РИСОВОДСТВО
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 1684-2464

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт риса»
Издается с 2002 года
Периодичность – 4 выпуска в год

Журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора наук, на соискание ученой степени кандидата наук. Дата включения издания в перечень – 6 июня 2017 года.

Главный редактор
С. В. ГАРКУША (ВНИИ риса),
д-р с.-х. наук, профессор
Заместитель главного редактора
В. С. КОВАЛЕВ (ВНИИ риса)
д-р с.-х. наук, профессор
Научный редактор
Э. Р. АВАКЯН (ВНИИ риса)
д-р биол. наук, профессор

Редакционная коллегия
И. Б. АБЛОВА (КНИИСХ им. П. П. Лукьяненко), д-р с.-х. наук
Т. Ф. БОЧКО (КубГУ), канд. биол. наук
ДЖАО НЬЯНЛИ (Китай, Ляонинская Академия с.-х. наук) Ph.D
В. А. ДЗЮБА (ВНИИ риса), д-р биол. наук, профессор
Л. В. ЕСАУЛОВА (ВНИИ риса), канд. биол. наук
Г. Л. ЗЕЛЕНСКИЙ (КубГАУ), д-р с.-х. наук, профессор
С. В. КИЗИНЕК (РПЗ «Красноармейский» им. А. И. Майстренко), д-р с.-х. наук
С. В. КОРОЛЕВА (ВНИИ риса), канд. с.-х. наук
П. И. КОСТЫЛЕВ (ФГБНУ «Аграрный научный центр "Донской"»), д-р с.-х. наук, профессор
В. А. ЛАДАТКО (ВНИИ риса), канд. с.-х. наук
Ж. М. МУХИНА (ВНИИ риса), д-р биол. наук
А. Н. ПОДОЛЬСКИХ (Казахский НИИ рисоводства им. И. Жахаева), д-р с.-х. наук
М. А. СКАЖЕННИК (ВНИИ риса), д-р биол. наук
А.И. СУПРУНОВ (КНИИСХ им. П. П. Лукьяненко), д-р с.-х. наук
Н. Г. ТУМАНЬЯН (ВНИИ риса), д-р биол. наук, профессор
Е. М. ХАРИТОНОВ (ВНИИ риса), академик РАН, профессор
М. И. ЧЕБОТАРЕВ (КубГАУ), д-р техн. наук, профессор
А. Х. ШЕУДЖЕН (ВНИИ риса), академик РАН, профессор

Редактор **И. Г. ДОМИНОВА** (ВНИИ риса)
Переводчик **И. С. ПАНКОВА** (ВНИИ риса)

Адрес редакции:
Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия
arrri_kub®mail.ru, «В редакцию журнала».
Научный редактор: тел.: (861) 229-42-66

Свидетельство о регистрации СМИ
№ 019255 от 29.09.1999,
выдано Государственным комитетом РФ по печати.

В журнале публикуются оригинальные статьи проблемного и научно-практического характера, представляющие собой результаты исследований по физиологии, биотехнологии, биохимии, агрохимии; методические рекомендации по использованию сортов в различных почвенно-климатических регионах; сообщения о селекционных и семеноводческих достижениях; рассмотрение производственных и экономических проблем отрасли; а также обзорные, систематизирующие, переводные статьи, рецензии.

RICE GROWING
SCIENTIFIC RESEARCH AND PRODUCTION MAGAZINE

Founder: Federal State Budgetary Scientific Institution "ARRRI"
Published since 2002
Periodicity 4 issues a year

Journal is included into List of Leading peer-reviewed ournals and publications, where basic scientific results of doctoral dissertations and Ph.D. dissertations should be published. Date of issue inclusion into the list – Juny 6th 2017.

Editor-in-Chief
S. V. GARKUSHA (ARRRI)
Dr. Sc. {Agriculture}, professor
Deputy Chief Editor
V. S. KOVALYOV (ARRRI)
Doctor of Agricultural Sciences, professor
Scientific Editor
E. R. AVAKYAN (ARRRI)
Doctor of Biological Sciences, professor

Editorial Board
I. B. ABLOVA (Krasnodar Research Institute of Agriculture named after P. P. Lukianenko), Dr. Sc. {Agriculture}
T. F. BOCHKO (KubSU), Cand. Sc. {Biology}
ZHAO NIANLI (China, Liaonong Academy of Agricultural Science), Ph. D
V. A. DZUBA (ARRRI), Dr. Sc. {Biology}, professor
L. V. ESAULOVA (ARRRI), Cand. Sc. {Biology}
G. L. ZELENSKY (KubSAU), Dr. Sc. {Agriculture}, professor
S. V. KIZINEK (Krasnoarmeysky Rice Growing Pedigree Plant named after A. I. Maystrenko), Dr. Sc. {Agriculture}
S. V. KOROLYOVA (ARRRI), Cand. Sc. {Agriculture}
P. I. KOSTYLEV (SSE "ARC "Donskoy"), Dr. Sc. {Agriculture}, professor
V. A. LADATKO (ARRRI), Cand. Sc. {Agriculture}
Zh. M. MUKHINA (ARRRI), Dr. Sc. {Biology}
A. N. PODOLSKIKH (Kazakh Scientific Research Institute of Rice Growing named after I. Zhakhaev), Dr. Sc. {Agriculture}
M. A. SKAZHENNIK (ARRRI), Dr. Sc. {Biology}
A. I. SUPRUNOV (Krasnodar Research Institute of Agriculture named after P. P. Lukianenko), Dr. Sc. {Agriculture}
N. G. TUMANIAN (ARRRI), Dr. Sc. {Biology}, professor
E. M. KHARITONOV (ARRRI), Academician of Russian Academy of Sciences, professor
M. I. CHEBOTAREV (KubSAU), Dr. Sc. {Engineering}, professor
A. KH. SHEUDZHEN (ARRRI), Academician of Russian Academy of Sciences, professor

Editor **I. G. DOMINOV**A (ARRRI)
Interpreter **I. S. PANKOVA** (ARRRI)

Address:
3 Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia
arrri_kub®mail.ru, «Attn. Editors of the Magazine» Scientific Editor: tel. (861) 229-42-66

Mass Media Registration Certificate
#019255 dd. 29.09.1999, issued by National Press Committee of the Russian Federation.

The magazine features original articles addressing problem areas and applied scientific research results (namely, those related to physiology, biotechnology, biochemistry and agrochemistry); methodological recommendations on the use of rice varieties in various soil and climatic regions; reports on breeding and seed growing achievements; reviews of production and financial issues faced by the industry; overviews, systematizations, translations and reviews of articles.

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

П.И. Костылев, Е.В. Краснова, Е.В. Дубина
Селекция сортов риса, устойчивых к пирикуляриозу, с помощью маркеров 6

И.Н. Чухирь, Л.В. Есаулова, Н.П. Чухирь
Признаки продуктивности и их наследование в гибридах риса 12

П.И. Костылев, Е.В. Краснова, А.В. Аксенов, Э.С. Балюкова
Наследование ряда признаков у гибрида риса Аромарин × YRF-204 16

И.Н. Кудряшов, Д.А. Пономарев, А.В. Михалко, Е.А. Команов
Модификационная изменчивость элементов продуктивности колоса пшеницы мягкой озимой 22

М.В. Илюшко
Регенерационный максимум в андрогенных каллусных линиях риса *Oryza sativa* L. *in vitro* 29

М.А. Скаженник, В.С. Ковалев, В.А. Дзюба, Н.Н. Малышева, И.Н. Чухирь, Е.Е. Иваненко, Т.С. Пшеницына
Холодостойкость в фазу прорастания риса: характеристика генотипов 33

Е.Г. Савенко, Ж.М. Мухина, В.А. Глазырина, Л.А. Шундрина
Микроразмножение селекционно-ценных генотипов подсолнечника, полученных из незрелых зародышей в условиях *in vitro* 39

Г.Л. Зеленский, О.В. Зеленская
Перспективы рационального использования скороспелого сорта риса Азовский 43

А.Г. Рау, А.Ш. Бакирова
Влияние температуры слоя воды рисовых чеков на урожайность риса 48

И.Е. Белоусов
Реакция сортов риса на некорневую подкормку азотом в зависимости от уровня азотного питания 52

Н.Р. Магомедов, А.А. Абдуллаев, Д.Ю. Сулейманов, Ф.М. Казиметова
Ресурсосберегающая безгербицидная технология возделывания риса в Дагестане 57

М.И. Чеботарёв, Е.В. Дьяченко
Обоснование параметров рабочих органов комбинированного кротователя-бороздодела 61

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

И.В. Козлова
Влияние густоты стояния растений на урожай консервных сортов томата 66

СОБЫТИЯ, ФАКТЫ, КОММЕНТАРИИ

Отзыв на книгу А.Х. Шеуджена «Мой учитель — академик Алешин» 73

TABLE OF CONTENTS

SCIENTIFIC PUBLICATIONS

P.I. Kostylev, E.V. Krasnova, E.V. Dubina
Development of blast resistant rice varieties with use of markers 6

I.N. Chukhir, L.V. Esaulova
Productivity traits and their inheritance in rice hybrids 12

P.I. Kostylev, E.V. Krasnova, A.V. Aksenov, E.S. Balyukova
Inheritance of some traits in hybrid rice Aromarin × YRF-204 16

I.N. Kudryashov, D.A. Ponomarev
Modificational variability of elements winter wheat heads productiveness
regenerative maximum in rice androgenic callus lines *Oryza sativa* L. *in vitro* *29*

M.V. Ilyushko
Cold tolerance at the germination stage of rice:
characterization genotypes 33

M.A. Skazhennik, V.S. Kovalyov, V.A. Dzuba, N.N. Malysheva, I.N. Chukhir, E.E. Ivanenko, T.S. Pshenitsyna
Micropropagation of selection-valuable genotypes of sunflower obtained
from immature embryos *in vitro* *39*

E.G. Savenko, J.M. Muhina, V.A. Glazyrina, L.A. Shundrina
Prospects of rational use of early ripening rice variety Azovsky 43

G.L. Zelenskiy, O.V. Zelenskaya
The influence of the temperature of the water layer of rice fields
on the yield of rice 48

A.G. Rau, A.S. Bakirova
Reaction of rice varieties on nitrogen foliar dressing depending
on the level of nitrogen -nutrition 52

N.R. Magomedov, A.A. Abdullayev, D.Y. Suleymanov, F.M. Kazimetova
Resource-saving non-herbicide rice cultivation technology
in Dagestan 57

M.I. Chebotaryov, E.V. Dyachenko
Justification of parameters of working bodies combined browner 61

TABLE OF CONTENTS

SCIENTIFIC PUBLICATIONS

I.V. Kozlova
Impact of plant density on the yield of canning tomato varieties 73

EVENTS, FACTS, COMMENTS

66

УДК 633.18:575.488

П.И. Костылев, доктор с.-х. наук, профессор
Е.В. Краснова, кандидат с-х. наук,
г. Зерноград, Россия
Е.В. Дубина, кандидат биол. наук,
г. Краснодар, Россия

СЕЛЕКЦИЯ СОРТОВ РИСА, УСТОЙЧИВЫХ К ПИРИКУЛЯРИОЗУ, С ПОМОЩЬЮ МАРКЕРОВ

Устойчивость риса к болезням играет важную роль в производстве зерна без использования токсичных фунгицидов. В Аграрном научном центре «Донской» и ВНИИ риса в результате совместной работы были выведены резистентные сорта риса Магнат, Пируэт, Капитан, хорошо приспособленные к местным условиям выращивания. Сорт Магнат несет в своем генотипе гены устойчивости к пирикуляриозу Pi-1 и Pi-2, Пируэт — Pi-1, Pi-2, Pi-33, Капитан — Pi-ta. Период вегетации этих сортов колеблется от 120 до 127 дней. Эти сорта имеют сходный морфотип растений, особенностью которого является компактное вертикальное положение метелки и листьев. Растения высотой 90–100 см, метелка длиной 16–17 см. Среднее количество колосков 140–160 штук. Зерновки овальные, длина зерновки 8,3–9,5 мм, ширина — 3,1–3,6 мм. Масса 1000 зерен Магната — 24,2 г, Пируэта — 31,6 г, Капитана — 35,0 г. Урожайность этих сортов в конкурсном сортоиспытании составила 8,13–9,57 т/га, что существенно выше, чем у стандарта — сорта Южанин.

Ключевые слова: *рис, сорт, количественные признаки, урожайность, устойчивость к пирикуляриозу, конкурсное сортоиспытание.*

DEVELOPMENT OF BLAST RESISTANT RICE VARIETIES WITH USE OF MARKERS

Rice resistance to disease plays an important role in grain production without the use of toxic fungicides. In the Agricultural research center «Donskoy» and All-Russian Rice Research Institute the result of the joint work were bred resistant varieties of rice Magnate, a Pirouette, the Captain is well adapted in kind to local growing conditions. The Magnate variety carries the genes of resistance to Pyricularia oryzae Cav.: Pi-1 and Pi-2, Pirouette — Pi-1, Pi-2, Pi-33, Captain — Pi-ta in its genotype. The vegetation period of these varieties ranges from 120 to 127 days. These varieties have a similar morphotype of plants, a feature of which is a compact, vertical position of the panicle and leaves. Plant height of 90–100 cm, panicle length 16–17 cm. Average number of graines 140–160 pieces. Grains oval, length 8,3–9,5 mm, width of 3,1–3,6 mm. the Mass of 1000 grains Magnate — 24,2 g, Pirouette — 31,6 g, Captain — 35,0 g. The yield of these varieties in the competitive strain testing was 8,13–9,57 t/ha, which is significantly higher than that of the standard Uzhanin.

Key words: *rice, variety, quantitative characteristics, yield, resistance to blast, competitive variety testing.*

Рис, наряду с пшеницей и кукурузой, является важной продовольственной культурой в мире и в России. Основным регионом по производству риса в Российской Федерации является Южный федеральный округ, в котором основная площадь посевов риса находится в Краснодарском крае. На втором месте по объему производства стоит Ростовская область.

Повысить уровень производства товарного зерна риса можно с помощью новых, более урожайных сортов на всех площадях нашей страны, которые вследствие технических причин ограничены. В решении этой проблемы большую роль играют сорта, устойчивые к болезням, которые можно выращивать без использования дорогостоящих и токсичных фунгицидов.

В Аграрном научном центре «Донской», который ранее назывался Донской селекционный центр, селекция риса началась в 1957 году. Здесь было создано много разнообразных сортов, последние из которых: Боярин, Командор, Южанин, Кубояр и Акустик. Эти сорта хорошо показывают себя в регионах с низкой влажностью воздуха, таких, как Ростовская область или Калмыкия, но в Краснодарском крае они значительно снижают свою продуктивность при поражении посевов пирикуляриозом.

Предотвращение поражения рисовых полей пирикуляриозом является результатом комплексной серии рекомендаций, в которых используется несколько различных стратегий управления.

Стратегии борьбы с этой болезнью включают полезные методы, которым настоятельно рекомендуется следовать производителям риса. Севооборот является одним из простых и эффективных приемов. Вторым условием, которое производители риса должны выполнять, это внесение оптимальных доз удобрений под каждый сорт риса, согласно рекомендациям авторов сорта. Чрезмерное использование азотных удобрений увеличивает количество участков, пораженных пирикуляриозом, что уменьшает урожайность. Третьим условием, о котором часто забывают, является поддержание правильного уровня слоя воды для

риса. Известно, что пирикуляриоз в первую очередь развивается на полях, в которых вода опускается ниже рекомендуемых уровней. И, наконец, выращивание толерантных к патогенам сортов, без применения дорогостоящих фунгицидов очень актуально и современно. Генетическая устойчивость — это стратегия, которая позволяет выращивать высокие урожаи риса без потерь и риска, а также получать экологически чистую продукцию, отвечающую требованиям современного потребителя.

В работе B. Divya (2014) были получены гибриды F_1, F_2 от скрещивания между чувствительным к пирикуляриозу высокоурожайным сортом риса ADT 43 и устойчивой изогенной линией (NIL) CT13432–3R, несущей четыре гена устойчивости Pi1, Pi2, Pi33 и Pi54 для изучения природы и величины действия генов устойчивости к болезни и влияния их на урожайность [7]. Модель эпистатического взаимодействия была признана адекватной для объяснения действия генов большинства признаков. Взаимодействие было взаимодополняющим по числу продуктивных побегов, урожайности, величине поражения, площади зараженных листьев и возможной заболеваемости, но для остальных признаков наблюдался двойной эпистаз. Среди генотипов, протестированных в условиях эпифитотии, линии с пирамидированными генами были очень устойчивы к пирикуляриозу по сравнению с индивидуумами с одиночными генами, что указывает на то, что неаллельные гены оказывают комплементарное действие, когда присутствуют вместе. Информация о генетике различных признаков резистентности поможет селекционерам в выборе подходящей стратегии селекции на устойчивость к пирикуляриозу и повышение урожайности риса.

В работе Hua L.X. et al. (2015) ген Pi-39 был успешно интрогрессирован в два элитных сорта с использованием как генотипического, так и фенотипического отбора на основе микросателлитов всего генома [8]. Пять отобранных линий потомства BC_3F_3 показало высокий уровень устойчивости к пирикуляриозу. Их агрономические показатели были такими же хорошими, как у рекуррентных родительских сортов.

Цель исследований

Создание и передача в ГСИ урожайных, устойчивых к пирикуляриозу сортов риса, имеющих высокое качество крупы, хорошо адаптированных к местным условиям.

Материал и методы

Для создания сортов риса использовали внутривидовую гибридизацию между двумя подвидами, беккроссы и индивидуальные отборы растений из расщепляющегося гибридного материала, маркерную селекцию, ПЦР-анализ. В лабораторных и полевых условиях проводили изучение рекомбинантных гибридных форм по хозяйственно-ценным признакам и свойствам.

При создании сортов Магнат и Пируэт использовали донорные линии C101-A-51 (Pi-2), C101-Lac (Pi-1+33) и сорта Боярин и Вираж.

Как исходный материал при выведении сорта Капитан использовали в гибридизации в качестве материнской формы сорт подвида *japonica* Флагман, в качестве отцовской — сорт подвида *indica* IR-36, несущий ген резистентности к пирикуляриозу *Pi-ta*. От их скрещивания и 3-кратного беккроссирования на сорт Флагман создана расщепляющаяся гибридная популяция, из которой были отобраны лучшие продуктивные растения, похожие по морфо-биологическим признакам на сорт Флагман, с комплексом хозяйственно-ценных признаков и свойств. Выделившиеся формы в дальнейшем были изучены по урожайности.

Из отобранных листьев риса выделяли ДНК в лабораторных условиях ВНИИ риса согласно инструкции производителя. В работе применяли микросателлитные и внутригенные маркеры с использованием специфичных праймеров. Для иденификации гена Pi-1 использовали фланкирующие кодоминантные SSR маркеры RM 144 и RM 224, гена Pi-2 — RM 527 и SSR 140, гена Pi-33 — RM 72 и RM 310, ген Pi-ta — Xnpb 088. Они локализованы в хромосомах: 11, 6, 8, 12, соответственно. ПЦР продукты разделяли с помощью электрофореза в 2,5 % агарозном геле.

Полевые наблюдения, учеты и оценки растений на устойчивость к болезням, полеганию и осыпанию зерна вели по методике Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур [1, 4]. Структурный и технологический анализ осуществляли по методике ВНИИ риса и АНЦ «Донской» [5, 6]. Обработку числовых данных делали методом дисперсионного анализа по Доспехову Б.А. [1]. Математическую обработку данных осуществляли при помощи программ Statistica 8.0 и Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

В АНЦ «Донской» совместно с ВНИИ риса, используя маркерную селекцию, удалось перенести три гена резистентности к пирикуляриозу на генетическую основу местных сортов, адаптированных к климату юга России. Многолетние скрещивания дали возможность выделить линии, обладающие генами устойчивости *Pi-1*, *Pi-2*, *Pi-33*. Контроль переноса генов осуществляли с помощью ПЦР-анализа (рис. 1).

В 2013 году был передан на государственное сортоиспытание устойчивый к пирикуляриозу сорт Магнат — первый в России сорт, созданный в АНЦ «Донской» совместно с ВНИИ риса методом маркерной селекции из гибридной популяции (C101-A-51 (Pi-2) × Боярин) × (C101-Lac (Pi-1+33) × Боярин) с переносом двух генов устойчивости к очень опасной болезни — пирикуляриозу (Pi-1 и Pi-2). Авторы сорта: Костылев П.И., Краснова Е.В.,

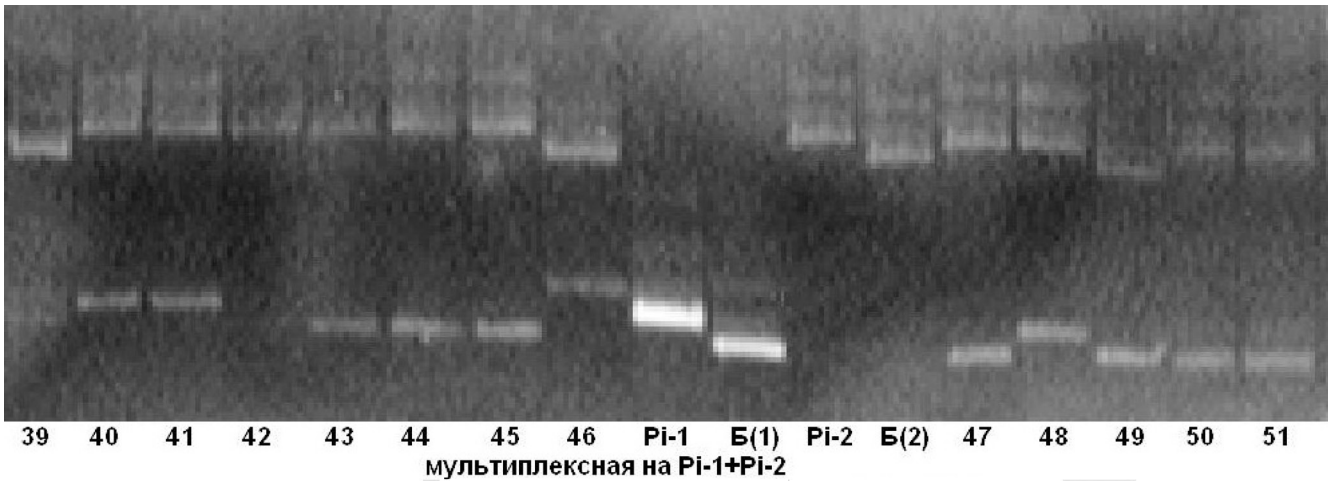


Рисунок 1. Результаты ПЦР-анализа гибридов на наличие гена устойчивости к пирикуляриозу Pi-1 и Pi-2

Примечание: 39–51 — анализируемые растения F_2; Б — сорт-реципиент Боярин; Pi-1 — линия C101 Lac — донор гена Pi-1, Pi-2 — линия C101-A-51 — донор гена Pi-2

Редькин А.А., Репкина Н.В., Мухина Ж.М., Дубина Е.В., Ильницкая Е.Т.

Сорт среднеспелый, вегетационный период — 125 дней. Высота растений 96 см. Метелка прямостоячая, компактная, длиной 17–18 см (рис. 2). Метелка хорошо озернена, несет 180–190 зерен, однако они мелкие (масса 1000 зерен 24,2 г). Колоски овальные, длиной 8,3 мм, шириной 3,1 мм, толщиной 2,2 мм. Стекловидность 94,0 %, пленчатость зерна 22,1 %, выход крупы 69,1%, целого ядра 87,2 %.

В среднем за 2011–2013 гг. урожайность сорта Магнат составила 8,25 т/га, что выше, чем у сорта Боярин на 1,1 т/га. Более высокая урожайность данного сорта формируется за счет крупной метелки, несущей на 70 колосков больше, чем стандарт, и увеличенной густоты стояния за счет повышенной кустистости [2].

На втором этапе работы после гибридизации между собой линий из комбинаций C101-A-51 (Pi-2) × Боярин и C101-Lac (Pi-1+33) × Вираж удалось получить образец, несущий три гена устойчивости риса к пирикуляриозу. В конкурсном испытании этот сорт изучали в 2015–2017 годах, а в 2017 г. передали на ГСИ под названием Пируэт. Авторы сорта: Костылев П.И., Краснова Е.В., Редькин А.А., Калиевская Ю.П., Вожжова Н.Н., Мухина Ж.М., Дубина Е.В.

Сорт Пируэт среднеспелый, вегетационный период — 124 дня. Средняя высота растений — 88 см. Метелка компактная, вертикальная, длиной 17,5 см, несет 160–170 колосков (рис. 3). Зерновки овальные, длиной 8,9 мм, шириной 3,7 мм. Средняя масса 1000 зерен 31,6 г. Стекловидность 94,3 %, пленчатость 21,3 %, выход крупы 72,2 %, целого ядра 78,7 %. В конкурсном испытании урожайность сорта Пируэт составила в среднем за три года 9,57 т/га, что выше стандарта Южанин на 1,13 т/га. Высокая урожайность формируется за счет повышенной озерненности метелки и густого стеблестоя [3].

Рисунок 2. Метелки сорта риса Магнат, 2013 г.

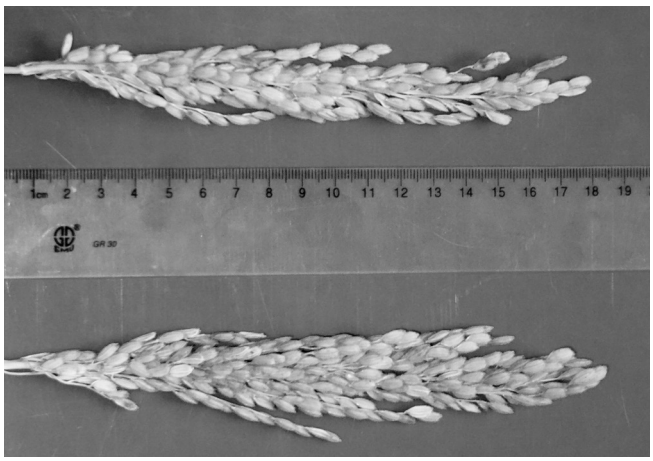


Рисунок 3. Метелки сорта риса Пируэт, 2017 г.

Таблица 1. Биометрические данные сорта Капитан (КП-23), 2016–2018 гг. Краснодар, ВНИИ риса

Сорт	Капитан			Флагман, St		
Годы	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Вегетационный период, дней	117	115	116	117	115	116
Высота растения, см	90	85	87	95	93	90
Количество продуктивных стеблей на растении, шт.	3,2	3,1	3,1	2,3	2,2	2,1
Длина метелки, см	20,5	21,0	20,5	17,0	16,5	17,0
Число выполненных колосков, шт.	150	147	146	135	133	145
Число пустых колосков, шт.	12	12	10	15	12	15
Масса зерна с метелки, г	4,3	4,5	4,7	3,2	3,3	4,1
Масса зерна с растения, г	13,7	14,1	14,6	7,3	7,2	8,7
Масса 1000 зерен, г	28,6	30,9	32,3	23,6	24,5	28,5
Урожайность, т/га	11,0	8,2	9,8	8,2	7,9	7,1

Таблица 2. Характеристика сорта риса Капитан, г. Пролетарск, 2016–2018 гг.

Признаки	Сорта	
	Южанин	Капитан
Урожайность, т/га	7,49	8,13
Прибавка урожайности, т/га	0,00	1,13
Период вегетации, дней	122	120
Высота растений, см	98,0	90,0
Длина метелки, см	19,0	17,0
Количество колосков в метелке, шт.	136	148
Масса 1000 зерен, г	29,2	35,0
Пленчатость, %	21,3	20,6
Выход крупы, %	67,3	71,5
Выход целого ядра, %	78,5	86,4
Стекловидность, %	92,3	93,3

Для создания среднеспелого сорта с геном устойчивости к пирикуляриозу Pi-ta за основу был взят среднеспелый сорт селекции ВНИИ риса Флагман (подвид *japonica*). Этот сорт зарекомендовал себя, как высокоурожайный, но при повышенной влажности воздуха он поражается пирикуляриозом. Для устранения этого недостатка сорт Флагман был скрещен в 2007 году с сортом подвида *indica* Международного института риса IR-36, являющимся донором гена устойчивости к пирикуляриозу *Pi-ta*. Путем трехкратного беккросса получена гибридная популяция, из разнообразия которой в 2011 году удалось выделить элитное растение. На основе элитного растения из гибридной беккроссной популяции в 2018 году был создан и передан на государственное сортоиспытание сорт риса Капитан, несущий ген устойчивости к пирикуляриозу *Pi-ta*. Этот сорт выведен в АНЦ «Донской» совместно с ВНИИ риса. Авторы сорта: Костылев П.И., Краснова Е.В., Дубина Е.В., Рубан М.Г., Сапон Н.Д.

