. This crop starts seeding from early November and harvests after 20 April. The very long growth duration happen to take place due to the prevalence of cold temperatures from mid-November to mid-March (Fig.1). Also, cold stress affects plant growth at vegetative stage and causes sterility at the reproductive phage. In 2007 alone about 200,000 tons of rice was lost due to cold-induced sterility (Fig.2). Moreover, the risk of gusty weather and flooding increases when maturity is delayed to mid-April. A devastating flash flood on 20 April 2004 damaged 800,000 ha of rice crops in *Basin* areas. National and International breeding programs ignored the need for cold tolerance in irrigated lowland rice for south Asian countries and in particular Bangladesh. Therefore, development of cold tolerant early matures rice varieties that ensured harvesting on or before mid-April at mid-November seeding is a long felt demand for significantly improving productivity and enhancing the livelihoods of farmers of this region.

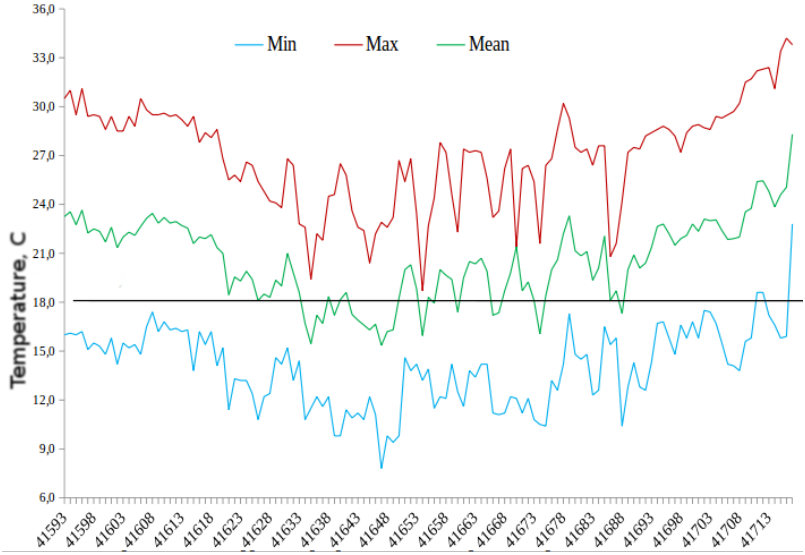


Fig. 1. Daily Temperature Data (15 November 2013 to 19 March 2014)

Fig. 2. Cold stress sterility at reproductive stage

## References

1. M. Salam, N. K. Saha, P. S. Saha, M. U. Islam, M. R. Karim Studies on rice improvement for lower sensitivity to cold stress. International Rice Congress 2013
2. M. Shahe Alam, M. A. Quayum, M. A. Islam (2011). Crop Production in the Haor Areas of Bangladesh: Insights from Farm Level Survey. The Agriculturists vol 8(2) pp 88-97
3. M.N.H. Khan, M.Y. Mia, M.R. Hossain (2012). Impacts of Flood on Crop Production in Haor Areas of Two Upazillas in Kishoreganj. Journal of Environmental Science & Natural Resources vol 5 (1) pp 193-198

UDC 581.143,6:633,18

# ARRRI BREEDING PROGRAMS WITH USE OF MOLECULAR MARKERS

Mukhina Zh.M., Dubina E.V., Suprun I.I., Tokmakov S.V., Savenko E.G., Volkova S.A., Glazyrina V.A., Shundrina L.A., Epifanovich N., Epifanovich Yu.

Federal State Budgetary Scientific Institution
«All-Russian Rice Research Institute»,
Belozerniy, 3, Krasnodar, 350921, Russia,

*E-mail: agroplazma@gmail.com*

*Article observes use of modern methods of marker assisted selection (MAS) for developing breeding material with long-term resistance to blast. Results of research on developing lines with pyramided genes of resistance to this pathogen (Pi-ta, Pi-b, Pi-z, Pi-2, Pi-40) are shown.*

***Key words:*** *marking, back-crossing, pyramiding, DNA marker, blast*

The main requirements for modern crop varieties are: high yield, good quality, adaptation to the zonal agricultural technologies, resistance to biotic and abiotic factors.

To develop rice variety using traditional breeding methods in average takes 7 million rubles and about 10 years. Through the use of cellular technologies (anther culture in vitro) (1), as well as the method of the marker assisted selection, involving marker support (control of portable donor alleles of target genes by molecular markers) (2), the efficiency of breeding schemes increases many times, as there is no need for phenotypic testing the availability of desirable alleles (infectious background, etc.).

ARRRI conducts a program on developing rice breeding material with a long-term resistance to blast using modern methods of marker assisted selection (MAS) (3).

Moreover genotyping of microsatellite DNA loci (SSRs) is used in primary seed production for control of genetic purity of seed production nurseries (Fig. 1). For them we have also developed methodic scheme for controlling red-grain impurities based on molecular-genetic approach.

Using back-crossing with a marker control of target genes of resistance to blast we develop series of close-isogenic differentiator lines of races of this pathogen on genetic background of domestic rice varieties.

During the realization of this program we have developed:

- hundreds of rice lines with implemented, including pyramided, effective genes of resistance to blast (Pi-ta, Pi-b, Pi-z, Pi-2, Pi-40 etc.). Two of them, carrying Pi-b gene, have become prototypes for varieties Patriot and Partner,

which at the present time are going through state registration for being released;

- intragenic dominant and co-dominant DNA-markers for identifying allelic state of effective gene of resistance to blast Pi-ta (fig. 2, 3);
- allele-specific DNA-marker of Rc gene, determining red coloring of rice pericarp, for early diagnostic (before panicle exsertion) of red-grained forms to be eliminated in multiplication nurseries in the system of primary seed production of rice (fig. 4).

For optimizing mass PCR-analysis we have developed multiplex marker systems for identifying genes of resistance to blast–*Pi-z*, *Pi-ta*, *Pi-b* in various combinations: *Pi-z*+*Pi-b*; *Pi-z*+*Pi-ta*; *Pi-ta*+*Pi-b*; *Pi-b*+*Pi-z*+*Pi-ta*, allowing to conduct their simultaneous identification while setting a single PCR (fig.5).

Thus, breeding material developed with a use of molecular-genetic methods, as well as developed methodic schemes demonstrate the feasibility of the application of using post-genomic technologies in rice breeding. This allows saving time of developing genetically aligned forms, which increases the competitiveness of domestic rice varieties, and allows not to lose positions in seed production and production of marketable grain, ensuring import substitution in the industry.

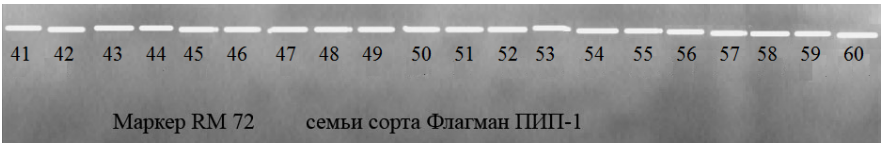


Fig. 1. Control of genetic homogeneity of 20 families of variety Flagman from first year testing nursery.

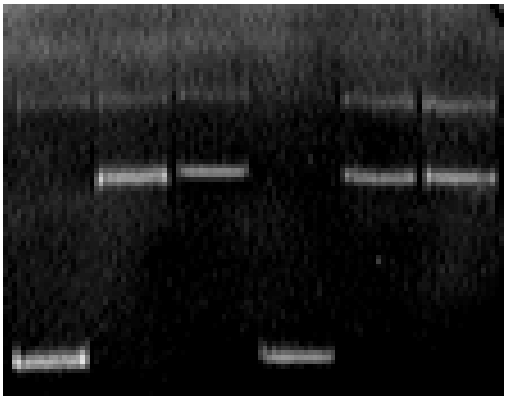

Fig. 2. Control of efficiency of co-dominant marker for identifying allelic state of Pi-ta gene, using PCR-method. Note: 1 – variety K1 (positive control); 4 – variety IR36; 2 – variety Nipponbare (negative control); 5 – variety Toride; 3 – variety Victoriya; 6 - variety Ou 244.

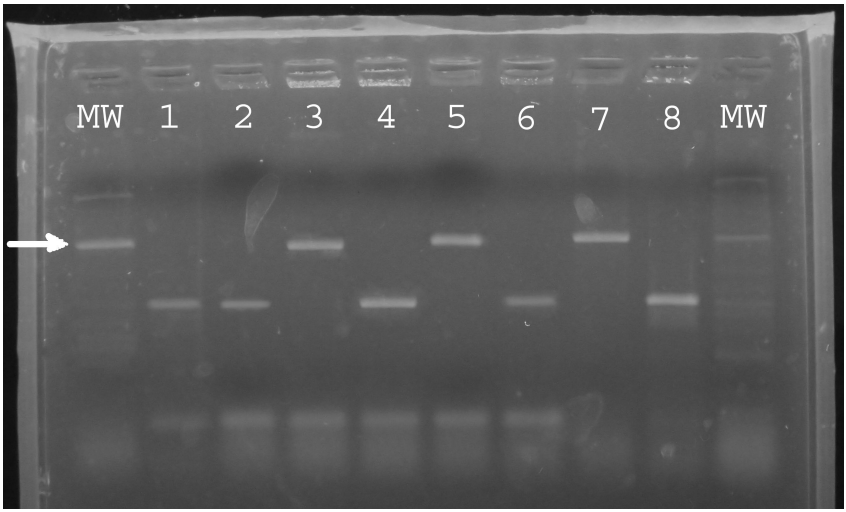


Fig. 3. Control of efficiency of marker of Rc gene on red and white rice varieties. Note: a) red varieties: 1 – Karat, 2 – Rubin, 4 – Pavlovskiy (red analogue), 6 – Sprint (red analogue), 8 – Privolniy (red analogue); б) white varieties: 3 – Khazar, 5 – Pavlovskiy; 7 – Sprint; c) «MW» - molecular weight marker. Fragment marked with an arrow corresponds to 790 b.p.

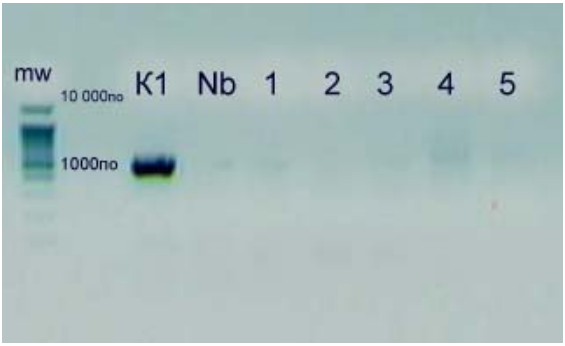


Fig. 4. Control of efficiency of dominant marker of Pita gene on reference varieties. Note: mw – DNA molecular weight marker; Variety: K1 (positive control); Nb – Nipponbare (negative).

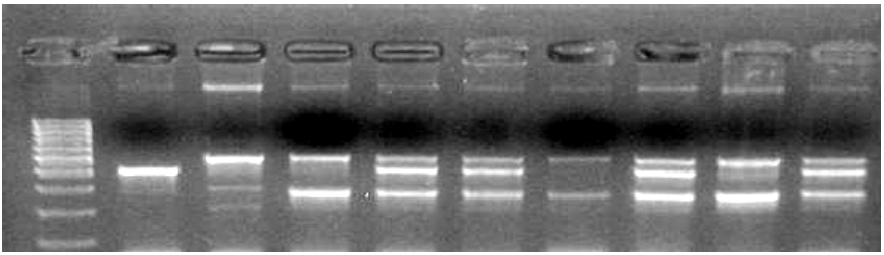

Fig. 5. Multiplex marker system for identifying genes of resistance to blast –Pi-z, Pi-ta, Pi-b.

*Work is performed with the support of RFBR (Russian Foundation for Basic Research) and Administration of Krasnodar region. (Project № 13-04-9659).*

## References

1. Shevelukha, V.S. Morphogenesis in callus tissues // Agricultural biotechnology, 1996. - P.29-35.
2. Conaway-Bormans, C.A. Molecular markers linked to the blast resistance gene Pi-z in rice for use in marker-assisted selection / C.A. Conaway-Bormans, M.A. Marchetti, C.W. Johnson // Theor. Appl. Genet., 2003. -V. 107. - P. 1014-1020.
3. Jena Kshirod, K. Marker Assisted Selection – A New Paradigm in Plant Breeding / K. Jena Kshirod, Moon Huhn-Pal, J. Mackill David // Korean J. Breed., 2003.- V. 35. - P. 133-140.

UDC 633.18:631.531.048:631.524.5

# INFLUENCE OF DENSITY OF PLANTING ON EVALUATION OF BREEDING MATERIAL

Shilovskiy V.N., Ogly A.M.

Federal State Budgetary Scientific Institution
«All-Russian Rice Research Institute»,
Belozerniy, 3, Krasnodar, 350921, Russia,

*E-mail: ogly-a@mail.ru*

*The article observes influence of density of planting on variability of such traits as plant height, number of spikelets in the panicle, weight of grain from panicle, size of three upper leaves. Correlation between sizes of flag, 2-nd and 3-rd leaves and elements of*

*panicle productivity is shown, with correlation coefficients higher in spaced planting.*

***Key words:*** *variety, varietal sample, rice, correlation, flag, density, seeding rate, variability.*

There are several opinions regarding density of planting at which one should evaluate breeding material. So, according to opinion of scientists[5] evaluation of genotypes should be done in the absence of competition, i.e. in spaced planting. Other authors [2.3] believe that the low density of planting doesn't give real results, so it should be conducted under conditions similar to those of production. However, due to shortage of seeds in earlier stages of the breeding process density is slightly less than in the variety trials. This leads to disruption of the typicality and causes a change in evaluation [6]. According to breeding scheme for rice, seeds after breeding nursery are sown in control nursery with a seeding rate of 400 - 500 germinating grains per 1 $m^2$, while in competitive variety trial it reaches 700 - 800 grains per 1 $m^2$.

**The purpose of our research** was to study the variability of some quantitative traits in rice varieties and samples under cultivation at different seeding rate.

**Materials and methods.** In the experiment we used varieties Diamant, Juntary, Regul, Liman, Flagman and samples from competitive trial KP 150-12, KP 220-13, KP 141-12, KP 223-13, KP 110-12. Analyzed traits were: plant height, the size of the three upper leaves during ripening, the elements of panicle productivity. Varieties and samples were sown by selective seeding-machine with a central drilling mechanism on plots of 10 $m^2$ with a seeding rate of 400 and 700 germinating grains per 1 $m^2$. The plots in the experiment were placed by randomized repetitions. 25 plants from each plot were selected for biometric analysis.

**Resultsand discussion.** Density of planting can first of all influence on plants height. Changes in plants height are show in table 1.

The data in Table 1 show a weak interspecific variability of the trait in both versions of the experiment, with larger scale at low seeding rate. Differences in plant height are not observed too. However, if we observe the varieties separately, depending on the seeding rate, we can see their individual differences. So, for Diamant, Juntary and Liman, plants height significantly increased at higher seeding rate. Samples KP 223-13, KP 110-12 and variety Flagman show the decrease in plants height. Other varieties and samples didn't show any difference.

Table 1. Plants height of rice varieties depending on seeding rate, cm. (2013-2014)

| **Variety** | **Seeding rate, pcs./m²** | | **Mean, least significant difference$_{05}$ = 2,43** |
|---|---|---|---|
| | **400** | **700** | |
| **Diamant** | 76,8 | 91,1 | 83,9 |
| **Juntary** | 78,6 | 87,6 | 83,1 |
| **Regul** | 89,8 | 89,4 | 89,6 |
| **Liman** | 72,9 | 76,1 | 74,5 |
| **Flagman** | 83,3 | 79,2 | 81,3 |
| **KP 150-12** | 89,1 | 87,8 | 88,5 |
| **KP 220-13** | 77,7 | 78,9 | 78,3 |
| **KP 141-12** | 78,2 | 77,6 | 77,9 |
| **KP 223-13** | 91,9 | 80,5 | 86,2 |
| **KP 110-12** | 87,3 | 79,4 | 83,4 |
| **Mean, LSD$_{05}$ = 6,62** | 82,6 ± 2,24 | 82,8 ± 1,82 | |
| **V, %** | 8,6 | 6,9 | |

***Note:*** **Particular diversities -LSD$_{05}$ = 2,77*

We have also studied influence of seeding rate on number of grains per panicle (table 2).

Table 2. Number of spikelets per panicle of rice samples and varieties, depending on seeding rate, pcs. (2013-2014).

| **Variety** | **Seeding rate, pcs./m²** | | **Mean, least significant difference$_{05}$ = 1,74** |
|---|---|---|---|
| | **400** | **700** | |
| **Diamant** | 93,7 | 115,2 | 104,4 |
| **Juntary** | 84,5 | 85,6 | 85,1 |
| **Regul** | 92,6 | 105,0 | 98,8 |
| **Liman** | 101,6 | 83,0 | 92,3 |
| **Flagman** | 113,9 | 70,8 | 92,4 |
| **KP 150-12** | 100,0 | 65,4 | 82,7 |
| **KP 220-13** | 105,6 | 89,1 | 97,4 |
| **KP 141-12** | 103,5 | 79,8 | 91,7 |
| **KP 223-13** | 125,8 | 85,6 | 105,7 |
| **KP 110-12** | 106,5 | 84,9 | 95,7 |
| **Mean, LSD$_{05}$ = 0,78** | 102,8 ± 3,23 | 86,4 ± 4,38 | |
| **V, %** | 11,3 | 16,9 | |

***Note:*** ** Particular diversities -LSD$_{05}$ = 5,51*

As one can see from table 2 formation of number of spikelets per panicle varies depending on seeding rate. Variability of interspecific differences at denser plantings is within the average value (V = 16.9%), while at the seeding rate of 400 grains per 1 $m^2$ difference is smoothed (V = 11,3%). With a lower seeding rate a larger number of spikelets per panicle is usually formed due to improved nutrition of plants. The exceptions are varieties Diamant and Regul which have larger number of spikelets in the dense planting. There is a point of view that in such plantings advantage goes to genotypes with the maximum synthesis of organic matter per unit area [4].

Grain number in panicle is inextricably linked to its productivity (table 3).

Table 3. Weight of grain per panicle of different varieties and samples depending on seeding rate, g. (2013-2014)

| **Variety** | **Seeding rate, pcs./$m^2$** | | **Mean, least significant difference05 = 0,18** |
|---|---|---|---|
| | **400** | **700** | |
| **Diamant** | 2,06 | 2,24 | 2,15 |
| **Juntary** | 1,97 | 1,92 | 1,95 |
| **Regul** | 2,31 | 2,52 | 2,41 |
| **Liman** | 2,86 | 2,07 | 2,47 |
| **Flagman** | 2,28 | 1,67 | 1,98 |
| **KP 150-12** | 1,85 | 1,41 | 1,63 |
| **KP 220-13** | 2,31 | 2,28 | 2,30 |
| **KP 141-12** | 2,18 | 1,65 | 1,92 |
| **KP 223-13** | 2,70 | 1,81 | 2,26 |
| **KP 110-12** | 2,49 | 2,12 | 2,30 |
| **Mean, LSD05 = 0,08** | 2,30 ± 0,093 | 1,97 ± 0,107 | |
| **V, %** | 13,7 | 17,2 | |

***Note:*** ** Particular diversities - LSD05 = 0,57*

Weight of grain per panicle is the most changing trait. At thinned planting it has variability of 13,7 %, and at dense one – 17,2 %. In other respect studied varieties and samples behave according to their indicator of grain number per panicle.

During period of grain ripening biometric characteristics of the plants were studied in order to find out their influence on panicle productivity. Results are s

There are no interspecific differences on leaves size between variants with different seeding rates. However, judging from the coefficients of variation, variability in the size of the leaves of varieties and samples at thinned plantings is much higher than in dense ones.

Table 5 shows the influence of the photosynthetic activity of the leaves on the formation of spikelets and panicle productivity, also one can see a high correlation between reduced seeding rate of varieties and samples and these

traits. Moreover, three upper leaves are actively involved in photosynthesis. By the number of spikelets per panicle there is a high correlation with both the length and the width of the leaves. In the dense plantings nature of the correlation is largely maintained, but it is much lower and limited by two upper leaves.