Во ВНИИ риса и в конкурсном испытании в ОС «Пролетарская» Ростовской области этот сорт изучали в 2016–2018 годах.

Сорт среднеспелый, вегетационный период составляет 120 дней. Созревает одновременно со стандартом — сортом Южанин. Биометрические показатели и описание сорта приведены в таблицах 1, 2.

Колосковые и цветковые чешуи окрашены в соломенно-желтый цвет. Ботаническая разновидность — *italica*. Растения формируют компактный куст с вертикальными листьями и метелками (рис. 4). Растения высотой 90 см, на 8 см ниже, чем стандарт Южанин. Метелка полунаклонная, компактная, длиной 17,0 см, на 2 см короче стандарта (рис. 5).

Главные метелки сорта несут 120–150 зерен (рис. 5). Зерновки овальные, удлиненные, длиной 9,5 мм, шириной 3,6 мм (рис. 6). Средняя масса 1000 зерен — 35 г, что на 5,8 г больше, чем у Южанина. Отношение длины зерновки к ширине

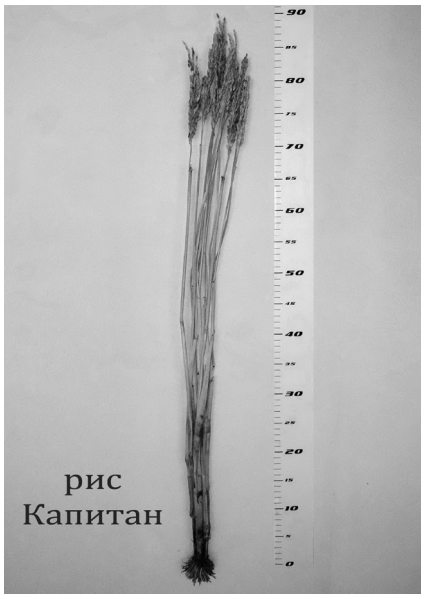


Рисунок 4. Растение сорта риса Капитан

Рисунок 5. Метелки риса Капитан

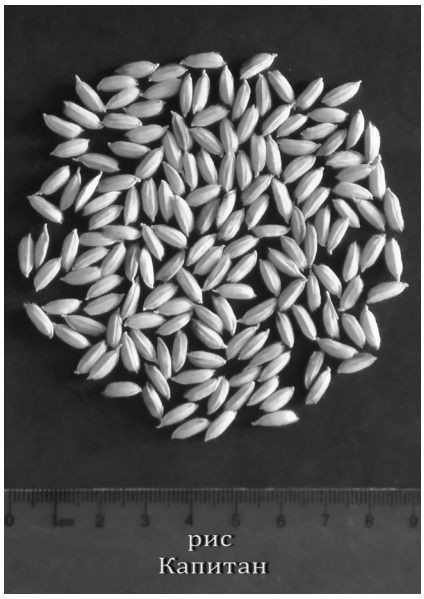


Рисунок 6. Зерновки риса Капитан

2,6. Крупа белая, стекловидность 93,3 %, пленчатость зерна 20,6 %, выход крупы 71,5 %, целого ядра 86,4 %. Сорт устойчив к пирикуляриозу, полеганию и осыпанию.

В среднем за годы конкурсного испытания на Опытной станции «Пролетарская» в Ростовской области сорт Капитан показал урожайность 8,13 т/га, превысив стандарт Южанин на 0,64 т/га. Повышенная урожайность этого сорта формируется благодаря хорошей озерненности метелок и увеличенной массе семян. Сорт устойчив к полеганию и осыпанию, холодостойкий. Устойчивость к пирикуляриозу в полевых условиях выше, чем у стандарта Флагман (таблица 3).

В производственном испытании на Опытной станции «Пролетарская» в Ростовской области в 2018 году на площади 0,05 га он показал урожайность 8 т/га. Производственные испытания свидетельствуют о высокой технологичности сорта Капитан, устойчивости к полеганию и возможности комбайновой уборки напрямую.

Зона возделывания: сорт предложен для использования в с.-х. производстве Северо-Кавказского и Нижневолжского регионов РФ для выращивания по любой принятой технологии.

Расчет экономической эффективности на завершающем этапе селекции показал, что прирост условно чистого дохода при выращивании нового сорта риса к стандарту составляет 9000 руб./га (таблица 4). Рентабельность нового сорта составляет 130 %, что больше, чем у Южанина на 11 %.

Использование сорта Капитан в сельскохозяйственном производстве даст возможность дополнительно произвести более 600 тонн зерна риса с каждых 1000 гектаров на сумму 10 млн. рублей. При этом значительно снизятся затраты на обра-

Таблица 3. Устойчивость сорта Капитан к пирикуляриозу 2015–2018 гг.

Название сорта	Устойчивость, индекс развития болезни (ИРБ), %			
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Флагман, St	75,6	42,2	68,9	53,0
Капитан (КП-23)	15,6	15,6	17,8	15,2

Таблица 4. Оценка экономической эффективности сорта риса Капитан

Сорт	Урожайность, т/га	Затраты руб./га	Условно чистый доход, руб./га	Рентабельность, %	Годовой экономический эффект, руб./га
Южанин, стандарт	7,49	58120	69210	119	–
Капитан	8,13	60000	78210	130	9000

ботку фунгицидами, т.к. можно уменьшить их норму внесения.

Выводы

1. С помощью маркерной селекции выведены среднеспелые сорта риса Магнат, Пируэт, Капитан с генами устойчивости к пирикуляриозу Pi-1, Pi-2, Pi-33, Pi-ta. В конкурсном сортоиспытании они сформировали в среднем за 3 года высокую урожайность, существенно превысив стандартный сорт Южанин.

2. Использование этих сортов в рисоводстве даст возможность производства дополнительной продукции зерна риса более 600 тонн с каждой тысячи гектаров на сумму 10 млн. рублей.

3. Рекомендуется провести исследование агробиологических характеристик сортов Магнат, Пируэт, Капитан в условиях выращивания Северо-Кавказского и Нижневолжского регионов: в Ростовской и Астраханской областях, Краснодарском крае, Калмыкии и Дагестане.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1983. — 351 с.
2. Костылев П.И. Сорт риса Магнат, созданный с помощью биотехнологии / П.И. Костылев, Е.В. Краснова, А.А. Редькин, Н.В. Репкина, Ж.М. Мухина, Е.В. Дубина // Достижения науки и техники АПК, 2015. — 3. — С.10–12.
3. Костылев П.И. Новый устойчивый к пирикуляриозу сорт риса Пируэт / П.И. Костылев, Е.В. Краснова, Ю.П. Тесля, А.В. Аксенов, Л.М. Костылева, Ж.М. Мухина, Е.В. Дубина // Рисоводство, 2018. — №1. — С.28–34.
4. Методика Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. М.: Сельхозиздат, 1985. — 243 с.
5. Сметанин А.П. Методики опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян / А.П. Сметанин, В.А. Дзюба, А.И. Апрод. — Краснодар. — 1972. — 155 с.
6. Костылев П.И. Методы селекции, семеноводства и сортовой агротехники риса: монография / П.И. Костылев. — Ростов н/Д: ЗАО «Книга», 2011. — 288 с.
7. Divya B. Gene interactions and genetics of blast resistance and yield attributes in rice (*Oryza sativa* L.) / B. Divya, A. Biswas, S. Robin, R. Rabindran, A.J. Joel // Journal of Genetics, 2014. — Vol. 93. — No.2. — P. 415–424.
8. Hua L.X. Development of a marker specific for the rice blast resistance gene Pi39 in the Chinese cultivar Q15 and its use in genetic improvement / L.X. Hua, L.Q. Liang, X.Y. He, L. Wang, W.S. Zhang, W. Liu, X.Q. Liu, F. Lin // Biotechnology & Biotechnological Equipment, 2015. — 29:3. — P. 448–456.

Павел Иванович Костылев
Гл. научн. сотр. лаборатории селекции и семеноводства риса,
E-mail: p-kostylev@mail.ru

Елена Викторовна Краснова
Вед. научн. сотр. лаборатории селекции и семеноводства риса

Все: ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», Научный городок, 3, г. Зерноград, Ростовская обл., 347740, Россия

Елена Викторовна Дубина
Зав. лабораторией биотехнологии и молекулярной биологии
ФГБНУ «ВНИИ риса»
Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия

Pavel I. Kostylev
Chief researcher of the laboratory of breeding and seed production of rice,
E-mail: p-kostylev@mail.ru

Elena V. Krasnova
Leading researcher of the laboratory of breeding and seed production of rice

All: FSBSI «Agricultural research centre «Donskoy», Nauchnyi gorodok, 3, Zernograd, Rostov region, 347740, Russia

Elena V. Dubina
Head of the laboratory of biotechnology and molecular biology
FSBSI «All-Russian Rice Research Institute»
Belozerny, 3, Krasnodar, 350921, Russia

УДК 633.18:575.1:631.559

И.Н. Чухирь, к.с,-х.н.,
Л.В. Есаулова, к. б. н.
Н.П. Чухирь,
Краснодар, Россия

ПРИЗНАКИ ПРОДУКТИВНОСТИ И ИХ НАСЛЕДОВАНИЕ В ГИБРИДАХ РИСА

Крупяная культура высоких, гарантированных самой природой урожаев- это рис. В отечественном рисосеянии, в последние годы произошли огромные сдвиги , но, несмотря на это, имеется ещё немало нерешённых актуальных проблем. Одной из таких проблем является создание высокоурожайных сортов.

Успех селекции в значительной степени зависит от наличия генетически разнообразного исходного материала с широкой реакцией на изменение условий внешней среды, его изученности и правильного подбора; а также выявлении новых источников ценных признаков и свойств, среди экологически отдаленных агроэкотипов, которые обогащают генетический потенциал отечественных сортов. На создание высокоурожайного сорта огромное влияние оказывают хозяйственно важные признаки: высота растений, общая и продуктивная кустистость, число колосков и зёрен в метёлке, крупность зерна, масса 1000 зёрен и т.д. Изучение наследования количественных признаков составляющих основные элементы структуры урожая, — одна из наиболее важных задач, решение которой необходимо для ускорения селекционного процесса. Наследование любого признака часто определяется исследователями по величине коэффициента доминантности [7, 9]. В исследовании поставлена задача по значениям коэффициентов доминантности, изучить наследование количественных признаков риса, контролирующее продуктивность растений. Во втором поколении гибридные комбинации 3181, 3183, 3215, 3225, 3247 проявили сверхдоминирование по признакам контролирующих урожайность, в связи с чем они рекомендуютя для использования в качестве родительских в селекционный процессе. Показана возможность по значениям изученных признаков в первом поколении прогнозировать высокую продуктивность каждого растения.

Ключевые слова: *рис, родитель, гибрид, сорт, наследование, доминирование, признак.*

PRODUCTIVITY TRAITS AND THEIR INHERITANCE IN RICE HYBRIDS

Rice is a grain crop of high yields guaranteed by the nature itself. In domestic rice cultivation, in recent years there have been enormous shifts, but despite this, there are still a lot of unsolved actual problems. Developing high-yielding varieties is one of such problems. The success of breeding largely depends on the availability of genetically diverse initial material with a wide response to change of environmental conditions, its study and proper selection; as well as the identification of new sources of valuable traits and properties, among ecologically remote agro-types that enrich the genetic potential of domestic varieties. Development of high-yielding variety is greatly influenced by economically valuable traits: plant height, total and productive tillering, the number of spikelets and grains in the panicle, grain size, weight of 1000 grains, etc. In modern biological science of inheritance, there is still the question of the inheritance of quantitative traits. The study of the inheritance of quantitative traits constituting the main elements of the yield structure is one of the most important tasks, the solution of which is necessary to accelerate the breeding process. Inheritance of any trait is often determined by researchers by the magnitude of the dominant. The study tasked with the values of the coefficients of dominance, to study the inheritance of rice quantitative traits, controlling the productivity of plants. In the second generation, hybrid combinations 3181, 3183, 3215, 3225, 3247 showed overdominance on the traits controlling yield, and therefore they are recommended for use as parents in breeding process. The possibility of predicting the high productivity of each plant by the values of the studied traits in the first generation is shown.

Key words: *rice, parent, hybrid, variety, inheritance, dominance, trait.*

Введение

Большое значение для селекции имеет необходимость знать поведение гибридов и закономерности наследования хозяйственно-ценных признаков у растений риса и их изменчивость. Наследование -это закономерность передачи родительских признаков и свойств потомству, а наследуемость является материалом генотипической изменчивости.

Гибридные популяции формируют высоко гетерозисные растения, обладающие повышенными значениями по отношению к родительским особям. Настоящим гетерозисом принято считать только те случаи, когда средняя величина гибрида первого поколения по данному признаку выходит за границы среднего значения лучшей родительской формы. Эффектом трансгрессии принято называть появление в гибридной популяции растений значительно превосходящих родительские формы [1, 7]. При индивидуальном отборе селекционеры всегда используют трансгрессивные генотипы в качестве исходного материала для селекционных целей. Успех селекционной работы в значительной мере определяется глубоким анализом признаков, имеющихся у родительских форм, передачей их ги-

бридному потомству, а так же закономерностями изменчивости во втором и последующих поколениях. Многие селекционеры проводят индивидуальные отборы, начиная с третьего поколения, но это затягивает селекционный процесс. Из литературных источников известно, что доля гомозигот независимо наследуемым признакам, которые подвергаются отбору [12] возрастает из поколения в поколение (в F_2 — 50%, F_3 — 75 %, в F_4 — 87 %), а доля гетерозигот уменьшается. В четвёртом поколении их будет 12,5% от общего числа растений.

Основным методом создания исходного и селекционного материала многие годы, является гибридизация [2]. Родительские формы, включаемые в гибридизацию должны обладать комплексом количественных и качественных признаков, характеризующих будущий сорт. Каждый признак контролируется необходимыми генами или комплексом генетических факторов, составляющих генотип создаваемого сорта [4, 5, 7, 9].

Последние годы при селекции новых сортов риса приоритет отдаётся включению в скрещивания генотипов с использованием родительских особей, обладающих ценными генами устойчивости к абиотическим и биотическим факторам среды. В гибридных комбинациях можно получить высокие значения таких характеристик, используя для этих целей образцы или сорта с альтернативными признаками, рассматривая это как результат комплексного взаимодействия в гибридном организме генетических, цитоплазматических, биохимических и физиологических факторов [1].

Цель исследований

По значениям коэффициентов доминантности, изучить наследование количественных признаков риса, контролирующее продуктивность растений.

Материалы и методы исследований

С использованием подобранных родительских форм проведена круглогодичная гибридизация и получены гибриды F_1 [3.8.10]. После созревания се-

Таблица 1. Характеристика гибридов риса F_1 и F_2 по наследованию морфологических признаков (2018 г.)

№ комбинации	Название	Символы	Высота растений, см	hp	Длина главной метёлки, см	hp	Кустистость, шт	hp	Ширина флагового листа, см	hp
3181	Cammeo	♀	60,9		14,4		2,4		1,0	
	Л (сортооб. Бразилия/Новатор)	♂	65,6		17,2		3,9		2,0	
	Cammeo/Л (сортооб./Новатор)	F_1	84,9		17,1		3,9		2,0	
	Cammeo/Л (сортооб./Новатор)	F_2	100,4	9	19,7	0,9	2,5	-0,7	1,05	-0,9
3183	Нембо	♀	64,3		16,2		2		1,0	
	СП121–15	♂	80,4		14,1		2,1		1,4	
	Нембо / СП121–15	F_1	80,5		15,5		3,0		1,4	
	Нембо / СП121–15	F_2	86,7	1,7	15,5	0,36	3,7	-0,25	1,,0	-0,85
3215	Магнат	♀	68,6		12,1		3,0		1,1	
	ВНИИР 9678	♂	66,6		10,8		2,0		1,0	
	Магнат /ВНИИР 9678	F_1	80,5		15,2		3,0		1,0	
	Магнат /ВНИИР 9678	F_2	102,0	34,4	16,5	7,6	3,6	-2,2,7	1,0	0,2
3225	Карбор	♀	79,7		16,3				1,69	
	Исток	♂	77,7		16,0				1,48	
	Карбор / Исток	F_1	87,2		16,7				1,97	
	Карбор / Исток	F_2	99,7	20	15,4	-3,9		0,71	1,0	-5
3247	Феномен	♀	72,3		15,9				1,29	
	СП 121–15	♂	73,0		17,0				0,92	
	Феномен/СП121–15	F_1	78,6		16,6				1,2	
	Феномен/СП121–15	F_2	84,9	30,7	16,4	-0,15		3,23	1,0	-0,52

мян гибридов был сделан биометрический анализ тех комбинаций, которые показали гетерозисный эффект визуально, в сравнении с родительскими формами. Из 150 репродуцируемых гибридных комбинаций отобрали 30, которые в дальнейшем были изучены. В результате изучения, отобрали 6 гибридных комбинаций, которые высевались в гибридном питомнике старших поколений в поле. Длина делянок составляла 15 м^2. В процессе изучения, некоторые комбинации выбраковывались.

Результаты исследований

Для проведения биометрического анализа из каждой гибридной комбинации было отобрано по 15 растений. Изучались гибриды первого и второго поколений в сравнении с родительскими формами. Биометрический анализ комбинаций по высоте растений, длине главной метёлки, количеству зерен в метёлке, пустозёрности, массе зерна с главной метёлки и с растения показал, что все изучаемые гибриды по многим признакам превосходили не только лучшие родительские формы, но и гибриды первого поколения.

Высота растений это важный признак, он не является непосредственным элементом продуктивности, но оказывает значительное влияние на их устойчивость к полеганию. Это генетически детерминированный признак, который может изменяться от условий выращивания, а также тесно связан с количеством узлов и длиной междоузлий [4.6]. Высокорослые сорта способны формировать повышенную урожайность, однако часто их растения склонны к полеганию. В полегшей массе создается микроклимат с повышенной влажностью и зерновки нередко начинают прорастать. Это явление снижает технологические и посевные качества семян, приводит к потерям урожая. В связи с этим селекционная работа направлена на уменьшение высоты растения. Сорта риса, созданные в последние три десятилетия, имеют ко-

Таблица 2. Характеристика гибридов риса F_1 и F_2 по наследованию признаков контролирующих урожайность (2018 г.)

№ комбинации	Название	Символы	Число зёрен с главной метёлки, шт	hp	Масса зерна с главной метёлки, г	hp	масса зерна с растения, г	hp
3181	Cammeo	♀	62,5		1,9		3,6	
	Л (сортооб. Бразилия/Новатор)	♂	87,1		1,8		4,1	
	Cammeo/Л (сортооб./Новатор)	F_1	89,5		2,2		4,6	
	Cammeo/Л (сортооб./Новатор)	F_2	126,8	4,2	4,9	1,5	8,6	17,4
3183	Нембо	♀	83,2		2,0		3,6	
	СП121–15	♂	92,0		1,8		3,9	
	Нембо / СП121–15	F_1	100,8		2,7		5,9	
	Нембо / СП121–15	F_2	125,5	8,6	3,8	2,1	10,7	3,6
3215	Магнат	♀	77,9		1,9		4,1	
	ВНИИР 9678	♂	70,9		1,7		3,9	
	Магнат /ВНИИР 9678	F_1	91,3		2,1		5,9	
	Магнат /ВНИИР 9678	F_2	139,2	18,5	4,1	24,7	11,2	7,2
3225	Карбор	♀	79,2		2,0		4,0	
	Исток	♂	105,5		2,1		4,1	
	Карбор / Исток	F_1	121,8		3,5		7,5	
	Карбор / Исток	F_2	116,5	1,83	3,8	3,5	8,9	12,2
3247	Феномен	♀	80,5		1,7		3,5	
	СП 121–15	♂	86,3		1,9		3,1	
	Феномен/СП121–15	F_1	88,0		2,1		4,0	
	Феномен/СП121–15	F_2	112,4	10	3,9	3,4	8,8	3,4

роткие и прочные стебли, что способствует высокой урожайности, устойчивости к полеганию, резистентности болезням и формированию хорошего качества. По высоте растений коэффициент доминантности варьировал от полного доминирования 1,7 до сверхдоминирования 34,4 (таблица 1). Во втором поколении изменчивость высоты растений была более высокая, чем в первом. Это связано с эффектом трангрессии.

По признаку длины метелки гетерозис проявлялся в двух комбинациях. Наибольшее значение коэффициента доминантности было в комбинации 3215–7,6. Сравнивая гибриды первого и второго поколений можно сказать, что длина метелки имела меньший размах варьирования, чем высота растений.

Среди зерновых культур рис обладает более высокой способность к образованию продуктивных стеблей. Во втором поколении все гибридные комбинации показали отрицательное доминирование от частичного до сверхдоминирования.

По ширине флагового листа отрицательное сверхдоминирование было в комбинации 3225.

Изученные гибридные комбинации показали сверхдоминирование как в первом, так и во втором поколении по признакам «число зерен с главной метёлки», «масса зерна с главной метёлки», «масса зерна с растения». Поэтому их целесообразно использовать в селекции для создания высокоурожайных сортов.

Выводы

В связи с тем, что усреднённое значение гетерозиса у всех изученных гибридных комбинаций в первом поколении по 5–ти признакам превосходило 100 %, возможно по значениям изученных признаков в первом поколении прогнозировать высокую продуктивность каждого растения.

Во втором поколении гибридные комбинации 3181, 3183, 3215, 3225, 3247 проявили сверхдоминирование по признакам контролирующих урожайность, поэтому их можно рекомендовать для использования в качестве родительских особей и для посева в селекционном питомнике, что в значительной степени сократит селекционный процесс.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Брюбейкер, Д.Ж. Сельскохозяйственная генетика / Д.Ж.Брюбейкер. — М: Колос, 1966. — С. 237.
2. Сметанин, А.П. Методика опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса / А.П. Сметанин, В.А. Дзюба, А.И. Апрод. — Краснодар, 1972, 40 с.
3. Лось, Г.Д. Перспективный способ гибридизации риса / Лось Г.Д. // Сельскохозяйственная биология. — 1987, № 12. — С. 107–109.
4. Дзюба, В.А. Генетика риса / В.А.Дзюба. — Краснодар: Изд-во КГАУ, 2004. — 285 с.
5. Жученко, А.А. Адаптивная система селекции растений / А.А.Жученко. — М., 2001. — С. 808.
6. Дзюба, В.А. Многофакторные опыты и методы биометрического анализа экспериментальных данных / В.А. Дзюба. — Краснодар, 2007. — 76 с.
7. Кольрейтер, И. (1760), цит. по Ч. Дарвину. Происхождение видов, 1937.
8. Чухирь, И.Н. Диссертация на соискание учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук / И.Н.Чухирь-Краснодар, 2003. — С. 1–150.
9. Дзюба, В.А. К методике проведения гибридологического анализа гибридов зерновых культур / В.А.Дзюба, Л.В. Есаулова, И.Н.Чухирь // Зерновое хозяйство России. — 2012. — №3(21). — С. 8–13.
10. Чухирь, И.Н. Сложные скрещивания и подбор родительских пар — важный этап при создании новых сортов риса / И.Н. Чухирь, Л.В. Есаулова. — Краснодар, 2016. — С. 250–252.
11. Элиот Ф. Селекция растений и цитогенетика / Ф. Элиот. — М.: ИЛ.,1961. — С. 447.
12. Griffing, B.A. A Generalized treatment of the use of diallel crossis in guantative inberitame / B.A. Griffing. Heredity. — 1956. — № 10. — P. 31–50.

Ирина Николаевна Чухирь
Вед. научн. сотр., руководитель группы исходного материала отдела селекции

Любовь Владимировна Есаулова
Вед. научн. сотр., руководитель

Все: ФГБНУ «ВНИИ риса»
Белозёрный, 3, Краснодар, 350921, Россия,
E-mail: arrri_kub@mail.ru

Николай Петрович Чухирь
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина»,
ул. Калинина, 13 Краснодар, 350044, Россия

Irina N. Chukhir
Leading researcher, group of hybridization, breeding department

Lubov V. Esaulova
Leading researcher

All: Russian Rice Research Institute
3 Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia
E-mail: arrri_kub@mail.ru

Nikolay P. Chukhir
Student, FSBEI of Higher education «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin»,
Kalinina, 13, Krasnodar, 350044, Russia

УДК 575.1:633.18

П.И. Костылев, д-р с.-х. наук, профессор,
Е.В. Краснова, канд. с.-х. наук,
А.В. Аксенов, агроном
Э.С. Балюкова, лаборант
г. Зерноград, Россия

НАСЛЕДОВАНИЕ РЯДА ПРИЗНАКОВ У ГИБРИДА РИСА АРОМАРИН × YRF-204

Рис может формировать не только обычный эндосперм, но и ароматный. Во всех ароматических сортах риса присутствует 2-ацетил-1-пироллин. Ароматические сорта риса «Басмати» из Индии и «Жасмин» из Таиланда высоко ценятся на международном рынке. Статья посвящена созданию новых ароматических линий риса на основе гибрида Аромарин × YRF-204. Цель работы — создание новых линий риса с ароматным зерном. Исследования проводили в 2018 году на полях Опытной станции «Пролетарская» Ростовской области. Проведен генетический анализ варьирующих количественных признаков. Расщепление по наличию аромата проходило по дигибридной схеме по типу рецессивного эпистаза в соотношении 9:7. Аромат формировался при наличии в генотипе хотя бы одного из двух рецессивных генов fgr1 и fgr2. По высоте растений и длине метелки доминирование отсутствовало, расщепление происходило по моногибридной схеме в соотношении 1:2:1, родительские формы различались по аллельному состоянию одной пары генов. По числу колосков на метелке установлено частичное доминирование меньшей величины признака и моногибридное расщепление в соотношении 3:1. По признаку «масса 1000 зерен» наблюдалось взаимодействие трех пар генов, перекомбинирование которых привело к гетерозису и появлению трансгрессивных форм с более крупными зерновками. Отобраны лучшие среднеспелые формы, сочетающие в себе компактную прямостоячую метелку и ароматные зерновки, создан исходный материал для практической селекции.

Ключевые слова: *рис, гибрид, аромат, наследование, количественные признаки, селекция.*

INHERITANCE OF SOME TRAITS IN HYBRID RICE AROMARIN × YRF-204

Rice can form not only the usual endosperm, but also aroma. In all aromatic rice varieties, the substance is 2-acetyl-1-pyrollin. Aromatic rice varieties «Basmati» from India and «Jasmine» from Thailand are highly valued in the international market. The article is devoted to the creation of new aromatic rice lines based on the Aromarin × YRF-204 hybrid. The purpose of research is to create new rice lines with fragrant grains. Investigations were carried out in 2018 on the fields of the Proletarskaya Experimental Station of the Rostov Region. Conducted a genetic analysis of varying quantitative traits. Splitting by the presence of aroma was carried out according to the dihybrid scheme by the type of recessive epistasis in the ratio 9:7. The aroma was formed when there was at least one of the two recessive genes fgr1 and fgr2 in the genotype. Dominance was absent in plant height and panicle length, splitting occurred in a monohybrid scheme at a ratio of 1:2:1, and the parental forms differed in the allelic state of one pair of genes. According to the number of spikelets on the panicle, the dominance of the smaller size of the trait and monohybrid splitting in a ratio of 3:1 was established. On the basis of the "mass of 1000 grains", interaction of three pairs of genes was observed, the recombination of which led to heterosis and the appearance of transgressive forms with larger grains. The best mid-ripening forms, combining a compact erect panicle and fragrant grains, were selected, and the initial material for practical selection was created.

Key words: *rice, hybrid, aroma, inheritance, quantitative traits, selection.*

Рис (*Oryza sativa L.*) — одна из важнейших зерновых культур в мире. Большинство сортов риса формируют зерна без запаха, но некоторые имеют специфический аромат. Ароматный рис представляет собой небольшую, но особую подгруппу дорогого риса с характерным ароматом. Потребители во всем мире предпочитают такой рис из-за его аромата, текстуры и вкуса. Аромат является важным атрибутом качества риса и является ключевым фактором, определяющим его высокую рыночную стоимость. Среди различных групп ароматических сортов риса «Басмати» из Индии и «Жасмин» из Таиланда занимают видное место на международном рынке. Кроме того, существует большое количество сортов ароматического риса в Индии и Юго-Восточной Азии. Однако большинство ароматических сортов риса имеют низкую урожайность и необходимо существенно повысить их производственный потенциал, принимая во внимание связь между компонентами, которые способствуют урожайности [13].

Из более 200 летучих соединений в зерне риса, основным, присутствующим практически во всех ароматических сортах риса, является 2-ацетил-1-пироллин (2-АР). Тем не менее, существуют значительные различия в типе и интенсивности аромата в различных группах ароматических сортов риса [12].

Информация о генетике аромата риса способствует выведению новых высокоурожайных арома-

тических сортов риса с высоким качеством крупы. Первоначально сообщалось, что аромат риса контролируется одним доминантным геном с расщеплением в соотношении 3:1. Впоследствии Jodon (1944) опроверг это наблюдение и сообщил, что аромат риса контролируется одним рецессивным геном (*fgr*), сегрегация в соотношении 1:3. Сообщалось также о 9:7 [16] и 15:1 [9].

Рецессивный ген (*fgr*) на хромосоме 8 контролирует аромат риса. Неповрежденная FGR аллель кодирует бетаин альдегид-дегидрогеназу у обычного риса, тогда как ароматный рис содержит делецию 8 п.н., которая преждевременно прекращает трансляцию гена. Это приводит к изменению биосинтетических путей, в результате чего накапливается 2-ацетил-пирролин, дающий аромат [11].

Генетические исследования позволили выявить 3 локуса количественных признаков (QTL), контролирующих экспрессию аромата. Из трех картированных QTL аромата, *qaro 8.1*, расположенный на хромосоме 8, является наиболее значимым. Точно так же, специфический аллель гена BADH1, расположенный на хромосоме 4 внутри QTL *qaro 4.1*, показывает связь с ароматическими сортами риса. Ген, лежащий в основе QTL *qaro 3.1* на хромосоме 3, пока не расшифрован. Для основного QTL на хромосоме 8 были разработаны молекулярные маркеры, после чего селекция ароматических сортов риса с помощью маркеров стала реальностью [8].

Высота растений риса тесно связана с устойчивостью к полеганию, которая влияет на урожайность и качество зерна. В более ранних исследованиях по наследованию высоты растений у риса в основном рассматривались короткие и длинные типы стебля, указывающие на наличие отдельных генов. В скрещиваниях между короткостебельными и высокорослыми сортами расщепление в F_2 происходило в соотношении 3:1. Высокий стебель доминирует над коротким и контролируется одним основным геном [17].

Длина метелки и ее плотность имеют большое значение для формирования зерновой продуктивности растений. Результаты, полученные с использованием мутантов, показали, что длина метелки регулировалась малым числом генов. Установлено, что признак длинной метелки доминирует над короткой; большое количество колосков и первичных веточек на метелке доминирует над альтернативными низкими значениями [14]. Исследования ряда мутантов открыли некоторое количество генов, участвующих в регулировании формирования метелки. Кроме того, есть локус количественных признаков *Ghd7*, который оказывает большой плейотропный эффект на число зерен в метелке, дату выметывания и высоту растения [18].

Поскольку зерно риса развивается внутри цветковых чешуй, размер и форма зерна определяются ими. Размер зерна может быть определен по массе, объему или длине, но длина зерна является наиболее адекватным признаком для анализа наследования размера зерна из-за высокой наследуемости признака. У обычных сортов размер зерна обычно контролируется полигенами. У сортов с необычно большими или мелкими зернами и у мутантов размер зерна контролируется основными генами. Доминантный ген мелкого зерна *Mi* уменьшает массу ядра до 2/3 от нормы. Не полностью доминантный ген крупного зерна *Lk-f* увеличивает массу зерновки в 1,4 раза [15].

Во многих странах выведены ароматические сорта риса. Появились они и во ВНИИ риса, например, Аромир [6], Смуглянка [7]. В АНЦ «Донской» также проводится работа в этом направлении, поэтому анализ наследования признаков у гибридов от скрещивания таких сортов является актуальным.

Цель исследования

Создание новых ароматических линий риса. В этой селекционной программе основные задачи — подбор исходного материала с нужными генами, гибридизация для объединения нужных генов в одном генотипе, генетический анализ варьирующих количественных признаков, влияющих на зерновую продуктивность риса и отбор лучших рекомбинантных форм, сочетающих в себе компактную прямостоячую метелку и ароматное зерно, создание исходного материала для практической селекции.

Материалы и методы

Материалом исследования послужили гибридные растения второго поколения от скрещивания сортов Аромарин и YRF-204. Оба ароматные, но различного происхождения.

Среднеспелый сорт Аромарин — выведен в АНЦ «Донской» из гибрида от скрещивания Ароматный × Боярин [4]. Подвид *japonica*, разновидность *nigro-apiculata*, средняя высота растений — 100–110 см. Метелка вертикальная, компактная длиной 13–14 см, количество колосков в метелке — 100–120 шт. Длина зерновки 8,4 мм, ширина — 3,5 мм, отношение l/b — 2,4. Масса 1000 зерен — 30–32 г. У позднеспелого австралийского сорта YRF-204 (подвид *indica*) растения короткостебельные, высота 70–80 см. Метелка поникающая, развесистая, длиной 14–18 см. Количество колосков в метелке — 120–140 шт. Длина зерновки 10,0 мм, ширина — 3,0 мм, отношение l/b — 3,3. Масса 1000 зерен — 27–28 г.

Исследования проводили в 2018 году на полях Опытной станции «Пролетарская» в Ростовской области. При закладке опытов руководствовались методикой полевого опыта [2]. Гибридизацию проводили твел методом с помощью вакуумного насоса DS-8. Анализ запаха и вкуса зерновок гибридов второго поколения проводили органолептически по методике АНЦ «Донской» [3]. Математическую обработку данных исследований проводили с использованием программы Statistica 6. Для генетического анализа призна-

Таблица 1. Наследование окраски зерна у гибрида F_2 Аромарин × YRF-204 (2018 г.)

Запах зерна	Генная формула	Расщепление		Доля генотипа
		фактическое	теоретическое	
Отсутствует	*Fgr1_ Fgr2_*	236	239,6	9
Имеется	*Fgr1_ fgr2 fgr2 fgr1 fgr1 Fgr2 _ fgr1 fgr1 fgr2 fgr2*	190	186,4	7
Сумма:		426	426	16

$\chi^2 = 0,12; 0,70 < P < 0,80$.

Таблица 2. Наследование количественных признаков у гибрида риса Аромарин × YRF-204 (2018 г.)

Признаки	Величины признаков			Степень доминирования
	Аромарин	YRF-204	F_2	
Высота растений, см	91,2	65,7	78,3	-0,01
Длина метелки, см	10,1	16,0	13,0	-0,02
Число колосков на метелке, шт.	77,7	126,7	91,6	-0,43
Масса 1000 зерен, г	31,3	27,6	33,0	1,92

ков использовали компьютерную программу поиска моделей расщепления Полиген А (Мережко А.Ф., 2005) [5]. Степень и частоту трансгрессии рассчитывали по формулам Воскресенской Г.С. и Шпота В.И. [1].

Результаты и их обсуждение. В наших исследованиях при скрещивании ароматических сортов Аромарин и YRF-204 в F_1 формировалось зерно без запаха. Этот тест на аллелизм свидетельствует о том, что гены аромата данных сортов находились в разных локусах. Второе поколение расщепилось на два класса. Из 426 проанализированных растений аромат отсутствовал у 236, присутствовал — у 190 (табл. 1). Различия между родительскими сортами заключались в аллельном состоянии генов *Fgr1* и *Fgr2*, у Аромарина генная формула — *Fgr1 Fgr1 fgr2 fgr2*, у YRF-204 — *fgr1 fgr1 Fgr2 Fgr2*, причем рецессивные аллели генов определяли аромат зерна.

Расщепление происходило по дигибридной схеме по типу рецессивного эпистаза в соотношении 9:7. Запах зерновки отсутствовал при наличии в генотипе двух доминантных генов *Fgr1* и *Fgr2*, аромат определялся остальными комбинациями генов. По-видимому, у обоих сортов имелись различные локусы аромата, которые в рецессивном состоянии независимо друг от друга определяли формирование этого признака. Большая часть образцов имели запах и вкус типа Жасмин, при этом зерновки 27 растений (1/16 часть) имели очень сильный запах и вкус типа Басмати. Сочетание двух рецессивных аллелей в гомозиготном состоянии у 6,25 % растений привело к усилению запаха.

Изучение ряда количественных признаков показало различные варианты наследования (табл. 2).

По признаку «высота растений» родительские формы значительно различались, в среднем на 25,5 см (рис. 1). У сорта Аромарин она составила в данном опыте 91,2 см, у сорта YRF-204 — 65,7 см. У гибрида среднее значение высоты было промежуточным (78,3 см). Кривая распределения частот (далее КРЧ) гибрида была симметричной и находилась в пределах изменчивости родительских форм, ее вершина находилась посередине между таковыми исходных сортов.

Это указывает на отсутствие доминирования данного признака (hp = -0,01). Анализ данных в программе Полиген А позволил установить, что исходные родительские формы различались по аллельному состоянию одной пары генов, рекомбинация которых привела к расщеплению в соотношении 1:2:1, каждый доминантный аллель удлинял стебель на 12,8 см.

Средняя длина метелки сорта Аромарин составила 10,1 см, YRF-204 — 16,0 см, гибрид был близок к среднему значению признака между ними, длина его метелки составила в среднем 13,0 см. КРЧ гибрида имела одновершинную конфигурацию и находилась в пределах изменчивости исходных родительских форм, при этом его вершина находилась между вершинами сортов, взятых в скрещивание. Степень доминирования составила hp = -0,02, т.е. доминирование отсутствовало. Генетический анализ выявил моногенные различия родительских сортов и расщепление в соотношении 1:2:1 (рис. 2). Сила гена составила 5,9 см.

По признаку «число колосков» исходный родительский сорт Аромарин (77,7 шт.) уступал YRF-204 (126,7 шт.) на 49 штук (рис. 3).

КРЧ гибрида и сорта YRF-204 имели правостороннюю асимметрию, наблюдалось выщепление небольшого числа более озерненных форм, до 200 шт. Степень доминирования составила -0,43, что свидетельствует о частичном доминировании меньшей величины признака. Расщепление было моногибридным в соотношении 3:1. Сила гена — 49 колосков.

По признаку «масса 1000 зерен» исходные родительские формы различались на 3,7 г, у Аромарина 31,3 г, у YRF-204 — 27,6 г (табл. 2). Масса 1000 зерен в F_2 варьировала в пределах от 24 до 43 г (в среднем 33 г). КРЧ гибрида была трехвершиной, причем две находилась в одних классах с родительскими формами, а одна расположилась справа (рис. 4). При этом наблюдалось сверхдоминирование больших значений признака (hp = 1,92).

Происходило выщепление значительного числа более крупнозерных форм, что указывает на трансгрессивное расщепление. Степень трансгрессии составила 22,9 %, частота — 32,2 %. В данном случае наблюдалось взаимодействие трех пар генов, причем у каждой родительской формы были и рецессивные, и доминантные аллели, но в разных локусах. Их перекомбинирование привело к гетерозису и появлению форм с более крупными зерновками, что позволит создать ароматный сорт риса нового типа.

В таблице 3 представлена характеристика выделившихся форм F_2, которые сочетают оптимальную высоту растения, повышенные количество колосков в метелках и массу 1000 зерен, а также аромат. Эти формы были отобраны для посева третьего поколения в гибридном питомнике для дальнейшего изучения. Образцы ранжированы по числу колосков на метелке.

В третьем поколении будет продолжен отбор лучших в хозяйственно-биологическом отношении форм с последующим созданием среднеспелых сортов с ароматным зерном.

Рисунок 1. Распределение частот признака «высота растений» у гибрида риса F_2 Аромарин × YRF-204 и его родительских форм (2018 г.)

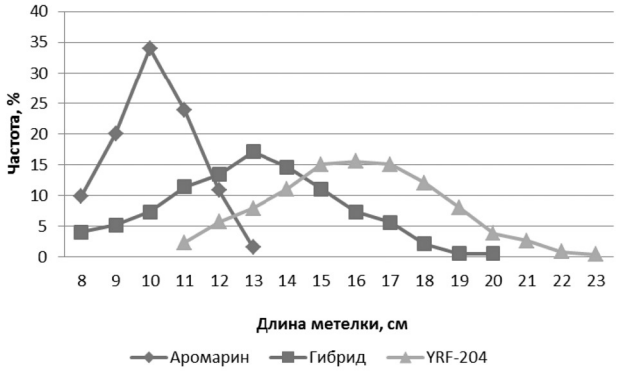


Рисунок 2. Распределение частот признака «длина метелки» у гибрида риса F_2 Аромарин × YRF-204 и его родительских форм (2018 г.)

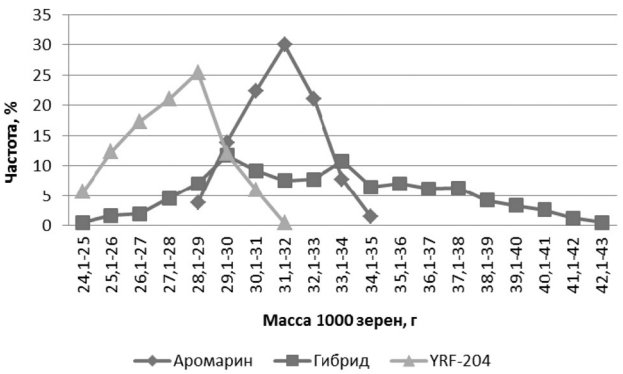


Рисунок 3. Распределение частот признака «число колосков» у гибрида риса F_2 Аромарин × YRF-204 и его родительских форм (2018 г.)

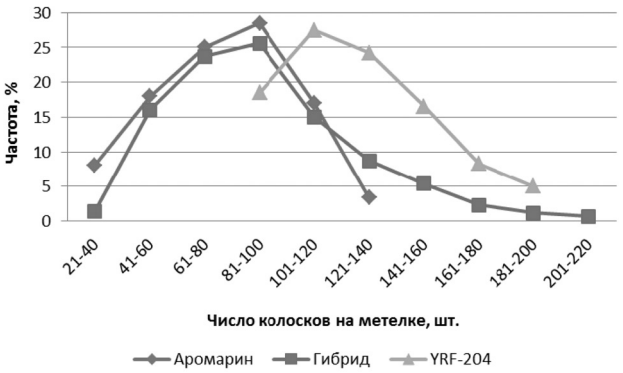


Рисунок 4. Распределение частот признака «масса 1000 зёрен» у гибрида риса F_2 Аромарин × YRF-204 и его родительских форм (2018 г.)

Таблица 3. Характеристика лучших форм F_2 в комбинации Аромарин × YRF-204 (2018 г.)

№ растения	Высота растения, см	Длина метелки, см	Число колосков на метелке, шт.	Масса 1000 зерен, г
Аромарин	91	10	78	31
YRF-204	66	16	127	28
39	76	13	243	34
3	80	17	171	36
1	95	19	171	36
53	94	18	165	37
102	84	14	165	29
50	70	19	162	30
294	95	18	162	30
188	95	18	156	36
21	91	15	153	37
52	71	17	150	38
237	95	18	150	32
23	93	16	147	39
200	95	18	147	38
82	95	19	147	37
203	65	9	147	34
σ	10,1	2,5	34,2	3,9

Выводы

1. Расщепление по аромату зерна проходило по дигибридной схеме по типу рецессивного эпистаза в соотношении 9:7. Запах зерновки отсутствовал при наличии в генотипе двух доминантных генов *Fgr1* и *Fgr2*, аромат определялся остальными комбинациями генов.

2. По признаку «высота растения» доминирование отсутствовало, расщепление происходило по моногибридной схеме в соотношении 1:2:1, каждый доминантный аллель удлинял стебель на 12,8 см, родительские формы различались по аллельному состоянию одной пары генов.

3. По длине метелки генетический анализ выявил моногенные различия родительских сортов и расщепление в соотношении 1:2:1. Сила гена составила 5,9 см.

4. По числу колосков на метелке установлено частичное доминирование меньшей величины признака (hp = -0,43) и моногибридное расщепление в соотношении 3:1. Сила гена — 49 колосков.

5. По признаку «масса 1000 зерен» наблюдалось взаимодействие трех пар генов, причем у каждой родительской формы были и рецессивные, и доминантные аллели, но в разных локусах. Их перекомбинирование привело к гетерозису и появлению трансгрессивных форм с более крупными зерновками.

6. Выделены формы F_2, сочетающие оптимальную высоту растения, длину метелки, повышенную озерненность и массу 1000 зерен, а также аромат зерен.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Воскресенская, Г. С. Трансгрессия признаков у гибридов Brassica и методика количественного учета этого явления / Г.С. Воскресенская, В.И. Шпота // Докл. ВАСХНИЛ. — М.: Колос, 1967. — № 7. — С. 18–20.

2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов // 5 изд., — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.

3. Костылев, П.И. Методы селекции, семеноводства и сортовой агротехники риса / П.И. Костылев — Ростов н/Д: ЗАО «Книга», 2011. — 288 с.

4. Костылев, П.И. Нетрадиционный для России ароматический рис / П.И. Костылев, Е.В. Краснова, А.А. Редькин, Ю.П. Калиевская // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: Материалы XII международной конференции. Ялта, 6–10 июня, 2016 г. — Москва: РУДН, 2016. — С. 332–336.

5. Мережко, А.Ф. Использование менделеевских принципов в компьютерном анализе наследования варьирующих признаков / А.Ф. Мережко // Экологическая генетика культурных растений: Материалы школы молодых ученых РАСХН, ВНИИ риса, Краснодар, 2005. — С. 107–117.

6. Остапенко, Н.В. Новый сорт риса специального назначения / Н.В. Остапенко, Р.Р. Джамирзе, Н.Н. Чинченко, Н.Н. Малышева // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. — 2015. — № 11. — С. 348–351.

7. Харитонов, Е.М. Использование гетерозиса как основное направление селекционных работ, способное обеспечить конкурентоспособность российских селекционных достижений / Е.М. Харитонов, Ю.К. Гончарова, В.Н. Бруяко, Е.А. Малюченко, Н.Ю. Бушман, В.А. Шелег // Труды КубГАУ. — 2016. — № 59. — С. 370–378.

8. Amarawathi, Y. Mapping of quantitative trait loci for basmati quality traits in rice (*Oryza sativa* L.) / Y. Amarawathi, R. Singh, A.K. Singh, V.P. Singh, T. Mohapatra, T.R. Sharma // Mol. Breed. — 2008. — 21. — P. 49–65.

9. Dhulappanavar, C.V. Inheritance of scent in rice / C.V. Dhulappanavar // Euphytica. — 1976. — 25. — P.659–662.

10. Jodon, N.E. The inheritance of flower fragrance and other character in rice / N.E. Jodon // J. Amer. Soc. Agron. — 1944. — 36. — P. 844–848.

11. Kasetsart, J. Inheritance of Aroma in Rice (*Oryza sativa* L.) / J. Kasetsart // Nat. Sci. — 1995. — 29. — P.127–130.

12. Pachauri, V. Origin and genetic diversity of aromatic rice varieties, molecular breeding and chemical and genetic basis of rice aroma / V. Pachauri, M.K. Singh, A.K. Singh, S. Singh, N.A. Shakeel, V.P. Singh, N.K. Singh // J. Plant Biochemistry & Biotechnology. — 2010. –19(2). — P.127–143.

13. Priyadarshini, M. Molecular differentiation and classification in relation to fragrance of landraces and improved varieties of aromatic rice using microsatellite markers / M. Priyadarshini, P. Kumar, V.K. Sharma // International Journal of Chemical Studies. — 2018. — 6(2). — P. 3014–3021.

14. Ramiah K. In Rice breeding and genetics / K. Ramiah, N.B. Rao // Ind. Counc. Agr. Res. Sci. — 1953. — P.306.

15. Takeda, K. Inheritance of grain size and its implications for rice breeding / K. Takeda // Rice Genetics Collection. In: Rice Genetics II. — 2008. — P. 181–189. https://doi.org/10.1142/9789812814272_0018

16. Tripathi, R.S. Inheritance and linkage relationship of scent in rice / R.S. Tripathi, M.J.B.K. Rao // Euphytica. — 1979. — 28. — P. 319–323.

17. Wahiduzzaman, M. Inheritance of plant height in seven crosses of rice / M. Wahiduzzaman, M.S. Ahmad // Cereal Research Communications. — 1980. — Vol.8. — No.3. — P. 527–532.

18. Xue, W. Natural variation in Ghd7 is an important regulator of heading date and yield potential in rice / W. Xue, Y. Xing, X. Weng, Y. Zhao, W. Tang et al. // Nat. Genet. — 2008. — 40. — P. 761–767.

Павел Иванович Костылев
Гл. научн. сотр. лаборатории селекции и семеноводства риса,
E-mail: p-kostylev@mail.ru

Елена Викторовна Краснова
Вед. научн. сотр. лаборатории селекции и семеноводства риса

Александр Владимирович Аксенов
агроном лаборатории селекции и семеноводства риса

Эльвира Сергеевна Балюкова
лаборант-исследователь лаборатории селекции и семеноводства риса

Все: ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», Научный городок, 3, г. Зерноград, Ростовская обл., 347740, Россия

Pavel I. Kostylev
Chief researcher of the laboratory of breeding and seed production of rice,
E-mail: p-kostylev@mail.ru

Elena V. Krasnova
Leading researcher of the laboratory of breeding and seed production of rice

Alexander V. Aksenov
Agronomist of the laboratory of breeding and seed production of rice

Elvira S. Balyukova
Laboratory researcher of the laboratory of breeding and seed production of rice

All: FSBSI «Agricultural research centre «Donskoy», Nauchnyi gorodok, 3, Zernograd, Rostov region, 347740, Russia

УДК 633.11.321:631.527

И.Н. Кудряшов, д.с.-х.н.
Д.А. Пономарев,
Н.И. Лысак, к.с.-х.н.,
А.В. Михалко, к.с.-х.н.,
Е.А. Команов,
г. Краснодар, Россия

МОДИФИКАЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ КОЛОСА ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ

С целью изучения характера модификационной изменчивости элементов продуктивности колоса озимой пшеницы при разработке точного агроэкологического паспорта сортов, в 2012–2015 гг. по 35 сортам озимой пшеницы в 227 сортоопытах был проведен структурный анализ 6587 растений. По его результатам дана оценка модификационной изменчивости элементов продуктивности колоса и возможности их изменения с помощью агротехнических приемов.

Ключевые слова: *озимая пшеница, продуктивность колоса, модификационная изменчивость, количество колосков, продуктивные колоски, редуцированные колоски, масса зерна с колоса, масса колоса, коэффициент вариации, корреляция.*

MODIFICATIONAL VARIABILITY OF ELEMENTS WINTER WHEAT HEADS PRODUCTIVENESS

To study the character of modificational variability of winter wheat heads yielding elements, and to make the exact agroecological passport of cultivar we made structuralist analysis of 227 control samples of 35 wheat cultivar and 6587 plants in 2012–2015. According to these results was made the evaluation of heads yielding elements and possibility of their evolution with the helped agricultural methods.

Key words: *the winter wheat, head's productiveness, modificational variability, quantity of heads, yielding heads, induviae heads, grain weight per head, weight of head, coefficient of variation, correlation.*

Введение

Урожайность любой культуры определяется состоянием агрофитоценоза. Без сомнения повышение урожайности связано с изменением элементов продуктивности. Исследуя агрофитоценоз, мы в первую очередь фиксируем фенотипическое состояние признаков, которое обусловлено взаимодействием генотипа со средовыми условиями. При анализе урожайности отдельного поля все колебания урожайности можно связать с модификационной изменчивостью, поскольку оно представлено как правило одним сортом, имеющим минимальную генотипическую изменчивость. Модификационная изменчивость хозяйственно-ценных признаков является важной деталью при разработке агротехнологического паспорта сорта. Применяя тот или иной агротехнический прием, можно предполагать изменение отдельных элементов продуктивности, основываясь на времени формирования признака по этапам органогенеза озимой пшеницы и его модификационной изменчивости. Характер модификационной изменчивости во многом определяет эффективность агроприемов: если хозяйственный признак имеет широкую модификационную изменчивость, агроном имеет большие возможности его управлением в течение вегетации.

Проблема исследования. Колос пшеницы — ключевой элемент урожайности, которая является производной продуктивности колоса и количества их на единице площади. Между этими признаками существует отрицательная зависимость, которую необходимо учитывать при разработке точного агроэкологического паспорта сорта. Изучением взаимосвязи различных признаков между собой и их влияние на продуктивность растения занимаются многие ученые[1,2,3]. Продуктивность колоса определяется несколькими последовательно формирующимися в онтогенезе признаками: количеством колосков в колосе, количеством продуктивных колосков в колосе, количеством цветков в колоске и колосе, количеством зерен в колоске и колосе, крупностью зерна (масса 1000 зерен). Таким образом, формирование колоса проходит очень длительное время, захватывая период от конца кущения (Ш этап органогенеза) до полной спелости (XII этап органогенеза) [4]. Поэтому для разработки точного агроэкологического паспорта сорта важно провести анализ модификационной изменчивости всех элементов продуктивности колоса. Признаки, имеющие большую модификационную изменчивость более отзывчивы на агротехнические приемы возделывания озимой пшеницы, поэтому необходимо связывать уходные работы с периодом формирования этих признаков.

Цель исследования: изучить характер модификационной изменчивости элементов продуктивности колоса озимой пшеницы для разработки точного агроэкологического паспорта сортов.

Гипотезы. Мы сделали предположение, что для достоверного заключения о характере модифика-

ционной изменчивости признаков достаточно провести статистическую обработку данных структурного анализа растений отдельно по сортам озимой пшеницы, выращенных на одном агрофоне. Полученная изменчивость вариационных рядов будет обусловлена пестротой почвенного плодородия и различной площадью питания отдельных растений, она позволит провести дифференциацию элементов продуктивности колоса по степени модификационной изменчивости.

Материал и методы. Посев озимой пшеницы проводился в оптимальные сроки рядовым способом по предшественнику подсолнечник и многолетние травы сеялкой СН-11-16 с нормой высева 5млн всхожих семян на 1 га на полях ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», г. Краснодар. Под основную обработку в качестве фона после предшествующей культуры подсолнечник вносили основное минеральное удобрение в дозе $N_{48}P_{48}K_{48}$, под многолетние травы $N_{32}P_{32}K_{32}$. Азотные подкормки проводили в два срока. Первую перед возобновлением весенней вегетации, вторую в период начала выхода в трубку. В каждый срок вносили три дозы азота: N_0 и N_{70} по предшественнику подсолнечник, N_{35} по предшественнику многолетние травы. Всего было проанализировано 227 снопов 35 сортов за период 2012–2015 гг. Структурный анализ проводили по 30 растениям, полученных из снопа, взятого в фазу полной спелости с площади 0,18 м^2, в трех повторностях. Площадь делянки 14,85 м^2 (1,65 м × 9 м) повторность четырехкратная. Для получения более достоверных данных изучали 4 сорта озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», которые в значительной степени отличаются друг от друга по вегетационному периоду, зимостойкости, поражению болезнями, высоте и др. хозяйственно-ценным признакам. Статистическая обработка экспериментальных данных осуществлялась с помощью лицензионного статистического пакета Statgraphics plus 4.0 Windows и Excel.

Результаты и обсуждение

Вариабельность элементов продуктивности главного колоса. Анализ изменчивости признаков озимой пшеницы логично начать с колоса, части растения в которой образуется зерно, получение которого — главная цель возделывания культуры. Первичный анализ данных заключается в расчете статистических показателей анализируемых снопов. Для оценки вариабельности признаков мы использовали коэффициент вариации (V). За четыре года было проанализировано 227 снопов 35-ти сортов, по 30 растений в каждом снопе. Несмотря на то, что растения со снопа росли на одном агрофоне, они имели разную площадь питания, которая оказывала значительное влияние на формирование величины признаков. Поэтому коэффициент вариации по каждому снопу, представленному одним сортом, можно считать экологическим, связанным с изменением условий среды. Принято считать, что значение коэффициента вариации до 10 % указывает на слабую изменчивость, от 10 до 20 % на среднюю, а более 20 % на сильную изменчивость[5]. Полученные результаты позволяют судить о вариабельности признаков, что имеет большое значение для разработки агроэкологических паспортов сортов.

Коэффициент вариации у них в среднем по 227 сортоопытам составил соответственно 5,7 %, 6,9 % и 8,8 %. Его минимальные значения зафиксированы на уровне: 3,0 %, 3,3 % и 4,1 %, а максимальные: 15,3, 15,5 % и 16,7 %. При этом значения

Таблица 1. Значения коэффициента вариации элементов продуктивности главного колоса по 227 сортоопытам, Краснодар, 2012–2015 гг.