Table 4. Biometric characteristics of 3 upper leaves of varieties and samples depending on seeding rate, cm. (2013-2014)

| **Variety, sample** | **Variant** | **flag leaf** | | **2-nd leaf** | | **3-rd leaf** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **length** | **width** | **length** | **width** | **length** | **width** |
| **Diamant** | **1** | 13,9 | 1,18 | 21,3 | 1,06 | 25 | 0,97 |
| | **2** | 16,3 | 1,58 | 28,0 | 1,42 | 30,5 | 1,19 |
| **Juntary** | **1** | 14,3 | 1,08 | 22,9 | 1,08 | 27,7 | 1,05 |
| | **2** | 15,3 | 1,49 | 24,3 | 1,39 | 30,1 | 1,31 |
| **Regul** | **1** | 15,1 | 1,39 | 23,7 | 1,38 | 30,3 | 1,29 |
| | **2** | 16,5 | 1,41 | 24,9 | 1,31 | 27,7 | 1,23 |
| **Liman** | **1** | 15,9 | 1,43 | 23,3 | 1,34 | 26,9 | 1,35 |
| | **2** | 16,9 | 1,46 | 25,8 | 1,37 | 29,1 | 1,30 |
| **Flagman** | **1** | 19,7 | 1,53 | 27,6 | 1,45 | 31,1 | 1,41 |
| | **2** | 19,2 | 1,60 | 26,4 | 1,47 | 31,4 | 1,40 |
| **KP 150-12** | **1** | 18,7 | 1,29 | 26,9 | 1,07 | 32,1 | 1,05 |
| | **2** | 17,0 | 1,10 | 25,8 | 1,02 | 31,6 | 1,02 |
| **KP 220-13** | **1** | 20,4 | 1,48 | 28,4 | 1,35 | 29,9 | 1,26 |
| | **2** | 20,1 | 1,50 | 27,2 | 1,36 | 30,4 | 1,30 |
| **KP 141-12** | **1** | 18,4 | 1,50 | 26,9 | 1,39 | 30,1 | 1,26 |
| | **2** | 18,3 | 1,44 | 24,6 | 1,33 | 27,9 | 1,29 |
| **KP 223-13** | **1** | 18,8 | 1,60 | 27,4 | 1,50 | 32,0 | 1,41 |
| | **2** | 16,3 | 1,54 | 25,4 | 1,43 | 30,7 | 1,37 |
| **KP 110-12** | **1** | 14,6 | 1,52 | 24,4 | 1,45 | 30,8 | 1,33 |
| | **2** | 13,6 | 1,47 | 22,4 | 1,43 | 28,4 | 1,37 |
| **Mean** | **1** | 16,98 | 1,40 | 25,28 | 1,31 | 29,59 | 1,24 |
| | **2** | 16,95 | 1,46 | 25,48 | 1,35 | 29,78 | 1,28 |
| **V, %** | **1** | 13,7 | 11,3 | 9,2 | 12,4 | 7,4 | 12,2 |
| | **2** | 10,5 | 9,1 | 5,9 | 8,9 | 4,5 | 8,2 |

***Note: 1*** *– 400 germinating grains per 1м$^2$,* ***2*** *– 700 germinating grains per 1м$^2$*

Thus, with the general retention of ranks by plants height and leaf area, varieties and samples show different reaction on change in feeding area. This is due to the mechanism of the impact of fertilizers on the variety. R.Ito (1965)

identifies three types of plants: with heavy panicles, with a large number of panicles and intermediate. Fertilizers affect the type with heavy panicles by increasing number of spikelets. In second type of plants number of spikelets per panicle changes insignificantly, but the tillering increases. With seeding rate of 400 grains on 1 $m^2$ tillering range between varieties is 2,4 – 3,1, and with one of 700 grains – 1,2 – 2,0. In the first case differences in panicle productivity are less than in a second. Increasing contrast in panicle productivity of varieties in dense planting leads to decreasing of correlations. .

Table 5. Interspecific correlations between leaves size and number of spikelets per panicle and its productivity, depending on seeding rate. (2013-2014)

| Traits | Seeding rate, pcs/$m^2$ | |
|---|---|---|
| | 400 | 700 |
| | $r \pm s_r$ | $r \pm s_r$ |
| Number of spikelets per panicle: | | |
| - length of flag leaf | 0,64 ± 0,272 | - 0,22± 0,345 |
| - length of 2-nd leaf | 0,66 ± 0,266 | 0,27 ± 0,340 |
| - length of 3-rd leaf | 0,62 ± 0,277 | -0,10 ± 0,352 |
| - width of flag leaf | 0,84 ± 0,192 | 0,44 ± 0,317 |
| - width of 2-nd leaf | 0,74 ± 0,238 | 0,37 ± 0,328 |
| - width of 3-rd leaf | 0,62 ± 0,277 | -0,18 ± 0,348 |
| Weight of grain per panicle | | |
| - length of flag leaf | 0,05 ± 0,353 | -0,16 ± 0,349 |
| - length of 2-nd leaf | 0,05 ± 0,353 | 0,08 ± 0,352 |
| - length of 3-rd leaf | 0,03 ± 0,353 | -0,18 ± 0,348 |
| - width of flag leaf | 0,71 ± 0,249 | 0,42 ± 0,321 |
| - width of 2-nd leaf | 0,79 ± 0,217 | 0,44 ± 0,317 |
| - width of 3-rd leaf | 0,79 ± 0,217 | 0,11 ± 0,351 |

**Conclusion.**

The research has shown that change of density of planting has impact on evaluation of breeding material by plants height and elements of panicle productivity. In the thinned planting tillered forms of plants show up, which determines type of plant for specified cultivation technique.

**References**

1. Ito, R. Rice breeding / R. Ito //Theory and practice of rice growing //M.: Pub. office. «Kolos», 1965. P. 42-77
2. Kuzmin, N.A. Competitiveness of spring wheat and its role in breeding / N.A. Kuzmin, E.N. Molokostova // Breeding and seed production – 1983. P. 12-15

3. Kuzmin, N.A. Genotypes competition and its importance in the breeding of spring wheat / N.A. Kuzmin, E.N. Molokostova // Reports of VASHNIL 1985. № 1. p. 10-13
4. Litun P.P. Genetic control of complex traits and theory of selection /P.P. Litun // Selection methods by complex of traits in plants breeding: Abstracts of All-Union conference, Simferopol, 26-28 September 1989. Yalta, 1989. – P. 58
5. Stenlmah A.F. New approach in selecting high yielding genotypes /A.F. Stenlmah // Genetics and breeding of quantitative traits. – Kiev: Naukova dumka, - 1976.- p. 14-20
6. Chekalin N.M., Genetic and ecological competition of pea. II Effect of genotypic and environmental competition on quantitative traits of pea / N.M. Chekalin, V.L. Yakovlev, M.D. Varlakhov // Genetics – 1983. – V. 19. - № 8. p. 1308 - 1311

## FEATURES OF PRODUCTIONAL PROCESS OF RICE VARIETIES

Skazhennik M.A., Vorobyov N.V., Kovalyov V.S., Pshenicyna T.S., Motornaja O.J.

All-Russian Rice Research Institute, Russian
350921, Krasnodar, v. Belozerny, 3

*E-mail: sma_49@mail.ru*

*There are the results of many years researches on photosynthetic activity of rice varieties according to formation of their different yield is shown. Special attention is paid to donor-sink relations in plants and sowings as a main stage of production process, determining economic productivity of genotypes. Several physiological-morpho-biometric traits of varieties, connected with their yield were found.*

***Key words:*** *rice, variety, production processes, photosynthesis action, yield elements, yield.*

Production process is the most complicated and integrated function of green plants. Photosynthesis and inhalation, transport and product distribution of first and second biosynthesis, plant growth and their morphogenesis, generative development and ageing are united as awhile [17]. What of these elements of mentioned process plays the most important role in yield formation of rice varieties? This problem is the subject of our investigations for many years. But it is studied insufficiently/ It is shown [10] that photosynthesis productivity, characterized by there value of plant biomass formation at the unit of sowing area of cereal crops varieties of the same vegetation period differs a little. The level of its biosynthesis is limited by appearance of energy of photosynthetic active radiation and $CO_2$ concentration in atmosphere [18]. Under such conditions different cereal productivity of rice varieties, as the other cereals, is

determined by the level of the use of plant assimilators for generative organs formation and kernel filling. Correlation between products of leaf photosynthesis is and their use at the process of yield formation is called the system of donor-sink relations, which is the main factor of production process at the level of the whole plant and agrophytocoenosis [17]. And theirs traits of several rice varieties determine there different yield. The main items of changes in donor-sink relations are systematic plant screening for cereal productivity; as a result, their morphological type – area and life cycle of leaves, stem and panicle mass, a part of grain in shoot biomass and other traits [2, 13] changed. Among them it is necessary to find out such ones, that have the most close correlation with grain yield and elements of its structure for use in breeding at the evaluation of rice samples for productivity. For use of rice genotypes we obtained definite data, given in monograph [8]. This, for recent years new rice varieties of intensive and extensive types were released [9]. They differ by important metabolic processes, determing the formation of plant productivity elements and grain yield of these genotypes.

The study of the features of production process of such varieties is of great scientific interest.

**The objective of research.** The study of yield formation and elements of its structure of rice varieties and finding out their traits, determining yield, for use in evaluation of breeding samples for productivity.

**Material and methods.** The experiments were carried out of 2012 until 2014 in special reinforced concrete micro-check plot, filled with meadow chernozemic soil and giving the possibility maintain the mode of rice irrigation for industrial sowings. As the objects of investigation we used rice varieties. Different by yield – Rapan, Vizit, Sonet, Kurazh, Sonata, Atlant. The background of mineral nutrition – $N_{12}P_6K_6$ (middle); $N_{24}P_{12}K_{12}$ (optimum); $N_{36}P_{18}K_{18}$ (high) active ingredient per 1 $m^2$. Sprout density is 300 pcs/$m^2$. In obtained sowings we determined leaf area index, pure photosynthesis productivity for booting period – full ripeness, plant biomass (kg/$m^2$), at flowering stage and full ripeness and the value of its increase for this period/ At the phase of full ripeness we determined grain weight from plant, number of grains per 1 $m^2$. of sowing and at the separate panicle, coefficient of economic efficiency of photosynthesis ($C_{econ}$), 1000 grains weight, % of sterile spikelets at the panicle, coefficient of productive tillering and yield. The obtained data were processed by methods of biometric statistics [11].

**Results and discussion**

For release of new highly productive rice varieties and improvement of cultivation technology it is necessary to investigate production process of different genotypes of this crop. Photosynthetic activity of sowings is the main item of this process [17]. It is the basis to carry out our long-term researches of this rice problem.

For recent year breeders of our institute released several varieties differ by yield, response to nitrogen, resistant to unfavorable environmental factors [13, 16]. The study of features of photosynthetic plant activity and rice sowings is of

grate scientific interest. It was our target for the period of 2012-2014.

As it is known, that one of the main indices of photosynthetic activity of sowings is the value of leaf area – the main means of plant interaction with environment. By this help solar radiation power is taken and it changes into potential power of organic matter at the process synthesis. High rice yield is forming at optimum values of leaf area index (LAI); it is given from data in fig, 1. At the middle background nutrition of mineral nutrition (N12P6K6) plants because of nitrogen deficiency had weak tillering, the sowings had not enough leaf surface , the size at flowering stage was 2.2-2.9 $m^2$. Power of photosynthetic active radiation from area unit was used not all, it caused formation of low grain yield, 62-68 %of its value at optimum nitrogen background. There is no correlation between leaf area index and yield of varieties.

At optimum nutrition background ($N_{24}P_{12}K_{12}$) leaf area index of studied rice varieties at flowering stage was 4.6-5.9 $m^2$ that is the optimum value, according to researches [3, 5], at this value high economic productivity of sowings, lodging resistance takes place. In our experiment the yield in dry grain of varieties was from 0.80 to 1.05 kg per 1 $m^2$.

At the high background of mineral nutrition – ( $N_{36}P_{18}K_{18}$) leaf area index reached 6.6-8.6 $m^2$ and exceeded optimum, that caused the formation of high sowing mass envisaged the lack of lodging resistance. Differences of sowing by leaf area index, as it is shown from obtained data, is connected with level of nitrogen nutrition and that is why it is one of the main trait of rice sowing nutrition by this element [3].

Another main parameter of photosynthetic activity of sowings of studied rice varieties is the index of pure photosynthesis productivity determined by division of increase of dry ground mass of sowing for the definite period of time by photosynthetic potential and is expressed by g/$m^2$ of the leaf area per/day[12].

The value of pure photosynthetic productivity shows the charges of tempo of accumulation of sowing biomass for de finite vegetation period of plants. But its connection with grain productivity of cereals varieties is not correct sometimes [1, 14]. The results of our determination of sowings or rice genotypes for the period of booting – fun – ripeness of grain showed (Table 1) that variety 1 difference by its value at one background not big, that showed the same intensity of photosynthetic activity. The relevant connection between pure photosynthetic productivity and yield of varieties was not found. But, with increase of the level of mineral nutrition of this index decreases; that envisages the decrease of photosynthetic productivity. At the middle background of pure photosynthetic productivity of studied varieties was 8.0 – 9.2 at optimum background – 5.5 – 7.4 and at high background -3.2 – 5.3 g/$m^2$. The give results show the possibility of use of this trait for evaluation of level of providing the definite rice sowings the by nitrogen.

But as the results of many researches show [6, 15], the main cause of production increase of cereals, and also rice, is the improvement of work of photosynthetic apparatus and changing in the system of assimilator distribution in plant organs; which cause increase of grain mass and its part (Cecon) in

general biomass of sowing. These changes took place in the main stages of production process: in tillering stage part of assimilators use increased for development of the main sprouts; it limited the value of general plant tillering and caused and caused the increase of its mass; at the phases of booting and flowering the part of use of plastic plant matters for development of generative organs and spike let numbers in panicle; in phase of kernel formation mobilization of spare matters of stems increased; product; vita of photosynthesis increased; they provided with good filling [4, 5, 8].

As for the role of that stages in production process of rice varieties with different yield we have an idea by traits, closely connected with the formation of the main components of yield structures, which we studied in 2012-2014. In particular at three backgrounds of mineral nutrition we determined grain mass from plant, number of kernels per panicle and on 1 m2 of sowing, Cecoon, 1000 grain weight; we found their connection with varietals yield. The results are given in Table 1.

One of the main traits, having the most close connection with varietals yield, is grain weight from plant. Its correlation with grain of varieties at three backgrounds of mineral nutrition was 0.98±0.10 – 0.99±0.07. The train is complicated, depending on quantity of productive sprouts of plant, number of grains in panicle and size of 1000 grains, of grain mass from plant, with grain yield, it is necessary to consider the main trait of intensity, of rice genotypes and to use more widely at evaluation of breeding samples for high productivity.

Another main trait of rice varieties productivity is the number of grains per area unit. Coefficient of its correlation with yield is also high and comprises 0.91±0.21 – 0.97±0.12. A number of grains per 1 $m^2$ of sowings is also important trait, determining the quantity of productive tillers at the area and percentage of kernels in panicles. But it does not count 1000 grains weight and coefficient of its correlation with yield is lower than the firs one. Nevertheless, taking into consideration non-complicated obtaining of results by its value, do not deserve a big attention at evaluation of breeding samples for productivity.

Thus the obtained results showed that yield increase of rice varieties took place by grain weight increase with plants. It increased the quantity of kernels per unit sowing area. These changes in production process of studied rice genotype corresponded their genetic growth and development program and are made mainly with the help of phytohormones. Integral index of the given changes is the value of coefficient of economic efficiency of photosynthesis ($C_{ecoon}$), showing the part of use of assimilates of sowing for formation of grain yield [7]. At investigated varieties this part of the middle background was 40.4-51.7 % at optimum background 39.0-49.9 % and high background was 36.5-45.6 %. Big varietals difference by the value of breeding samples for productivity. We were in doubt that [8] at middle and high backgrounds of nutrition its connection with yield would be weak, not enough. Our researches showed, that coefficient of its correlation with varietals yield at middle background of nutrition was 0.88±0.24, at high background was 0,95±0.15 and at optimum background was 0.85±0.26. It means that coefficient ($C_{ecoon}$) at the evaluation of rice for productivity can be

used at different nutrition backgrounds. It was also found that grain weight from plant has an authentic connection with $C_{ecoon}$ (0,86±0,25 – 0.98±0.11), that increases the meaning of the first index in evaluation of samples for productivity.

Table 1. The yield of rice varieties and its correlation with yield elements

| Variety | Yield, kg/м$^2$ | Number of grains per panicle, pes. | Grain weight from plant, g | Number of grains per 1 м$^2$, 1000 pes. | Coefficient of economic efficiency of photosynthesis, % | 1000 grain weight, g |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $N_{12}P_6K_6$ | | | | | | |
| Rapan | 0.655 | 99.7 | 2.21 | 29.9 | 51.7 | 21.91 |
| Vizit | 0.608 | 92.4 | 2.06 | 27.7 | 50.7 | 21.67 |
| Sonet | 0.574 | 83.8 | 1.92 | 25.2 | 47.6 | 23.03 |
| Kurazh | 0.568 | 83.1 | 1.90 | 25.0 | 48.0 | 22.85 |
| Sonata | 0.540 | 69.4 | 1.83 | 21.4 | 45.3 | 24.55 |
| Atlant | 0.534 | 58.6 | 1.81 | 22.9 | 40.4 | 23.48 |
| $N_{24}P_{12}K_{12}$ | | | | | | |
| Rapan | 1.054 | 100.3 | 3.57 | 52.2 | 49.9 | 20.57 |
| Vizit | 0.910 | 83.1 | 3.19 | 46.5 | 46.5 | 20.61 |
| Sonet | 0.841 | 88.9 | 2.87 | 39.0 | 42.7 | 21.68 |
| Kurazh | 1.017 | 75.6 | 3.37 | 45.0 | 44.5 | 22.26 |
| Sonata | 0.849 | 68.3 | 2.80 | 36.8 | 42.3 | 23.41 |
| Atlant | 0.795 | 69.4 | 2.69 | 35.1 | 39.0 | 22.72 |
| $N_{36}P_{18}K_{18}$ | | | | | | |
| Rapan | 1.110 | 87.3 | 3.75 | 57,6 | 45.6 | 19.56 |
| Vizit | 1.017 | 68.7 | 3.44 | 52,1 | 42.6 | 19.93 |
| Sonet | 0.900 | 80.1 | 3.06 | 43,3 | 39.4 | 20.98 |
| Kurazh | 0.976 | 67.4 | 3.19 | 45,6 | 39.6 | 21.35 |
| Sonata | 0.937 | 59.5 | 3.16 | 42,9 | 38.6 | 22.14 |
| Atlant | 0.807 | 58.6 | 2.73 | 36,8 | 36.5 | 22.12 |
| LSD var. | 0.04 | 3.46 | 0.17 | 1,94 | - | 0.12 |

The important element of varietals rice productivity is 1000 grains weight. At the middle background it has the authentic negative correlation with the genotype yield, at optimum and high backgrounds of nutrition such correlation was not found. But 1000 grain weight (absolutely dry) is negatively connected with grain weight from plant, with number of grains per 1 m$^2$ and from $C_{ecoon}$, that is necessary to take into consideration at analysis of yield structure of studied rice varieties.

## Conclusion.

1. At optimum background of mineral nutrition the studied varieties differed by photosynthetic plant activity and formed biomass sowings per area unit close by the value. At the middle background of nutrition the leaf surface of sowing, consuming only the part of coming power of photosynthetic active radiation and biological and economical yield of varieties.
2. The main feature of production process of rice varieties with different yield is the character of distribution of assimilators in plant organs, formed at photosynthesis process. The most part of assimilators of intensive varieties, such as Rapan, and Vizit, is used for formation of plant grain mass it causes the increase of grain number per 1 $m^2$ and causes the increase of grain mass in general biomass ($C_{ecoon}$) of sowing and yield. Genotypes of extensive type, such as Sonata and Atlant, have the assimilators, used for formation of more big stems, it cases the increase of there lodging resistance. But the flow of plastic matters to developing panicles decreases, it causes the decrease of grain weight from plant, number of grains per 1 $m^2$, decrease of $C_{ecoon}$ and yield of these varieties.