Коэффициент вариации, V	Общее количество колосков в колосе	Количество продуктивных колосков в колосе	Количество редуцированных колосков в колосе	Масса зерна с колоса	Число зерен в колосе	Масса 1000 зерен
Min, %	3,0	3,3	18,5	8,5	7,7	4,1
Средний, %	5,7	6,9	59,3	17,8	15,5	8,8
Max, %	15,3	15,5	259,3	43,9	40,6	16,7
Количество сортоопытов по группам модификационной изменчивости признака, шт.						
< 5 %	96	27	0	0	0	10
5–10 %	124	179	0	2	12	152
10–15 %	6	18	0	73	118	59
15–20 %	1	3	1	88	71	6
20–25 %	0	0	1	45	19	0
25–30 %	0	0	4	12	4	0
> 30 %	0	0	221	7	3	0

коэффициента вариации в диапазоне от 10 до 20 % зафиксировано по общему количеству колосков в колосе в 7 сортоопытах, по количеству продуктивных колосков в колосе по 21 сортоопыту, а по массе 1000 зерен по 65 сортоопытам, что составляет соответственно 3,1 %, 9,3 % и 28,6 % от общего количества (227) сортоопытов. Изменчивость элементов продуктивности главного колоса приведена в таблице 1.

Наибольшая модификационная изменчивость была у признака количество редуцированных колосков, коэффициент вариации изменялся от 18,5 до 259,3 %, составив в среднем 59,3 %. При этом у 221 сортоопыта (97,4 % от общего количества) коэффициент вариации по этому признаку превышал 30 %.

Масса зерна с колоса и количество зерен в колосе имели средние показатели изменчивости. Коэффициент вариации по этим признакам составил в среднем соответственно 17,8 и 15,5 %. При этом значения коэффициента вариации более 20 %, соответствующие сильной степени изменчивости по первому признаку зафиксированы у 67 сортоопытов (29,5 % от общего количества), а по второму признаку у 26 сортоопытов (11,5 % от общего количества). Следовательно, при разработке агроэкологических паспортов сорта, необходимо уделить внимание агроприемам, способным влиять на формирование количества зерен в колосе и его массе, имеющих средний уровень модификационной изменчивости, которая может увеличиваться до сильной, что позволяет агроному эффективно управлять процессом формирования этих признаков.

Фенотипическая вариабельность элементов продуктивности главного колоса. Для оценки модификационной изменчивости по результатам анализа растений в единичном сортоопыте достаточно одного года исследований, однако в этом случае невозможно судить о повторяемости результатов по годам, а их достоверность будет ограничена малым количеством растений. Обсуждение полученных результатов целесообразно начать со статистического анализа вариационных рядов элементов продуктивности колоса, включающих в себя данные 35 сортов, высеваемых по трем агровариантам за четыре года. После выбраковки так называемых «выбросов», т.е. данных выходящих за пределы нормального распределения (ошибки при анализе и записи результатов, пораженные болезнями и нетипичные растения и т.д.) к анализу было оставлено 6587 растений. Большие вариационные ряды по изучаемым признакам позволяют получить более достоверные данные по сравнению с малыми выборками, поскольку они в большей степени отражают генеральную совокупность. В качестве статистических критериев мы использовали показатели средней и стандартного отклонения, как показатели в наибольшей степени, характеризующие выборку. В величину двух стандартных отклонений в случае нормального распределения выборки, обычно включено 2/3 вариационного ряда, поэтому важны показатели значения признака на 1/6 и 5/6 вариационного ряда, а также интервал между ними. Важными показателями являются минимальные и максимальные значения признака и интервал между ними (размах варьирования признака).

Таблица 2. Анализ вариационных рядов элементов продуктивности главного колоса, Краснодар, 2012–2015 гг., 6587 растений

Статистические показатели	Значения по признакам					
	количество колосков, шт.			масса зерна с колоса, гр.	число зерен в колосе, шт.	масса 1000 зерен, гр
	общее	продуктивных	редуцированных			
Среднее	20,4	18,9	1,5	1,6	40,3	39,9
s^2	3,91	4,35	0,92	0,16	76,98	24,63
s	1,98	2,09	0,96	0,40	8,77	4,96
$\bar{x}$	0,02	0,03	0,01	0,01	0,11	0,06
1/6 вар ряда	19,0	17,0	1,0	1,2	32,0	35,2
5/6 вар ряда	22,0	21,0	2,0	2,0	49,0	44,4
Интервал	3,0	4,0	1,0	0,8	17,0	9,2
Min	15,0	13,0	0	0,6	18,0	20,2
Max	25,0	25,0	6,0	3,7	73,0	59,5
Интервал	10,0	12,0	6,0	3,1	55,0	39,3
Мода	20,0	19,0	1,0	1,5	40,0	40,0
Медиана	20,0	19,0	1,0	1,6	40,0	39,8
V, %	9,7	11,0	63,3	25,1	21,8	12,5

Для характеристики выборки использовалась мода — наиболее часто встречающееся значение, а также медиана — значение среднего члена вариационного ряда. В качестве оценки изменчивости признака использовался показатель коэффициента вариации (V). При проведении структурного анализа фиксировали следующие признаки главного колоса: общее количество колосков в колосе, количество продуктивных колосков в колосе, количество редуцированных колосков в колосе, масса колоса, масса зерна в колосе, число зерен в колосе, результаты статистического анализа этих признаков приведены в таблице 2.

Несмотря на большое количество изучаемых сортов и средовых условий, изменчивость признака общее количество колосков в колосе была слабой, на что указывает коэффициент вариации, V = 9,7 %. Среднее значение этого признака составило 20,4 штуки, мода и медиана равнялись 20 штукам, 2/3 вариационного ряда имели значения от 19 до 22 штук, а все значения ряда уместились в промежутке от 15 до 25 штук. Этот признак из всех изучаемых оказался самым стабильным, что позволяет сделать вывод о слабом влиянии средовых условий на его формирование, а также на слабое различие изучавшихся в опыте сортов по этому признаку.

Близкие показатели изменчивости по сравнению с общим количеством колосков в колосе наблюдалось у признака количество продуктивных колосков в колосе. Коэффициент вариации у него вырос до 11,0 %, среднее значение составило 18,9 штуки, мода и медиана составили 19 штук, что указывает на нормальность распределения выборки. Разница между значениями общего количества колосков и количества продуктивных колосков определяется количеством редуцированных колосков, расположенных в нижней части колоса. У двух третей растений их было от одного до двух, а у всей выборки от 0 до 6. В среднем продуктивных колосков меньше общего их количества на 5–10 %. Однако вариабельность количества редуцированных колосков очень высокая, V = 63,3 %. На основании выше сказанного, можно сделать вывод о том, что признаки количества всех колосков и продуктивных колосков слабо изменяются под воздействием условий среды, т.е. элементов технологии. Признак количества редуцированных колосков хотя и сильно изменчив, не оказывает существенного влияния на продуктивность озимой пшеницы, в силу малого размаха варьирования. Однако его можно использовать в качестве маркера условий возделывания озимой пшеницы. Отсутствие редуцированных колосков указывает на условия выращивания пшеницы близкие к идеальным, 1–2 редуцированных колоска на хорошие и средние условия, 3 и более редуцированных колоска — на неблагоприятные условия.

Зерно в колосе составляет примерно 75 % от общей массы колоса. Поэтому эти признаки имеют высокую сопряженность и близкие показатели вариабельности. Им присуща высокая изменчивость, коэффициент вариации составляет соответственно 25,1 и 23,7 %. Масса зерна с колоса варьировала в опыте от 0,6 до 3,7 грамма, а 2/3 всех значений укладывались в диапазон от 1,2 до 2,0 граммов. Поскольку этот признак имеет высокую вариабельность, он может в значительной степени изменяться и оказывать влияние на формирование урожая зерна. Высокая сопряженность признаков масса зерна колоса с массой колоса, позволяет использовать последний для оценки первого признака, что значительно упрощает процесс, поскольку не требует операции обмолота колоса.

Число зерен в колосе в наибольшей степени определяет массу зерна главного колоса. В среднем по опыту было сформировано 40,3 штуки зерна на 1 колос, значения моды и медианы были равны и составили 40 штук. Разница между минимальным (18 штук) и максимальным (73 штуки) значениями составила 55 штук, что значительно превышает среднее значение. 2/3 проанализированных колосьев уложились в интервал от 32 до 49 штук. Следовательно, признак количество зерен главного колоса имеет высокую вариабельность, на что указывает и коэффициент вариации — 21,8 %. Поэтому можно сделать вывод о чувствительности этого показателя на изменения условий возделывания. Поскольку этот показатель в основном формируется с 5 по 9 этапы органогенеза (от формирования 2–3 междоузлий до оплодотворения и образования зиготы), проведение в этот период агротехнических мероприятий может в сильной степени изменять количество зерен в колосе.

Масса 1000 зерен, которая определялась по каждому колосу, имела среднюю вариабельность, на что указывает коэффициент вариации — 12,5 %. В среднем по опыту масса 1000 зерен составила 39,9 граммов. Близкие к нему были значения моды и медианы, что говорит о нормальном распределении выборки. 2/3 значений вариационного ряда уместились в интервал от 35,2 до 44,4 граммов. Минимальное значение составило 20,2 — максимальное 59,5 граммов, размах варьирования составил 39,3 грамма, что практически равно среднему значению самого признака.

Вариабельность индексных элементов продуктивности главного колоса.

Выше был проведен анализ вариабельности простых показателей продуктивности главного колоса, поскольку они связаны с одним признаком. Далее будут приведены данные по сложным индексным показателям, поскольку для их расчета требуются значения двух и более признаков: плотность колоса — это производная количества колосков в колосе и его длины; число зерен в колоске — производная числа колосков и числа зерен в колосе; число зерен на 1 см колоса — производная длины колоса и числа зерен в колосе.

Фенотипическая вариабельность индексных элементов продуктивности главного колоса.

Показатель плотности колоса имел в среднем по опыту 22,5 колоска на 10 см длины колоса, изменяясь от 14,5 до 46,0. 2/3 вариационного ряда уместились в интервал от 20,0 до 24,4 колоска. Коэффициент вариации составил 17,2 %, что указывает на среднюю изменчивость этого признака в выборке.

Среднюю степень изменчивости имел также признак число зерен в колоске, на что указывает значение коэффициента вариации — 17,2 %. В среднем по опыту формировалось 2,1 зерна в колоске. Такое же значение имела мода и медиана, что указывает на нормальный характер распределения выборки. 2/3 данных вариационного ряда уложилось в интервал от 1,8 до 2,5 зерна в колоске, минимальное значение признака составило 0,9 зерен, максимальное 3,5 зерен в колоске приведены в таблице 3.

Признак число зерен на 1 см колоса имел высокую степень изменчивости, поскольку коэффициент вариации составил 21,8 %. В среднем по опыту на 1 см колоса формировалось 4,4 зерна. Этот показатель варьировал от 1,9 до 9,4 зерен на 1 см колоса. 2/3 значений вариационного ряда уложились в интервал от 3,5 до 5,2 зерен на 1 см колоса.

Экологическая вариабельность индексных элементов продуктивности главного колоса.

Плотность колоса у всех сортов под влиянием условий возделывания изменялась в слабой степени, коэффициент экологической корреляции изменялся от 6,5 % у сорта Безостая 1 до 7,8 % у сорта Юка. В силу стабильности этого признака он используется в качестве морфологического описания сортов, на него не влияют изменения условий возделывания представленных в таблице 4.

Число зерен в колоске варьировало в средней степени, коэффициент вариации изменялся от 13,7 % у сорта Безостая 1, до 16,8 % у сорта Адель. Поскольку условия возделывания оказывали существенное влияние на величину этого признака, он

Таблица 3. Анализ вариационных рядов индексных признаков главного колоса, Краснодар, 2012–2015 гг., 6587 растений

Статистические показатели	Значения по признакам		
	плотность колоса, колосков на 10 см колоса	число зерен в колоске, шт.	число зерен на 1 см колоса, шт.
Среднее	22,5	2,1	4,4
s^2	14,98	0,14	0,92
s	3,87	0,37	0,96
$\bar{x}$	0,05	0,01	0,01
1/6 вар.ряда	20,0	1,8	3,5
5/6 вар.ряда	24,4	2,5	5,2
Интервал	4,4	0,7	1,7
Min	14,5	0,9	1,9
Max	46,0	3,5	9,4
Интервал	31,5	2,6	7,5
Мода	20,0	2,1	4,0
Медиана	21,9	2,1	4,3
V, %	17,2	17,2	21,8

Таблица 4. Экологические коэффициенты вариации (V) индексных элементов продуктивности главного колоса у сортов озимой мягкой пшеницы, 2012–2015 гг., Краснодар, n = 360 растений

Сорт	Значения V по признакам, %		
	Плотность колоса	Число зерен в колоске	Число зерен на 1 см колоса
Гром	7,4	16,0	15,8
Безостая 1	6,5	13,7	14,1
Адель	7,0	16,8	16,7
Юка	7,8	14,1	14,2

Таблица 5. Фенотипические коэффициенты корреляции между элементами продуктивности колоса озимой пшеницы, Краснодар, 2012–2015гг., 6587 растений

Признаки	ДК	КО	КП	МК	КЗК	МЗК	М1000	ПК	ЗК	Зерен на 1 см
КО	0,49***									
КП	0,57***	0,89***								
МК	0,48***	0,49***	0,63***							
КЗК	0,46***	0,46***	0,62***	0,82***						
МЗК	0,43***	0,45***	0,59***	0,96***	0,86***					
М1000	0,06*	0,08***	0,10***	0,47***	-0,03	0,47***				
ПК	-0,79***	0,09***	-0,05	-0,19***	-0,20***	-0,17***	0,00			
ЗК	0,22***	0,02	0,15***	0,62***	0,87***	0,71***	-0,11***	-0,22***		
Зерен на 1 см	-0,36***	0,10***	0,20***	0,44***	0,64***	0,52***	-0,08***	0,52***	0,68***	
КРК	-0,22***	0,13***	-0,34***	-0,37***	-0,40***	-0,36***	-0,04	0,31***	-0,30***	-0,22***

*Достоверно с вероятностью: * — 95%; ** — 99%; *** — 99,9%;*
Примечание: ДК — длина колоса; КО — общее количество колосков; КП — количество продуктивных колосков; МК — масса колоса; КЗК — количество зерна с колоса; МЗК — масса зерна с колоса; М1000 — масса 1000 зерен; ПК — плотность колоса; ЗК — количество зерен в колоске; КРК — количество редуцированных колосков.

перспективен для контроля управлением уровня урожайности. Упрощенную оценку этого признака можно вести по количеству зерен в центральном колоске, где он может принимать значение от 2 до 6 зерен.

Количество зерен, формируемое 1 см колоса, также имело среднюю изменчивость, коэффициент вариации изменялся от 14,1 % у сорта Безостая 1 до 16,7 % у сорта Адель. Однако использование этого признака для контроля за уровнем урожайности проблематично, в связи со сложностью и большими затратами труда для его определения.

Взаимосвязь между элементами продуктивности колоса озимой мягкой пшеницы.

Колос состоит из достаточно большого количества элементов, которые тесно взаимосвязаны друг с другом, поскольку составляют единое целое. Поэтому важно знать взаимосвязь отдельных признаков, формирующих продуктивность колоса. Фенотипические корреляции по результатам четырехлетнего структурного анализа растений приведены в таблице 5.

При анализе сопряженности элементов колоса отмечена высокая отрицательная связь длины колоса и плотности колоса r = -0,79. Так же на высоком уровне отмечена взаимосвязь количество колосков с количеством продуктивных колосков r = 0,89. Масса колоса на высоком уровне взаимосвязана с количеством зерен в колосе (r = 0,82) и с массой зерна с колоса (r = 0,96). Количество зерен в колосе, в свою очередь, на высоком уровне сопряжено с массой зерна с колоса (r=0,86) и количеством зерен в колоске (r = 0,87). Высокая взаимосвязь массы зерна с колоса отмечена с количеством зерен в колоске r = 0,71, которые в свою очередь на высоком уровне сопряжены с количеством зерен на 1см колоса r = 0,68.

Положительное изменение какого-либо элемента продуктивности с помощью агротехнических приемов, может иметь отрицательный эффект за счет уменьшения других элементов продуктивности, находящихся в отрицательной зависимости. Зачастую для повышения урожайности с помощью отдельных агроприемов (минеральное питание, сроки сева, предшественники, химические средства защиты растений и др.) вызывающих уплотнение агрофитоценоза важно сохранение значения отдельного признака на прежнем уровне. Так более урожайные варианты, имеющие более плотный колосостой, могут отличаться менее продуктивным колосом, за счет уменьшения площади питания отдельного растения.

Выводы

Из элементов продуктивности главного колоса низкий уровень модификационной изменчивости имели признаки: общее количество колосков в колосе (V = 5,7 %) и количество продуктивных колосков в колосе (V = 6,9 %). Отмечалось также слабое различие по этим признакам между 35 сортами, имеющими различный уровень урожайности. Слабую модификационную изменчивость имел также признак масса 1000 зерен (V = 8,8 %). Эти три признака слабо изменяются под воздействием агротехнических приемов.

Среднюю степень модификационной изменчивости имеют признаки количество зерен в колосе (V = 15,5 %) и масса зерна с колоса (V = 17,8 %). Поскольку признак масса зерна с колоса имеет высокую сопряженность с количеством зерен в колосе (r = 0,86), наибольшее значение для его величины оказывают агроприемы проводимые в период формирования количества зерен в колосе — от третьего междоузлия до оплодотворения (вторая азотная подкормка, фунгициды и гербициды и др.). Проанализированные сорта имели различия по продуктивности колоса.

Наибольшая модификационная изменчивость была у признака количество редуцированных колосков (V = 59,3 %). Он не оказывает существенного влияния на продуктивность озимой пшеницы, поскольку имеет малую долю в количестве колосков колоса, но его можно использовать в качестве маркера для характеристики условий возделывания озимой пшеницы. Отсутствие редуцированных колосков указывает на условия выращивания пшеницы близкие к идеальным, 1–2 редуцированных колоска на хорошие и средние условия, 3 и более редуцированных колоска — на неблагоприятные условия.

Из индексных показателей продуктивности колоса низкую модификационную изменчивость имеет показатель плотности колоса, который слабо изменяется по годам и агрофонам и может использоваться при морфологическом описании сорта. Количество зерен в колоске и количество зерен формируемых 1 см колоса имеют средний уровень модификационной изменчивости и могут использоваться для повышения эффективности агротехнических приемов.

Масса зерна с колоса в сильной степени связана с массой колоса, количеством зерен в колосе и количество зерен в колоске, в средней степени с массой 1000 зерен, количество зерен на 1 см колоса и количеством редуцированных колосков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Олейник А. А. и др. Адаптивный характер корреляционных зависимостей, определяющих продуктивность главного колоса у сортов и гибридов озимой мягкой пшеницы на черноземе выщелоченном Центрального Предкавказья // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. — 2014. — №. 99.

2. Цаценко Л. В., Кошкин С. С. Индекс потенциальной продуктивности и показатель» озерненность 2-х верхних колосков главного колоса», в качестве критериев потенциальной реализации генотипа растений озимой мягкой пшеницы // Труды Кубанского государственного аграрного университета. — 2015. — №. 53. — С. 134–139.

3. Жеруков Т. Б., Кишев А. Ю., Тутукова Д. А. Агробиологические условия продуктивности фотосинтетической деятельности посевов озимой пшеницы в условиях процесса биологизации сельского хозяйства // Международные научные исследования. — 2016.

4. Куперман Ф. М. Морфофизиология растений. Морфофизиологический анализ этапов органогенеза различных жизненных форм покрытосеменных растенийан. — Высшая школа, 1984

5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А.Доспехов. — М.: Колос, 1985. — 308 с.

Кудряшов Игорь Николаевич
Главный научный сотрудник, д.с.-х.н

Пономарев Дмитрий Александрович
Научный сотрудник

Все: ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко»,
350012 г. Краснодар-12, КНИИСХ Ц/У,
8612226889@mail.ru, тел.8861-222-68-89

Kudryashov Igor Nikolaevich
Leading researcher, Dr. of agriculture

Ponomarev Dmitry Alexandrovich
Scientist

All: FSBSI «National Grain Center named after P.P. Lukyanenko»,
350012 Krasnodar-12, KNIISH C/B,
8612226889@mail.ru, phone 8861-222-68-89

УДК 633.18:631.527.8:581.143.6

М.В. Илюшко, Уссурийск, Россия

РЕГЕНЕРАЦИОННЫЙ МАКСИМУМ В АНДРОГЕННЫХ КАЛЛУСНЫХ ЛИНИЯХ РИСА *ORYZA SATIVA* L. *IN VITRO*

Андрогенез in vitro давно и успешно применяется в селекции риса. Теоретически считается, что один культивируемый in vitro пыльник может давать более 1000 гаплоидных растений, которые представляют собой клоны. Цель исследования: определить, каких максимальных объемов регенерации с одного пыльника можно достичь в андрогенезе in vitro у риса. Для работы выбрано четыре каллусные линии с максимальным числом зеленых регенерантов и четыре линии с наибольшим числом удвоенных гаплоидов. На одной каллусной линии риса, полученной из одного пыльника, может формироваться несколько сотен зеленых регенерантов — до 456 шт. Пролиферация клеток одной каллусной линии возможна тремя путями: только в гаплоидные растения, только в удвоенные гаплоиды, либо в гаплоиды и удвоенные гаплоиды вместе. Максимальное количество удвоенных гаплоидов на каллусной линии — 125 растений; каллусные линии с многочисленными удвоенными гаплоидами характеризуются меньшей общей численностью зеленых регенерантов, чем линии с многочисленными гаплоидными растениями. Таким образом, отдельные каллусные линии, полученные от одного пыльника, при создании исходного материала для селекции риса — это источник генетического разнообразия среди удвоенных гаплоидов, поскольку каллусная линия может сформироваться из нескольких недозрелых пыльцевых зерен. Если же будет доказано единообразие (морфологическое и генетическое) удвоенных гаплоидов одной каллусной линии, то их можно объединить для ускорения селекционного процесса.

Ключевые слова: *Oryza sativa L., андрогенез in vitro, каллусная линия, максимальная регенерация.*

REGENERATIVE MAXIMUM IN RICE ANDROGENIC CALLUS LINES *ORYZA SATIVA* L. *IN VITRO*

Androgenesis in vitro has long been successfully used in rice breeding. It is theoretically believed that a single in vitro cultivated anther can produce more than 1000 haploid plants, which are clones. The aim of research: to determine what the maximum volume of regeneration from a single anther can be achieved in vitro androgenesis in rice.

Four callus lines with the maximum number of green regenerants and four lines with the largest number of doubled haploids were selected for operation. On one callus line of rice, obtained from one anther, several hundred green regenerants can form — up to 456 pcs. The proliferation of cells of one callus line is possible in three ways: only in haploid plants, only in doubled haploids, or in haploids and doubled haploids together. The maximum number of doubled haploids on the callus line is 125 plants. Callus lines with numerous doubled haploids are characterized by a smaller total number of green regenerants than lines with numerous haploid plants. Thus, separate callus lines obtained from one anther, when creating starting material for rice breeding, can become a source of genetic diversity among doubled haploids, since the callus line can form from several immature pollen grains. If the sameness (morphological and genetic) of doubled haploids of one callus line is proved, they can be combined to speed up the selection process.

Key words: *Oryza sativa L., androgenes in vitro, callus lines, maximum values of regeneration.*

Введение

Культура пыльников *in vitro* (андрогенез *in vitro*) давно и успешно применяется в селекции многих зерновых культур, в том числе риса [13, 20]. Хорошо проработаны все этапы получения удвоенных гаплоидов риса, которые в дальнейшем используются для оценки по хозяйственно ценным признакам или с использованием молекулярно-генетических маркеров [1].

Для результативной работы важны показатели каллусообразования и регенерации зеленых побегов. Как правило, авторы ограничиваются приведением среднего значения регенерантов на каллус у сортов [11, 14, 21, 22, 24], гибридов [12, 16, 17, 19, 23] или отдельных генотипов [2, 8]. Поскольку у риса значения каллусообразования бывают очень высокими и могут достигать у отдельных генотипов более 50 % [2, 5, 8], то каллусных линий формируется множество, но их регенерационная способность остается разной. Для риса характерны средние значения регенерации 4,5–5,6 зеленых регенератов на каллус [5, 7] или в процентом отношении от 0 до 248 % [11, 16, 23, 24]. Число зеленых регенерантов на отдельных каллусных линиях может сильно варьировать [3, 12, 18]. Однако нам не удалось в литературе обнаружить абсолютных значений регенерации для каллусных линий, полученных на одном пыльнике в целом для зерновых культур и для риса в частности.

Теоретически считается, что один культивируемый *in vitro* пыльник может давать более 1000 гаплоидных растений [9], которые представляют собой клоны [6, 15]. В этом случае все удвоенные гаплоиды одной каллусной линии можно было бы

объединить в один пул семян, что позволило бы ускорить селекционный процесс за счет увеличения массы семян одного образца. Известно, что существует геномная изменчивость регенерантов (гаплоиды — удвоенные гаплоиды — тетраплоиды) внутри одной каллусной линии риса, полученной с одного пыльника [3], поэтому вероятна и генетическая изменчивость среди регенерантов. Прежде, чем изучить качественные различия между удвоенными гаплоидами одной каллусной линии, необходимо практически подсчитать каких максимальных объемов регенерации с одного пыльника можно достичь в андрогенезе *in vitro*, что и стало целью исследования.

Материалы и методы

В работе использованы каллусные линии гибридов F_2 риса *Oryza sativa* L. подвида *japonica* Kato. Гибридные комбинации, условия выращивания растений доноров, пыльников, каллусов и регенерантов приводились ранее [5]. Использовано два варианта индукционных питательных сред N_6-1 и Mix-1, содержащих по 2,0 мг/л гормона 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты, различающихся составом микросолей и витаминов [5]. Зеленые регенеранты разделили на четыре группы по морфологическим признакам, принцип их деления описан в работах [4, 5].

Результаты и обсуждение

Для работы выбрано четыре линии с максимальным числом зеленых регенерантов и четыре линии с наибольшим числом удвоенных гаплоидов (таблица).

На всех линиях были погибшие на ранних стадиях роста и развития растения — до 14 %. Их гибель происходила как в пробирках на среде укоренения, так и при переводе в условия *ex vitro*. Это, вероятно, гаплоиды или гомозиготные удвоенные гаплоиды, в генотипе которых содержится много летателей, полулеталей и субвиталей, доставшиеся им от генотипа гибрида [1]. На каллусной линии риса может сформироваться несколько сотен зеленых регенерантов. Максимум, которого удалось достигнуть — 456 растений. Линии с многочисленными регенерантами в основном несут гаплоидные растения — 76 % и более. На линии 500.1, за исключением погибших растений, остальные были гаплоидны.

Спонтанное удвоение хромосом в клетках каллусных линий может происходить в любом порядке. Например, на каллусной линии 289.2. из 368 зеленых регенерантов удвоенные гаплоиды имели порядковый номер (очередность дифференциации на каллусе) 40, 41 и 199, а на каллусной линии 366.1 единственный удвоенный гаплоид был сотым из 216. Теоретически можно предположить, что единичные удвоенные гаплоиды на этих каллусных линиях образовались вследствие нередукции хромосом, которая свойственна гаплоидам многих видов растений, и является одним из путей формирования небольшого количества фертильной пыльцы у гаплоидов [10]. Однако на них заложилось по две продуктивные метелки, на которых вызрело от двух до 17 семян. Кроме того, морфотип растений был свойственным удвоенным гаплоидам, что свидетельствует именно о спонтанном удвоении хромосом в клетках каллусных линий.