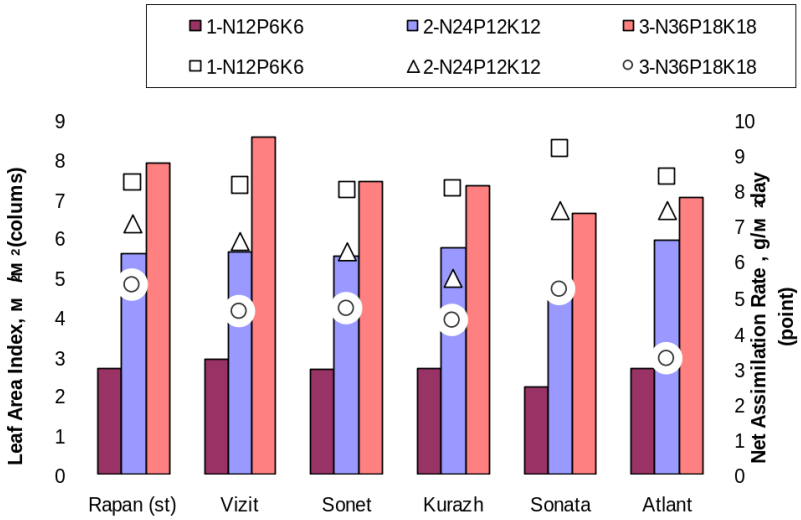


Fig. 1 Photosynthetic activity of rice sowings at flowering stage

## References

1. Bedenko, V.P. Bases of production process of plants / V.P. Bedenko, V.V. Kolomeychenko. – Orel, 2003. – 260 p.
2. Bedenko, V.P. Photosynthesis and production process / V.P. Bedenko, V.V. Kolomeychenko. – Orel, 2008. – 144 p.
3. Vorobyov, N.V. Formation of elements of structure of yield depending on temperature and level of mineral nutrition of plants / N.V. Vorobyov, M.A. Skazhennik // Agriculture biology. – 1988. – № 6. – P. 17-20.
4. Vorobyov, N.V. To physiological substantiation of models of rice varieties / N.V. Vorobyov, M.A. Skazhennik, V.S. Kovalyov. – Krasnodar, 2001. – 120 p.
5. Vorobyov, N.V. Physiological bases of an increase in the productivity of rice varieties / N.V. Vorobyov, M.A. Skazhennik // Rice growing. – 2005. – № 7. – P. 26-32.
6. Vorobyov, N.V. Changes in the system of donor-acceptor relations of rice has in process of breeding to productivity / N.V. Vorobyov, V.S. Kovalyov, M.A. Skazhennik // Rice growing. – 2006. – № 9. – P. 13-17.
7. Vorobyov, N.V. Harvesting index and its connection with yield and physiological-biochemical traits of rice varieties / N.V. Vorobyov, M.A. Skazhennik, V.S. Kovalyov, T.S. Pshenitsyna // Rice growing. – 2010. – № 7. – P. 16-21.
8. Vorobyov, N.V. Production process of rice varieties / N.V. Vorobyov, M.A. Skazhennik, V.S. Kovalyov. – Krasnodar: Education- south, 2011. – 199 p.
9. Vorobyov, N.V. The specify of production process of extensive and intensive rice varieties / N.V. Vorobyov, M.A. Skazhennik, A.Kh. Sheudzhen, V.S. Kovalyov // Reports of Russian academy of agricultural sciences. – 2013. – № 4. – P. 7-8.
10. Gulyayev, B.I. Photosynthesis, production process and productivity of plants / B.I. Gulyayev, I.I. Rozhkon, A.D. Rogachenko and other. – Kiev, 1989. – 152 p.
11. Dzyuba, V.A. Multifactor experiments and methods of biometric analysis and experimental data / V.A. Dzyuba. – Krasnodar, 2007. – 76 p.
12. Erygin, P.S. Physiology of rice / P.S. Erygin // Physiology of agricultural plants. – M.: MGU, 1969. – T. 5. – P. 266-413.
13. Kovalyov, V.S. Breeding of rice varieties for Krasnodar territory and Adygei and development of principles of their economical utilization // Thesis in form of scientific. report. … D.Sc. – Krasnodar, 1999. – 45 p.
14. Kumakov, V.A.Physiological substantiation of models of wheat varieties / V.A. Kumakov. – M.: Agropromizdat, 1985. – 270 p.
15. Kumakov, V.A. Physiology of formation of yield of spring wheat and problem of breeding / V.A. Kumakov // Agriculture biology. – 1995. – № 5. – P. 3-19.
16. Methodical recommendations on cultivation of rice varieties of the Kuban breeding (reference- systematic publication) / S.V. Garkusha, S.A. Shchevel, N.N. Malysheva and other – Krasnodar: FIPOGGA, 2014. – 120 p.
17. Mokronosov, A.T. Interrelation of photosynthesis and function of growth / A.T. Mokronosov // Potosynthesis and production process. – M.: Science, 1988. – P. 109-121.
18. Nichiporovich, A.A. Theory of photosynthetic productivity of plants and rational directions in breeding to an increase in productivity / A.A. Nichiporovich // Pysiological-genetic bases of an increase in productivity of cereal crops. – M.: Ear, 1975. – P. 5-14.

UDC 633.18:631.524.01

# INHERITING THE QUANTITATIVE TRAIT «PLANT HEIGHT» BY RICE VARIETIES BASING ON FULL DIALLEL CROSSING

Skorkina S.S.

Federal State Budgetary Scientific Institution
«All-Russian Rice Research Institute»,
Belozerniy, 3, Krasnodar, 350921, Russia,

*E-mail: setka.3S@rambler.ru*

*The article presents data on inheriting the trait «plant height» by five rice varieties: Leader, Avstral, Snezhinka, Kumir and KPU-92-08. Reduction in plant height among the studied parental varieties can only be reached by crossing with variety Kumir, which carries the largest number of genes determining the dwarfness, and Snezhinka and KPU-92-08 possess the largest number of recessive genes of short stature.*

***Key words:*** *inheritance, quantitative trait, plant height, diallel scheme, gene, crossing*

Most quantitative traits are inherited by type, suggesting a lack of dominance. There are many examples where the hybrids of first generation have incomplete dominance between expressions of the trait of parental forms [5]. In studies conducted in ARRRI, when crossing tall and dwarf rice varieties, effect of partly domination of tall parent on short or dwarf one was noticed. However there are data on expression of heterosis effect, especially regarding such traits as plant height and panicle length. By this traits expression of heterosis can be clearly identified without more thorough analysis. So in the work on t introduction of short stature traits into genotypes of domestic rice varieties, the first generation of hybrid plants were tall [2].

Tall rice varieties are able to form high yield, but they are often liable to lodging. The lodged mass creates a microclimate with high humidity and frequently grains begin to sprout. This lowers technological and sowing qualities of grain and seeds and causes yield losses. In this connection works on rice breeding aim to decrease plant height [2, 3, 6]. However, genetic determination of this trait is poorly understood, so the results are quite contradictory [1]. In hybrids expression of the trait «plant height» is due to the additive, dominant, epistatic effects [4] and polymers [5].

**Goal of research.** To determine inheritance of the trait признака «plant height» basing on diallel crosses.

**Materials and methods.** For the experiment we have conducted hybridization on the scheme of full diallel crossing between five rice varieties::

Leader, Avstral, Snezhinka, KPU-92-08 and Kumir. 20 hybrid combinations were obtained. One half of them were grown during the first year, the second part of hybrid grains $F_1$ and $F_2$ was sown in the second year. Thus during one year two generations were analyzed by their biometric values.

For genetic analysis Heiman method was used [7, 8] in computer program AGROS. Research was conducted at growing plot of FSBSI «ARRRI».

The conducted diallel analysis resulted into determining genetic and statistic parameters of the studied population of rice hybrids mainly of first and sometimes of second generations. The obtained hybrids and parental forms were studied. The significance of differences between variants and replications was differentiated with one-way ANOVA test. ANOVA test of the experiment including parental varieties and hybrids $F_1$ и $F_2$ has shown that there are no differences between replications and differences by all the studied traits between variants are authentic. This allows conducting further diallel analysis.

For each trait we have conducted graphic analysis of dependence of Wr from Vr of parental varieties and hybrid combinations $F_1$ and $F_2$.

**Results of research.** Plants of studied varieties and hybrids varied significantly by their height. Mean values of height of parental forms and hybrids of first generstions are shown in table 1.

Table 1. Mean values of the trait «plant height» of parental forms and $F_1$, (cm) and diagram coordinates

| Variety | Leader | Avstral | Snezhinka | KPU-92-08 | Kumir | Vr | Wr | Parabola | b |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Leader | 93,3 | 96,3 | 99,9 | 87,5 | 84,0 | 47,87 | 72,67 | 76,58 | |
| Avstral | 93,4 | 105,0 | 113,8 | 115,6 | 106,6 | 72,21 | 46,95 | 94,05 | |
| Snezhinka | 100,8 | 107,5 | 110,7 | 96,3 | 86,8 | 114,37 | 112,84 | 118,37 | 0,82 |
| KPU-92-08 | 81,1 | 80,5 | 94,1 | 83,4 | 74,9 | - | - | - | |
| Kumir | 89,6 | 84,3 | 95,7 | 89,1 | 82,9 | 24,73 | 27,49 | 55,04 | |

Sample KPU-92-08 was excluded from the analysis as, probably, plant height is controlled by epistatic effects. After removing this variety from the calculation additive-dominant model was adequate as indicators of Wr - Vr were stable.

From the diagram one can see that regression line is located above the point of origin, indicating partial dominance of the trait. The regression coefficient is significantly different from unity (b=0,82) and regression line deviates from the angle of 45º, indicating complementary epistasis. The position of the regression line gives us information on the average genetic organization of this trait in the studied set of varieties. Criterion of significance of deviation from singular inclination is insignificant and it is equal to 0,51.

The parabola intersects the regression line at the points where the parents would have been, if they carried all dominant or recessive genes all. In our case the highest concentration of dominant genes effecting the plant height was in variety Kumir and the recessive ones – in variety Snezhinka. By the studied trait varieties can be arranged in descending with a decrease in the number of

dominant genes in the following order: Kumir, Leader, Avstral and Snezhinka.

Results of the analysis of Heymann indicate significant differences between varieties by additive and dominant gene effects (relevance a and b) (table 2). Irrelevance $b_1$ indicates divergent effects of dominant genes in the material. Genes expressing dominance are evenly distributed between varieties (irrelevance $b_2$).

Table 2. The results of analysis of variance of diallel table by the trait «plant height», $F_1$, 2013

| Variation factors | Number of degrees of freedom | Dispersion | Fisher criterion, fact. | Fisher criterion, theory. |
|---|---|---|---|---|
| Mean | 4669,49 | 47 | | |
| a | 2850,60 | 3 | 66,46 | 2,92 |
| b | 340,54 | 6 | 3,97 | 2,42 |
| $b_1$ | 44,22 | 1 | 3,09 | 4,17 |
| $b_2$ | 70,93 | 3 | 1,65 | 2,92 |
| $b_3$ | 225,39 | 2 | 7,88 | 3,32 |
| c | 347,30 | 3 | 8,09 | 2,92 |
| d | 670,39 | 3 | 15,63 | 2,92 |
| Error | 428,89 | 30 | | |

Allele and non-allele interactions of the genes specific for cross combination play a significant role in the control of the trait (relevance $b_3$). Differences between varieties by maternal and reciprocal effects are also significant (c and d significant).

Table 3. Results of evaluation of genetic components for the trait «plant height» $F_1$, 2013

| Genetic components | Evaluation | Genetic components | Evaluation |
|---|---|---|---|
| D | 114,64 | $H_1/D$ | 1,07 |
| F | -17,12 | $\sqrt{H_1}/D$ | 1,03 |
| $H_1$ | 132,44 | $H_2/4H_1$ | 0,23 |
| $H_2$ | 112,44 | $½*F/\sqrt{(D*(H_1-H_2))}$ | -0,18 |
| E | 14,29 | $M_{LJ}-M_{LO}$ | -1,66 |

The mean degree of the dominance of experimental material ($H_1/D$) and in each locus и в ($\sqrt{H_1}/D$) is complete, as it is more than one (table 3). The values of dominance at different loci are highly variable - component $½*F/\sqrt{(D*(H_1-H_2))}$ isn't equal to zero. Of particular interest is the close relationship between the mean values of trait of parental samples and value of dominance= 0,85 (with df=2). The high expression of the trait is determined by large number of dominant genes. Dominant and recessive alleles are distributed unevenly

between the original loci ($H_2/4H_1 \neq 0,25$), which may affect the expression of trait in $F_1$ hybrids. The varieties have less dominant alleles than recessive ones (F□0). In determination of the trait dominant effects prevail, as D□$H_1$. Direction of dominance is (-1,66).

Analysis of parental varieties and $F_2$ hybrids confirms basic results of $F_1$ hybrids. However in second generation variety KPU-92-08 wasn't excluded from diallel analysis, as it carries the recessive genes of dwarfness (fig. 2). The regression line is located below the origin point of coordinates, indicating the superdominance of the trait in second generation and possibility of appearance of transgressive forms by this trait.

Thus, the decrease in plant height among the studied parental samples may be reached by crossing with variety Kumir, which carries the largest number of genes determining the short stalk.

**Conclusions:**

1. Variety Kumir carries the largest number of genes determining the short stalk in its genotype from the five of studied varieties. .

2. According to data for $F_1$ the highest concentration of recessive genes effecting the plant height is found in variety Snezhinka. However in the second generation it follows from the diallel analysis that sample KPU-92-08 carries the recessive genes of short stalk.

3. In the first generation plant height is partially inherited, there is incomplete dominance of trait, but in the second generation - its superdominance appears. Appearance of transgressive forms by this trait is possible.

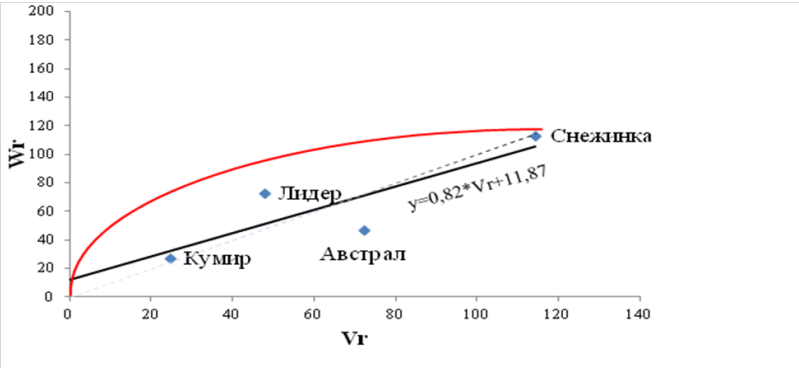


Fig. 1. Heiman scale for the trait «plant height» of rice plants in F1, (cm), Krasnodar, FSBSI «ARRRI», 2013

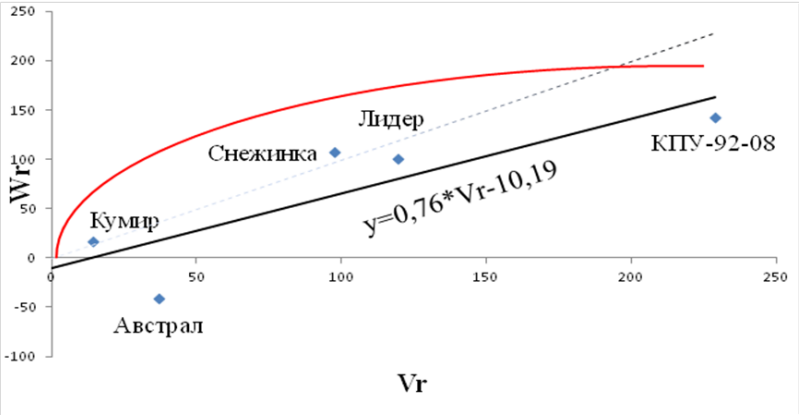


Fig. 2. Heiman scale for the trait «plant height» of rice plants in F2, (cm), Krasnodar, FSBSI «ARRRI», 2013

## References

1. Guschin, G.G. Rice / G.G. Guschin. – Krasnodar, 2011. – 830 p.
2. Dzuba, V.A. Genetics of rice / V.A. Dzuba. – Krasnodar, 2004. – 284 p.
3. Dzuba, V.A. Inheritance and variability of plants height in rice / V.A. Dzuba // Bulletin of KSC AMAN. – Krasnodar. – 2001. – Iss. 8. – p. 30 – 33.
4. Mosina, S.B. Genetic control of the trait «plant height» in rice in the system of diallel crossings/ S.B. Mosina // Proceedings of Kuban agricultural institute– 1982. – Iss. 210. – p. 3 – 9.
5. Rybachenko, V.G. Inheritance of some quantitative traits by rice hybrids of first and second generation / V.G. Rybachenko // ARRRI Bulletin– 1972. – Iss. 7 . – p. 7 – 10.
6. Skorkina S.S., Inheritance of plant height in rice / S.S. Skorkina, I.N. Chukhir // Scientific support of agriculture: Proceedings of the VII All-Russian scientific and practical conference of young scientists– Krasnodar: KubSAU, 2014.
7. Hayman, B. I. The analysis of variance of diallel cross / B.I. Hayman. – Biometries, 1954 a, 10, 235 p.
8. Hayman, B.I. The theory and analysis of diallel crosses / B.I. Hayman. – Genetics, 1954 b, 39, p. 789 – 809.

UDC 631.52:633.18.

# COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF GRAIN QUALITY OF RICE VARIETIES OF FOREIGHN AND RUSSIAN BREEDING GROWN IN CONDITIONS OF KRASNODAR REGION

Tumanyan N.G., Kumeiko T.B., Olkhovaya K.K.

Federal State Budgetary Scientific Institution
«All-Russian Rice Research Institute»,
Belozerniy, 3, Krasnodar, 350921, Russia,

*E-mail: arrri_kub@mail.ru*

*Quality traits of grain of rice varieties of Italian and ARRRI breeding grown in conditions of Krasnodar region were studied. It was concluded that grain quality in a number of Italian varieties reduced in new agro-climatic conditions.*

***Key words:*** *rice, grain quality traits, vitreousness, fracturing, total milled rice, length-to-width ratio.*

Despite the intensive introduction of foreign crops, more than 90% of acreage for a strategically significant grain in Russia are occupied with varieties of Russian breeding, indicating that the competitiveness of the domestic achievements of breeders. In recent years, the trend of introduction of Italian and others rice varieties in the rice-growing sphere of the country takes place. Most varieties of ARRRI breeding are developed and grown in Russia, in Krasnodar region at 45 º n. l., 37.5-39.0 º e. l., Italian varieties from breeding station SA.PI.SE in province Vercelli are grown on similar latitude на– 45º n. l., 8.4 º e. l. In 2012 Italian varieties were given to ARRRI to study their agro-biological potential in conditions of Krasnodar region. In 2013, 2014 these varieties were sown on experimental plot (ARRRI).

Rice varieties are characterized by certain traits of grain quality, parameters of which depend on the genotype, rice growing conditions, method of harvesting, storage and processing [1, 2, 3]. Rice varieties of Russian breeding and most varieties of Italian breeding belong to japonica. A comparative study of grain quality of the most common Russian and Italian short-grained rice varieties (breeding station SA.PI.SE, Vercelli, Italy) was conducted on the most important technological features of the quality of rice grains, including: filminess, the shape of caryopsis (length, width, thickness, length to width ratio), grain size (1000 grains weight), the consistency of the endosperm (vitreousness), fracturing, complex indicators - total output of milled rice and head rice yield.

**Materials and methods of research**. As a material for study we used varieties of Russian (ARRRI, crops from 2013, 2014. Grown on ARRRI

experimental plot) and Italian breeding (crop from 2012 grown in Italy; crops from 2013, 2014 grown on ARRRI experimental plot). Crops from 2013, 2014 of varieties of Russian and Italian breeding were obtained in varietal trial performed by laboratory of varietal agricultural practices and rice varieties certification: Rapan, Victoriya, Diamant, Vizit, Sonet, Orione, Cerere, Centauro, Carnise, Carnise Precose. 1000 grain weight was determined according to GOST 10842-89 and expressed in terms of 14% moisture, filminees - GOST 10843-76 (in the shelling installation Satake), vitreousness - GOST 10987-76, fracturing - GOST 10987-76 using diaphanoscope DSZ – 3. Total milled rice – on installation LUR-1M.

**Results and discussion**. Introducing foreign rice varieties into Russian conditions requires solving the problem of realization of their genotype in new growing conditions. Indicators of technological quality traits allow to predict the quality of yield from varieties in certain agro-climatic conditions of cultivation, including the quantity and quality of milled rice, which can be produced from grain. In 2013 ARRRI had received samples of rice of Italian breeding (breeding station SA.PI.SE, Vercelli), the seeds of which were planted in the joint trial of Russian and Italian varieties.

Variety Cerere was characterized by high fracturing (43 %) and vitreousness (94 %). Centauro had a medium vitreousness (86 %) and Orione and Carnise Precose had low vitreousness (70 %). Samples had medium (more than 23 g at moisture of 14 %, to 34 %) and large grain (1000 grain weight – more than 34 g.). Two varieties were large grained: Orione with 1000 weight – 36,5 g, Carnise Precose - 43,1 g.

The highest head rice yield was those of variety Centauro – 92,2 %, this value was lower for variety Orione - 82,3 % and it was the lowest for Cerere - 68,9 % and Carnise Precose - 74,3 %.

Of five short-grained Italian varieties involved in environmental varietal testing three - Carnise, Carnise Precoce and Orione, belonged to large-grained varieties (table 2). These varieties had lower values «total milled rice» and «head rice yield», respectively - 64,5-68,5 % and 66,2-88,1 % in 2013, 2014. Orione and Cerere had the average values of head rice yield (66,2-77,3 %) in 2013 , and average and high - 72,8-97,2 % value «head rice yield» (Orione - 97,2 %) in 2014. Centauro also had it high– 92,6 (2013), 98,8 % (2014). Высокой пленчатостью отличались Varieties Carnise (21,5 and 20,6 %), Carnise Precoce (20,0, 20,2 %), Orione (20,1 и 20,8 %) had high filminess in 2013, 2014. One of the five varieties, Cerere, had a high vitreousness - 97, 98%, the remaining varieties had it average and low - 65-86%. High fracturing was in varieties Cerere 32-43 % (2013-2014), Orione, Centauro, Carnise Precose - 20-39 % (2014).

Of interest is the comparative analysis of the quality of the crop of Italian rice varieties grown in Italy (2012), and in the Krasnodar region of the Russian Federation (2013, ARRRI experimental plot) (table 1).

Table 1. Quality traits of rice varieties of Italian breeding grown in agro-climatic conditions of different geographic zones: Italy (2012) and Russia (2013, 2014 ) (Krasnodar region, Belozerniy)

| Sample | Year | 1000 grain weight, g (14 %) | Vitreousnes, % | Fracturing% | Filminess, % | Total milled rice, % | Head rice yield, % | Grain length-to-width-ratio, l/b |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Varieties from SA.PI.SE, Vercelli | | | | | | | | |
| Centauro | 2012 | 30,4 | 86 | 2 | 19,1 | 69,2 | 92,2 | 1,7 |
| Centauro | 2013 | 30,3 | 84 | 5 | 18,3 | 70,3 | 92,6 | 1,7 |
| Centauro | 2014 | 29,3 | 73 | 30 | 19,9 | 70,5 | 98,8 | 1,7 |
| Cerere | 2012 | 28,9 | 94 | 43 | 15,7 | 70,4 | 68,9 | 1,7 |
| Cerere | 2013 | 28,7 | 98 | 36 | 19,2 | 71,3 | 79,8 | 1,6 |
| Cerere | 2014 | 27,6 | 97 | 32 | 19,3 | 71,3 | 99,1 | 1,7 |
| Orione | 2012 | 36,4 | 70 | 11 | 19,0 | 67,1 | 82,3 | 2,0 |
| Orione,. | 2013 | 36,5 | 76 | 12 | 20,1 | 68,0 | 77,3 | 2,1 |
| Orione, | 2014 | 32,6 | 81 | 39 | 20,8 | 68,5 | 97,2 | 1,9 |
| Carnise, | 2013 | 39,9 | 95 | 5 | 21,5 | 64,5 | 69,5 | 2,1 |
| Carnise, | 2014 | 37,1 | 68 | 13 | 20,6 | 64,8 | 81,0 | 2,1 |
| Carnise Precose, | 2012 | 43,1 | 70 | 0 | 19,2 | 67,9 | 74,3 | 2,0 (2,1) |
| Carnise Precose, | 2013 | 40,4 | 74 | 19 | 20,0 | 65,3 | 66,2 | 2,1 |
| Carnise Precose, | 2014 | 38,9 | 65 | 20 | 20,2 | 66,0 | 72,8 | 2,1 |
| ARRRI varieties | | | | | | | | |
| Rapan | 2013 | 26,1 | 97 | 2 | 17,9 | 70,3 | 98,0 | 2,1 |
| Rapan | 2014 | 26,5 | 94 | 15 | 19,7 | 70,2 | 98,6 | 2,0 |
| Victoriya | 2013 | 28,0 | 98 | 4 | 19,2 | 71,2 | 96,8 | 2,1 |
| Victoriya | 2014 | 27,1 | 92 | 11 | 19,2 | 70,0 | 98,4 | 2,0 |
| Diamant, | 2013 | 28,7 | 98 | 6 | 19,8 | 68,8 | 93,8 | 2,1 |
| Diamant | 2014 | 27,4 | 90 | 8 | 19,2 | 69,1 | 98,1 | 2,0 |
| Vizit | 2013 | 28,6 | 91 | 16 | 18,1 | 70,0 | 81,3 | 1,9 |
| Vizit | 2014 | 25,0 | 96 | 2 | 18,1 | 71,2 | 99,9 | 1,9 |
| Sonet | 2013 | 29,1 | 93 | 14 | 16,8 | 70,5 | 84,5 | 2,1 |
| Sonet | 2014 | 27,5 | 89 | 32 | 17,6 | 70,6 | 90,9 | 2,0 |
| Least significant difference $_{05}$ | | 1,11 | 1,02 | 1,9 | 1,5 | 1,24 | 1,45 | 0,25 |

Grain quality traits in other growing conditions either changed or remained the same 1000 grain weight remained the same in all varieties grown in Krasnodar region. Vitreousness tended to increase in Orione and Cerere, decreased in Centauro and Carnise Precose in 2014 and remained the same in Centauro. Fracturing increased in variety Centauro to 30%, in variety Orione 30%, in Carnise Presose to 20%; for Cerere value was slightly lower than that of rice grown in Italy.

Head rice yield in Centauro, Cerere and Orione increased in 2014. In 2013 y Orione it decreased from 82,3 % to 77, 3 %. In Carnise Precose this value had a tendency to decreasing.

Only variety Cerere had all the traits improved: vitreousness increased (94 and 98 %), fracturing lowered (from 43 to 32 and 36 %), head rice yield increased (from 68,9 to 69,8 and 79,8 %). However number of whole grain after grain polishing is rather low, that is a big disadvantage. As for the other varieties – the increased fracturing as a rule resulted to increased amount of broken grains.

Results of the studying quality traits of Russian varieties in a joint trial with Italian varieties are presented in Table 2. The most common and popular rice variety Rapan demonstrated stability in all studied quality traits in 2013, 2014. Some increase in fracturing in 2014 didn’t result into lowering value «head rice yield». Variety Vizit in 2014 had shown a significant decrease in level of grain fracturing – up to 2 %, that resulted into increasing head rice yield up to 99,9 %. For variety Sonet fracturing level was unfavorable in 2014 however it didn’t affect the total milled rice yield.

Rice varieties of Russian breeding Rapan, Victoriya, Diamant, Vizit, Sonet in a joint trial with Italian varieties on a territory of Krasnodar region have shown stability and had a higher quality of yield. Short-grained varieties of Italian breeding had a higher 1000 grain weight, lower grain vitreousness and head rice yield. п

In the Krasnodar region rice harvesting in different years is carried out at 11-20% moisture-term grain. Weather conditions in 2013, 2014. to realize the potential of short-grained varieties in terms of grain quality (fracturing, yield and quality of grain) were favorable. Moisture of rice before the harvest hasn’t been lower than 15-16%. In this regard, further study of Italian varieties in joint trials with varieties of domestic breeding in the agro-climatic conditions of Krasnodar territory is needed.

**Conclusions.**

1. According to results of comparative tests conducted in ARRRI in terms of grain quality rice varieties of domestic breeding, compared with the Italian, had a higher degree of adaptability to climatic factors of the Russian region and have increased vitreousness and value " head rice yield", lower fracturing and filminess.

2. To address the issue of expediency of introducing Italian varieties in the Russian Federation on the territory of Krasnodar region further research is

needed.

## References

1. Huston D.F. Rice and its quality. M.: Kolos, 1976. - 400 p.
2. Kazartseva A.T., Sheudzhen A.Kh., Neschadim N.N. Ecologic-genetic and agrochemical bases for improving grain quality. – Maykop: GURIPP «Adygeya», 2004. – 160 p.
3. Tumanyan N.G., New rice varieties of ARRRI breeding. Grain quality traits / N.G. Tumanyan, T.B. Kumeiko, N.V. Ostapenko, K.K. Olkhovaya, E.M. Kharitonov // Rice growing. – 2015 г. - № 1-2 (26-27). – p. 16-24.

# ISOLATION OF A NOVEL LEUCINE-RICH REPEAT RECEPTOR-LIKE KINASE (OSLRR2) GENE FROM RICE AND ANALYSIS OF THIS GENE TO ABIOTIC STRESSES

Yongrong Liao, Xuewei Zhang, Changqiong Hu, Xufeng Cao, Zhengjun Xu, Xiaoling Gao, Lihua Li, Jianqing Zhu, Rongjun Chen

Rice Research Institute of Sichuan Agricultural University

*E-mail: chenrj913@163.com*

*Leucine rich repeating receptor like kinaseproteins (LRR-RLKs) is involved in a wide range of biological pathways. So far, the study OsLRR-RLK functions in growth, developmental processes, the response to various external stimuli has still not been clearly elucidated in rice. To understand mechanism(s) underlying stress response and to discover novel tress-tolerance genes in rice (Oryza sativa L.), we analyzed a global genome expression profiling of the indica cultivar Pei'ai 64S subjected to cold, drought, or heat stresses. Expression profiles were obtained for leaf and panicle tissues at seedling, booting and heading stages from plants under no stress, or cold, drought or heat stresses using the GeneChip Rice Genome Array (Affymetrix) representing 51 279 transcripts from japonica and indica rice. We identified a gene, OsLRR2(Oryza sativa L. leucine-rich repeats receptor-like kinases 2, GenBank accession: EAZ02952.1), which was highly up-regulated under the cold and drought stresses. In order to study its function in stress tolerance, we cloned the cDNA of the gene through amplification by RT-PCR. Sequence analysis showed that the cDNA encodes a protein of 375 amino acid residues with M.W. ≈ 40.62 kD and pI ≈ 5.75. Searching sequence databases found that the ORF of OsLRR2 contained a leucine-rich repeats domain. Analysis of the putative promoter region for candidate cis-regulatory elements identified 5 matches to cis-elements related to stress responses. From*

*the above analysis and results obtained, we propose that OsLRR2 should be a new candidate gene involved in stress tolerance in rice.*

***Key words:*** *Oryza sativa L.; Abiotic stress; Microarray; Gene cloning; cold and drought stresses; RLL-RLK.*

Environmental factors, such as high temperature, low temperature, drought and high salinity, greatly limit plants' growth and yield potential (Rizhsky et al., 2004). Plants have developed the ability to response to environmental stresses in order to survive in the stressful conditions. The molecular and cellular processes underlying the acclimation of higher plants to environmental stresses have attracted much attention, as environmental stress conditions resulting in serious loss of crop production in many parts of the world (Cushman and Bohnert, 2000; Mittler, 2006). A large number of genes induced by environmental stresses have been identified recently by using molecular and genetic approaches, for example, numerous stress-induced genes have been identified by using microarray experiments (Kreps et al., 2002; Seki et al., 2002).The products of these genes are supposed to promote stress tolerance ability(Xiong et al., 2002; Shinozaki et al., 2003). Researchers showed that changing the expression of a single gene can enhance the ability of drought, freeze and salt resistance (Zhu, 2001; Xiong et al., 2002; Shinozaki et al., 2003). There is a very serious impact on the yield and quality when the process of rice cultivation is under cold, heat, drought and other abiotic stress. Therefore, to understand the mechanism by which rice perceives environmental signals and transmits the signals to cellular machinery to activate adaptive responses is significant for ensuring rice stable and high yield.

The leucine-rich repeat receptor-like kinase proteins (LRR-RLKs) constitute a largest superfamily of animals, yeast and bacteria as well as plants genome (Park et al., 2014). LRR-RLKs are composed of extracellular domains and cytoplasmic domains, and so they often occur as a conjugation of LRR domains as well as RLK domains (Hwang et al., 2011). The LRRs are consisted of 20–29-amino acid residue sequence motifs and one of their functions is regarded as protein identification motifs (Hwang et al., 2011). A lot of protein sequences which are containing LRR have been identified by auto annotation methods (J.Bella et al., 2008). The leucine-rich repeat proteins superfamily can be subdivided into at least six subfamilies based on different lengths and hallmark sequences of the repeats (Park et al., 2014). In plants as in other eukaryotes, LRR proteins carry out diverse functions in a wide range of developmental processes and signal transduction as well as defense-related pathways (Vernon and Forsthoefel 2002; Forsthoefel et al., 2014 ).

The RLK domain was first found in maize (Walker and Zhang, 1990) and then been charaterized in rice (Becraft, 1998) and Arabidopsis (Chang et al., 1992; Kohorn et al., 1992; Walker, 1993). In plants, receptor-like protein kinases (RLKs) play a key role in many abiotic stress and physiological processes such as regulating gene expression responses and sensing external signals at the cellular environment level (Stone and Walker, 1995; Lease et al., 1998).

However, a large of the biological functions of LRR-RLK genes in plants especially in rice have not been clearly elucidated.

In this paper, GeneChip Rice Genome Array was used to screen a stress tolerance candidate gene *OsLRR2* from cultivar Pei'ai 64s which is the maternal parent of the super hybridization rice *Liang-You-Pei-Jiu* (*LYP9*). The *OsLRR2* gene was highly induced by cold stress and drought stress in the leaves of booting and heading stages and may play an important role response to diverse abiotic stresses in rice.

**Materials and methods**

*Stress treatments, sample preparation, isolation of total RNA, GeneChip Rice Genome Array (Affymetrix) and quantitative real-time RT-PCR*

The process was based on protocols previously described by Dong and Jiang ( Dong et al. 2011; Jiang et al., 2012). The germinal seeds of cultivated rice Pei'ai 64S (*Oryza sativa* L.) were suspended in a sterile solution of 0.1% $HgCl_2$ for 10 min, washed 3 times with running water, immersed for 3 days under 25℃ and changed water once a day, then were germinated and grown in distilled water at 37℃ for 2~3 days. Plants were divided into one control and three treatment groups. For the drought tests the water was poured away from the basin, the treatment groups were put in scaffold to dry out meanwhile the control group was kept the water level. The leaves were harvested when they started curling after 16 h. For the heat tests the treatment group was exposed to 45 ℃ for 2 h then plants were harvested for the cold tests the treatment group was harvested after exposed to 4℃ for 12 h at seedling stage and to 12℃ for treatment 16 h at booting and flowering stages. All the rice were seedling at in a U.S. Percival produced PGC15.5 artificial climate chamber, while the control group was in another chamber at 28℃.Test groups and control groups were all in the dark.

*cDNA cloning*

Special primers were designed to use the software primer-premier 5.0 after searching homology cDNA sequence, which were *OsLRR2*-F: 5'-acgatgcttgattgagtgattgac -3'*OsLRR2*-R: 5'-accgcgagacacatgacga -3'. The full-length of *OsLRR2* cDNA was amplified to use high fidelity HiFi taq DNA polymerase (Transgen).The PCR cycler was programmed as follows: an initial denaturation for 5 min at 94 ℃, 30 amplification cycles, [30 s at 94 ℃ (denaturation), 30 s at 62 ℃ (annealing), and 30s at 72 ℃ (polymerization)], followed by a final elongation for 10 min at 72 ℃. All the PCR products were purified by using Gel Extraction Mini Kit (Biomed, China), and the amplified product was ligated into vector pMD18-T (TaKaRa, Dalian, China), then transformed into *Escherichia coli* strain Top 10. The positive transformants were screened by using ampicillin selection. And restriction enzymes HindⅢ and BamHI were used for double cuts to confirmation. Restricted fragments were analyzed on 1.0% agarose gel. Positively screened clone was sequenced by Invitrogen.

*Sequence analysis*

The genomic sequence and chromosome location of *OsLRR2* were

determined by comparing the cloned cDNA with the genomic DNA sequences in GenBank. Promoter analysis of 1500 bp, upstream of *OsLRR2* gene, was performed with PlantCARE on the web (http://bioinformatics.psb.ugent.be/webtools/plantcare/html/). The analysis and comparison of the deduced amino acid sequence with published sequences were performed with BLASTp (Standard Protein-Protein BLAST) on the NCBI server (http://www.ncbi.nlm.nih.gov/). Conserved domains in *OsLRR2* were identified by online protein predict software InterProScan (http://www.ebi.ac.uk/InterProScan/). *OsLRR2* gene was aligned with other proteins from different species by using DNAMAN. Phylogenetic relationship with other proteins from different species was constructed by using Mega4.1.

**Results and Disscussion**

Microarray analysis *OsLRR2* subjected to different abiotic stress

Expression profiles were obtained for leaf and panicle tissues at seedling, booting and heading stages from plants under no stress, or cold, drought or heat stresses respectively using the GeneChip Rice Genome Array (Affymetrix) representing 51 279 transcripts. A large number of genes up-regulated or down-regulated under stress were identified. One of these genes, *OsLRR2*, coding for a leucine-rich repeats receptor-like kinase, showed significant changes at expression level at different developmental phases subjected to different abiotic stress. The result showed that the expression level of *OsLRR2* was increased in different tissues of rice at different stages under cold stresses, with an average increase of 19.7-fold, ranging from 0.74- to 66.17-fold increases; under drought conditions, the expression level of *OsLRR2 was* up-regulated 3.1-fold in average, ranging from 0.54 to 6.91-fold (Fig 1)

*Sequence and structural analyses of gene OsLRR2*

Based on the conserved region of the LRR gene sequence of rice in Gramene and GenBank, two specific primers (OsLRR2-F, OsLRR2-R) were designed and synthesized for the amplification of OsLRR2. The full-length cDNA sequence of OsLRR2 was cloned through RT-PCR from rice Pei'ai 64S. Sequence analysis showed that the cloned cDNA containing 1128 bp open reading frame(ORF) encodes a putative protein, with 375 amino acids and has a calculated molecular weight of 40.62 kDa with a pI =5.75. A signal peptide sequence was localized at the N end and 4 LRR motifs was found in the gene.(Fig.3). To understand the organization of the regulatory region of *OsLRR2*gene, several putative cis-elements related to stress responses were identified as the putative promoter region of *OsLRR2* about 1.5 kb upstream of thetranscriptional start site using PlantCARE (Figure 2).The presence of putative cis-acting elements indicated that the *OsLRR2*gene might be regulated by the interaction between the cis-acting elements in the promoter and the corresponding trans-acting factors. There were 29 TATAbox, 19 CAATbox (common cis-acting element in promoter and enhancer regions), 6 ABRE (ABA-responsive element), 2 Box 4 (part of a conserved DNA module involved in light responsiveness), 1 CCAAT-box (MYBHv1 binding site), 1 GARE-motif (gibberellin-responsive element), 2 MBS (MYB binding site involved in drought-inducibility), 1 RY-element (cis-acting

regulatory element involved in seed-specific regulation), 2 TGA-element (auxin-responsive element). The existence of these stress related cis-elements, provided an evidence that the promoter region of *OsLRR2* responses to various kinds of stress signals, and the expression of *OsLRR2* is regulated by several stress factors.