Каллусные линии, на которых сформировались десятки удвоенных гаплоидов, характеризуются меньшей общей численностью зеленых регенерантов — до 136 шт., исключение составляет линия 147.2 (таблица). Поддержание и размножение гаплоидных клеток в культуре *in vitro* идет быстрее и легче, чем клеток с иными наборами хромосом. С.С. Хохлов с соавт. [10] объясняют такое явление довольно значительной устойчивостью гаплоидных клеток и высокой конкурентноспособностью их по

Таблица. Максимальные значения регенерации в андрогенных каллусных линиях риса *in vitro*

Каллусная линия	Гибрид (номер растения)	Питательная среда	Общее число зеленых регенерантов, шт.	Регенеранты, шт. (%)			
				гаплоиды	удвоенные гаплоиды	погибшие растения	растения без семян
147.2	9 × Д (1)	Mix-1	456	346 (76)	48 (11)	57 (13)	5 (1)
289.2	Д × 70 (2)	N_6–1	368	326 (89)	3 (1)	39 (11)	0
366.1	20 × КТ (1)	N_6–1	216	199 (92)	1 (1)	16 (7)	0
500.1	Р × 67 (1)	Mix-1	206	193 (94)	0	13 (6)	0
128.1	35 × 96 (2)	N_6–1	136	6 (4)	125 (92)	4 (3)	1 (1)
133.1	35 × 96 (2)	N_6–1	136	22 (16)	94 (69)	19 (14)	1 (1)
380.2	20 × КТ (2)	N_6–1	128	0	120 (94)	8 (6)	0
464.2	35 × 96 (3)	N_6–1	103	0	92 (89)	9 (9)	2 (2)

Примечание. В скобках приведено процентное отношение регенерантов на каллусной линии от общего числа.

отношению к полиплоидным, двуядерным и анеуплоидным клеткам. Это, вероятно, обеспечивается в ряде случаев быстрыми темпами деления клеток, более коротким митотическим циклом, быстрой элиминацией или дифференциацией поврежденных клеток. Максимальная численность гаплоидов на каллусных линиях, превышающая в разы максимальную численность удвоенных гаплоидов, поддерживает предположение о том, что гаплоидная ткань отличается значительной генетической стабильностью [10].

Спонтанное удвоение хромосом в каллусных линиях, ведущее к образованию удвоенных гаплоидов, сопровождается появлением растений без семян. У них формируются цветки нормальных размеров, но не завязываются семена. Ранее 58 бессемянных растений гибрида 35 × 96(2) было изучено по содержанию ядерной ДНК — это высокоизменчивые растения, с содержанием ядерной ДНК, характерной триплоидным, анеуплоидным и иным наборам хромосом в соматических клетках риса [4]. Их формируется немного — до 2 % на каллусной линии (таблица), и из-за этого на линиях с малочисленными зелеными регенерантами практически не регистрируются.

По результатам работы были сделаны следующие **выводы:**

1. На одной каллусной линии риса, полученной из одного пыльника, может формироваться несколько сотен зеленых регенерантов — до 456 шт.

2. Пролиферация клеток одной каллусной линии возможна тремя путями: только в гаплоидные растения, только в удвоенные гаплоиды, либо в гаплоиды и удвоенные гаплоиды вместе.

3. Максимальное количество удвоенных гаплоидов на каллусной линии — 125 растений.

4. Каллусные линии с многочисленными удвоенными гаплоидами характеризуются меньшей общей численностью зеленых регенерантов, чем линии с многочисленными гаплоидными растениями.

Таким образом, отдельные каллусные линии, полученные от одного пыльника, при создании исходного материала для селекции риса могут стать источником генетического разнообразия среди удвоенных гаплоидов, поскольку каллусная линия теоретически сформируется из нескольких недозрелых пыльцевых зерен. Если же будет доказано единообразие (морфологическое и генетическое) удвоенных гаплоидов одной каллусной линии, то их можно объединить для ускорения селекционного процесса. Выяснение внутрикаллусной изменчивости удвоенных гаплоидов должно стать предметом дальнейших исследований для решения путей использования регенерантов с одного пыльника.

Благодарность: Автор выражает глубокую признательность руководству и сотрудникам лаборатории селекции риса ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» за предоставленные семена гибридов риса.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гончарова, Ю.К. Использование метода культуры пыльников в селекции риса / Ю.К. Гончарова. — Краснодар: ВНИИ риса, 2012. — 91 с.

2. Гончарова, Ю.К. Наследование признака «отзывчивость на культуру пыльников» у риса / Ю.К. Гончарова // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. — 2008. — № 2. — С. 40–42.

3. Илюшко, М.В. Регенерационная способность каллусных трансплантантов риса в культуре пыльников *in vitro* / М.В. Илюшко, М.В. Ромашова // Аграрный вестник Приморья. — 2018. — № 1 (9). — С. 5–8.

4. Илюшко, М.В. Содержание ядерной ДНК в регенерантах риса, полученных в культуре пыльников *in vitro* / М.В. Илюшко, М.В. Скапцов, М.В. Ромашова // Сельскохозяйственная биология. — 2018. — № 3 — С. 531–538.

5. Илюшко М.В. Создание регенерантных линий методом культуры пыльников *in vitro* для селекции риса на российском Дальнем Востоке / М.В. Илюшко, М.В. Ромашова // Дальневосточный аграрный вестник. — 2017. — № 4 (44). — С. 37–45.

6. Круглова, Н.Н. Инновационная биотехнология андроклинной гаплоидии яровой мягкой пшеницы: эмбриологический подход / Н.Н. Круглова // Аграрная Россия. — 2009. — № 1. — С. 34–38.

7. Кучеренко, Л.А. О некоторых параметрах технологии регенерации риса *in vitro* / Л.А. Кучеренко // Сельскохозяйственная биология. — 1994. — № 1. — С. 74–76.

8. Малышева, Н.Н. Получение, оценка и отбор дигаплоидных линий риса с хозяйственно ценными признаками / Н.Н. Малышева, Е.Г. Савенко, В.А. Глазырина, Л.А. Шундрина // Рисоводство. — 2012. — № 2 (21). — С. 14–18.

9. Сибикеева, Ю.Е. Влияние комбинаций чужеродных транслокаций на андрогенез *in vitro* у почти изогенных линий яровой мягкой пшеницы / Ю.Е. Сибикеева, С.Н. Сибикеев // Генетика. — 2014. — Т. 50. № 7. — С. 831–839.

10. Хохлов, С.С. Гаплоидия и селекция / С.С. Хохлов, В.С. Тырнов, Е.В. Гришина [и др.]. — Москва: Наука, 1976. — 221 с.

11. Alermanno, L. Increased doubled haploid plant regeneration from rice (*Oryza sativa* L.) anthers cultured on colchicine-supplemented media / L. Alermanno, E. Guiderdoni // Plant Cell Reports. — 1994. — Vol. 13. — P. 432–436.

12. Bishnoi, U.S. High frequency androgenesis in *indica* × *Basmati* rice hybrids using liquid culture media / U.S. Bishnoi, R.K. Jain, K.R. Gupta [et al.] // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. — 2000. — Vol. 61. — P. 153–159.

13. Datta, S.K. Androgenic haploids: factors controlling development and its application in crop improvement / S.K. Datta // Current Science. — 2005. — Vol. 89, № 11. — P. 1870–1878.

14. Gueye, T. *In vitro* production of double haploid plants from two rice species (*Oryza sativa* L. and *Oryza glaberrima* Steudt) for the rapid development of new breeding material / T. Gueye, K.N. Ndir // Scientific Research and Essays. — 2010. — Vol. 5. № 7. — P. 709–713.

15. Heberle-Bors, E. *In vitro* haploid formation from pollen: a critical review / E. Heberle-Bors // Theor. Appl. Genet. — 1985. — Vol. 71. — P. 361–374.

16. Jiang, J. The use of anther culture for rice variety development in Arkansas / J. Jiang, J.W. Gibbons, K.A.K. Moldenhauer [et al.] / Wells B.R. Rice research studies. 2003 // Fayetteville, Arkansas. — 2004. — P. 49–57.

17. Islam, M.M. Effect of plant growth regulators on callus induction and plant regeneration in anther culture of rice / M.M. Islam, S.K. Adhikary, P. Gain [et al.] // Pakistan Journal of Biological Sciences. — 2004. — Vol 7. № 3. — P. 331–334.

18. Lentini, Z. Androgenesis of highly recalcitrant rice genotypes with maltose and silver nitrate / Z. Lentini, P. Reyes, C.P. Matrinex, W.M. Roca // Plant Sci. — 1995. — Vol. 110. — P. 127–138.

19. Mishra, R. Development and characterization of elite doubled haploid lines from two *Indica* rice hybrids / R. Mishra, G.J.N. Rao, R.N. Rao [et al.] // Rice Science. — 2015. — Vol. 22. № 6. — P. 290–299.

20. Mishra, R. *In-vitro* androgenesis in rice: adventages, constraints and future prospects / R. Mishra, G.J.N. Rao // Rice Science. — 2016. — Vol. 23, № 2. — P. 57–68.

21. Ogawa, T. Plant regeneration through direct culture of isolated pollen grains in rice / T. Ogawa, H. Fukuoka, Y. Ohkawa // Breeding Science. — 1995. — Vol. 45. — P. 301–307.

22. Reddy, V.S. Influence of genotype and culture medium on microspore callus induction and green plant regeneration in anthers of *Oryza sativa* / V.S. Reddy, S. Leelavathi, S.K. Sen // Physiol Plant. — 1985. — Vol. 63. — P. 309–314.

23. Rout, P. Doubled Haploids generated through anther culture from an elite long duration rice hybrid, CRHR32: Method optimization and molecular characterization / P. Rout, N. Naik, U. Ngangkham [et al.] // Plant Biotechnology — 2016. — Vol. 33. — P. 177–186.

24. Zhuo, L.S. Phenylacetic acid srimulation of direct shoot formation in anther and somatic tissue cultures of rice (*Oryza sativa* L.) / L.S. Zhuo, H.M. Si, S.H. Cheng, Z.H. Sun // Plant Breeding. — 1996. — Vol. 115. — P. 295–300.

Марина Владиславовна Илюшко
Ст. научн. сотр. лаборатории
сельскохозяйственной биотехнологии
E-mail: ilyushkoiris@mail.ru

ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки»
ул. Воложенина, 30, Усссурийск, п. Тимирязевский, 692539, Россия

Marina Vladislavovna Ilyushko
Senior research scientist of the Laboratory
of Agricultural Biotechnology
E-mail: ilyushkoiris@mail.ru

FSBSI «Federal Scientific Centre of Agrobiotechnology of the Far East named after A.K. Chaika»
Volozhenina street, Ussuriysk, stl. Timiryazevsky, 30692539, Russia

УДК 633.18: 631.559

М.А. Скаженник, д-р биол. наук,
В.С. Ковалев, д-р с.-х. наук, профессор,
В.А. Дзюба, д-р биол. наук, профессор
Н.Н. Малышева, канд. с.-х. наук
И.Н. Чухирь, канд. с.-х. наук,
Е.Е. Иваненко,
Т.С. Пшеницына,
г. Краснодар, Россия

ХОЛОДОСТОЙКОСТЬ В ФАЗУ ПРОРАСТАНИЯ РИСА: ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕНОТИПОВ

Низкие температуры на начальных этапах развития риса препятствуют быстрому прорастанию и образованию всходов и могут привести к значительным потерям продуктивности. Для селекции сортов риса, проявляющих устойчивость к холоду, необходимо исследовать генетические ресурсы с целью создания базы данных, позволяющих внедрять генотипы с признаками холодостойкости при низких положительных температурах. Цель работы — определить значения адаптивности признаков, чтобы охарактеризовать изменчивость среди генотипов с разным периодом вегетации при холодовом стрессе. Образцы уникальной научной установки ВНИИ риса исследовали при 14 ºС в течение 13 суток. Холодостойкость оценивали по двум признакам: по скорости роста и интенсивности прорастания колеоптиля. Среди исследуемых сортов наблюдались генетические вариации признаков, связанные с прорастанием при низких положительных температурах. Холодостойкие генотипы обладали более интенсивным ростом колеоптиля и меньшей энергией прорастания, выраженной средним числом дней, необходимых для прорастания одного семени. В группах генотипов, различающихся по периоду вегетации выявлены холодостойкие, среднеустойчивые и неустойчивые формы при воздействии низких температур. Скороспелые сорта имели низкую скорость прорастания — в большинстве от 4,22 до 7,00 суток. Выделены перспективные генотипы в качестве исходного материала для создания новых холодостойких сортов риса. Результаты оценки сортов риса на холодостойкость являются основой селекции к этому неблагоприятному фактору среды.

Ключевые слова: *рис, сорт, холодостойкость, интенсивность роста, морфологические признаки.*

COLD TOLERANCE AT THE GERMINATION STAGE OF RICE: CHARACTERIZATION GENOTYPES

Low temperatures in the early stages of rice development impede rapid germination and germination and can lead to significant productivity losses. To release cold resistant rice varieties it is necessary to investigate genetic resources to create a database that allows the introduction of genotypes with traits involved in cold resistance at low positive temperatures. The objective of the research is to determine values for adaptive traits to characterize variability among genotypes with different vegetation at cold stress. Unique samples of initial stock of the All-Russian Rice Research Institute were investigated at 14 ºC for 13 days. Cold tolerance was evaluated according to two traits by the growth rate and intensity of germination of the coleoptile. Among the studied varieties, genetic variability of traits associated with germination at low positive temperatures were observed. Cold tolerance genotypes differed in more intensive growth of the coleoptile and lower germination power, expressed by the average number of days needed for germination of one seed. In groups of genotypes differing by the vegetation period, cold tolerant, medium-resistant and unstable forms were revealed when exposed to low temperatures. Early maturing varieties had a low germination rate of most from 4.22 to 7.00 days. Promising genotypes were selected as an initial stock for creating new cold tolerance rice varieties. The results of evaluation of rice varieties for cold resistance are the basis of selection for this adverse environmental factor.

Key words: *rice, variety, cold tolerance, temperature, germination power, morphobiological traits.*

Рис (*Oryza sativa* L.) является всемирно распространенной сельскохозяйственной культурой, выращиваемой в тропических, субтропических и умеренных регионах. Низкие температуры во время периода вегетации риса представляют серьезную проблему в таких странах, как Австрия, Китай, Индонезия, Япония, Южная Корея, Непал, США, Южная Латинская Америка, Чили, Бразилия и Россия [5, 14, 15, 23].

Сорта риса подвида *Japonica* более устойчивы к условиям вегетации, чем их сородичи *Indica* [12, 22]. Низкотемпературная адаптация является признаком, который зависит от отбора форм риса, выращенного в умеренном климате, в основном на северо-востоке Азии (Китай, Корея и Япония). Основываясь на низкотемпературной приспособляемости, вариация холодостойкости связана с географическим генотипом, обусловливающим, что генетическая дифференциация устойчивости к холоду является результатом адаптации [13].

В программах по селекции холодостойких сортов риса, устойчивость к холоду оценивается в фазы прорастания, всходов и репродуктивной стадии. На ранних стадиях развития низкая температура снижает и задерживает прорастание семян, оказывает негативное влияние на получение всходов и на неравномерное созревание зерновок. Высокая вариабельность прорастания при низких температурах наблюдалась у более, чем 700 сортов из Японии, Европы, Китая, России и других регионов [17]. Сорта из Японии и Южной Кореи показывают высокую энергию прорастания при низкой температуре 8 °С, в то время как образцы подвида *Indica* имеют более низкую скорость прорастания при пониженных температурах [21]. Для создания холодостойких сортов риса необходимо исследовать генетические ресурсы, происходящие из разных регионов мира, позволяющие введение генов, участвующих в низкотемпературной способности к прорастанию из местных и традиционных сортов в элитные сорта [9, 10, 18].

Методы фенотипирования для холодостойкости в период прорастания были разработаны и позволили характеризовать устойчивые и неустойчивые генотипы растений [7, 15]. Эти методы заключаются в оценке таких признаков, как индекс всхожести, энергии прорастания, длина корешка и колеоптиля проростков при низких температурах. Они применялись в исследованиях по наследованию холодостойкости [19], для характеристики и отбора генетических ресурсов уникальной научной установки ВНИИ риса [7], создания банка устойчивой генплазмы [20] и в использовании MAS на основе ПЦР при создании исходного материала риса, резистентного к низким положительным температурам [11]. Имеются сведения об изменчивости признаков холодостойкости корейских генотипов, разных по периоду вегетации [22]. Однако в настоящее время не хватает информации относительно вариабельности признаков холодостойкости в российских генотипах, принадлежащих разным группам по периоду вегетации, что сдерживает их использование в программах селекции на холодостойкость. Создание сортов риса с высокой силой роста семян, способных в условиях пониженных температур образовывать ранние и оптимальные по густоте всходы, приведет к более эффективному использованию энергии ФАР посевом в течение вегетации риса, а отсюда и к повышению его урожайности [3].

Цель работы — выявить адаптивные признаки, чтобы охарактеризовать изменчивость среди генотипов с разным периодом вегетации при холодовом стрессе.

Материалы и методы. Материалом исследования являются сорта Уникальной научной установки ВНИИ риса (коллекция ВНИИ риса), различающиеся по периоду вегетации. В качестве стандарта использовали сорт риса Кубань 3. В лабораторном опыте были определены морфологические признаки проростков сортов риса, образованных при температуре +14 °С. Оценку холодостойкости проводили по скорости наклевывания семян и интенсивности роста проростков на 13 сутки прорастания [7]. Скорость прорастания семян рассчитывали по формуле Пипера:

$$E = \frac{n_1 \times s_1 + n_2 \times s_2 + n_m \times s_m}{n_1 + n_2 + n_m}, \text{ где}$$

E — продолжительность прорастания в сутках (скорость прорастания);

n — количество проросших семян за сутки в дни подсчетов, шт.;

s — продолжительность прорастания, сутки;

m — конечный день подсчетов.

Сравнивая полученные величины этих показателей анализируемых и контрольных образцов, определяли холодостойкость по пятибалльной шкале. Отличительные особенности образцов из разных групп спелости изучали методом однофакторного дисперсионного анализа и с помощью критерия Фишера [4].

Результаты и обсуждение. Получение всходов растений риса в условиях затопления связано с физиологической функцией колеоптиля, который при небольшом слое воды, достигая её поверхности, обеспечивает приток кислорода воздуха к осевым органам зародыша и тем самым способствует росту других листьев почечки, а также корешка [1, 2]. Поэтому важна его изменчивость в генотипах при низких положительных температурах. Величина колеоптиля изучаемых образцов варьировала в большинстве случаев от 0,25 см до 1,07 см при температуре 14 °С (таблица 1).

При определении длины колеоптиля проростков на 13 сутки при 14 °С выявили, что они по данному признаку разделились на три группы по критерию Фишера (таблица 2).

В первую группу, имеющую длину колеоптиле от 0,76 до 1,02 см вошло 20 генотипов. Вторую группу составило 14 генотипов с длиной от 0,50–0,75 см. В третью группу с длиной 0,25–0,49 см, соответственно, вошло 11 сортов (таблица 2, рис. 1).

С увеличением энергии прорастания у большинства генотипов снижается и длина колеоптиля. Установлена отрицательная связь между величиной колеоптиля и энергией прорастания семян r = -0,81±0,09, которая на 66,0 % обусловлена генотипом. Дисперсионный анализ и последующие попарные сравнения по наименьшей существенной разности показали отсутствие образцов с длиной колеоптиля, достоверно большей, чем у стандартного сорта Кубань 3. Из этого следует, что снижение глубины заделки семян до 0,5–0,7 см в условиях пониженных температур будет способствовать повышению полевой всхожести семян, что подтверждается ранее прове-

Таблица 1. Морфологические признаки проростков сортов риса разных групп спелости и их связь с холодостойкостью

Линия	Величина колеоптиля на 13 сутки, см (L)	Продолжительность прорастания в сутках (E)	Оценка на холодо-стойкость, баллы
I. Ультраскороспелая группа (приморские и дальневосточные сорта)			
1-09 (04637)	1,00	5,66	4
4-09 (04638)	0,65	4,92	3
9-09 (04639)	0,79	6,65	3
10-09 (04640)	0,49	6,16	2
29-09 (04641)	1,01	4,22	4
30-09 (04642)	1,06	5,01	5
32-09 (04643)	1,00	5,42	4
34-09 (04644)	0,83	5,44	4
46-09 (04645)	0,50	6,55	3
49-09 (04646)	0,48	6,70	2
58-09 (04647)	0,35	7,34	2
62-09 (04648)	1,07	4,71	5
Mu-07-980 (04649)	0,68	7,91	3
Mu-07-1055 (04650)	0,25	11,80	1
Луговой (04621)	0,90	5,05	4
Приозерный (04625)	0,25	8,84	2
Рассвет (04624)	0,40	7,92	2
$НСР_{05}$ вар.	0,02	0,17	–
II. Скороспелая группа			
Солярис (01317)	0,53	8,82	3
Изумруд (04118)	1,04	4,88	4
Фонтан (04042)	0,70	6,70	3
Серпантин (04048)	0,25	10,75	2
Спринт (04065)	1,03	5,42	4
Новатор (04237)	1,00	5,66	4
Кубань 3 (01310) st	1,00	5,30	4
$НСР_{05}$ вар.	0,02	0,16	–
III. Среднеспелая группа			
Лиман (01252)	1,02	6,02	4
Курчанка (04064)	1,00	6,72	4
Регул (04116)	1,00	5,23	4
Аметист (04119)	0,79	9,58	3
Янтарь (04177)	0,79	8,68	3
Атлант (04197)	0,90	7,66	4
Соната (04222)	0,27	10,47	2
Гарант (04234)	0,63	8,72	3
Флагман (04335)	0,51	7,73	3
Сонет (04473)	0,96	4,16	4
Северный (04241)	1,02	4,64	5
$НСР_{05}$ вар.	0,02	0,17	–
IV. Среднепоздняя группа			
Рапан (04062)	0,25	8,96	2
Снежинка (04072)	0,71	7,29	3
Лидер (04073)	0,83	4,59	4
Хазар (04122)	0,30	10,79	2
Кумир (04232)	0,32	11,25	2
Южный (04430)	0,38	9,44	2
Odaebyeo (04476)	1,01	4,96	4
Jinbubyeo (04477)	1,01	4,60	4
Австрал (04489)	0,62	9,49	3
Гамма (04651)	0,80	5,86	4
$НСР_{05}$ вар.	0.02	0.17	–

Таблица 2. Распределение диапазонов по величине колеоптиля, на основании критерия Фишера на уровне значимости p ≤ 0,05 в опытных группах сортов (M±σ)

Группы холодо-стойкости	Диапазон вариаций L, см	Период роста Lср ± σ, см	F-критерий при сравнении статистически значимых вариаций, p ≤ 0,05			Количество генотипов
I	0,76–1,02	0,98±0,07		2,86≥2,50		20
II	0,50–0,75	0,65±0,12	2,86≥2,50		3,10≥2,30	14
III	0,25–0,49	0,32±0,08		3,10≥2,30		11

Примечание. M — среднее арифметическое; σ — среднее квадратичное отклонение

Таблица 3. Распределение диапазонов по скорости прорастания семян риса, на основании критерия Фишера на уровне значимости p ≤ 0,05 в опытных группах сортов (M±σ)

Группы холодо-стойкости	Диапазон вариаций E, см	Период роста Eср ± σ, см	F-критерий при сравнении статистически значимых вариаций, p ≤ 0,05			Количество генотипов
I	4,16–5,66	4,99±0,44		2,53≥2,20		18
II	5,86–7,92	6,97±0,69	2,53≥2,20		2,35≥2,35	14
III	8,68–11,80	9,81±1,07		2,35≥2,35		13

дёнными исследованиями по физиологии их прорастания [1, 2].

Первая ультраскороспелая группа по скорости прорастания семян характеризовалась в большинстве от 4 до 7 суток при температуре 14 °С, кроме сортов Ми-07-1055 и Приозерный (таблица 1). Исследуемые генотипы по скорости прорастания семян при 14 °С разделились на 3 группы по критерию Фишера (таблица 3, рис. 2).

В первую группу, имеющую минимальное количество суток на прорастание одного семени (4,16–5,66 суток) вошли 18 генотипов из 45. Вторую группу составили 14 генотипов с количеством суток 5,86–7,92, в третью — 13 сортов от 8,68 до 11,80 суток (таблица 3). Скороспелые сорта имели продолжительность прорастания в большинстве от 4,88 до 6,70 суток, кроме сортов Серпантин и Солярис.

Интенсивность, или скорость, прорастания семян, тесно связана с активностью трансляции белков на полирибосомах. На запуск и эффективную работу трансляционного аппарата влияют многие генотипдетерминированные внутриклеточные факторы. Это, прежде всего, биохимические факторы поддержания высокой структурированности макромолекул рРНК в покоящемся зерне и при реактивации зародыша [6, 16]. От работы систем, обеспечивающих сохранность в условиях холодового стресса сложных третичных и четвертичных надмолекулярных структур рРНК, образованных в ходе периода дозревания и покоя, во многом зависит устойчивость рРНК на последних этапах сборки рибосом и запуска трансляции, которые обеспечивают прорастание.

Количественное определение рРНК в зрелом сухом зерне — важный метод оценки устойчивости генотипа к холодовому стрессу. Как показали предыдущие исследования, наиболее холодостойкие сорта риса — Северный и Кубань 3, обладали

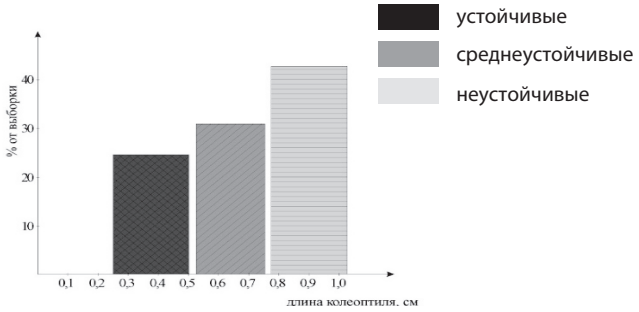


Рисунок 1. Диаграммы распределения холодостойкости по показателю длины колеоптелей семян 45 изученных сортов и линий риса

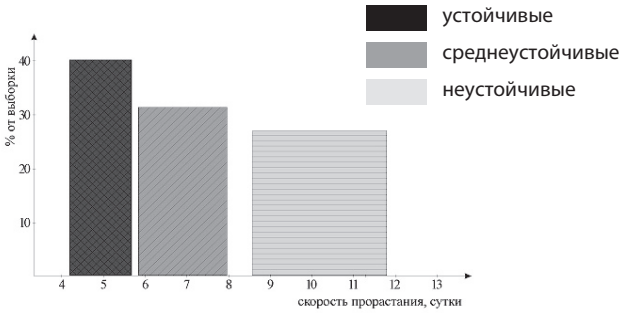


Рисунок 2. Диаграммы распределения холодостойкости по показателю скорости прорастания семян 45 изученных сортов и линий риса

наибольшим содержанием рРНК в зародышах зерна [9]. В настоящем исследовании эти сорта проявили высокую интенсивность прорастания в условиях холодового стресса по скорости роста и длине колеоптелей. Это с одной стороны является подтверждением их статуса стандартов холодостойкости сортов, с другой стороны — раскрывает сложные физиолого-биохимические механизмы, связанные с запуском трансляции, у генотипов риса, обладающих повышенной устойчивостью к холодовому стрессу.

Поэтому целесообразно выделить генотипы, имеющие небольшой период прорастания семени и длиной колеоптиля от 0,80 до 1,04 см, т.е. ближе к сорту стандарту Кубань 3. К таким из ультраскороспелой группы относятся: 29–09 (04641); 32–09 (64643); 34–09 (04644); Луговой (04621). Из скороспелой группы: Кубань 3 (01310); Новатор (04237); Спринт (04063); Изумруд (04118). В среднеспелой группе: Северный (04241); Лиман (01252); Курчанка (04064) Регул (04116); Сонет (04473); Атлант (04197) и в среднепоздней: Лидер (04074); Гамма (04651); Odaebyeo (04476) и Jinbubyeo (04477), (таблица 1). Наряду с холодостойкими сортами в таблице 1 представлены среднеустойчивые и неустойчивые генотипы, имеющие низкую энергию прорастания и интенсивность роста колеоптиля.

Выводы

1. По двум признакам (скорости роста и интенсивности прорастания колеоптиля) выделено три группы генотипов, различающиеся по холодостойкости. Первая группа характеризовалась более интенсивным ростом колеоптиля и меньшей энергией прорастания, выраженной средним числом дней, необходимых для прорастания одного семени.

2. В группах генотипов, различающихся по периоду вегетации, выявлены холодостойкие, среднеустойчивые и неустойчивые формы при воздействии низких температур. Скороспелые сорта имели низкую скорость прорастания в большинстве от 4,22 до 7,00 суток. Снижение глубины заделки семян до 0,5–0,7 см в условиях пониженных температур будет способствовать повышению полевой всхожести риса.