The identified matches to stress related *cis*-elements and TATA box in the putative promoter region are highlighted and underlined. ABRE, CE3, MBS, CGTCA-motif, MRE, TC-rich repeats and TCA-element are cis-elements involved in abscisic acid responses, drought, MeJA responses, defense and stress responses and salicylic acid responses respectively. "…" represents bases without printing.

Segments of low compositional complexity determined by the *SEG* program, signal peptides determined by the *SignalP* program.

*Phylogenetic tree analysis of OsLRR2*

Based on the predicted *OsLRR2* protein encoded amino acid (aa) sequence and analysis with BLASTp showed that the full-length protein aa sequences of *OsLRR2* was consensus with hypothetical protein *OsI_25092*(*EAZ02952.1*, leucine-rich repeat receptor-like protein kinase ) from Guang Lu Ai no 7 chromosome 4 (Figure 5). The first bit to the last 320th aa of *OsLRR2* protein sequences shares highest identity (85.33%) with putative protein encoded by *Os07g0176400* gene (*BAH93803*, leucine-rich repeat receptor-like protein kinase ) from Nipponbare chromosome 7, the third bit to the last 371th aa sequences shares 73% homology with putative protein encoded by *Os03g0795300* gene(*NP_001051547.1*, leucine-rich repeat receptor-like protein kinase, Similar to Extensin protein-like ) from Nipponbare chromosome 3 and *OsI_13881* gene(*EAY92168.1*, leucine-rich repeat receptor-like protein kinase ) from Lu Ai no 3 chromosome 4. Moreover, its eleventh bit to the last aa sequences shares 78% homology with putative protein encoded by *Sb.242047570* gene ( *XP_002461531.1*,Leucine-rich repeats (*LRRs*), ribonuclease inhibitor (RI)-like subfamily ) and 79% homology with putative protein encoded by *Zm.226502316* gene ( *NP_001147644.1*, receptor protein kinase CLAVATA1 and leucine-rich repeat receptor-like protein kinase ) from*Zea may*, its Sixty-seventh bit to the last aa sequences shares 58% with putative protein encoded by *Vv.225432760* gene(*XP_002279192.1*, leucine-rich repeats) from*Vitis vinifera*, Its full-length sequence shares 57% with putative protein encoded by *At. 30680322 (At4g06744) (NP_849339.1*, leucine-rich repeat family protein/ extensin family protein) from *Arabidopsis* and shares 60% with putative protein encoded by *RcLRX2 (GI:255546868)* (Figure 4).

BAH93803and NP_001051547.1 are similar sequences in japonica rice cultivar Nipponbare, EAZ02952.1and EAY92168 are similar sequences in indica rice cultivar Guang Lu Ai 4; Sb242047570, Zm226502316, Vv225432760, At30680322 and RcLRX2 are similar protein sequences in Sorghum bicolor, Zea may, Vitis vinifera, Arabidopsis and Ricinus communis, respectively; Capital letters represent aa, numbers are positions of the last aa residues in the right row; Conserved aa residues are shaded.

**Conclusion**

This work describes the identification and molecular characterization of a new abiotic stress regulated gene *OsLRR2* from Pei'ai64s, whose expression in the leaves of seeding, booting and flowering stage are upregulated obviously after cold and drought treatment. Seven cis-elements related to stress responses were found in the predicted promoter region, which further certified that *OsLRR2* is related to stress tolerance.

***Acknowledgments.*** *This research was supported by Fund 2015HH0032 (An international co-operation Project Supported by Science and technology Department of Sichuan Province) to RJ Chen.*

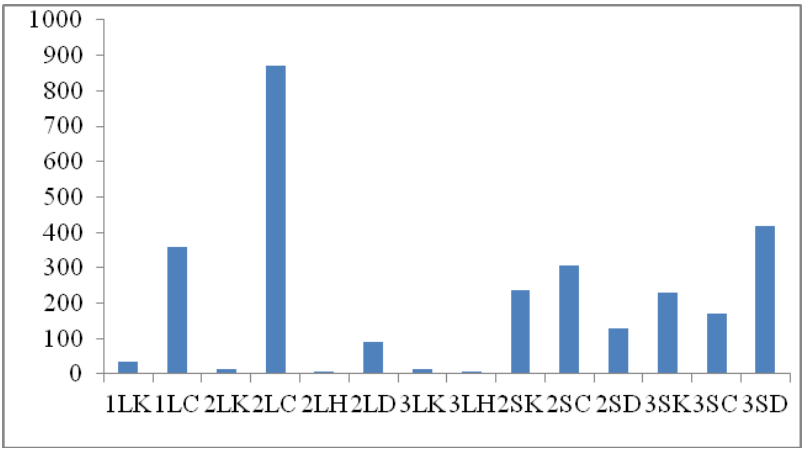


Fig. 1. Relative expression of *OsLRR2* in leaves and panicles of *indica* rice cultivar Pei'ai 64S under the various stresses and in normal growth conditions, at different developmental stages 1: seedling stage; 2: booting stage; 3: heading and flowering stage; L: leaf; P: panicle; K: control; C: cold; H: heat; D: drought.

```
-1317  CCCTTTCTTT TGTTGGCTTT TTGGGGGTTA GTTAAATGGG AAAGAGACCT ACTTGGCATG
                                                            ABRE
-1257  ATAATTCAAG GAGAGCAGTT CATTGCTTGG TGGATTGTTA ..................... ..................
-1137  ATCATTAGGC CTAAGCCAGC TGCATGCATT AGGGAACCTA ATTATAGGCA GGAATTAATA
                                                MBE
-977   TCTTCCTTTA ATTTAGAGAA TATTATAAAG TTGCTCTCAG CTTAGACAAC TGGTTATAAG
                                                        MBS
-917   TGGGTTATAT CTGACTAGAA GTATAGGACT TATTCCATTC ..................... ..................
-437   ATTATTATTC AACCAAATAA CCACAAGATT TTCCCCAAAC ATAGGCCATG TTTAGATTCC
                                        TC-rich repeats
-377   AACTTTTTTC TTCAAACTTT CAACTTTTCC GTCACATCGA ..................... ..................
         TCA-element TC-rich          CGTCA-motif
-117   ATACAAAATA TTAAAATAAT AATAAAAAAT ATTGGTCGAC GCGGTTTACA CTAAGGCGAT
-57    GCGTGTCCGA CGCATTCGTG ATTCGCCTAT ATATAAACCA AATTCGGACG CAAACTTAAT
         CE3                            TATA-box                      +1
```

Fig. 2 Sequences of OsLRR2, the deduced ORF, and candidate cis-elements in the putative promoter region

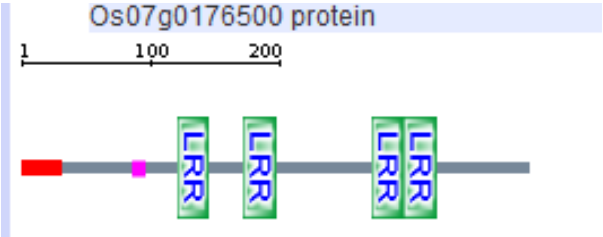


Fig. 3 The result of OsLRR2 protein from SMART

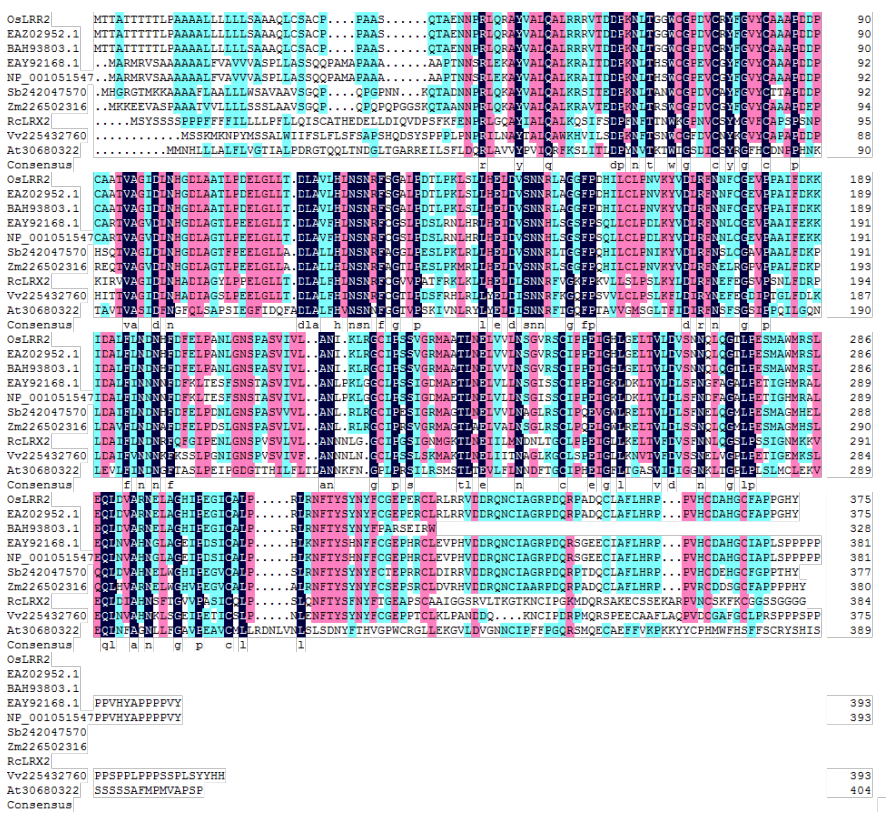


Fig. 4 Alignment of the deduced protein of *OsLRR2* and other similar proteins

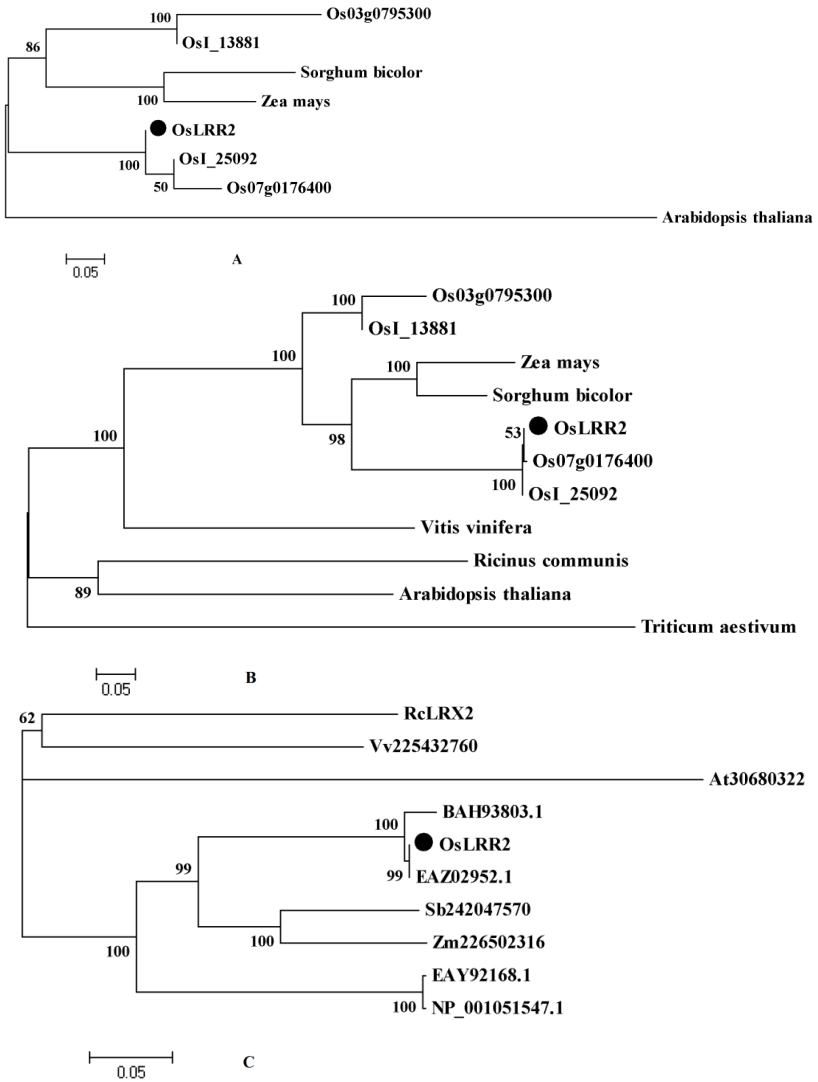


Рис. 5. Phylogenetic tree of the deduced protein of OsLRR2 and other similar proteins A: phylogenetic tree of genomic DNA, B: phylogenetic tree of cNDA, C: phylogenetic tree of protein.

## References

1. Becraft P W. Receptor kinases in plant development[J]. Trends in Plant Science, 1998, 3(10): 384-388.
2. Bella J, Hindle K L, McEwan P A, et al. The leucine-rich repeat structure[J]. Cellular and Molecular Life Sciences, 2008, 65(15): 2307-2333.
3. Chang C, Schaller G E, Patterson S E, et al. The TMK1 gene from Arabidopsis codes for a protein with structural and biochemical characteristics of a receptor protein kinase[J]. The Plant Cell, 1992, 4(10): 1263-1271.
4. Cushman J C, Bohnert H J. Genomic approaches to plant stress tolerance[J]. Current opinion in plant biology, 2000, 3(2): 117-124.
5. Dong J, Jiang Y, Chen R, et al. Isolation of a novel xyloglucan endotransglucosylase (OsXET9) gene from rice and analysis of the response of this gene to abiotic stresses[J]. African Journal of Biotechnology, 2013, 10(76): 17424-17434.
6. Forsthoefel N R, Cutler K, Port M D, et al. PIRLs: a novel class of plant intracellular leucine-rich repeat proteins[J]. Plant and cell physiology, 2005, 46(6): 913-922.
7. Hwang S G, Kim D S, Jang C S. Comparative analysis of evolutionary dynamics of genes encoding leucine-rich repeat receptor-like kinase between rice and Arabidopsis[J]. Genetica, 2011, 139(8): 1023-1032.
8. Jiang Y, Chen R, Dong J, et al. Analysis of GDSL lipase (GLIP) family genes in rice (Oryza sativa)[J]. Plant Omics, 2012, 5(4): 351-358.
9. Kohorn B D, Lane S, Smith T A. An Arabidopsis serine/threonine kinase homologue with an epidermal growth factor repeat selected in yeast for its specificity for a thylakoid membrane protein[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 1992, 89(22): 10989-10992.
10. Kreps J A, Wu Y, Chang H S, et al. Transcriptome changes for Arabidopsis in response to salt, osmotic, and cold stress[J]. Plant Physiology, 2002, 130(4): 2129-2141.
11. Lease K, Ingham E, Walker J C. Challenges in understanding RLK function[J]. Current opinion in plant biology, 1998, 1(5): 388-392.
12. Mittler R. Abiotic stress, the field environment and stress combination[J]. Trends in plant science, 2006, 11(1): 15-19.
13. Park S J, Moon J C, Park Y C, et al. Molecular dissection of the response of a rice leucine-rich repeat receptor-like kinase (LRR-RLK) gene to abiotic stresses[J]. Journal of plant physiology, 2014, 171(17): 1645-1653.
14. Rizhsky L, Liang H, Shuman J, et al. When defense pathways collide. The response of Arabidopsis to a combination of drought and heat stress[J]. Plant physiology, 2004, 134(4): 1683-1696.
15. Seki M, Narusaka M, Ishida J, et al. Monitoring the expression profiles of 7000 Arabidopsis genes under drought, cold and high-salinity stresses using a full-length cDNA microarray[J]. The Plant Journal, 2002, 31(3): 279-292.
16. Shinozaki K, Yamaguchi-Shinozaki K, Seki M. Regulatory network of gene expression in the drought and cold stress responses[J]. Current opinion in plant biology, 2003, 6(5): 410-417.
17. Stone J M, Walker J C. Plant protein kinase families and signal transduction[J]. Plant Physiology, 1995, 108(2): 451-457.
18. Vernon D M, Forsthoefel N R. Leucine-rich repeat proteins in plants: diverse roles in signaling and development[J]. Research signpost: recent research developments in plant biology, 2002: 202-214.
19. Walker J C. Receptor-like protein kinase genes of Arabidopsis thaliana[J]. The Plant Journal, 1993, 3(3): 451-456.
20. Walker J C, Zhang R. Relationship of a putative receptor protein kinase from maize to the S-locus glycoproteins of Brassica[J]. 1990.
21. Xiong L, Schumaker K S, Zhu J K. Cell signaling during cold, drought, and salt stress[J]. The plant cell, 2002, 14(suppl 1): S165-S183.
22. Zhu J K. Cell signaling under salt, water and cold stresses[J]. Current opinion in plant biology, 2001, 4(5): 401-406.

*(26 - 27).11.2015.- 275 с. ISBN: 978-5-906217-85-1*

UDC 633.18:632.51:632.9

# WEEDY RED RICE FORMS (ORYZA SATIVA L.) AND THEIR CONTROL STRATEGIES IN THE COUNTRIES OF TEMPERATE ZONE

Zelenskaya O.V.[1], Maximenko Ye.P.[2]

[1] Kuban State Agrarian University,
[2] Farm "Krasnoye"

*E-mail: zelenskayaolga-2011@mail.ru*

*The paper reports the results of investigation weedy rice emergency and spreading on the fields of temperate countries. Morphological and biological characteristics of red rice varieties spreading on the fields of Russia are studied. The main control strategies are presented. The problems of gene flow from herbicides resistant cultivated rice to weedy red rice and ecological risk of introduction transgenic rice varieties are discussed.*
***Key words:*** *weedy red rice, variety, herbicides, control, gene flow*

The red rice with colored grain husks spread in crops of rice varieties in the temperate zone, according to its systematic position belongs to the same species as the cultivated rice - *Oryza sativa* L. All weedy forms of this species have undesirable for rice farmers agro features such as lodging, spikelets shedding, low grain quality, susceptibility to disease. On the other hand, some features not inherent in the cultivated rice varieties provide these plants with a competitive advantage, such as the period of dormancy, longer germination and spikelets flowering periods, the formation of a greater number of productive shoots, the rapid pace of growth and, as a rule, taller plants reaching the top tier. Uneven ripening of ears and shedding immediately after maturation creates a red rice seed bank in the soil. The seeds of weedy rice in their shape, size, and often the color of lemmas usually differ little from seeds of the cultivated rice thus creating certain difficulties in seed production. The fields suffering from weedy rice usually are rejected from crop rotation.

Currently it believed that the widespread and most malicious forms of red rice possessing the dominant weed features are the result of natural hybridization in the field. Subsequently, these hybrid red grain forms repeatedly intercrosses with cultivated rice and against each other, which led to the appearance of new biotypes with phenotypic similarities not only with wild ancestral forms, but also cultivated varieties [10].

In rice growing European countries such as Italy, France, Spain, Portugal, Greece, and Bulgaria weedy rice with colored husk is one of the most harmful weeds and it populated up to 35-65% of the area planted with rice. By the beginning of the twenty-first century the trend of red rice crowding reached

40-75%. Thus in Camargue (France) red rice is met in 50% of the rice sown areas. Due to the high degree of red rice crowding in 1995% 15-20 variety crops were impersonalized. Yield losses in these areas, especially in monocultures, reached 50% [6].

Red rice has been recorded in the fields of Italy since the beginning of the nineteenth century. AT that time it was not considered a weed. Currently, the spread of weedy rice with colored husks is registered in 65-80% of the rice fields of Italy. According to A. Ferrero (2003) on heavily crowded areas it occupies more than 30% of the rice fields.