3. Выделены наиболее перспективные для селекции на холодостойкость генотипы: из ультраскороспелой группы — 29–09 (04641); 32–09 (64643); 34–09 (04644); Луговой (04621). Из скороспелой группы: Кубань 3 (01310); Новатор (04237); Спринт (04063); Изумруд (04118). В среднеспелой группе: Северный (04241); Лиман (01252); Курчанка (04064); Регул (04116); Сонет (04473); Атлант (04197) и в среднепоздней: Лидер (04074); Гамма (04651); Odaebyeo (04476) и Jinbubyeo (04477).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Воробьев, Н.В. Физиологические основы прорастания семян риса и пути повышения их всхожести / Н.В. Воробьев. — Краснодар, 2003. — 116 с.
2. Воробьев, Н.В. Физиологические основы формирования урожая риса / Н.В. Воробьев. — Краснодар: Просвещение-Юг, 2013. — 405 с.
3. Воробьев, Н.В. Продукционный процесс у сортов риса / Н.В. Воробьев, М.А. Скаженник, В.С. Ковалев. — Краснодар: Просвещение-Юг, 2011. — 199 с.
4. Дзюба, В.А. Многофакторные опыты и методы биометрического анализа экспериментальных данных / В.А. Дзюба. — Краснодар, 2007. — 76 с.
5. Костылев, П.И. Северный рис / П.И. Костылев, А.А. Парфенюк, В.И. Степовой. — Ростов-на-Дону: ЗАО Книга, 2004. — 576 с.
6. Плотников, В.К. Стабильность РНК и морозостойкость озимой мягкой пшеницы / В.К. Плотников, А.И. Насонов, Е.Е. Иваненко [и др.] // Научное наследие Н.И. Вавилова — фундамент развития отечественного и мирового сельского хозяйства: материалы международной конференции. — Москва. — 2007. — С. 99–100.
7. Скаженник, М.А. Методы физиологических исследований в рисоводстве / М.А. Скаженник, Н.В. Воробьев, О.А. Досеева. — Краснодар, 2009. — 24 с.
8. Скаженник, М.А. Создание холодостойкого исходного материала для селекции риса в рамках Консорциума стран с умеренным климатом / М.А. Скаженник, Н.В. Воробьев, В.А. Дзюба, И.Н. Чухирь, Т.С. Пшеницына // Зерновое хозяйство России. — 2013. — № 2(26). — С. 11–15.
9. Скаженник, М.А. Идентификация подвидов риса *Indica* и *Japonica* при помощи молекулярно-физиологических признаков / М.А. Скаженник, Е.Е. Иваненко // Зерновое хозяйство России. — 2013. — № 3(27). — С. 11–15.
10. Скаженник, М.А. Создание холодостойкого исходного материала риса для селекции сортов в рамках Консорциума стран с умеренным климатом / М.А. Скаженник, Н.В. Воробьев, В.А Дзюба. И.Н. Чухирь, Е.Г. Савенко, Т.С. Пшеницына // Зерновое хозяйство России. — 2014. — № 5(35). — С. 11–17.
11. Скаженник, М.А. Создание и улучшение исходного материала при селекции холодоустойчивых сортов риса /М.А. Скаженник, В.А. Дзюба, В.С. Ковалев [и др.] // Рисоводство. — 2017. — № 3(36). — С. 12–17.
12. Andaya, V.C. Mapping of QTLS associated with cold tolerance during the vegetative stage in rice / V.C. Andava. D.J. Mackill // J, Exp. Bot. — 2003. — № 54. — P. 2579–2585.
13. Baruah, A.R. Cold tolerance at early growth stage in wild and cultivated rice / A.R. Baruah, N. Ishigo-Oka, M. Adachi [et al.] // Euphytica. — 2009. — № 165. — P. 459–470.
14. Castillo, D. Caaracterization de germoplasma de arroz para tolerancia a frio en la etapa de germinacion / D. Castillo // Agricultura Tecnica. — 2002. — № 62. — P. 596–605.

15. Cruz, R.P. Cold tolerance at the germination stage of rice: methods of evaluation and characterization of genotypes / R.P. Cruz, S.C.K. Milach // Sci Agri. — 2004. — № 61. — P. 1–8.

16. Gonçalves, S. Evaluation of control transcripts in real-time RT-PCR expression analysis during maritime pine embryogenesis / S. Gonçalves, M. Cairney, J. Maroco [et al.] // Planta. — 2005. — V.222. — P. 556–563.

17. Kotaka, S. The varietal difference of germinability at low-temperature in rice varieties and the testing method for the percentage establishment of seedlings / S. Kotaka, N. Abe // J. Agri. Sci. Tokyo. — 1988. — 43. — P. 165–168.

18. Miura, K., Mapping quantitative trait loci controlling low-temperature germinability in rice (*Oryza sativa*, L.) / K. Miura, S.Y. Lin, M. Yano, T. Nagamin // Bred. Sci. — 2001. — № 51. — P. 293–299.

19. Sharifi, P. Inheritance of cold tolerance in rice at the germination stage / P. Sharifi // Asian J. Plant Sci. — 2008. — № 7. — P. 485–489.

20. Sharifi, P. Evaluation on sixty-eight rice germplasms in cold tolerance at germination stage / P. Sharifi // Rice Sci. — 2010. — № 17. — P. 77–81.

21. Takahashi, N. Inheritance of seed germination and dormancy / N. Takahashi // The Science of the Rice Plant, Food. And Agriculture Policy Research Center, Tokyo. — 1997. — P. 348–359.

22. Yea, J.D. Cold tolerance breeding (Chuncheon Substation) / J.D. Yea, Il Lee. Y.H. Choi, D.H. Seo // Stress tolerance breeding of rice in Korea. — Suweon: NICS Republic of Korea. — 2004. — P. 5–32.

23. Yoshida, S. Growth and development of the rice plant / S. Yoshida // Fundamentals of Rice Crop Science, International Rice research Institute. — Los Banos, Philippins, 1981. — P. 1–63.

Михаил Александрович Скаженник
Доктор биол. наук, с.н.с.
Зав. лабораторией физиологии,
E-mail: sma_49@mail.ru

Виктор Савельевич Ковалев
Доктор с.-х.н., профессор
Зам. директора

Владимир Алексеевич Дзюба
Доктор биол. наук, профессор
Главный научный сотрудник

Все: ФГБНУ «ВНИИ риса»
Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия

Надежда Николаевна Малышева
Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

Ирина Николаевна Чухирь
Кандидат сельскохозяйственных наук
Руководитель группы исходного материала
E-mail: arrri_kub@mail.ru

Евгений Евгеньевич Иваненко
Соискатель лаборатории физиологии

Татьяна Семеновна Пшеницына
Ст. науч. сотр. лаб. физиологии
E-mail: sma_49@mail.ru

Все: ФГБНУ «ВНИИ риса»
Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия

M.A. Skazhennik
Doctor of Biology, senior researcher;
Head of the Laboratory of Physiology,
E-mail: sma_49@mail.ru

Victor Savelevich Kovalyov
Doctor of Agriculturel Sciences, professor,
ARRRI, deputy director

Vladimir Alekseevich Dzuba
Doctor of Biology, professor
principal researcher

All: All-Russian Rice Research Institute
3 Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia

Nadezhda Nikolaevna Malysheva
Candidate in agriculture, assistant professor
Kuban State Agrarian University,
Krasnodar, Russia

I.N. Chukhir
Candidat of Agriculturel Sciences,
The head of initial stock group
E-mail: arrri_kub@mail.ru

Evgeniy Evgenievich Ivanenko
Job seeker of the Laboratory of Physiology

Tatyana Semenovna Pshenitsyna
Senior Researcher of the Laboratory of Physiology
E-mail: sma_49@mail.ru

All: All-Russian Rice Research Institute
3 Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia

УДК 57.085.23

Е.Г. Савенко, к.б.н.,
Ж.М. Мухина, д-р биол. наук,
В.А. Глазырина,
Л.А. Шундрина,
г. Краснодар, Россия

МИКРОРАЗМНОЖЕНИЕ СЕЛЕКЦИОННО-ЦЕННЫХ ГЕНОТИПОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ НЕЗРЕЛЫХ ЗАРОДЫШЕЙ В УСЛОВИЯХ *IN VITRO*

Исследования направлены на выявление оптимального компонентного состава питательных сред для размножения селекционно-ценных генотипов путем клонирования сегментов зеленых проростков, полученных из незрелых зародышей подсолнечника в условиях in vitro. Все изучаемые варианты питательных сред оказались пригодными для тиражирования растений, полученных в эмбриокультуре. В зависимости от генотипа и состава питательной среды корни формировали 55,0 — 100,0 % культивированных эксплантов. Сегменты с каллусами на месте среза формировали корни на 2 недели позже и нуждались в переносе на свежие питательные среды.

Ключевые слова: *подсолнечник, эмбриокультура, клонирование, ин витро.*

MICROPROPAGATION OF SELECTION-VALUABLE GENOTYPES OF SUNFLOWER OBTAINED FROM IMMATURE EMBRYOS *IN VITRO*

Summary. Studies are aimed at identifying the optimal component composition of nutrient media for reproduction of breeding-valuable genotypes by cloning segments of green seedlings obtained from immature sunflower germs in vitro. All studied variants of nutrient media turned out to be suitable for replication of plants obtained in embryo culture. Depending on the genotype and composition of the nutrient medium, roots formed 55.0 — 100.0% of cultivated explants. The callus segments at the cut point formed roots 2 weeks later and needed to be transferred to fresh nutrient media.

Key words: *sunflower, embryo culture, cloning, in vitro.*

Замена сортов и гибридов подсолнечника на новые, более технологичные, требует применения методов, призванных сократить период от скрещивания родительских форм до получения константных образцов, которые в перспективе станут сортами или гибридами. Одним из доступных методов, ускоряющих селекционный процесс, является метод культуры незрелых зародышей *in vitro*. Основные направления применения эмбриокультуры в селекционном процессе сельскохозяйственных растений и, в частности, подсолнечника:

— форсирование темпов селекционных программ за счет получения нескольких поколений селекционного материала в один год путем культивирования незрелых зародышей *in vitro*;

— культивирование незрелых зародышей поколения F_1 межвидовых гибридов для переноса донорных признаков устойчивости к биотическим и абиотическим стрессорам от диких форм в культурные линии [1, 2].

Как показали исследования семидневные зародыши сложно вводить в культуру *in vitro* по технологическим причинам (молодые зародыши трудно выделять из семян ввиду незначительного размера (не более 0,5–1,0 мм). При культивировании на питательных средах они нуждаются в добавках различных аминокислот, витаминов и гормонов для стимуляции дифференцировки, эмбрионального роста и прорастания. Регенеранты из таких зародышей имеют ряд морфологических изменений. Зародыши, взятые на более поздних стадиях развития (20–21 сутки) труднее вводить в культуру, поскольку семена сильнее повреждены грибковой и бактериальной инфекцией. В связи с незначительным выходом полноценных проростков селекционно-ценных генотипов подсолнечника, полученных из незрелых зародышей в условиях *in vitro*, возникает необходимость их тиражирования (увеличения коэффициента размножения). В лабораторных условиях это возможно используя биотехнологический прием микроклонального размножения. Успешное клонирование возможно на искусственных питательных средах (ИПС), содержащих все необходимые для растений компоненты (углеводы, макро-, микроэлементы, витамины и фитогормоны). При укоренении процесс адвентивного корнеобразования про¬ходит в несколько этапов: индукция, инициация, появление корней за пределами стеблевой части черенка [3]. Продолжительность первых двух этапов 10–15 дней, за этот период предкомпетентные клетки приобретают способность регенерировать меристематические очаги, в них начинается синтез корнеспецифических белков [4]. При культивировании на ИПС клетки стебля эксплантов могут делиться, образуя корни или каллус, из которого впоследствии развиваются корни.

Цель исследований. Выявить оптимальные питательные среды для размножения се-

лекционно-ценных генотипов путем клонирования сегментов зеленых проростков, полученных из незрелых зародышей в условиях *in vitro*. Установить влиянии различных регуляторов роста на корнеобразование.

Материалы и методы исследований. В исследованиях использовали 12-суточные стерильные проростки из зародышей гибридов 9758 R, R4 CLP, сортов Туника и Гризли (рис. 1).

Проростки извлекали из пробирок в условиях ламинарного бокса, разрезали на сегменты 1,0–2,5 см и культивировали на 3-х вариантах питательных сред, которые были составлены на основе анализа литературных данных и практического опыта, полученного при работе с другими сельскохозяйственными культурами (рис. 2).

В качестве гормонов для инициации развития корней (ризогенез) использовали ИУК (индолилуксусная кислота), ИМК (индолил-3-маслянная кислота) и α-НУК (α-нафтилуксусная кислота): 1 вариант: MS + 1,0 мг/л ИУК; 2 вариант: MS +1,0 мг/л ИМК; 3 вариант: MS + 0,2 мг/л α-НУК + 0,5 мг/л ИУК.

Результаты и их обсуждение. Полученные результаты показали, что успешное прохождение этапа ризогенеза зависело от генотипа растений и типа гормона в питательной среде (рис. 3). На всех средах для клонирования у изучаемых гибридов и сортов отмечена побочная нежелательная реакция — образование каллуса.

В первом варианте питательной среды через 8–10 дней культивирования у 55,0 % сегментов образца 9758 R появились первые корешки. У остальных эксплантов у основания побега, погруженного в питательную среду, наблюдали развитие каллуса. Сегменты стерильных проростков гибрида R4 CLP в 80,0 % случаев формировали корни. Впоследствии (15–16 сутки культивирования) у обоих гибридов из каллуса развивались корешки. Такие растения требовали переноса на свежую питательную среду MS, не содержащую гормоны, т.к. были несколько ингибированы (рис. 4).

Рисунок 1. Зеленые проростки из незрелых зародышей подсолнечника для микроклонирования

Во втором варианте питательной среды на 8 сутки культивирования у сегментов стерильных растений гибрида 9758 R развивались корни в 75,0 % случаев, в остальных случаях (25,0 %) на месте среза формировался каллус. У гибрида R4 CLP 94,0 % клонированных сегментов имели корень, каллус на месте среза формировался только у 6,0 % клонированных эксплантов. Из каллусных тканей через 2 недели культивирования на этой же среде развивались корешки. У черенков растеньиц сорта Гризли в присутствии ИМК в 100,0 % инициированы процессы ризогенеза. Под влиянием этого

Рисунок 2. Клонирование регенерантов подсолнечника

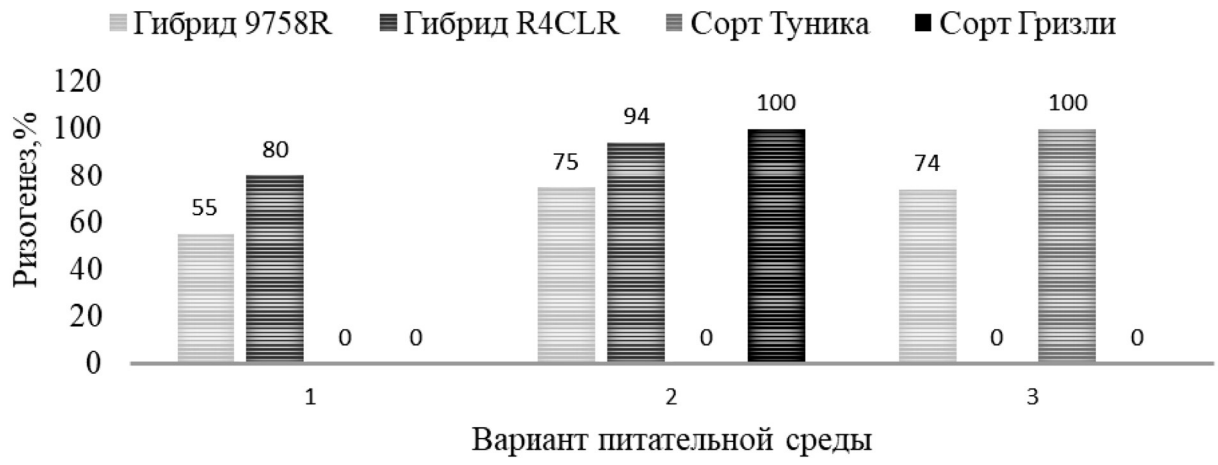


Рисунок 3. Корнеобразование при микроклональном размножении селекционно-ценных генотипов подсолнечника

Рисунок 4. Образование каллусов и корней на срезе клонированных эксплантов

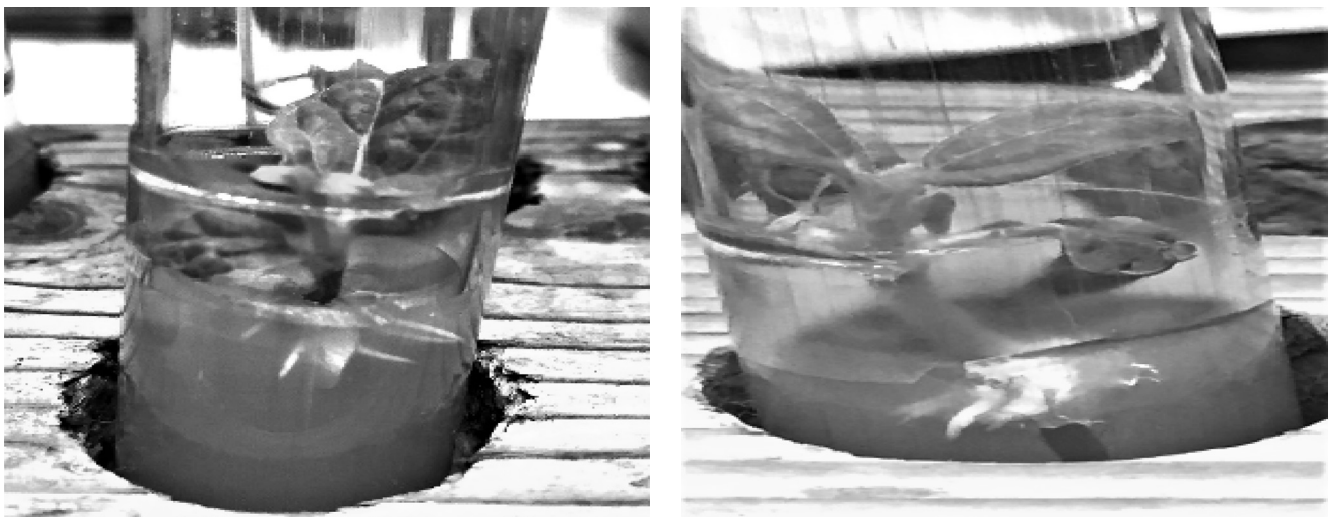


Рисунок 5. Сегменты стерильных проростков с корешками

гормона развивались крепкие, короткие и толстые корни (рис. 5).

В третьем варианте питательной среды у 74,0 % черенков гибрида 9758 R развивались корни. У 100,0 % сегментов гибрида R4 CLP на месте среза происходило утолщение стебля с последующей дифференциацией в каллусную ткань, корни на этой питательной среде не формировались, в связи с чем растения приходилось переносить для укоренения на среды с ИМК, а все микроклоны сорта Туника на этой питательной среде в ходе дифференциации формировали только корни.

Выводы. Полученные данные продемонстрировали, что лучшие результаты отмечены при культивировании микроклонов на питательной среде, в состав которой вводили ауксин ИМК в концентрации 1,0 мг/л. Количество полноценных растений с корешками варьировало от 75,0 до 100,0 % от высаженных эксплантов. Однако, для размножения клонированием растений селекционно-ценных гибридов подсолнечника, полученных путем культивирования незрелых зародышей в условиях *in vitro*, к конкретным генотипам нужен индивидуальный подход. В связи с чем, для тиражирования проростков разных генотипов подсолнечника можно рекомендовать все три изученных варианта питательных сред.

ЛИТЕРАТУРА

1. Chandler, J.M. Embryo culture of Helianthus hybrids / J.M. Chandler, B.H. Beard // Crop Sci., 1983. — Vol. 23. — P. 1004–1007.

2. Encheva, J. Creating genetic variability in sunflower through the direct organogenesis method independently and in combination with gamma irradiation / J. Encheva, F. Tsvetkova, P. Ivanov // Helia 25 (37), 2002. — P. 85–92.

3. Кефели, В.И. Онтогенез. — М., 1970.

4. Druart, P. *In vitro* promotion of root formation by apply shoots trough darkness effect on endogenous phenols and peroxidases // Z. Pflanrenphysiol, 1982. — № 1085. — P. 429–436.

Елена Георгиевна Савенко
Зав. лабораторией биотехнологии
и молекулярной биологии

Жанна Михайловна Мухина
Заместитель директора по инновациям

Валентина Александровна Глазырина
Ст. научн. сотр. лаб. биотехнологии
и молекулярной биологии

Людмила Анатольевна Шундрина
Научн. сотр. лаб. биотехнологии
и молекулярной биологии

Все: ФГБНУ «ВНИИ риса»
Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия
E-mail: avena@rambler.ru

Elena G. Savenko
Head of the laboratory
of biotechnology and molecular biology.

Janna M. Muhina
The deputy of director on innovations

Valentina A. Glazyrina
Senior scientist of laboratory of biotechnology and molecular biology

Ludmila A. Shundrina
Scientist of laboratory
of biotechnology and molecular biology

All: FSBSI «ARRRI»
Belozerniy 3, Krasnodar, 350921, Russia

УДК 633.18:631.531

Г.Л. Зеленский, доктор с.-х. наук, профессор,
О.В. Зеленская, канд. биол. наук
г. Краснодар, Россия

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СКОРОСПЕЛОГО СОРТА РИСА АЗОВСКИЙ

Во Всероссийском НИИ риса создан скороспелый сорт Азовский с вегетационным периодом в конкурсном испытании 103 дня. Сорт успешно прошел государственное испытание и с 2019 г. внесен в Госреестр РФ сортов, допущенных к использованию. В опыте по экологическому испытанию 2017 г. при изучении 20-ти разнотипных сортов Азовский показал урожайность 9,76 т/га, на уровне лучших среднеспелых сортов. Цель работы — показать перспективные варианты использования в производстве нового скороспелого сорта риса Азовский. Оценку сорта по биометрическим показателям, урожайности, качеству зерна и устойчивости к пирикуляриозу осуществляли по методикам, принятым во ВНИИ риса. Приведена агробиологическая характеристика сорта Азовский и рекомендации по рациональному его использованию в производстве. Высота растений нового сорта в среднем 82 см. Зерно округой формы, средней крупности. Отношение длины к ширине 2,2. Масса 1000 зерен — 28,5 г. Выход крупы составляет 69,9 %, в том числе целого ядра 87,1 %. Стекловидность — 86,7 %. Крупа отличного качества, с высокими кулинарными показателями. Устойчивость к полеганию и осыпанию высокая. Сорт Азовский отличается высокой полевой устойчивостью к пирикуляриозу. При соблюдении среднего уровня азотного питания его можно выращивать по природосберегающим технологиям без применения фунгицидов. Сорт Азовский рекомендуется сеять во второй половине мая, когда почва и вода будут достаточно хорошо прогреты. Возможны разные варианты эффективного использования скороспелого сорта Азовский. Одним из перспективных вариантов является посев сорта в конце мая после проведения капитальной планировки чеков и провокационного залива для борьбы с сорными растениями, прежде всего с краснозерным рисом. Возможен также посев сразу после уборки скороспелого сорта ячменя, выращенного в рисовых чеках.

Ключевые слова: *рис, скороспелый сорт, устойчивость к пирикуляриозу, технология возделывания, капитальная планировка, провокационные заливы, сорняки.*

PROSPECTS OF RATIONAL USE OF EARLY RIPENING RICE VARIETY AZOVSKY

In All-Russian Rice Research Institute, early-ripening rice variety Azovsky was developed with a vegetation period in a competitive trial of 103 days. The variety has successfully passed the state test and since 2019 it has been introduced into the State Register of Russian Federation of varieties approved for use. In the experiment on environmental testing in 2017, when studying 20 varieties of different types, Azovsky showed a yield of 9.76 t / ha, at the level of the best medium-ripening varieties. Purpose of the work — to show the promising options of using new early-ripening rice variety Azovsky in production. Evaluation of variety according to biometrics, yield, grain quality and resistance to blast was carried out according to the methods adopted by ARRRI. The agrobiological characteristics of variety Azovsky and recommendations for its rational use in production are given. Plants height of a new variety is, on average, 82 cm. The grain is of a round shape, medium size. Length-to-beam ratio is 2.2. The mass of 1000 grains is 28.5 g. Milling yield is 69.9 %, including head rice content — 87.1 %. Vitreousness — 86.7 %. Milled rice is of excellent quality, with high culinary rates. Resistance to lodging and shuttering is high. The variety Azovsky is distinguished by high field resistance to blast. When comparing the average level of nitrogen nutrition, it can be grown using environmentally friendly technologies without the use of fungicides. The variety Azovsky is recommended to sow in the second half of May, when the soil and water will be heated well enough. There are various options for the effective use of early-ripening variety Azovsky. One of the promising options is the sowing of a variety at the end of May after carrying out a capital planning of checks and a provocative flooding to control weeds, first of all red grain rice. It is also possible to sow immediately after harvesting the early ripening barley grown in rice checks.

Key words: *rice, early-ripening variety, blast resistance, cultivation technology, capital planning, provocative flooding, weeds.*

Рис выращивается в широком диапазоне почвенно-климатических условий. Сорт является основным элементом урожая при возделывании культуры в различных агроландшафтах. При селекции риса учитывают более 50-ти признаков, среди которых длина вегетационного периода находится в числе наиболее значимых.

Продолжительность вегетационного периода того или иного сорта имеет значение лишь для конкретной местности, где проводили испытания [1]. На вегетационный период риса в целом и его отдельных фаз влияют три основных фактора: биологический (скороспелость сорта); климатический (температурные условия вегетационного периода); хозяйственный (сроки сева).

Скороспелость сорта риса находится в тесной связи с суммой эффективных температур (+ 15 °С) за вегетационный период. Экспериментально показано, что в условиях Краснодарского края возможно выращивание сортов риса с вегетационным периодом до 125 суток и требующих суммы эффективных температур за этот период не более 2700 градусов. При этом скороспелые сорта с вегетационным периодом 100–110 дней требуют 2200–2300 градусов [8].

Среди сортов риса допущенных к использованию в Краснодарском крае, выделяют три группы спелости: скороспелые с периодом вегетации до 100–110 дней, среднеспелые — 111–117 дней, среднепоздноспелые — 118–125 дней. Согласно рекомендациям ВНИИ риса в производственных посевах скороспелые сорта должны занимать 10–20 %, среднеспелые — 60–70 % и среднепоздноспелые — 20–30 % [7].

В течение многих лет во ВНИИ риса создавались скороспелые сорта, однако в производстве их практически не возделывают. Причин тому несколько. Прежде всего скороспелые сорта уступают по урожайности позднеспелым. Это связано с биологией растений, чем дольше они фотосинтезируют, тем большую биомассу формируют. Ограничение одно — температурные условия вегетационного периода. Второй причиной отсутствия в посевах скороспелых сортов является слабая устойчивость к пирикуляриозу. Как правило, эти сорта обладают полевой устойчивостью к инфекции. При оптимальном уровне азотного питания они пирикуляриозом не поражаются. Однако в производственных условиях ранние сорта попадают на один массив с более поздними, где создается общий питательный фон, который превышает потребности скороспелого сорта, и его растения поражаются пирикуляриозом [1]. Наглядным примером является внедрение в производственные посевы раннеспелого сорта Новатор, который отличался достаточно высокой урожайностью и высоким качеством крупы. Посевы этого сорта быстро расширялись, пока в 2013 г. на перекормленных азотом участках не развилась эпифитотия пирикуляриоза. После этого хозяйства отказались от Новатора, семеноводство его прекращено. Однако сорт обладает рядом ценных признаков, поэтому его часто использовали в гибридизации. На основе Новатора создан ряд удачных селекционных линий, одна из которых стала сортом Азовский.

Целью работы являлось показать перспективные варианты использования в производстве нового скороспелого сорта риса Азовский.

Материалы и методы

Скороспелый сорт риса Азовский создан методом индивидуального отбора из гибридной популяции второго поколения Олимп / Новатор с последующим повторным отбором в селекционном питомнике и проверкой по потомству. Азовский успешно прошел Госиспытание и с 2019 г. и был внесен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию). Оценку сорта по биометрическим показателям, урожайности, качеству зерна и устойчивости к пирикуляриозу осуществляли по методикам, принятым во ВНИИ риса.

Результаты и обсуждение

Азовский относится к группе скороспелых сортов, с периодом вегетации 103 дня (в среднем за три года конкурсного испытания). Сорт достаточно продуктивный. За годы конкурсного испытания Азовский показал урожайность 6,88 т/га (с высокой стабильностью по годам), что на 0,24 т/га выше стандартного сорта Новатор [2].