In the United States, Central and South America red rice is one of the main weeds that reduce yield and production quality. In the US, it was registered in rice fields in 1846 in Louisiana, South and North Carolina, Arkansas, and Texas. By 1979 it spread to 200 000 ha of rice fields and crop losses for this reason amounted to 50 mln dollars. The density of red rice have a significant impact on the productivity of cultivated varieties: the presence of 5 plants / m2 led to white grain rice yield reduction by 22%, 19 - 50%, and the density of 108 plants / m2 gives yield reduction of 77% [3].

In Russia weedy rice with colored husks in all probability was introduced with the seeds of rice varieties from South-East Asia. Over the years of rice cultivation red rice has spread to all rice sowing regions and is considered to be one of the worst weeds. Every percent of red grain rice among seeds can reduce the yield by 1.5-2.3%. Up to the 90-ies of the twentieth century in the rice crops of the Krasnodar region mainly tall weedy rice plants with colored lemmas, awns and grain husks were met, they had easily shedding spikelets. Currently, red rice plants become widespread; they are phenotypically similar to the cultivated varieties. We noted the absence of shedding in such plants during the ripening period and no seed dormancy.

In European countries as a rule all biotypes of weedy rice with colored husk belong to one species: *sylvatica* Chiappelli [4]. The Russian scientists use the classification G.G. Goushchin (1938), where the variations are determined by the color of lemmas and grain pericarp, and the presence and color of awns [1].

The studies to determine the taxonomic composition and extent of the spread of weedy forms of rice in the fields of the Krasnodar region have been conducted by us since 1999. The surveys are performed annually by routing all rice sowing areas of the area. All registered forms had colored grain pericarp and belong to the same species as the cultivated rice - *Oryza sativa* L. The taxonomic analysis revealed the presence in rice fields of the Krasnodar region of 8 red rice varieties belonging to the subspecies *japonica* and 1 - to the subspecies *indica* (according to G. Goushchin).

To study the spread of plants belonging to different botanical species the plots 1x1 m were laid in four replications. In the fields of crop rotation where rice was grown for the third year after rice and no carry preventive measures to protect crops from weedy rice were taken the infestation level was 35-50%. The proportion of red rice species in these crops is as follows: beardless *sundensis* - 40-45%, *kasakstanica* and *subpyrocarpa* (with awns rudiments) - 15-20%,

spinous *pyrocarpa*, *desvauxii* and *caucasica* - up to 20% (at various sites), sporadically spinous red grain plants with twin lemmas *flavoacies* and *bicolorata* were met. In the areas of industrial crops for commodity grain in the crop rotation (2nd year rice after rice), contamination of crops was lower and did not exceed 10-12%, including var. *sundensis* - 80%, *subpyrocarpa* - 15%, *pyrocarpa* - 5-10%, *kasakstanica*, *flavoacies, desvauxii* and *caucasica* - less than 5%.

The study of weedy rice morphotypes revealed the difference between the spinous and beardless varieties of *japonica* subspecies with shedding spikelets. The spinous forms are characterized by a high plant height (125-140 cm), the ability to form 10-15 productive shoots, drooping or loose panicles (the length of the main panicle 23-25 cm), a long flag leaf - 42-52 cm. Awnless weedy rice forms had a height of 100-115 cm, formed 3-5 productive shoots, the main panicle length was 19-21 cm in the form of drooping panicle, less often it was compact and erect, flag leaf is 27-30 cm long.

The study of weedy rice populations of species *philippensis* revealed two subspecies of *indica* biotype with non-shedding spikelets. The first biotype is represented by tall plants (140-145 cm), forming 6-8 productive shoots, ripening, with average resistance to lodging and blast; the second biotype has average height (100-110 cm), forming 2-4 productive tillers, of medium term ripening**,** with average resistance to lodging and blast. The plants of both biotypes are characterized by a long (20-23 cm), drooping bent panicles with colored grain pericarp and a long spindle-shaped grains (l / b 3.4-3.7).

The awnless plants with straw-yellow lemmas belonging to *sundensis* species had the highest variability of morphological characteristics and were widespread in the rice fields according to our data. Whereas the observations of Italian scientists show that awned and semi-awned forms are more variable and prevail in rice fields of Italy. Thus, out of 119 red rice populations collected in the fields of Italy, they make up for 56 and 17%, respectively. Moreover, these plants are better adapted to the changing conditions of the environment and growing conditions than plants awnless weedy forms [5].

The main method of controlling harmful forms of weedy rice in Russia in seed and tests plots is primarily manual grading. With this obvious tall neural and beardless rice forms are removed from the crop as well as forms with the colored scales different the cultivated varieties. As a result awnless and semi-awned red rice species with straw-yellow lemmas *sundensis, subpyrocarpa* (for white grain varieties var. *Italica*) and *philippensis* (for grades var. *Gilanica*); two-tone lemmas *kasakstanica* (for grades var. *zeravschanica*) are often left in the field. Similar observations were made by the American scientists. According to Shivrain V. K. et al. (2010) in rice crops the predominant red rice biotype was with straw-yellow flowering scales (70%), phenotypically similar to cultivated varieties, less common plants with black (22%) and red-brown (8%) lemmas [9].

Traditional measures of red rice control aim mainly at maintaining the varietal purity of seeds and clean soil from windfalls. These measures include: introduction of special crop rotation for seed plots, excluding placement of seed crops of rice after rice; high-quality hand-weeding of seed crops; the production

of elite and super elite - selecting panicles according to complex of positive traits directly in the field; early and deep plowing of rice fields after the harvest. The main and most effective means of controlling harmful red rice is considered to be the correct organization of work - maintaining varietal purity at all levels and timely seed strain renovation [2].

In the world practice the most effective rice cultivation measures against weedy rice are based on the combination of agricultural practices and chemical control measures. Provocative rice fields flooding followed by herbicides applications (e.g. glyphosate) for sprouted weeds before planting rice [4, 7] are commonly used

In the context of the Krasnodar region this method is restricted due of the fact that the supply of water to the edge of the rice system is centralized, scheduled for 5-7 days before planting rice (third decade of April). Provocative flooding is widely used only in the fallow field, especially in seed production farms.

In addition to the traditional methods of weedy rice control in temperate climates the innovative technologies aimed at restricting the amount of weeds and increase of yields are currently used. Thus, at the beginning of the XXI century, the United States has developed a new direction - breeding of rice varieties resistant to herbicides. Its essence is creation of genetically modified or mutant rice plants that are resistant to systematic herbicides. It was assumed that herbicide-resistant rice varieties can be sown on fields heavily populated with red rice and removed from rice crop rotation.

The main reason for limiting the introduction of herbicide-tolerant transgenic rice varieties was the problem of horizontal transfer of genes between cultivated varieties of rice and weedy red forms. Typically, they both belong to the same species *Oryza sativa*, suggesting that their genetic compatibility. While the rice is self-pollinating plant, under certain climatic conditions in the case of coincidence of growth and phenological phases with the open blooming a partial cross-pollinated rice plants may occur. The frequency of gene transfer in rice as a result of outcrossing is low and in the field as it is estimated by many observations ranging 0.01-0.2% from red rice to the cultivated and in the opposite direction [8]. However, when implementing this process in the production of transgenic varieties of rice it may contribute to the emergence of herbicide resistant weeds populations and lead to unpredictable consequences. For example, in the US in 2004 the first case of cross-pollination of varieties of Clearfield groups and red rice was observed. The frequency of gene transfer was 0.012% [10].

With the introduction of new methods of weed control it should be taken into account that excessive use of chemicals and transgenic Biological pollution leads to profound environmental changes, destabilizing the gene pool of wild species and contributing to the emergence of new "super weeds" that require application of even more toxic herbicides. In Russia, at present, the use of genetically modified rice varieties is prohibited.

The problem of controlling harmful forms of weedy rice in Russia is being

given serious consideration not only at the seed farms, but also by the producers of marketable grain. Due to the contamination of crops with red rice the farms using environment friendly technology of rice cultivation has decreased significantly. In the long term to address the problem of red rice infestation of the rice crops it is necessary to use a systematic approach, combining economic interests with the analysis and minimization of environmental impacts.

## References

1. Gushchin G.G. Rice / G.G. Gushchin. - M.: OGIZ - Selkhozgiz, 1938. - 830 p.
2. Zelenskaya O.V. Red grain rice variety and control measures / O.V. Zelenskaya, Ye.P. Maximenko // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. - 2011 - Vol. 3 (30). - S. 106-111.
3. Estorninos Jr. L.E. Rice and red rice interference. II Rice response to population densities of three red rice (Oriza sativa) ecotype / Jr. L. E. Estorninos [et al.] // Weed Science. – 2005. – Vol. 53. – Is. 5. – P. 683–689.
4. Ferrero A. Weedy rice. Biological features and control / A. Ferrero // FAO plant production and protection paper / Roma, 2003. – 120, add. 1. – P. 89–107.
5. Fogliatto S. Morphological characterization of Italian weedy rice (Oryza sativa) population / S. Fogliatto, F. Vidotto, A. Ferrero // Weed Research. – 2012. – 52. – Is. 1. – P. 60–61.
6. Ghesquiere A. Un riz adventice / A. Ghesquiere [et al.] // Riz. Du de bouche a la culture / ITCF, France, 1995. – P. 41–44.
7. Labrada R. Major weed problems in rice – red/weedy rice and the Echinochloa complex / R. Labrada // FAO rice information. – 2002. – Vol. 3. – Ch. II. – P. 11–17.
8. Shivrain V.R. Gene flow from weedy red rice (Oryza sativa L.) to cultivated rice and fitness of hybrids / Shivrain V.R. [et al.] // Pest Management Science. – 2009. – 65 (10). – P. 1124–1129.
9. Shivrain V.R. Diversity of weedy red rice (Oriza sativa L.) in Arkansas, U.S.A. in relation to weed management / V.R. Shivrain [et al.] // Crop protection. – 2010. – Vol. 29. – Is. 7. – P. 721–730.
10. Weedy rices – origin biology, ecology and control / J.C. Delouche [et al.]. – Roma: FAO plant production and protection paper, 2007. – 188. – 150 p.

UDC 633.18: 631.52: 502.211: 582

# BREEDING RICE FOR ENVIRONMENT-FRIENDLY TECHNOLOGIES

Zelensky G.L., Zelensky A.G., Romashchenko T.A., Stukalova V.A.

State Scientific Institution All-Russian Research Institute of Rice

*E-mail: zelensky08@mail.ru*

*Krasnodar region produces more than 80% of Russia's rice. Rice is cultivated here at 133 000-134 000 hectares. In the recent years the rice yields exceed 7.0 t/ha. About 30% of rice systems are located in the sanitary protection zones where the range of allowed pesticides is drastically limited, and their aerial application is prohibited. The rice production growth is hampered by rice blast.*

*The following blast resistant varieties have been bred: Atlant, Gamma, Leader, Olymp, Snezhinka which are recommended for environment-friendly cultivation.*

***Key words:*** *rice, grade, rice blast, pesticides, sanitary zones.*

For the population of Russia rice cereal is a valuable food, dietary and medicinal product [2]. The main rice-growing area in the country is the Krasnodar region. It produces more than 80% Russia's rice. In the last 5-7 years rice growing is dynamically developing with annual increase of paddy productivity. In 2012 the Krasnodar region produced a record rice yield of 7.11 t / ha at 133 300 ha of rice sown area. In 2015 rice farmers of Krasnodar region almost repeated the record: they harvested 945 000 t of rice from the area of 134 000 ha with the average yield of 7.04 t / ha. This was made possible by the introduction of new high-yielding varieties and improvement of their cultivation technology including use of modern rotary harvesters.

In the Krasnodar region about 30% of rice systems are located in sanitary protection zones where a drastically limited range of chemicals can be used, and their aerial application is prohibited. The approved pesticides can be ground applied only and when absolutely necessary. Practice shows that the chemical plant protection, in some cases, is either inefficient (due to pesticides untimely application) or not profitable (due to sharply increased prices for pesticides and aerial application) and is contraindicated environmentally. In addition, in the rice crops where pesticides are systematically applied there is a real danger of mutant forms of the *Pyricularia* resistant to fungicides. Therefore, the main method of protection from the rice blast should be by introduction of the varieties which are high-yielding and immune to the pathogen. Therefore the relevance breeding for resistance to the blast disease is constantly increasing.

During the 80 years of rice cultivation in the Krasnodar region the blast epiphytoties were observed with 10-12-year periodicity. However, during the

last 5 years the blast disease began to appear annually starting at the rice tillering stage, and in 2013 there was epiphytotic development of paniculate forms of the disease. It happened as a result of a confluence of a number of conditions. As a result of the warm winter the fungus wintered well on numerous plant residues. Favorable conditions of spring and summer did not hinder its development. The two-week rains in late July - early August created an exceptional comfortable conditions for the disease. In rice crop of about 25 000 ha with average dates of flooding (May 14-18) which coincided with the flowering stage, the disease was of epiphytotic character. Prolonged rains in this period did not allow fungicide application or reduced their efficiency to the minimum.

According "Rosselkhozcentr" the area of the treated rice crops in the Krasnodar region during 2006-2012 increased from 107 000 ha to 115 200 ha. In 2013 the fungicides were applied at 192 300 ha, accounting for 152.3% of the rice area sown [1]. Given the cost of 1 hectare pesticide treatment is about 1500 rubles, the total costs of rice protection from blast this year reached more than 288.45 million Rubles. This is equivalent to almost 30 000 t of rice, which is close to the gross harvest in 2013 of such a large rice farm as "Krasnoarmeysky."

Years of research carried by plant pathologists studying the population structure of the fungus *P. oryzae* have shown that a set of different races of the pathogen virulence genes. The lack of effective resistance genes in the majority of local rice varieties does not allow them to resist the blast, especially in case of epiphytotic development of the disease.

It is known that during the rice growing season *P. oryzae* provides more than 10 cycles of asexual reproduction. Each cycle lasts approximately one week. Development of the blast takes place progressively according to the law of compound interest. At the same time different varieties have small differences in the beginning of the epidemic, and they are significant in the end.

Breeding varieties immune to blast was initiated in the Institute of Rice in 1982. The varieties with vertical and horizontal resistance were created [3].

Race specific, true or vertical stability is related to the hypersensitive reaction of the host plant against the pathogen, and is controlled by a single major gene. Therefore, the starting material must be characterized in the first place, by genetic diversity. Creating varieties on the basis of the effective gene can lead to races, overcoming this resistance.

Using the climatic chamber, greenhouses and infection nursery to test the breeding material under conditions of artificial infection, a number of domestic varieties immune to the blast has been created.

In 1992, rice variety Blastonik was delivered for the state trials. It was the first variety with race specific resistance to blast created on the basis of the domestic hybrid materials. In the subsequent years the varieties Vityaz (1994), Talisman (1995), Snezhinka (1996) and Aquarius (1998) with similar resistance were provided for the state trials. However, only the variety Snezhinka was accepted into the State Register of varieties due to its the long and high quality

grain.

The other varieties were not included in the State Register. The reason is simple. Testing of new varieties was conducted by the State Commission on the usual background, optimal for the standard, with no infectious load. Under these conditions, during the absence of blast epiphytoty the immune varieties showed no yield advantage over the standard.

Estimation of breeding material in infectious nursery allows along with selection of rice immune samples also the rice varieties and forms with high tolerance to diseases or so-called field resistance. The main feature of such tolerance that it gives though not complete but permanent protection and it is not destroyed by the pathogen. Field or horizontal resistance is not usually race specific, it depends more on environmental factors than the true resistance and it is polygenic controlled in most varieties.

Over the past 33 years the scientists of the Research Institute of Rice bred a number of varieties with increased resistance and endurance to blast. Most of them are included in the State Register and approved for use: Slavyanets (1991), Pavlovsky(1995), Sprint (1996), Kurchanka (1997), Leader (1999), Viola (2001), Snezhinka (2003), Violetta (2007) , Atlant (2007), Kumir (2009), Yuzhny (2009), Gamma (2010) [3]. All these varieties within the last years did not require chemical protection against blast. The final assessment of these varieties was in 2013, the year of blast epiphytoty. Under production conditions and at trial plots the varieties Atlant , Viola, Violet, Gamma, Kumir, Leader, Snezhinka, and new - Olymp and Sonnet were not damaged by blast and did not require fungicide protection [1].

In the last 8-10 years, due to the demands of production, a new directionin our research was started: the creation of varieties for low-energy- technologies of rice cultivation (Leader, Atlant , Yuzhny , Gamma, Olymp, Titan). Growing these varieties saves the production costs of 6000 - 8000 rubles per 1 ha due to refusal to use fungicides and herbicides against grass weeds. This significantly improves the environmental situation in the area of rice production.

The low-energy- and environment-friendly technologies of rice cultivation are used in sanitary protection zones of the Krasnodar region. It is more than 40 000 ha of rice systems located along the Kuban River and nearby villages. A good example of a sanitary protection zone is rice system of the training farm "Kuban" of the Kuban State Agrarian University. Here, over the years, the rice variety Gamma has been successfully cultivated without pesticides.

Such rice varieties as Atlant, Leader, Olymp, Snezhinka are recommended for growing in the sanitary protection areas since they do not require chemical protection and produce good yield with limited rates of mineral fertilizers. The description of these varieties is given in the catalog [4], so we give just a brief description of them.

**ATLANT**

This variety is included in the State Register of selection achievements in 2007. It belongs to the middle-maturing group. The vegetation period is 116-118 days and slightly varies depending on growing conditions.

The botanical variety - var. *zeravshanica* Brasches. Floral scales are slightly pubescent, two-colored: straw-yellow fins, edges are brownish-yellow. Potential yield - 9-10 t / ha. Grain is medium sized, roundish. The ratio of length to width (l / b) - 1,7. Weight of 1000 seeds - 28-29 g. Vitreousness is 87-91%; cereal yield is 71%, whole kernel yield is 65-71%. The amylose content is 18.7%, grain protein - 9.1%. Groats has high culinary rates.

Plants are resistant to blast, so the variety can be grown without pesticides. Atlant has the highest growth rates at seedlings stage. The plants easily overcome water layer up to 30 cm. Therefore, Atlant is recommended for cultivation in sanitary protection zones. At lower seeding rates the variety develops a good bush and forms a dense haulm stand.

Atlant does not have high requirements to soil fertility and it is capable of forming stable high yields at a relatively low supply of mineral nutrition.

**GAMMA**

This variety is included in the State Register of selection achievements in 2010. It belongs to the middle-maturing group.. The vegetation period is 110-118 days. The yield is 8-9 tons / ha with high stability over the years. The potential yield of the variety is 10-12 t / ha.

The botanical variety - var. *italica* Alef. The plants of Gamma variety possess intensive growth during the shooting stage. Therefore, they can easily overcome the water layer under which grassy weeds do not survive. Gamma is not affected by blast. This allows growing the variety without pesticides and to receive clean and economically priced products of high quality. The grain is of rounded type (l / b) - 1,9, of average size, with a mass of 1000 grains 28-29g. Virtuousness is high - 94-95%. Cereal yield is 70-71,5%, including whole kernel yield 90%. Groats is white, of excellent quality, with high culinary rates.

Gamma does not require special conditions of cultivation. It can be grown in intensity, as well as low-cost technologies.

**LEADER**

This variety was included in the State Register of selection achievements in 1996. It belongs to mid-late maturing group. The vegetative period is 120-125 days.

The botanical variety - var. *zeravshanica* Brasches. Awnless. Lemmas are two-colored: fins are yellow straw with yellow-brown edges , slightly pubescent. Potential yield- 10-11 t / ha. Grain size is medium, semi-round. The ratio of length to width of the caryopsis (l / b) - 2,3. Grain flakes easily, while keeping whole kernel (flowering films do not stick strongly to grain). Weight of 1000 seeds - 30-31 g Vitreousness - 86-90%. The total cereal yield - 69-70%. Cereal yield is 95%. The protein content 9.9% amylose content - 19.8%. Groats of excellent quality, with high culinary rates.

This variety has increased resistance to rice blast and leaf nematodes. A distinctive feature of the variety is unpretentious to the conditions of cultivation. The plants grow rapidly in the beginning of the growing season, it easily overcomes the water layer, competes well with weeds. This allows avoid using herbicides. Leader forms a strong root system, whereby the formation of the

crop it requires 40% less fertilizer than intensive varieties.

Leader is able to generate high yields when grown after unfavorable preceding crops at low rates of mineral fertilizers.

**OLYMP**

This variety was included in the State Register of selection achievements in 2015. It belongs to the mid-maturing group. The vegetation period is 118-120 days. Potential yield is 11-12 t / ha.

The botanical variety - var. *italica* Alef. Grain size is medium, semi-round. The ratio of length to width (l / b) - 2,2. Mass of 1000 grains is 28 – 29g. The total cereal yield is high, on average over three years - 72.3%, including the whole kernel - 92.0%. Vitreousness - 95.0%. Groats of excellent quality, with high culinary rates.

The variety is resistant to rice blast and foliar nematodes. Olymp has medium tolerance to to soil salinity. It overcomes well the water layer at shooting stage. The variety is resistant to lodging, not shedding, but threshed easily. It can be kept as overmature stand and direct harvesting is used.

Olymp is characterized by strong root growth during shooting stage. Therefore, the rice plants can easily overcome the water layer that grassweeds do not survive. This allows growing the variety without pesticides and to receive clean and economically priced products of high quality. The variety is not demanding on soil quality and it is grows equally good on both the fertile soils and on satisfactory soils.

**Snezhinka (long grain)**

This variety was included in the State Register of selection achievements in 2004. It belongs to mid-late maturing variety . The growing season with the shortened flooding is 120-122 days, if the seedlings grow through the water layer - 122-125 days. The yield reaches 7.0-7.5 t / ha with high stability over the years.

Subspecies - subsp. *indica* Kato, botanical variety - *gilanica* Gust, grains are narrow, long. Floral scales are straw-yellow, beardless, with weak pubescence. The ratio of grain length to width (l / b) - 4,0-4,2. Weight of 1000 seeds is 28-29 g, the kernel has easily separable embryo during grinding, characterized by an increased amylose content (26%) The protein content of the grain is low - 8.2%. Filminess- 17-18%. Vitreousness - up to 99%. Fracturing is low - 4.0%; the cereal yield - 64-65% with the whole kernels 80-85%. Groats of excellent quality, with high culinary rates.

The variety is highly resistant to blast. This allows not to use fungicides. A special feature is the high grade energy of seed germination and field germination during "soft" water regime. This should be considered that it is forming a dense sprouting at a relatively low seeding rate. Given that Snezhinka has a long narrow grain when cleaning it needs individual selection of sieves.

Thus, the cultivation of rice varieties genetically protected from blast do not require pesticides in sanitary protection zones and according to environment-friendly technologies produces high quality rice grain, and reduces environmental stress in the rice growing areas of the Krasnodar region.

## References

1. Agronomic features of cultivation of rice varieties resistant to blast disease: Guidelines / S.V. Garkusha, S.A. Shevel, N.N. Malyshev, S.A. Tesheva, G.L. Zelensky, N.V.Ostapenko, A.G. Zelensky, A.R. Tretyakov. Krasnodar, 2013.- 43 p.
2. Zelensky G.L. Rice as a product for the dietary and nutritional therapy / G.L. Zelensky // Polythematic Network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University (Science magazine KubGAU) [electronic resource]. Krasnodar: Kuban State Agrarian University, 2011. №08 (72). S. 28-42. - Informregistr Code: 0421100012 \ 0346. - Access: http://ej.kubagro.ru/201 l / 08 / pdf / 02.pdf.
3. Zelensky G.L. The fight against rice blast through the creation of resistant varieties: monograph / G.L. Zelensky. Krasnodar: Kuban State Agrarian University, 2013.- 92 p.
4. Catalogue of Varieties of rice and melons of Kuban selection / V.A. Bagirov et al.. - Krasnodar "EDVI", 2015. - 100 p.

## STUDY ON RED SELENIUM-RICH HYBRID RICE BREEDING

Zeng Rui, Ye Xiao-ying, Jia Xiao-mei, Zhu Jian-qing, Wang Li, Chen Rong-jun, Luo Yong-cai, Li Guang-cheng

Rice Research Institute of Sichuan Agricultural University

*E-mail: zhujianqing1963@163.com*

*Selenium is one of the most important trace minerals in the natural world and a kind of indispensable trace elements for human and animal, which is mainly obtained from the environment. In this paper, The filial generation of red rice germplasm resource (ruby germplasm) and sterile lines G46A, D62A, and Ⅱ-32A showed completely sterile. The sterile lines Z2057A, Z611A, Z3055A, Z3057A and Z5097A were bred via generations of backcross transformations for years. The sterile line, maintainer and restorer materials of red Selenium-rich rice are screened out via intergenic recombination by utilization of hybridization and backcross of varieties, obtaining new combination of Selenium-rich red rice hybrid rice with average yield at 7500-8250 kg/ hm$^2$, the content of Selenium reaches 0.04 mg/kg-0.30 mg/kg. The yielding of Red Selenium-rich glutinous rice formed by the backcross transformation between red Selenium-rich rice and local glutinous rice hits 6750-7500 kg/hm$^2$ approximately. Selenium content in Selenium-rich glutinous rice is 0.14 mg/kg.*

***Key words:*** *Selenium-rich; Hybrid Rice; Breeding; Characteristics; Indica Rice China*

Selenium is recognized as the necessary nutritional element for human health, which performs many important physiological and biochemical functions

in the human body including antioxidant, anti-aging, improvement of immunity and etc. As a rare trace element, selenium is randomly and unevenly distributed on earth. There are more than forty countries and regions all over the world facing selenium deficiency, so does in China. 2/3 of China lack of selenium, and of which 1/3 is considered to be extremely lack of selenium. Research shows when the selenium content of human body is under normal level, our essential organs such as heart, liver, and thyroid would be damaged to some extent, and consequently many diseases might be caused. However, the body cannot produce selenium by itself, instead of that, human has to ingest selenium through foods. Therefore, Researching on mineral nutrients of rice and developing rice rich in beneficial trace elements will obviously improve food conditions and life quality of people.

**1. Breeding Process**

The filial generation of red rice germplasm resource (ruby germplasm) and sterile lines G46A and D62AⅡ-32A showed completely sterile. The sterile lines Z2057A, Z611A, Z3055A, Z3057A and Z5097A were bred via generations of backcross transformations for years. Restorer R363 of red rice were developed from the cross of Ruby and restorer lines Shuhui 881, Yihui1577 and Minghui 63, according the to the pedigree method of directed breeding. Pigment genes of red rice were fine mapped between RM8006 and RM21186 on chromosome 7, the genetic distance is 4.0 cM and 2.1 cM respectively.

*1.1. Breeding Process of Sterile Lines Z2057A and Z2057B*

In Wenjiang, 2006, the first filial generation (F1) was get from the artificial emasculation hybridization between G46B (female parent) and ruby germplasm(male parent). In the same year, F1 hybrid was planted in Lingshui, Hainan, and in 2007, F2 generation was planted.in Wenjiang. Single plants with good leaf shape, trim heading, better flowering habit, dense grain setting, nice appearance and high quality in indoor and outdoor test were selected as the F3 hybrid to plant in Hainan in the same year. Then single plants with excellent agronomic traits and high-quality were selected to testcross with G46A. The row marked No. 594 was founded to perform better in the F3 hybrid, which has basically the same growth period with G46B, and its other characteristics ranged between its's male and female parents. No. 594 was selected to testcross with G46A, and 32 strains were identified in microscopic examinations and all of the 32 trains are completely sterile except 56 mixed plants. In 2008, the strain No. 626 was planted in Wenjiang. 2 strains were found to have good maintainability and of which the better one was selected for backcross. From the winter of 2008 to the winter of 2009 in Lingshui, Hainan, single plants with good maintainability and agronomic characteristics were selected to backcross with excellent and completely sterile single plants.. In the summer of 2010, Wenjing, the strains of sterility separation were gradually eliminated in the breeding process until the strains numbered Z2057 entered F8 hybrid, the sterility entered B4F1, and characteristics of the parents were stable.

*1.2. Breeding process of sterile lines Z3055A*

In Wenjiang, 2006, the first filial generation (F1) was get from the artificial

emasculation hybridization between G46B (female parent) and ruby germplasm(male parent). In the same year, F1 hybrid was planted in Lingshui, Hainan, and in 2007, F2 generation was planted.in Wenjiang. Single plants with good leaf shape, trim heading, better flowering habit, dense grain setting, nice appearance and high quality in indoor and outdoor test were selected as the F3 hybrid to plant in Hainan in the same year. Then single plants with excellent agronomic traits and high-quality were selected to testcross with G46A. The row marked No. 587 was founded to perform better in the F3 hybrid, which has basically the same growth period with G46B, and its other characteristics ranged between its's male and female parents. No. 587-2-3 was selected to testcross with G46A, and 32 strains were identified in microscopic examinations and all of the 32 trains are completely sterile except 56 mixed plants. In 2008, the strain No. 589-5-5 was planted in Wenjiang. 2 strains were found to have good maintainability and of which the better one was selected for backcross. From the winter of 2008 to the winter of 2009 in Lingshui, Hainan, single plants with good maintainability and agronomic characterristics were selected to backcross with excellent and completely sterile single plants.. In the summer of 2010, Wenjing, the strains of sterility separation were gradually eliminated in the breeding process until the strains numbered Z3055 entered F8 hybrid, the sterility entered B4F1, and characteristics of the parents were stable.

*1.3. Breeding process of sterile lines Z3057A*

In Wenjiang, 2006, the first filial generation (F1) was get from the artificial emasculation hybridization between G46B (female parent) and ruby germplasm(male parent). In the same year, F1 hybrid was planted in Lingshui, Hainan, and in 2007, F2 generation was planted.in Wenjiang. Single plants with good leaf shape, trim heading, better flowering habit, dense grain setting, nice appearance and high quality in indoor and outdoor test were selected as the F3 hybrid to plant in Hainan in the same year. Then single plants with excellent agronomic traits and high-quality were selected to testcross with G46A. The row marked No. 587 was founded to perform better in the F3 hybrid, which has basically the same growth period with G46B, and its other characteristics ranged between its's male and female parents. No. 617-4-3 was selected to testcross with G46A, and 32 strains were identified in microscopic examinations and all of the 32 trains are completely sterile except 56 mixed plants. In 2008, the strain No. 589-5-5 was planted in Wenjiang. 2 strains were found to have good maintainability and of which the better one was selected for backcross. From the winter of 2008 to the winter of 2009 in Lingshui, Hainan, single plants with good maintainability and agronomic characterristics were selected to backcross with excellent and completely sterile single plants.. In the summer of 2010, Wenjing, the strains of sterility separation were gradually eliminated in the breeding process until the strains numbered Z3057 entered F8 hybrid, the sterility entered B4F1, and characteristics of the parents were stable.

*1.4.Breeding process of red glutinous rice sterile lines Z5097A*

Local conventional glutinous rice was selected as the female parent in 2010, the red rice Z2045B of 2010 was selected as the male parent,, and then

conventional hybridization was conducted. The progenies were continuously backcrossed with D62A since F3 hybrids. After years and generations of breeding, the red rice sterile line materials (numbered Z5097) was found abortive thoroughly, which has almost the same identical characterswith its parents in the winter of 2013. This material was named Z5097A.

**2. Characteristics**

*2.1. Plant characteristics and growth period*

In Wenjiang, Chengdu, the growth period of indica rice sterile lines Z2057A and Z3057A are 100 days, and the plant height is 100 cm. The growth period of indica rice sterile line Z3055 is 100 days, and the plant height is 102 cm. The growth period of indica rice sterile line Z5097A is 96 days approximately, and the plant height is 105 cm. All those materials have nice leaf shapes and their color turn normal in the later period.

*2.2. Quality characteristics*

The selenium-rich hybrid rice Z-4 (Z2057A/R801) is characterized with brown rice rate 81.5%, white rice rate 72.4%, head rice rate 55.9%, grain length 6.4 mm, length-width ratio 2.7, chalky grain rate 58% , chalkiness degree 8.3%, transparency level 1, alkali spreading value level 6.9, gel consistency 42 mm, amylose content 23.3%, protein content at 8.8%, selenium content of polished rice 0.069 mg/kg and zinc content 13.6 mg/kg.

Selenium-rich hybrid rice Z-5 (Z2057 A/R675) is characterized with brown rice rate 80.4%, white rice rate 71.3%, head rice rate 49.19%, grain length 6.1 mm , length-width ratio 2.7, chalky grain rate 79%, chalkiness degree 14.5%, transparency level 2, alkali spreading value level 7.0, gel consistency 52 mm, amylose content 27.1%, protein content 8.3%, selenium content of white rice 0.058 mg/kg and zinc content 11.7 mg/kg.

Selenium-rich glutinous rice Z-10 is characterized with brown rice rate 78%, white rice rate 71%, head rice rate 63.4%, grain length 5.2 mm, length-width ratio 2.2, negative rate of sticky rice 0, brightness level 3,alkali spreading value level 6.7, gel consistency 99 mm, amylose content 1.9%, protein content 9.3%, selenium content of white rice 0.04 mg/kg and zinc content 16.81mg/kg.

After years of multipoint trails and demonstrations, red selenium-rich hybrid rice were featured with high quality, stable yield, strong adaptability, whose yield ranging from 7500kg/ $hm^2$ to 8250 kg/ $hm^2$, increasing yielding by 0.47% when compared to Shanyou 63. The yield of selenium-rich glutinous rice ranges 6750-7500 kg/ $hm^2$ approximately after years of multipoint trails and demonstrations, increasing yield by 0.03% when compared to local white sticky rice. Approximately 14.67 ha of selenium-rich hybrid rice breeding base was established, $4.4\times10^4$kg of parent was bred. 3366.67 ha of seed production base was established which produce seeds $10.6\times10^4$kg. 3366.67 ha of promotion and demonstration base was established in Zizhong county and Lezhi county in Sichuan province from 2012 to 2013, in which 167 ha of order cultivation was realized. The yield of Selenium-rich hybrid rice hit $2619.7\times10^4$kg, creating 255.098 million Yuan of social and economic benefits in 2012 and 2013.

**3. Development of gene linkage chain marker of red rice pigment**

Genetic analysis and gene location of red rice trait in the ruby rice germplasm was conducted. The reciprocal cross in $F_1$ of ruby rice and white rice were red rice, and the rice color genetic separation of $F_2$ coincided with the separation ratio of 3:1, which indicates that the character of red rice pigment is controlled by one pair of dominant genes. [R272 (white rice)/ruby rice B] $F_2$ was selected as a positioning group, 507 pairs of SSR markers distributed evenly on 12 chromosomes of rice were utilized for molecular marker positioning of red rice pigment gene. The results showed that the gene was positioned between two markers RM8006 and RM21186 in No.7 Chromosome, and its genetic distances were 4.0 cM and 2.1 cM respectively.

**4. Development of deep processing products**

For purpose of further development and utilization of Selenium-rich red rice hybrid rice, 4 sets of deep processing techniques of functional rice were created, including the extraction of pigment of red rice, the microbial fermentation of functional hybrid rice, and the extraction of the bran oil of functional hybrid rice. Furthermore, the red rice wine rich in trace elements of Se, Fe and Zn, the ganoderma capsules containing organic selenium, and the soft capsule containing garlic oil and red rice bran - were trial produced. One set of corporate technical standards for Selenium-rich Red Rice Wine Making was set up and put on record, and three patents for invention were successfully awarded.

**5. Conclusions**

The breeding of Selenium-rich red rice hybrid rice broke the limitations of that the selenium-rich rice production in China depends on selenium content in soil and foliar spraying technology. The white rice produced is featured with full grain, ruby color, glittering and translucent grain, fragrant, soft and smooth taste, rich in beneficial trace elements like selenium, zinc and etc. The red rice wine made from the Selenium-rich red glutinous rice has red color similar to red wine which delivers flavor mild taste and long aftertaste and is highly favored by women. Studies show that appropriate supplementation of natural organic Selenium from Selenium-rich agricultural products can not only prevent tumor and liver disease, but also can improve immune ability of human body, maintain normal function of important organs including the heart, liver, lungs and stomach, and prevent the senile cardiovascular and cerebrovascular diseases.

The Selenium-rich red rice sterile lines, maintainers and restorer materials were screened out via intergenic recombination though hybridization and backcross, obtaining new combinations of red selenium-rich rice hybrid rice with average yield of 7500-8250kg/hm$^2$, maximum selenium content of in selenium rich hybrid rice hits 0.069mg/kg, the selenium content in maintainer reaches 0.064 mg/kg, the average selenium content among 0.04 mg/kg- 0.30 mg/kg. The red selenium-rich glutinous rice, bred by the backcross transformation between Selenium-rich red rice and local glutinous rice, has an average yield of 6750-7500 kg/hm$^2$ approximately and the selenium content is 0.14 mg/kg. The glutinousness of the red selenium-rich

glutinous rice meets edible indica glutinous rice standard of National Quality of Edible Rice Varieties (NY/T593-2002).