Сорт Азовский безостый, относится к виду *Oryza sativa* L., подвиду *japonica*, ботанической разновидности *italica* Alef. Высота растений в среднем 82 см. Метелки эректоидные, средней крупности (14,6 см), хорошо озерненные (158 колосков), с низкой стерильностью (8,2 %).

Зерно округой формы, средней крупности. Отношение длины к ширине 2,2. Масса 1000 зерен 28,5 г. Выход крупы 69,9 %, в том числе целого ядра 87,1 %. Стекловидность — 86,7 %. Крупа отличного качества, с высокими кулинарными показателями (табл. 1).

Сорт Азовский устойчив к полеганию, не осыпается, но обмолачивается легко. Его можно держать с перестоем и убирать прямым комбайнированием.

Растения сорта Азовский отличаются высокой полевой устойчивостью к пирикуляриозу. Поэтому рекомендуется его не перекармливать азотом, выращивать без применения фунгицидов и получать экологически чистую и экономически недорогую продукцию высокого качества.

Параллельно с государственным испытанием сорт Азовский изучали в различных опытах. Так, при изучении в лизиметрическом опыте 2016 г. сроков посева 5, 15 и 25 мая и уборки через 25, 35 и 45 суток после цветения установлено, что наилучшие результаты по урожайности и качеству семян во втором варианте, т.е. при посеве 15 мая и уборке через 35 суток после цветения [6]. По метеоданным май 2016 г. был умеренно теплым с частыми дождями. Средняя температура за месяц составила 17,7 °С, что на 0,9 ниже нормы. Это отрицательно сказалось на темпах роста проростков риса в период получения всходов. Из этого следует, что растения сорта Азовский в период получения всходов лучше растут при хорошо прогретой почве, что необходимо учитывать при выращивании сорта в производственных условиях. При проведении экологического испытания в 2017 г. В.С. Ковалевым и сотр. двадцати разнотипных сортов риса в РПЗ «Красноармейский им. А.И. Майстренко» по предшественнику «многолетние травы» сорт Азовский

Таблица 1. Характеристика сорта риса Азовский в сравнении с сортом Новатор (конкурсное испытание 2014–2016 гг.)

Признаки	Азовский	Новатор (стандарт)	+/- к стандарту
Урожайность, т/га	6,88	6,64	+0,24
Вегетационный период, сут.	103	105	-2
Высота растений, см	81,6	83,1	-1,5
Длина метелки, см	14,6	15,2	-0,6
Колосков на метелке, шт.	158	125	+33
Плотность метелки, шт./см	10,8	68,2	+2,6
Стерильность колосков, %	8,2	11,2	-3,0
Отношение длины к ширине (l/b)	2,2	2,5	-0,3
Масса 1000 зерен (абс. сухих), г	22,6	26,3	-3,7
Пленчатость, %	21,2	20,7	+0,5
Стекловидность, %	86,7	87,0	-0,3
Общий выход крупы, %	69,9	68,6	+1,3
в т.ч. целого ядра, %	87,1	75,5	+11,6
Поражаемость пирикуляриозом*, % (искусственное заражение)	20,0	63,5	-43,5

Примечание: поражаемость пирикуляриозом сорта–индикатора «Флагман» = 45,8 %.

Таблица 2. Результаты экологического испытания сорта Азовский, 2017 г.

Сорт	Вегетационный период, сут.	Урожайность, т/га	$K_{хоз.}$	Масса зерна, кг/сут. на 1 га
Азовский	107	9,76	0,51	91,2
Патриот	117	10,91	0,49	93,2
Рапан	112	9,51	0,54	84,9

за 107 дней вегетации показал урожай зерна 9,76 т/га, что свидетельствует о его высокой потенциальной урожайности (табл. 2).

Из таблицы 2 видно, что у сорта Азовский в этом опыте вегетационный период увеличился до 107 суток, что свидетельствует о слишком высоком уровне плодородия на этом чеке. Сорт Азовский показал урожай на уровне среднеспелых сортов, причем на 0,25 т/га выше, чем широко возделываемый сорт Рапан. Этот факт подчеркивает, что растения Азовского «работают» очень интенсивно с большой зерновой отдачей. Расчетами установлено, что ежедневно на каждом гектаре сорт Азовский формировал 91,2 кг зерна, превышая этот показатель у сорта Рапан на 6,3 кг.

Подтверждением высокой интенсивности сорта Азовский является коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза ($K_{хоз.}$). Он показывает, что у сорта Азовский доля зерна в общей надземной биомассе составляет 51 %. Это на 2 % выше, чем у сорта Патриот, который показал наивысшую урожайность в опыте — 10,91 т/га, но при вегетационном периоде 117 суток.

В 2018 г. сорт Азовский проходил производственное испытание и предварительное размножение в трех хозяйствах: РПЗ «Красноармейский им. А.И. Майстренко» на 10 га, учхоз «Кубань» — 6 га и ИП «Вороная О.А.» Крымского района — 4 га. Заготовленные семена будут использованы для расширенной производственной проверки сорта в 2019 г. в хозяйствах Краснодарского края.

Для получения максимальной пользы от выращивания скороспелого сорта риса Азовский предлагаем несколько вариантов его рационального использования в севообороте:

— учитывая высокую интенсивность сорта для получения максимального урожая можно размещать его по предшественнику «многолетние травы» и убирать в конце августа-начале сентября, начиная с его посевов уборку риса. Однако по этому предшественнику среднеспелые сорта типа Патриот способны сформировать урожай на 1,0–1,2 т/га больше Азовского, хотя и в более поздние сроки;

— сорт Азовский целесообразнее использовать при применении тех технологий, где другие сорта будут менее эффективны. При этом сеять

Таблица 3. Количество всходов сорных растений в зависимости от сроков влагозарядкового полива после капитальной планировки чеков учхоза Кубань (2014–2016 гг.) [3]

Срок залива чеков	Количество сорных растений, шт./м²	
	всего	краснозерный рис*
Первая декада июня	658	216
Вторая декада июля	420	108
Третья декада августа	314	72
$НСР_{05}$	28,3	17,9

**Примечание: включая падалицу белозерного риса.*

его следует во второй половине мая, когда почва и вода будут достаточно хорошо прогреты. В этих условиях сорт дает более дружные всходы, чем в первых числах мая. Кроме того, этот вариант предусматривает возможность проведения капитальной планировки чеков и провокационного залива их для борьбы с сорными растениями, прежде всего с краснозерным рисом.

В мировой практике рисосеяния наиболее эффективные меры борьбы с сорно-полевыми формами риса основаны на сочетании агротехнических приемов и химических мер борьбы. Например, в Италии, Франции и других рисосеющих европейских странах перед посевом используются провокационные заливы чеков с последующей обработкой гербицидами (например, глифосатом) по проросшим сорнякам до посева риса [10]. Проведение провокационных заливов в осенний период менее эффективно, так как у большинства краснозерных форм риса отмечается период покоя семян [9].

В условиях Краснодарского края этот метод фактически не применялся из-за того, что подача воды на рисовые системы осуществляется централизованно, по графику, за 5–7 дней до начала посева риса (третья декада апреля). Провокационные заливы широко используются только в паровом поле, особенно в семеноводческих хозяйствах [11]. Применение весенних провокационных заливов ограничивало также и отсутствие в Госреестре раннеспелых сортов риса, подходящих для выращивания по этой технологии. Внедрение сорта Азовский позволяет использовать данный технологический прием в наших агроклиматических условиях.

После капитальной планировки чеков в осенний период залив необходимо провести в конце апреля-начале мая, как только на рисовую систему поступит вода. При этом следует создать минимальный слой воды на 3–4 дня, чтобы почва замокла. Как известно, семена краснозерного риса в слое почвы 0–3 см прорастают на 50 % при увлажнении почвы, а при затоплении — только на 18 % [4].

После получения всходов сорняков и просушивания почвы, следует провести ее обработку культиватором или машиной «Катрос» на глубину 5–7 см. Дискатор использовать не целесообразно, потому что при обороте пласта на поверхность поднимаются семена сорных растений из нижних слоев почвы и при последующем заливе после посева риса они прорастут.

На просохшую почву необходимо внести диаммофоску, затереть движкой и в третьей декаде мая посеять сорт Азовский. В период вегетации желательно провести 1–2 некорневые подкормки раствором карбамида по 20 кг/га. В таких условиях сорт созревает в первой декаде сентября. Если капитальная планировка чеков проводится в начале мая с последующим заливом чеков, то посев может быть проведен в конце мая, а созревание сорта наступит соответственно во второй декаде сентября.

В опыте выявлено, что чем раньше проводился залив чеков, тем большее количество растений давало всходы, особенно большие различия фиксировались по краснозерному рису [3]. Так, при заливе в первой декаде июня число растений просовидных сорняков было практически в 2 раза, а краснозерного риса — в три раза больше, чем при заливе в третьей декаде августа (табл. 3). При этом в число всходов краснозерного риса была включена и падалица белозерных сортов, так как в фазе 2–3 листа их различить очень сложно.

Еще один рекомендуемый вариант эффективного использования сорта Азовский — это посев его после уборки скороспелого сорта ячменя, выращенного в рисовых чеках. Примером такого использования являются опыты, проведенные в ЗАО «Черноерковское» В.А. Масливцом и сотр. [5]. В качестве промежуточной культуры был посеян сорт ячменя Михайло, урожай которого составлял 5,01 т/га, а после него — сорт риса Лиман, урожайность которого составила 5,16 т/га. В сумме было получено 10,17 т зерна с 1 га за один сельскохозяйственный год. Согласно данным экологического испытания сорт Азовский обладает большей потенциальной продуктивностью, чем сорт Рапан (табл. 2).

Предложенные варианты использования сорта Азовский с учетом его агробиологических особенностей необходимо применять в зависимости от

конкретных условий и потребностей производства в каждом хозяйстве для повышения эффективности рисоводства.

Выводы

1. В результате многолетней селекционной работы создан скороспелый сорт риса Азовский, который внесен в Госреестр РФ и допущен к использованию с 2019 г.

2. Сорт Азовский отличается высокой урожайностью, способностью формировать ежесуточно свыше 90 кг зерна на 1 га, устойчивостью к полеганию и осыпанию, также повышенной резистентностью к пирикуляриозу.

Для получения максимального эколого-экономического эффекта от выращивания сорта Азовский целесообразно провести широкую производственную проверку в хозяйствах Краснодарского края при различных вариантах его размещения в севообороте с использованием агротехнических приемов борьбы с сорняками.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Зеленский, Г.Л. Рис: биологические основы селекции и агротехники /Г.Л. Зеленский // Монография. — Краснодар: КубГАУ, 2016. — 236 с.

2. Зеленский, Г.Л. Новый раннеспелый сорт риса Азовский / Г.Л. Зеленский // Итоги научно-исследовательской работы за 2016 год: сб. ст. по материалам 72-й науч.-практ. конф. преподавателей. — Краснодар: КубГАУ, 2017. — С. 16–17.

3. Зеленский, Г.Л. Совершенствование технологии возделывания риса в санитарных зонах (на примере учхоза «Кубань») / Г.Л. Зеленский, М.И. Чеботарев, Т.В. Логойда, О.В. Зеленская, А.А. Салай // Труды КубГАУ. — 2018. — № 5 (74). — С. 53–57.

4. Зеленская, О.В. Краснозерный рис: разнообразие и меры борьбы / О.В. Зеленская, Е.П. Максименко // Труды КубГАУ. — Вып. №3(30). — 2011. — С. 106–111.

5. Масливец, В.А. Интенсивное использование земли в рисовых севооборотах / В.А. Масливец, Н.Н. Здесенко // Краснодар: КубГАУ, 2008. — 491 с.

6. Оганесян, С.А. Посевные качества семян скороспелых сортов риса в зависимости от сроков посева и уборки / С.А. Оганесян, А.А. Шапошникова, Г.Л. Зеленский // Рисоводство. — Краснодар, 2017. — № 3 (36). — С. 30–35.

7. Система рисоводства Краснодарского края / под общ. Ред. Е.М. Харитонова. — Краснодар: ВНИИ риса, 2011. — 316 с.

8. Соколова, И.И. Вегетационный период риса и температура воздуха / И.И. Соколова // Краткие итоги НИР Кубанской оп. ст. за 1956 год. — Краснодар: Советская Кубань, 1957. — С. 104–114.

9. Ferrero A. Biology and control of red rice (*Oryza sativa* L. var. sylvatica) infesting European rice fields/ A. Ferrero // Medoryzae. — 2001. — № 9. — P. 2–6.

8. Ferrero A. Weedy rice. Biological features and control / A. Ferrero // FAO plant production and protection paper. — Roma, 2003. — 120, add. 1. — P. 89–107.

10. Zelenskaya O.V. Weedy red rice forms (*Oryza sativa* L.) and their control strategies in the countries of temperate zone / O.V. Zelenskaya, Ye.P. Maximenko // Proceedings of International conference «Achievements and prospects of rice breeding and cultivation in temperate countries», Krasnodar, 26–27 November 2015. — Kazan : IP Siniaev D. N. , 2015. — P. 251–255

Григорий Леонидович Зеленский
Профессор кафедры генетики, селекции и семеноводства,
Факультет агрономии и экологии,
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина»,
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13;
ведущий научный сотрудник отдела селекции
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса»
E-mail: zelensky08@mail.ru

Grigoriy L. Zelenskiy
Professor, chair of genetics, breeding and seed production,
E-mail: zelensky08@mail.ru,
FSBEI of Higher education “Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin”,
Kalinina 13, Krasnodar, 350044, Russia
E-mail: zelensky08@mail.ru

Ольга Всеволодовна Зеленская
Доцент кафедры общей биологии и экологии,
Факультет агрономии и экологии
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина»,
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13
E-mail: zelenskayaolga-2011@mail.ru

Olga V. Zelenskaya
Associate professor, chair of general biology and ecology,
Faculty of agronomy and ecology
FSBEI of Higher education “Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin”,
Kalinina 13, Krasnodar, 350044, Russia
E-mail: zelenskayaolga-2011@mail.ru

УДК 633.18:58.036:631.165

А.Г. Рау, доктор технических наук,
профессор, академик НАН РК,
А.Ш. Бакирова, магистр сельскохозяйственных наук
г. Алматы, Казахстан

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ СЛОЯ ВОДЫ РИСОВЫХ ЧЕКОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ РИСА

Исследования проводились на Акдалинской рисовой системе. Установлено, что рис — растение чувствительное к метеоусловиям: изменение климата приводит к изменениям в структуре урожая. Особое влияние на структуру урожая риса оказывают температура воздуха и воды рисовых чеков. Отмечено, что температура слоя воды в рисовых чеках в оросительный период на превышает 29 °С, что ниже порогового значения 35 °С, когда производятся проточность и сбросы воды из чеков [1, 2]. Температура воды в рисовых чеках, поверхностного слоя определялось по термометру, на глубине слоя воды 5, 10, 15 и 20 см по Савиновским термометрами, почвы — термометрами ТМ-5.

Ключевые слова: *рис, температура, вода, рисовые чеки, урожайность.*

THE INFLUENCE OF THE TEMPERATURE OF THE WATER LAYER OF RICE FIELDS ON THE YIELD OF RICE

Studies were conducted on Akdala rice system found that rice — a plant sensitive to meteorological conditions. Climate change leads to changes in crop structure. The temperature of the rice field air and water has a special influence on the structure of the rice crop. It is established that the temperature of the water layer in rice checks in the irrigation period exceeds 29 °C, which is below the threshold of 35 °C, when the flow and discharge of water from the checks are made [1.2]. The temperature of water in rice checks, the surface layer was determined by an urgent thermometer, at the depth of the water layer 5, 10, 15 and 20 cm by Savin Thermometers, soil — thermometers TM-5.

Key words: *rice, temperature, water, rice checks, yield.*

Введение

Производство риса в Казахстане размещается на орошаемых землях в бассейнах рек Сырдарьи, Иле, Каратал и является традиционным направлением развития аграрного сектора, площадь рисовых оросительных систем в этих бассейнах рек более 220 тыс. га. Имеющиеся водные ресурсы поверхностных источников, недостаточны для удовлетворения возрастающих потребностей рисоводства. По этой причине на рисовых системах этих бассейнов рек ежегодно сельхозкультуры на десятках тысяч гектаров мелиоративно-подготовленных земель, испытывают недостаток влаги в очве, что приводит к значительному недобору сельскохозяйственной продукции. В 1990 г. площадь посева риса в Казахстане составляла 110 тыс. га, валовый сбор зерна — 450 тыс. тонн, в 2015 г. площадь посева риса сократилась до 76 тыс. га, валовый сбор зерна — до 300 тыс. тонн, что сказалось на внутренние цены, которые выросли в 2,5 раз по сравнению с 1990 г. [3].

Сокращение производства риса в стране увеличило импорт риса из стран азиатского континента: Китая, Узбекистана, Египта, Пакистана и других стран. Качество импортируемого риса очень низкое и уступает по содержанию белка и углеводов сортам риса Маржан, Баканаский, Лидер, Айсауле, Сыр-сулуы, которые возделываются в севообороте с другими культурами и является органически чистыми, по сравнению с импортируемыми сортами риса, возделываемыми как монокультура с применением минеральных удобрении, гербицидов и пестицидов против болезней и вредителей.

Технология выращивания риса предусматривает создание слоя воды на рисовом поле, выполняющего многофакторную роль, который является экологическим фактором, определяющим условия формирования и продуктивность растений риса. Наличие слоя воды на рисовом поле оказывает влияние на температурный и солевой режим воды и почв рисовых систем.

На рисовых оросительных системах Казахстана рис выращивается согласно рекомендациям Минсельхоза Каз ССР [4, 5], в которых рекомендуется создавать периодическую проточность воды в пределах 10 % от ее поступления для предотвращения перегрева слоя воды в чеках.

Недостатком данного режима орошения является перерасход оросительной воды. Необоснованные (стихийные) сбросы и создание проточности воды в рисовых чеках приводят к переполнению дренажно-сбросных каналов, снижению их дренирующего действия, подпитке подземных вод и вызывают напор грунтовых вод, в следствие что происходит вторичное засоление и заболачивание почв рисовых систем, а перерасход поливной воды составляет 20–30 %. Со сбросным стоком происходит вынос минеральных удобрений, что приводит к снижению урожайности риса. В результате применения данного способа выращивания риса урожай-

ность его на большей части площади снижается до 40 ц/га, а оросительная норма увеличивается до 36 тыс.м3/га. Производство риса на засоленных землях стало нерентабельным, засоленные земли заброшены и вышли из сельхозооборота. Таких земель на Кызылординской рисовой системе более 60 тыс.га из 220 тыс. га, Акдалинской — 8 тыс. га из 29 тыс. га.

Цель исследования — Повышение эффективности использования водных ресурсов на рисовых оросительных системах за счет сокращения необоснованных сбросов и проточности воды, разработка критических пороговых показателей, по температуре воды в рисовых чеках , при которых производится сброс воды.

Гипотеза. Температура воды влияет на разложение органического вещества в почве. При температуре воды 35 °С и выше в ней снижается содержание кислорода и в почве заметно усиливаются восстановительные процессы, сопровождающиеся образованием и накоплением больших количеств токсических веществ (H2S и др.), губительно действующих на корни риса [2, 6]. В результате поглощение питательных веществ тормозится, что влечет за собой развитие болезни акиоти, способствующей распространению и поражению растений бурой пятнистостью. В противоположность этому при низкой температуре воды происходит менее интенсивное разложение органического вещества в почве, замедляется развитие и задерживается выметывание растений, могут появиться болезни (пирикуляриоз метелки) и уменьшается число вызревших зерен, что приводит к снижению урожая риса.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились на Акдалинской рисовой системе бассейна р. Иле Балхашского района Алматинской области. По данным метеостанции с. Баканас сумма среднесуточных многолетних температур воздуха в период с мая по сентябрь варьируется от 520,8 до 747,1 °С, составляя в целом за вегетационный период — 3083,9 °С (таблица). При такой теплообеспеченности вегетационного периода могут возделываться только скороспелые сорта риса (Лидер, Баканский), районированные для северной зоны рисосеяния Казахстана. Село Баканас находится в середине Акдалинского массива орошения.

В 2018 году сумма среднесуточных значений за вегетационный период, была ниже многолетних на 55,4 °С (таблица).

Погодные условия 2018 г. сказались на продолжительности вегетационного периода, который затянулся на 8 дней. Уборку риса начали в первой декаде сентября, тогда как обычно к ней приступают в конце августа.

Температура воды в рисовом чеке определялась ежесуточно в 15 часов по срочному и Савиновским коленчатым термометрам. По срочному термометру температура поверхностного слоя воды, по Савинским термометрам на глубине 5 см, 10 см и у поверхности земли, а также почвы на глубине 5,10,15 см.

Таблица. Среднемесячные температуры воздуха по данным метеостанции с. Баканас

№	Наименование	Месяцы					Сумма температур за оросительный период
		май	июнь	июль	август	сентябрь	
1	Среднемноголетняя среднемесячная температура воздуха, °С	16,8	22,0	24,1	22,0	15,8	
2	Сумма температур воздуха за месяц, °С	520,8	660,0	747,1	682,0	474	3083,9
3	Среднемесячная температура воздуха, °С 2018 г.	16,0	21,6	23,8	21,7	15,8	
4	Сумма температуры воздуха за месяц, °С 2018 г.	496,0	648	737,8	672,7	474	3028,5
5	Отклонение среднемесячных температур, °С 2018 г. от многолетних	-0,8	-0,4	-0,3	-0,3	0	
6	Отклонение суммы среднемесячных температур, °С 2018 г. от многолетних	-24,8	-12,0	-9,3	-9,3	0	-55,4

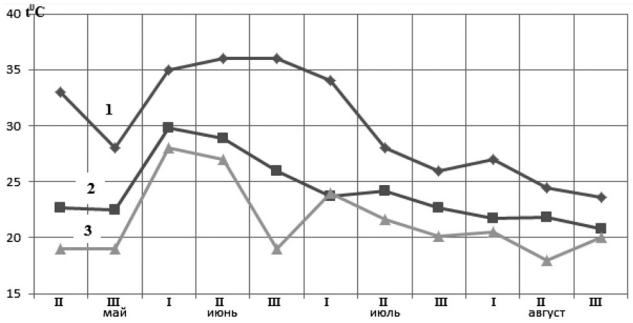


Рисунок 1. Температура воды рисового чека:

1 — поверхностного слоя, 2 — на глубине 5 см, 3 — на глубине 10 см.

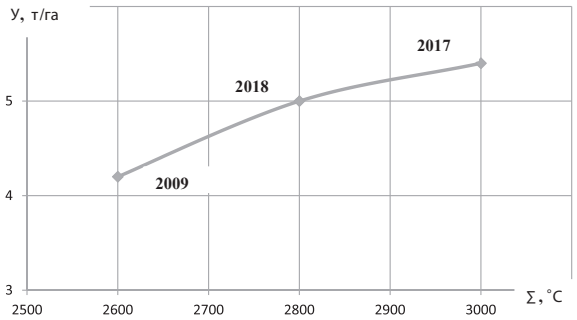
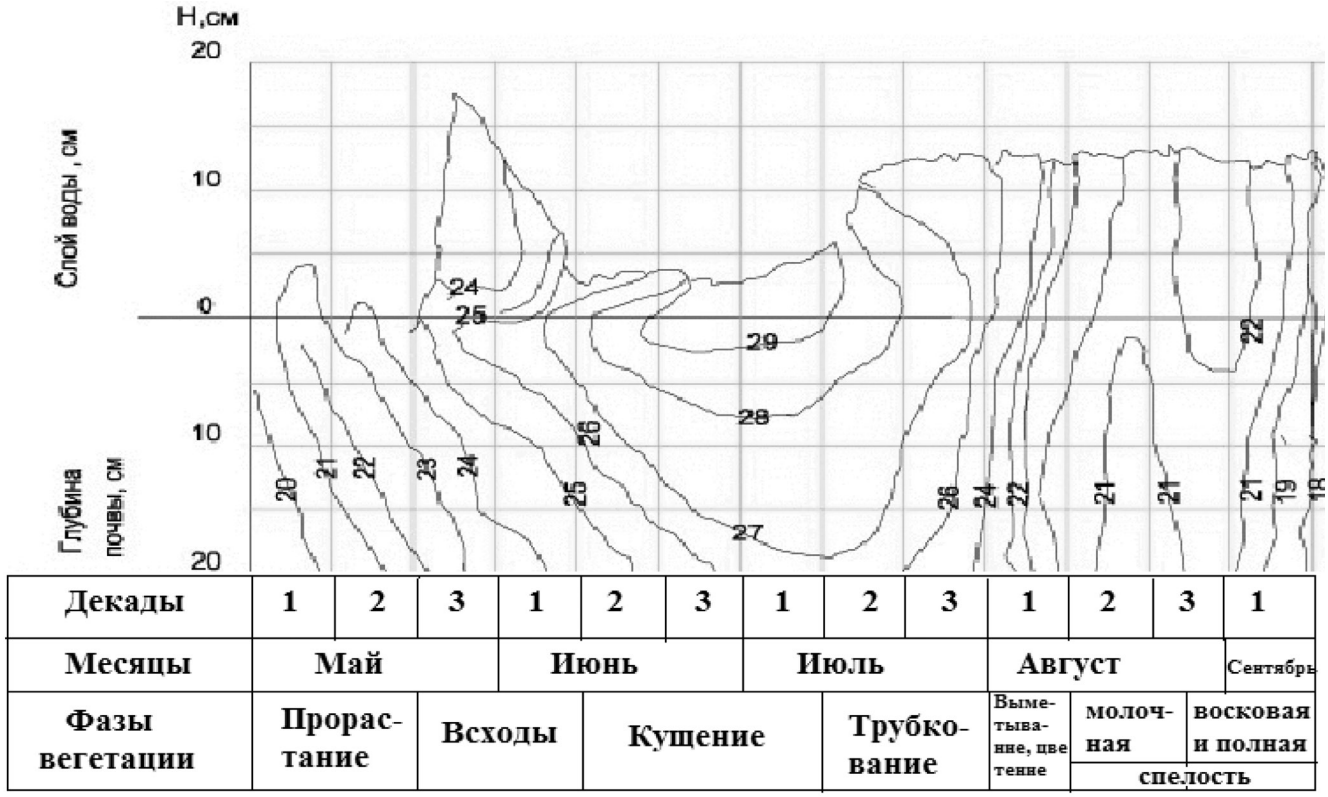


Рисунок 3. Зависимость урожая риса от суммы температур воздуха за вегетационный период, по данным метеостанции с. Баканас и рисосеющего кооператива Агрофирма «Бирлик»



Декады	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
Месяцы	Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь
Фазы вегетации	Прорастание		Всходы	Кущение			Трубкование			Выметывание, цветение	молочная		восковая и полная спелость

Рисунок 2. Термоизоплеты слоя воды и почвы рисовых чеков

Использование водных ресурсов на рисовых системах в условиях ограниченного доступа к воде требует принципиально новых подходов к управлению и использованию водных ресурсов на рисовых оросительных системах, на которых в настоящее время расположены сотни кооперативов и крестьянских хозяйств, являющихся водопотребителями и имеющих, согласно Водному кодексу РК, равные права на поливную воду. Однако возникает масса проблем в связи с дефицитом водных ресурсов, вызванным применением устаревшего способа выращивания риса и технологии регулирования и использования поливной воды на рисовых оросительных системах. Изучение пороговых показателей температуры слоя воды рисовых чеков, при которой следует производить проточность воды усовершенствует существующую технологию полива риса.

Результаты и обсуждения

Температура воды в рисовых чеках в оросительный период повторяет суточный ход температуры воздуха. В июне месяце, когда стеблестой растения риса не затеняет водную поверхность рисового чека, среднедекадная температура воды в чеке выше среднедекадной температуры воздуха на 2–4 °С. Максимальная температура воды в рисо-

вом чеке в июне месяце, в период кущения растения риса составляет: поверхностного слоя воды — 37 °С, на глубине 5 см — 29 °С, на глубине 10 см — 27 °С. После фазы кущения в июле месяце слой воды на рисовом чеке полностью затеняется стеблестоем риса и температура воды в чеке не поднимается выше 26 °С. В августе в период молочной и восковой спелости зерна риса температура воды в чеке снижается до 21 °С (рисунок 1).

Из представленного на рисунке 2 термоизоплет слоя воды и почвы рисовых чеков видно, что максимальная температура слоя воды и почвы 28–29 °Сбыла в фазе кущения риса, когда глубина затопления рисовых чеков составляла 5–6 см, в остальные фазы роста и развития растений риса значения ее не выше 26 °С, а в период восковой и полной спелости зерна риса составляли 19–21 °С.