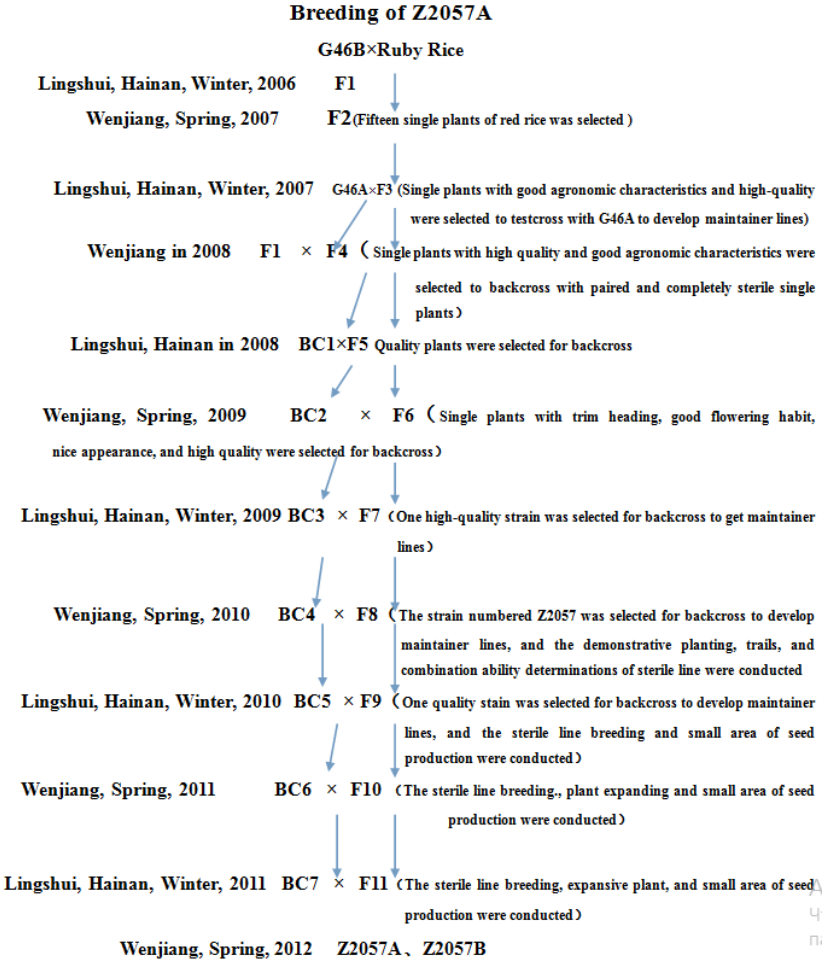


Fig. 1. Breeding of Z2057A

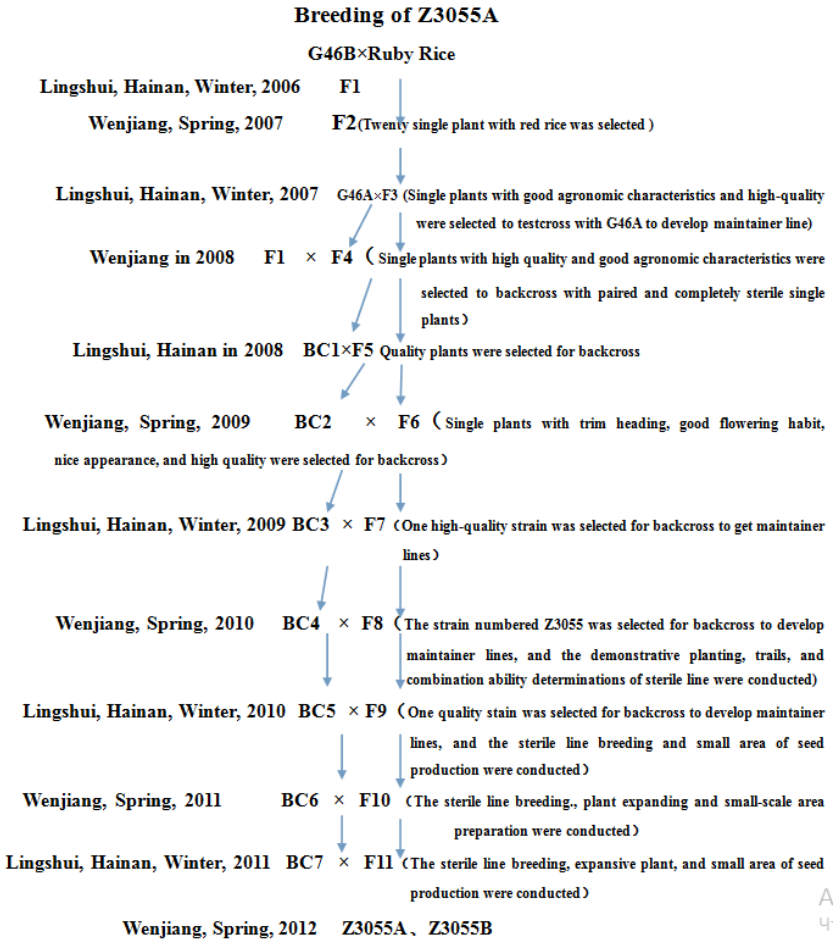


Fig. 2. Breeding of Z3055A

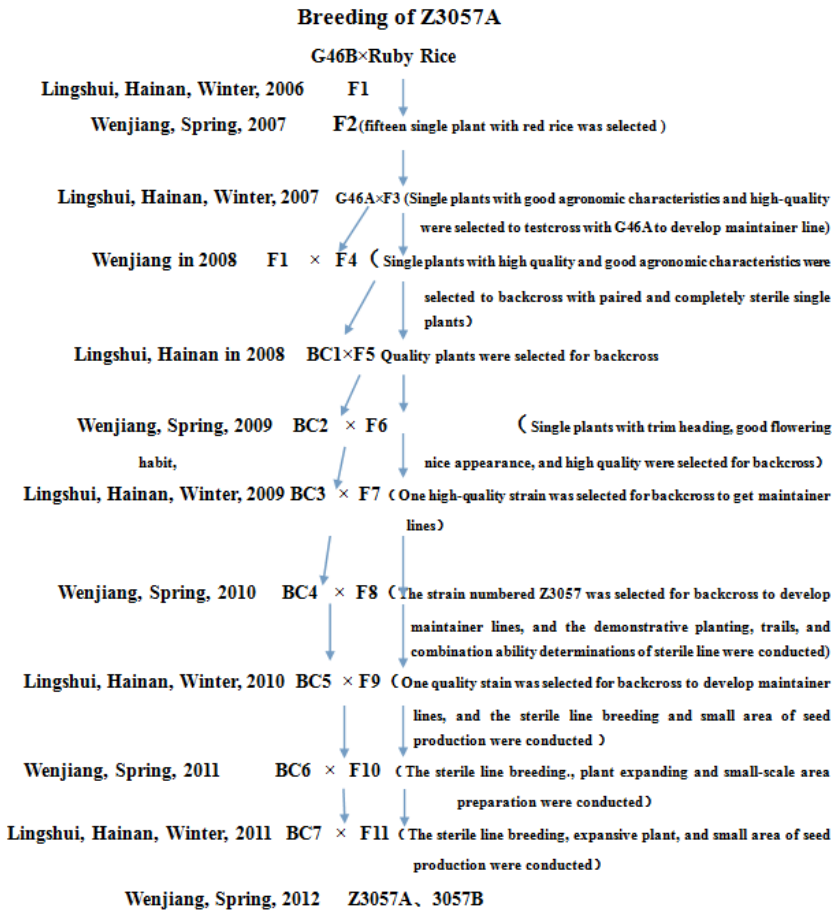


Fig. 3. Breeding of Z3057A

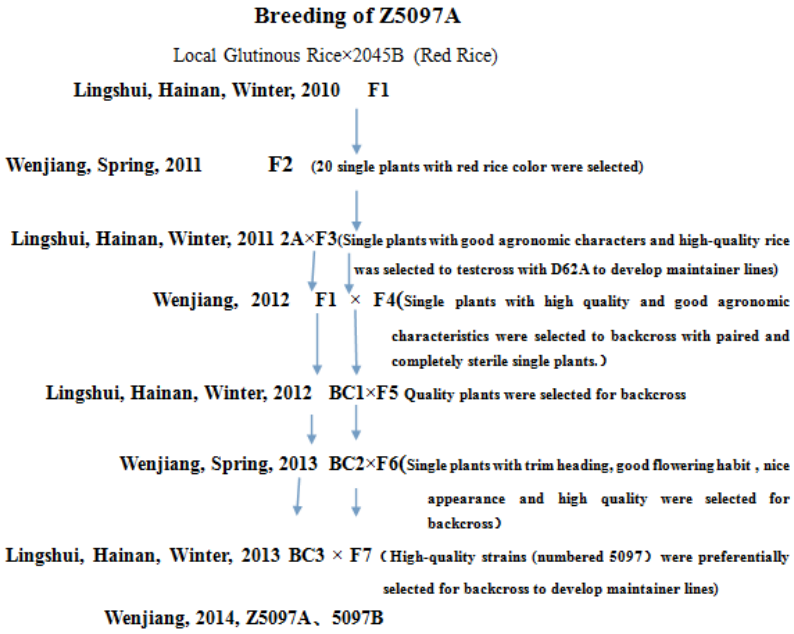


Fig. 4. Breeding of Z5097A, Local Glutinous Rice×2045B (Red Rice)

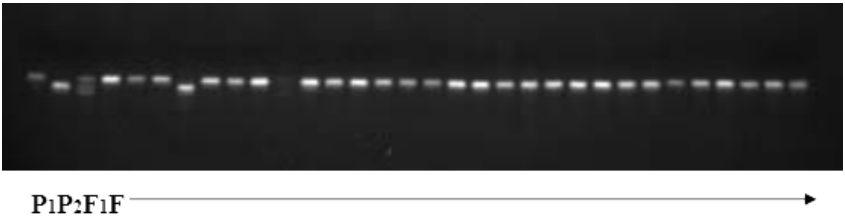


Fig. 5.

# СОДЕРЖАНИЕ

*Международной научной конференции*

Достижения и перспективы развития селекции и возделывания риса в странах с умеренным климатом

# TABLE OF CONTENTS

*International conference*

Achievements and prospects of rice breeding and cultivation in temperate countries

**Белоусов И.Е., Паращенко В.Н. ПОЛИЭЛЕМЕНТНОЕ ПИТАНИЕ КАК СПОСОБ** ..... 11
РЕАЛИЗАЦИИ ПОТЕНЦИАЛА УРОЖАЙНОСТИ РАЙОНИРОВАННЫХ СОРТОВ РИСА

**Бруяко В.Н., Малюченко Е.А., Бушман Н.Ю. ВЫДЕЛЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ ПО** ..... 18
ПРИЗНАКУ «СКОРОСТЬ РОСТА» В НАЧАЛЬНЫЕ ФАЗЫ РАЗВИТИЯ ИЗ ОБРАЗЦОВ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ЗАРУБЕЖНОЙ СЕЛЕКЦИИ

**Бушман Н.Ю., Малюченко Е.А., Бруяко В.Н. СОЗДАНИЕ МЕЖПОДВИДОВЫХ** ..... 27
ГИБРИДОВ РИСА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ СОРТОВ С ВЫСОКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА

**Гаркуша С.В., Есаулова Л.В., Госпадинова В.И. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И** ..... 34
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ РИСОВОДСТВА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Гончарова Ю.К., Харитонов Е.М. , Малюченко Е.А, Шелег В.А.** ..... 40
АДАПТИВНОСТЬ РИСА К АБИОТИЧЕСКИМ СТРЕССАМ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕЛЕКЦИИ

**Гончарова Ю.К., Шелег В.А., Негревская Е.Е. , Брус А.Г. ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ** ..... 47
ПОТЕНЦИАЛА ПРОДУКТИВНОСТИ КУЛЬТУР В XXI ВЕКЕ

**Дубина Е.В., Шиловский В.Н., Рубан В.Я., Костылев П.И., Зеленский Г.Л.,** ..... 53
Ковалёв В.С., Харченко Е.С., Рубан М.Г., Гаркуша С.В., Максименко Е.П., Никитина И.Б. БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ В СЕЛЕКЦИИ РИСА НА УСТОЙЧИВОСТЬ К PIRICULARIA ORYZA L.

**Жанбырбаев Е.А., Рысбекова А.Б., Усенбеков Б.Н., Казкеев Д.Т., Беркимбай** ..... 57
Х.А., Сарсенбаев Б.А. СКРИНИНГ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ СОРТОВ РИСА НА ХОЛОДОУСТОЙЧИВОСТЬ И СОЗДАНИЕ ИСХОДНЫХ ФОРМ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ

**Зеленская Зеленская О.В., Максименко Е.П. СОРНО-ПОЛЕВЫЕ ФОРМЫ РИСА** ..... 62
(ORYZA SATIVA L.) И СПОСОБЫ БОРЬБЫ С НИМИ В СТРАНАХ УМЕРЕННОГО КЛИМАТА

**Зеленский Г.Л., Зеленский А.Г., Ромащенко Т.А., Стукалова В.А. СЕЛЕКЦИЯ** ..... 68
СОРТОВ РИСА ДЛЯ ПРИРОДОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Казкеев Д.Т., Рысбекова А.Б., Усенбеков Б.Н., Жанбырбаев Е.А., Спатай Н.Н,** ..... 74
Сартбаева И.А., Батаева Д.С. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ МУТАГЕНА (NAN3 - АЗИДА НАТРИЯ) НА ХОЗЯЙСТВЕННО- ЦЕННЫЕ ПРИЗНАКИ У СОРТОВ РИСА С ОКРАШЕННЫМ ПЕРИКАРПОМ

**Калиевская Ю.П., Костылев П.И., Тесля М.В. ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ** ..... 78
СЕМЯН РИСА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЗЕРНОВУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ

**Костылев П.И., Редькин А.А., Краснова Е.В. СЕЛЕКЦИЯ** ..... 84
СТРЕССОУСТОЙЧИВЫХ СОРТОВ РИСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЦР-АНАЛИЗА

**Краснова Е.В., Костылев П.И., Редькин А.А. ИЗУЧЕНИЕ ДОНОРНЫХ СОРТОВ** ..... 93

РИСА ПОДВИДА INDICA В УСЛОВИЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
**Кумейко Ю.В., Паращенко В.Н. ВЛИЯНИЕ ИНГИБИТОРА НИТРИФИКАЦИИ** ..... 101
ГУАНОЗОЛ НА АЗОТНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ РИСА
**Малышева Н.Н., Остапенко Н.В., Лоточникова Т.Н. К ВОПРОСУ КАЧЕСТВА** ..... 106
КРУПЫ РИСА РОССИЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА
**Малюченко Е.А., Бушман Н.Ю., Бруяко В.Н. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ** ..... 113
ОБРАЗЦОВ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ЗАРУБЕЖНОЙ СЕЛЕКЦИИ ПО
АДАПТИВНОСТИ К ЗАСОЛЕНИЮ
**Мухина Ж.М., Дубина Е.В., Супрун И.И., Токмаков С.В., Савенко Е.Г., Волкова** ..... 118
С.А., Глазырина В.А., Шундрина Л.А., Епифанович Н., Епифанович Ю.
СЕЛЕКЦИОННЫЕ ПРОГРАММЫ ВНИИ РИСА С ПРИМЕНЕНИЕМ МОЛЕКУЛЯРНОГО
МАРКИРОВАНИЯ
**Остапенко Н.В., Джамирзе Р.Р., Лоточникова Т.Н., Чинченко Н.Н., Никитина** ..... 122
И.Б. УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА КРУПЫ И ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СОРТОВ
РИСА К БОЛЕЗНЯМ В ПРОЦЕССЕ ПЕРВИЧНОГО СЕМЕНОВОДСТВА
**Скаженник М.А., Воробьев Н.В., Ковалев В.С., Пшеницына Т.С., Моторная** ..... 127
О.Ю. ОСОБЕННОСТИ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА СОРТОВ РИСА
**Скоркина С.С. НАСЛЕДОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ПРИЗНАКА «ВЫСОТА** ..... 135
РАСТЕНИЯ» СОРТОВ РИСА НА ОСНОВЕ ПОЛНОГО ДИАЛЛЕЛЬНОГО
СКРЕЩИВАНИЯ
**Тесля М.В., Костылев П.И., Калиевская Ю.П. ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯТОРОВ НА** ..... 141
УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ РИСА В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
**Туманьян Н.Г., Кумейко Т.Б., Ольховая К.К. СРАВНИТЕЛЬНАЯ** ..... 148
ХАРАКТЕРИСТИКА КАЧЕСТВА ЗЕРНА СОРТОВ РИСА ЗАРУБЕЖНОЙ И
РОССИЙСКОЙ СЕЛЕКЦИИ, ВЫРАЩЕННЫХ В УСЛОВИЯХ
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ
**Усенбеков Б.Н., Батаева Д.С., Рысбекова А.Б. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ** ..... 153
РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ЗАСОЛЕНИЯ НА НАКОПЛЕНИЕ БИОМАССЫ У
СОРТООБРАЗЦОВ РИСА В РАННЕЙ ФАЗЕ ВЕГЕТАЦИИ
**Усенбеков Б.Н., Сартбаева И.Д., Зеленский Г.Л., Казкеев Д.Д., Рысбекова А.Б.** ..... 157
ПРИМЕНЕНИЕ ГАПЛОИДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЕКЦИИ КАЗАХСТАНСКИХ
СОРТОВ ГЛЮТИНОЗНОГО РИСА
**Харченко Е.С., Рубан М.Г. ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ СОРТОВ РИСА К** ..... 161
ПИРИКУЛЯРИОЗУ В УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ
**Шарифуллин Р.С., Чижиков В.Н., Паращенко В.Н., Слепцова О.И. СПОСОБ** ..... 168
ВЫДЕЛЕНИЯ ВНУТРИПОЛЬНЫХ КОНТУРОВ ПО ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ФОСФОРОМ
И КАЛИЕМ

**Шиловский В.Н., Оглы А.М. ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОСТИ ПОСЕВОВ НА ОЦЕНКУ** ..... 173
СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА
**Abdelsalam E-Draz PRESENT STATUS OF RICE PRODUCTION IN EGYPT** ..... 179
**Ashraf M. Elmoghazy TOTAL SOLUBLE PROTEINS AS BIOCHEMICAL MARKERS** ..... 182
IN RICE BREEDING
**Belousov I.E., Paraschenko V.N. MULTICOMPONENT NUTRION AS A WAY TO** ..... 187
REALIZE YIELD POTENTIAL OF RELEASED RICE VARIETIES
**Bushman N.Yu., Malyuchenko E.A., Bruyako V.N. DEVELOPING** ..... 193
INTERSUBSPECIFIC RICE HYBRIDS FOR BREEDING VARIETIES
WITH HIGH PRODUCTIVITY AND GRAIN QUALITY
**Garkusha S.V., Esaulova L.V., Gospadinova V.I. CURRENT STATE AND** ..... 199
PROSPECTS OF RICE GROWING INDUSTRY IN RUSSIAN FEDERATION
**Dubina E.V., Shilovskiy V.N. , Ruban V.Ya., Kostylev P.I., Zelenskiy G.L., Kovalev** ..... 205
V.S., Kharchenko E.S., Ruban M.G., Garkusha S.V., Maximenko E.P., Nikitina I.B.
BIOTECHNOLOGICAL APPROACH IN RICE BREEDING FOR RESISTANCE TO
PIRICULARIA ORYZA L.
**Malysheva N.N., Ostapenko N.V., Lotochnikova T.N. ISSUES OF GRAIN QUALITY** ..... 209
OF RICE OF RUSSIAN PRODUCTION
**Muhammad A.S. COLD TOLERANT EARLY RICE FOR BANGLADESH** ..... 214
**Mukhina Zh.M., Dubina E.V., Suprun I.I., Tokmakov S.V., Savenko E.G., Volkova** ..... 216
S.A., Glazyrina V.A., Shundrina L.A., Epifanovich N., Epifanovich Yu. ARRRI BREEDING
PROGRAMS WITH USE OF MOLECULAR MARKERS
**Shilovskiy V.N., Ogly A.M. INFLUENCE OF DENSITY OF PLANTING ON** ..... 219
EVALUATION OF BREEDING MATERIAL
**Skazhennik M.A., Vorobyov N.V., Kovalyov V.S., Pshenicyna T.S., Motornaja O.J.** ..... 225
FEATURES OF PRODUCTIONAL PROCESS OF RICE VARIETIES
**Skorkina S.S. INHERITING THE QUANTITATIVE TRAIT «PLANT HEIGHT» BY** ..... 232
RICE VARIETIES BASING ON FULL DIALLEL CROSSING
**Tumanyan N.G., Kumeiko T.B., Olkhovaya K.K. COMPARATIVE CHARACTERISTIC** ..... 237
OF GRAIN QUALITY OF RICE VARIETIES OF FOREIGHN AND RUSSIAN BREEDING
GROWN IN CONDITIONS OF KRASNODAR REGION
**Yongrong Liao, Xuewei Zhang, Changqiong Hu, Xufeng Cao, Zhengjun Xu,** ..... 241
Xiaoling Gao, Lihua Li, Jianqing Zhu, Rongjun Chen ISOLATION OF A NOVEL
LEUCINE-RICH REPEAT RECEPTOR-LIKE KINASE (OSLRR2) GENE FROM RICE
AND ANALYSIS OF THIS GENE TO ABIOTIC STRESSES
**Zelenskaya O.V., Maximenko Ye.P. WEEDY RED RICE FORMS (ORYZA SATIVA L.)** ..... 251
AND THEIR CONTROL STRATEGIES IN THE COUNTRIES OF TEMPERATE ZONE

**Zelensky G.L., Zelensky A.G., Romashchenko T.A., Stukalova V.A. BREEDING RICE** ..... 256
FOR ENVIRONMENT-FRIENDLY TECHNOLOGIES
**Zeng Rui, Ye Xiao-ying, Jia Xiao-mei, Zhu Jian-qing, Wang Li, Chen Rong-jun, Luo** ..... 261
Yong-cai, Li Guang-cheng STUDY ON RED SELENIUM-RICH HYBRID RICE BREEDING

# Достижения и перспективы развития селекции и возделывания риса в странах с умеренным климатом

Международная научная конференция

**Материалы конференции**

*Краснодар*, 26 - 27 ноября *2015 года.*

# Achievements and prospects of rice breeding and cultivation in temperate countries

International conference

**Conference Proceedings**

*26-27 November 2015*

Подписано в печать 25.10.15.
Составитель ИП Синяев Д.Н.
Бумага офсетная. Печать ризографическая.
Формат 60x84 1/16. Гарнитура «Times New Roman».
Печатных листов 15.81. Тираж 200 экз. Заказ 350.

Отпечатано с готового оригинала-макета
в типографии Альянс. ИП Зубков В.Л.
420029, РТ, г. Казань, ул. Сибирский тракт 34, корпус 14, офис 23
Тел. +7(843) 267-14-16, 510-97-57

ISBN 978-5-906217-85-1

9 785906 217851