Для прогнозирования температуры воды в чеках установлена зависимость ее от температуры воздуха по метеостанции с. Баканас, с коэффициентом корреляции 0,77±0,06

$$t_г = 6,2 - 0,17\,t_в + 0,04,$$

где $t_г$ — среднесуточная температура воды в чеках и $t_в$ — среднемесячная температура воздуха метеостанции с. Баканас.

В оросительный период 2018 г. температура слоя воды рисовых чеков не превышала 29 °С, и сбросы воды из рисовых чеков не производились.

По данным метеостанции с. Баканас и урожайности риса Агрофирмы «Бирлик» построен график зависимости урожайности риса от суммы температуры воздуха за вегетационный период (рисунок 3). Сопоставление метрологических условий с элементами структуры урожая риса показало, чем выше сумма среднемесячных температур за вегетационный период, тем лучше развиваются растения риса, значительно снижается пустозерность, увеличивается кущение, абсолютный вес зерна и урожайность риса.

Выводы

Слой воды в рисовых чеках в жаркие месяцы (июнь-июль) прогревается до 27–29 °С, в мае и в августе температура слоя воды не поднимается выше 26 °С. В вегетационный период растения риса не проявляли признаков угнетения или ущемления в фазах развития и роста растений связанных с температурой слоя воды. Проточность и сбросы воды из рисовых чеков по причине перегрева слоя воды в оросительный период не проводились. Температура слоя воды рисовых чеков была ниже критических пороговых показателей 35 °С [2].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Коваленко, В. И. Культура риса в Казахстане / В. И. Коваленко, В. П. Дуренко. — А.: Изд-во Кайнар, 1974. — 174 с.

2. Петрунин, В. М. Режим орошения риса на засоленных землях: методические рекомендации / В.М. Петрунин. — А.: Изд-во Кайнар, 1973. — 8 с.

3. Diego Villaseñor, Erick Zagal, Neal Stolpe ,Juan Hirzel. Relationship between mineralized nitrogen during anaerobic incubations and residual effect of nitrogen fertilization in two rice paddy soils in Chile // Chilean journal of agricultural research. Versión On-line ISSN 0718–5839, http://dx.doi.org/10.4067/S0718–58392015000100014 — 2015. — Vol. 75.

4. Leilei Kongab, Short-term water management at early filling stage improves early-season rice performance under high temperature stress in South China / Leilei Kongab, Umair Ashrafab, Siren Chengab // European Journal of Agronomy: — 2017. — Vol. 90. — P. 117–126.

5. Matsubayashi M. Theory and practice of growing rice / Matsubayashi Minoru, Ino Ryuji, Nomoto Toshio, Takase Tsunemichi, Yamada Noboru. — Tokio, 1963. — 424 p.

6. Rau A.G., RICE IRRIGATION TECHNOLOGY ON SALINE LANDS. International scientific journal. Issue 5. 2016. С. 17–19.

А. Г. Рау
доктор технических наук, профессор, академик НАН РК

А. Ш. Бакирова
магистр сельскохозяйственных наук

Все: НАО Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы, Казахстан

УДК 631.8: 633.18

И.Е. Белоусов, канд. с.-х. н.,
г. Краснодар, Россия

РЕАКЦИЯ СОРТОВ РИСА НА НЕКОРНЕВУЮ ПОДКОРМКУ АЗОТОМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ

Внедрение в производство сортов риса с высокой потенциальной продуктивностью позволило значительно повысить урожайность и валовые сборы этой культуры. Они предназначены для различных технологий возделывания, что обусловлено их сортовыми особенностями, и, прежде всего, отзывчивостью на уровень минерального питания. Данный фактор необходимо учитывать при разработке системы применения удобрений под выращиваемые сорта для выбора оптимальной схемы, позволяющей максимально реализовать потенциал сорта.

В условиях полевого опыта изучали эффективность некорневых подкормок азотом на сортах риса, различающихся реакцией на уровень азотного питания, определяли их кратность и оптимальные сроки проведения. Определены влияние на азотный статус растений (по результатам листовой диагностики) и урожайность сортов риса. Установлено, что некорневые подкормки азотным удобрением эффективны на фоне оптимальных доз азотных удобрений для сортов полуинтенсивного типа или в условиях его недостатка (для универсальных сортов). Применять азотное удобрение для некорневой подкормки рекомендуется на полях севооборота, где не предусмотрено внесение высоких доз азотного удобрения (не более N_{115}), например, после сои или пласта многолетних трав.

Ключевые слова: *рис, сорт, минеральное питание, обеспеченность азотом, некорневые подкормки, урожайность.*

REACTION OF RICE VARIETIES ON NITROGEN FOLIAR DRESSING DEPENDING ON THE LEVEL OF NITROGEN NUTRITION

Introduction of rice varieties with high potential productivity into production allowed significantly increase yield and gross collection of this crop. They are meant for different cultivation technologies, due to their varietal characteristics, and, above all, responsiveness to the level of mineral nutrition. This factor must be taken into account when developing a system of using fertilizers for cultivated varieties in order to select the optimal scheme, which allows maximizing the potential of the variety.

Under the conditions of field experiment, the efficiency of foliar dressing with nitrogen on rice varieties differing in response to the level of nitrogen nutrition was studied, their multiplicity and optimal timing were determined. The effect on the nitrogen status of plants (according to the results of leaf diagnostics) and the yield of rice varieties were determined. It was established that foliar fertilizing with nitrogen fertilizer is effective against the background of optimal doses of nitrogen fertilizer for semi-intensive types or under conditions of its deficiency (for universal varieties). It is recommended to apply nitrogen fertilizer for foliar application in the fields of crop rotation, where no high doses of nitrogen fertilizer are provided (no more than N_{115}), for example, after soybean or a layer of perennial grasses.

Key words: *rice, variety, mineral nutrition, provision with nitrogen, foliar dressings, yield.*

Реализация потенциала районированных в рисоводстве Краснодарского края техногенно-интенсивных сортов риса невозможна без обеспечения полного и сбалансированного минерального питания растений. Если их потребность в макроэлементах удовлетворяется в той или иной степени за счет внесения однокомпонентных удобрений в почву или корневые подкормки, а также, за счет почвенного плодородия, то обеспечить растения необходимыми им мезо- и микроэлементами можно путем проведения некорневых подкормок.

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 наносятся 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. Выбор вида удобрения зависит как от планируемого срока его примене-

ния, так и от преследуемой цели. Как правило, комплексные удобрения решают две основные функции: удобрительную и регуляторную. В зависимости от того, какая из них является приоритетной, определяется состав применяемого удобрения.

В настоящее время для нужд производства предлагается широкий ассортимент удобрений для некорневой подкормки. Условно их можно разделить на две группы: в первую входят поликомпонентные соединения, содержащие в своем составе множество макро- или микроэлементов в незначительных концентрациях, не превышающих, как правило, 1 %. Вторая представляет собой удобрения, состоящие не более чем из двух элементов в значительных количествах (от 10 % и более). Широко применяются в производстве фосфорно-калийные, калийно-кремниевые, борсодержащие и другие комплексные удобрения, эффективность которых подтверждена предыдущими исследованиями [1–7]. При этом, до недавнего времени практически не было азотных удобрений для некорневой подкормки, этот элемент, как правило, входил в состав полиэлементного удобрения в качестве одного их компонентов в незначительных количествах и не оказывал существенного влияния на эффективность проводимой этим удобрением некорневой подкормки. Появление новых азотных удобрений с содержанием азота от 20 % и более обусловило необходимость оценки их эффективности, определения кратности и срока проведения некорневой подкормки с учетом обеспеченности возделываемых сортов азотным питанием и их реакцией на уровень минерального питания.

Проведенными ранее исследованиями показано, что районированные сорта риса по-разному реагируют на внесение удобрений, в т.ч. — в некорневую подкормку, что обусловлено их реакцией на уровень минерального питания. Так, универсальные сорта дают наибольшую прибавку урожайности при проведении некорневой подкормки фосфорно-калийными комплексными удобрениями в возрасте 6–7 листьев практически на всех уровнях азотного питания [2]. Для сортов полуинтенсивного типа более эффективно проведение двух некорневых подкормок на сравнительно невысоком фоне азотного питания [4]. Такие же закономерности были выявлены и при изучении эффективности некорневых подкормок удобрениями, содержащими кремний, бор и другие элементы [5–7]. Следовательно, при разработке приемов применения удобрений в некорневую подкормку необходимо учитывать особенности выращиваемого сорта.

Цель исследований: изучить эффективность некорневых подкормок азотным удобрением сортов риса, различающихся по отзывчивости на уровень минерального питания.

Материалы и методика. Исследования проводили в условиях полевого опыта на РОС ОПУ ФГБНУ «ВНИИ риса» (к. 14, чек 8). Почва лугово-черноземная слабосолонцеватая тяжелосуглинистая. Её характеристика: гумус — 2,93 %; общие: азот — 0,24 %, фосфор — 0,23 %, калий — 0,91 %; азот легкогидролизуемый — 7,00; фосфор подвижный — 8,33; калий подвижный — 15,87 мг/100 г, pH — 8,10.

Схема опыта:

1. $N_{92}P_{50}$ — фон;
2. $N_{92}P_{50}$ + N, 2,0 л/га (4–5 листьев);
3. $N_{92}P_{50}$ + N, 2,0 л/га (4–5 листьев) + N, 2,0 л/га (6–7 листьев);
4. $N_{138}P_{50}$ — фон;
5. $N_{138}P_{50}$ + N, 2,0 л/га (4–5 листьев)
6. $N_{138}P_{50}$ + N, 2,0 л/га (4–5 листьев) + N, 2,0 л/га (6–7 листьев).

Повторность в опыте 4-х кратная. Площадь делянки: общая — 15 м^2, учетная — 11,4 м^2, предшественник — рис. Сорта риса — Полевик, Фаворит. Норма высева — 7 млн. всхожих зерен/га. Всего делянок в опыте — 48.

Используемые минеральные удобрения: карбамид (46 % д.в.), двойной суперфосфат (46 % д.в.). В некорневую подкормку вносили азотное жидкое комплексное удобрение, содержащее в хелатной форме 20 % азота, 1,5 % магния и 1 % серы. Предназначено для корректировки минерального питания азотом, увеличивает вегетативную массу в первой половине вегетации.

Минеральные удобрения вносили: фосфорное — до посева полной дозой, азотное — дробно: N_{46} в основной прием (до посева) и в подкормки: N_{46} в возрасте 3–4 листьев (варианты 4–6) и N_{46} в возрасте 5–6 листьев. Комплексное удобрение вносили в некорневые подкормки в фазы кущения (4–5 и 6–7 листьев) согласно схеме опыта, малообъемным ранцевым опрыскивателем с нормой расхода рабочей жидкости 2 л/делянку.

Технология возделывания — согласно рекомендациям ВНИИ риса [8].

Проводили:

— экспресс-контроль азотного питания растений с помощью прибора «N-тестер» [9];

— учет урожайности зерна риса.

Экспресс-контроль проводили в следующие сроки: через 7 дней после первой некорневой подкормки, через 7 дней после второй некорневой подкормки.

Уборку урожая проводили прямым комбайнированием. Урожайность риса учитывали с каждой делянки и приводили к стандартным показателям по чистоте (100 %) и влажности зерна (14 %) с последующей математической обработкой методом дисперсионного анализа [10].

Результаты и обсуждение. Для оценки эффективности применения новых видов удобрения важно определить кратность его применения и оптимальные сроки, т.к. эти параметры в большинстве случаев являются ключевыми. Если для большинства удобрений для некорневой подкормки

риса лучшее время внесения — в возрасте 6–7 листьев и позднее, то для удобрения, содержащего в своем составе высокую концентрацию азота максимальный эффект может быть получен в более раннем возрасте, т.е. в период высокой потребности растений риса в азотном питании. В этом случае необходимо учитывать возможность увеличения прибавки урожая в результате повышения кратности обработки, и биологические особенности выращиваемых сортов, прежде всего, их реакцию на уровень минерального питания. Только в этом случае можно дать всестороннюю объективную оценку предлагаемого приема и определить условия при которых он максимально эффективен.

Эффект от вносимых в некорневую подкормку удобрений, как правило, носит комплексный характер, т.е. влияние удобрения проявляется через ряд взаимосвязанных показателей. Одним из таких параметров является уровень обеспеченности растений риса азотным питанием.

Данный параметр является важным фактором (хотя и не единственным) формирования урожая. С помощью экспресс-методов растительной диагностики можно проследить, как меняется этот показатель в динамике в зависимости от состава и схемы вносимых удобрений, а, следовательно, внести, в случае необходимости, коррективы в схему применения удобрений. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Как следует из представленных результатов, в первый срок определения не установлено значительных различий между вариантами опыта. Наименьшая обеспеченность азотом была установлена у растений фоновых вариантов (без обработок). Она составила 486–487 ед. на сорте Полевик и 460–471 ед. на сорте Фаворит на дозах N_{92} и N_{138} соответственно. Различия между ними и остальными вариантами определялись проведенной в возрасте 4–5 листьев некорневой подкормкой комплексным азотсодержащим удобрением, которая на фоне внесенного к этому времени минерального азота не могла сильно повлиять на их азотный статус. Средняя обеспеченность растений азотом на этих вариантах составила 489–493 ед. на сорте Полевик и 485–491 ед. на сорте Фаворит, что на 0,4–1,23 и 4,25–5,43 % выше, чем на вариантах без обработок.

После проведения экспресс-диагностики азотного статуса растений была проведена вторая корневая подкормка азотом, а через 9 дней после нее — некорневая подкормка опытных делянок в возрасте 6–7 листьев.

Таблица 1. Обеспеченность растений риса азотным питанием, ед.

Вариант	Срок проведения			
	сорт Полевик		сорт Фаворит	
	5–6 листьев	7–8 листьев	5–6 листьев	7–8 листьев
$N_{92}P_{50}$	487	532	460	469
$N_{92}P_{50}$ + N(5)	492	530	482	473
$N_{92}P_{50}$ + N(5+7)	482	537	481	478
$N_{138}P_{50}$	486	556	471	485
$N_{138}P_{50}$ + N(5)	492	560	488	483
$N_{138}P_{50}$ + N(5+7)	488	550	488	490

Таблица 2. Урожайность риса, т/га

Вариант	$N_{92}P_{50}$ — фон		$N_{138}P_{50}$	
	т/га	прибавка	т/га	прибавка
Сорт Фаворит				
фон	7,94	-	8,27	-
Фон + N(5)	8,14	+ 0,20	8,09	- 0,18
Фон + N(5+7)	8,24	+ 0,30	8,23	- 0,04
$НСР_{05}$	0,280		0,387	
Сорт Полевик				
фон	8,91	-	9,27	-
Фон + N(5)	9,18	+ 0,27	9,50	+ 0,23
Фон + N(5+7)	9,50	+ 0,59	9,35	+ 0,08
$НСР_{05}$	0,421		0,387	

Повторная экспресс-диагностика посевов была проведена через неделю после второй некорневой подкормки. Ее результаты показали, что обеспеченность растений азотом в этот срок наблюдения зависела от срока проведения некорневой подкормки. Решающим фактором, определяющим азотный статус растений, являлась вторая корневая азотная подкормка. Обеспеченность растений на этих вариантах была в пределах 532–556 ед. на сорте Полевик и 469–485 ед. на сорте Фаворит: внесенный две недели назад азот к этому времени уже частично утилизировался, а влияние некорневых подкормок, выполненных в возрасте 4–5 листьев, было уже незначительным. В то же время, вторая некорневая подкормка азотом не привела к значительному росту обеспеченности растений этим элементом. Полученные различия определялись дозой азотного удобрения и сортовыми особенностями. На сорте Фаворит при дозе N_{92} обеспеченность растений возросла на 9 ед. (1,92 %) в то время как на дозе N_{138} прироста практически не наблюдалось. На сорте Полевик существенных различий по обеспеченности в этот срок наблюдений выявлено не было. Следует отметить, что в целом она была на 13–15 % выше, чем на соответствующих вариантах на сорте Фаворит.

Таким образом, некорневые подкормки азотным комплексным удобрением не оказали значительного влияния на обеспеченность растений азотным питанием. Это нашло отражение в величине сформированного урожая (табл. 2).

Полученные в опыте результаты показывают, что урожайность риса в значительной степени варьировала в зависимости от сроков внесения азотного комплексного удобрения и реакции сорта на уровень азотного питания. Так, рост урожайности полуинтенсивного сорта Фаворит от некорневых подкормок азотом наблюдался только на фоне внесения N_{92}. При этом, однократная некорневая подкормка азотсодержащим комплексным удобрением была неэффективна, а полученная в результате двукратного внесения азота прибавка урожая незначительно превышала порог достоверности.

Увеличение дозы внесенного азотного удобрения с N_{92} до N_{138} привело к некоторому росту урожайности на фоновом варианте (на 4,16 %), ни один из вариантов внесения азотного удобрения в некорневую подкормку не обеспечил получения существенных прибавок. Как уже указывалось ранее [2], доза N_{138} для сорта Фаворит является избыточной, в таких условиях эффект от проводимых некорневых подкормок в лучшем случае минимален.

Для сорта универсального типа Полевик эффективность подкормок также во многом определялась дозой внесенного азота. На фоне N_{92} не обеспечила достоверного роста урожайности однократная (в возрасте 4–5 листьев) некорневая подкормка азотсодержащим комплексным удобрением. В свою очередь, двукратная подкормка азотом (в 4–5 и 6–7 листьев) обеспечила существенный рост урожайности (6,62 %). Это указывает на то, что доза N_{92} для сорта Полевик является недостаточной и некорневые подкормки, стимулирующие азотное питание растений, в таких условиях являются эффективными.

Повышение азотного фона с N_{92} до N_{138} также способствовало росту урожая на фоновом варианте и снижению эффективности от некорневых подкормок. Как и для сорта Фаворит, на этой дозе азота не было выявлено достоверных прибавок урожая от некорневых подкормок азотом. Скорее всего, это связано с тем, что внесенная доза азота (N_{138}) была оптимальной для сорта Полевик, о чем свидетельствует достаточно высокая урожайность на фоновом варианте. Поэтому подкормки, направленные на улучшение азотного режима в таких условиях не дают большого эффекта. Такое сочетание следует применять на фоне небольшого недостатка азотного питания (на фоне N_{92} или N_{115}), т.е. там, где дополнительное обеспечение растений азотом может привести к большей отдаче урожаем.

Таким образом, эффективность сочетаний изучаемого азотного удобрения для некорневой подкормки тесно связана с уровнем азотного питания растений. Те комбинации, которые способствовали увеличению обеспеченности растений азотом в фазу кущения, будут более эффективны на пониженном азотном фоне, т.е. в условиях, когда дополнительное азотное питание оптимизирует потребность растений в этом элементе. Напротив, при оптимальной дозе азота (или при некотором его избытке) применение такого удобрения неэффективно, т.к. лимитирующим фактором является уже не обеспеченность азотом, а элементы, позволяющие растениям эффективно утилизировать поступающий в них азот, в том числе — дополнительно поступающие его количества.

Выводы. В результате проведенных исследований установлено:

1. Некорневые подкормки азотными удобрениями оказали влияние на обеспеченность растений азотным питанием. Средняя обеспеченность растений азотом на вариантах с обработкой в 4–5 листа составила 489–493 ед. на сорте Полевик и 485–491 ед. на сорте Фаворит, что на 0,4–1,23 и 4,25–5,43 % выше, чем на вариантах без обработок. Вторая некорневая подкормка азотом не привела к значительному росту обеспеченности растений этим элементом, существенных различий по обеспеченности в этот срок наблюдений выявлено не было.

2. Урожайность риса в значительной степени определялась сроком внесения некорневой подкормки и реакцией сорта на уровень азотного питания. На полуинтенсивном сорте Фаворит рост урожайности от некорневых подкормок азотом на-

блюдался только на фоне внесения N_{92}. При этом, однократная некорневая подкормка азотсодержащим комплексным удобрением была неэффективна, а при увеличении дозы внесенного азотного удобрения до N_{138} ни один из вариантов внесения азотного удобрения в некорневую подкормку не обеспечил получения существенных прибавок.

3. На сорте универсального типа Полевик эффективность изучаемых комплексных удобрений также определялась дозой внесенного азота. На фоне N_{92} достоверный рост урожайности был отмечен при двукратной подкормке (6,62 %). Это указывает на то, что доза N_{92} для сорта Полевик является недостаточной и некорневые подкормки, стимулирующие азотное питание растений, в таких условиях являются эффективными. При повышении азотного фона до N_{138} не было выявлено достоверных прибавок урожая от некорневых подкормок азотом.

4. Эффективность применения азотного удобрения для некорневой подкормки тесно связана с уровнем азотного питания растений. Те комбинации, которые способствовали увеличению обеспеченности растений азотом в фазу кущения, эффективны на пониженном азотном фоне, т.е. в условиях, когда необходимо дополнительное азотное питание для оптимизации потребности растений в этом элементе. На оптимальной дозе азота или при его избытке применение такого удобрения неэффективно, т.к. лимитирующим фактором является уже не обеспеченность азотом, а элементы, позволяющие растениям эффективно утилизировать поступающий в них азот, в том числе — дополнительно поступающие его количества.

5. Применять азотное удобрение для некорневой подкормки рекомендуется на полях севооборота, где не предусмотрено внесение высоких доз азотного удобрения (N_{92} — N_{115}), например, после сои или пласта многолетних трав. На высоких дозах азота (N_{138} и более) этот прием неэффективен.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Белоусов И.Е. Эффективность калийных удобрений в зависимости от сроков их внесения и уровня обеспеченности калийным питанием /И.Е. Белоусов, В.Н. Паращенко // Рисоводство, 2012. — # 1(20). — С. 45–50.

2. Белоусов, И.Е. Эффективность некорневых подкормок риса как элемента сортовой агротехники / И.Е. Белоусов, Н.М. Кремзин //Рисоводство, — 2017. — № 1(34). — С. 20–26.

3. Белоусов, И.Е. Влияние сочетания корневого и некорневого питания фосфором и калием на урожайность риса // И.Е. Белоусов, В.Н. Паращенко, Н.М. Кремзин // Рисоводство — 2015. — № 1–2 (26–27). — С. 37–42.

4. Белоусов, И.Е. Кремзин Н.М. Эффективность некорневых подкормок риса в зависимости от реакции сорта на уровень азотного питания / И.Е Белоусов, Н.М, Кремзин // Рисоводство, — 2018. — № 1(38). — С. 44–51.

5. Чижиков, В.Н. Белоусов И.Е. Реакция сортов риса на некорневую подкормку кремнийсодержащим комплексным удобрением в зависимости от уровня азотного питания / В.Н. Чижиков, И.Е. Белоусов // Международная научная конференция «Теоретические и технологические основы биогеохимических потоков веществ в агроландшафтах» — Ставрополь, Ставропольский ГАУ, 4–5 октября 2018 г. — С. 117–121.

6. Белоусов, И.Е. Эффективность некорневых подкормок борсодержащими комплексными удобрениями растений риса в зависимости от срока их проведения — //Международная научно-практическая Интернет-конференция «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования» — с. Соленое Займище, ФГБНУ ПНИАЗ, 28 февраля 2019 г. — С. 405–10.

7. Белоусов, И.Е., Чижиков В.Н. Эффективность некорневых подкормок кремниевым комплексным удобрением растений риса в зависимости от срока их проведения / В.И. Белоусов, В.Н. Чижиков // Международная научно-практическая Интернет-конференция «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования» — с. Соленое Займище, ФГБНУ ПНИАЗ, 28 февраля 2019 г. — С. 411–15.

8. Система рисоводства Краснодарского края /под ред. Харитонова Е.М. — Краснодар, 2011. — 316 с.

9. Точное внесение азотных удобрений / Обобщенные рекомендации по использованию прибора «N-тестер» на посевах зерновых культур — Краснодар, 2003. — 32 с.

10. Шеуджен А.Х. Агрохимия. ч. 2 Методика агрохимических исследований / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева. — Краснодар: КубГАУ. 2015. — 703 с.

Игорь Евгеньевич Белоусов
Ст. науч. сотр. лаборатории агрохимии
и почвоведения,
ФГБНУ «ВНИИ риса»
Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия,
E-mail: arrri_kub@mail.ru

Igor E. Belousov
Senior scientist, Laboratory of agrochemistry
and soil studies
Russian Rice Research Institute
3 Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia
E-mail: arrri_kub@mail.ru

УДК 633.18.03

Н.Р. Магомедов, д-р с.-х. наук,
А.А. Абдуллаев, канд. с.-х. наук,
Д.Ю. Сулейманов, канд. с.-х. наук,
Ф.М. Казиметова, канд. с.-х. наук,
г. Махачкала, Россия

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ БЕЗГЕРБИЦИДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РИСА В ДАГЕСТАНЕ

В условиях Терско-Сулакской подпровинции Дагестана изучали особенности роста и развития перспективных сортов риса, их фотосинтетическую деятельность, засоренность и продуктивность, оптимальные способы посева для перспективных сортов риса и их влияние на величину урожая. Выявлена оптимальная норма высева семян, экономическая и энергетическая эффективность для изучаемых сортов Усовершенствована технология возделывания сортов, обеспечивающая значительное повышение урожайности без применения гербицидов. Изучено также влияние сроков уборки и запашки биомассы люцерны на продуктивность риса в рассматриваемых условиях.

Ключевые слова: *безгербицидная технология, система обработки почвы, реборды конической формы, норма высева семян, сидераты, режим орошения, урожайность, уборка риса.*

RESOURCE-SAVING NON-HERBICIDE RICE CULTIVATION TECHNOLOGY IN DAGESTAN

In conditions of Sulaksk sub-province Terek-Dagestan in order to achieve this goal have been studied peculiarities of growth and development of promising rice varieties and their photosynthetic activities, debris and productivity best practices seeding for promising varieties of rice and its effect on the value of the crop. Identify the optimum sowing norm of seeds when the target method of sowing, the economic and energy efficiency of the studied varieties. Improved technology for cultivation of these varieties evolved that provides a significant increase in productivity without the use of herbicides. Also studied the influence of timing of cleaning and levelling farmlands biomass of alfalfa on rice productivity in these conditions.

Key words: *non-herbicide technology, tillage system conical flange, seeding rate, green manure, irrigation regime, yields, cleaning rice.*

Применение гербицидов обеспечивает повышение урожайности риса за счет снижения засоренности посевов, однако, как правило, со стороны исследователей уделяется недостаточное внимание оценке влияния гербицидов на посевы культурных растений. Несмотря на то, что гербициды нового поколения обладают высокой селективностью, культурные растения испытывают на себе их негативное воздействие. Наиболее вероятное проявление последствий применения гербицидов — снижение качества зерна и крупы.

Гербициды и их баковые смеси из года в год используются в условиях интенсивного земледелия, что приводит к появлению большого количества сорных растений, устойчивых к используемым гербицидам, и влечет за собой необходимость увеличения их доз и применения более дорогостоящих новых препаратов.. При выращивании риса по безгербицидной, экологически чистой ресурсосберегающей технологии уменьшаются производственные затраты, себестоимость за счет роста урожайности, возрастает чистая прибыль и рентабельность производства.

При выращивании риса без применения гербицидов очень важное значение имеет предпосевная планировка и подготовка почвы. Эти процессы должны обеспечить оптимальное рыхление почвы, благоприятные условия для заделки семян, уничтожение сорняков и их зачатков, равномерное распределение удобрений в почве, тщательное выравнивание поверхности чеков и равномерный высев семян на определенную глубину, 1,5–2 см, что возможно с применением сеялки, на сошники которой установлены реборды. Они обеспечивают качественную заделку семян на нужную глубину и при этом прикатывают почву, что приводит к экономии дорогостоящих семян на 25–30 % и повышению урожайности риса на 8–10 ц/га.

Обработка почвы под рис зависит от предшественника, степени засоренности поля, вида сорняков и других условий. Проведенные отделом аэроландшафтного земледелия исследования показали, что весенняя запашка люцерны 1-го укоса 4-го года использования на зеленное удобрение способствует повышению урожайности риса по сравнению с осенней запашкой на 0,6 т/га. Большой промежуток времени между осенней запашкой зеленной массы люцерны и посевом риса (6–7 месяцев) приводит к преждевременной минерализации содержащегося в сидерате азота и накоплению в почве нитратов, которые вымываются из почвы после первого же затопления риса.

Лучшими предшественником для риса являются многолетние бобовые травы, мелиоративное поле, за-

нятый пар. Система обработки почвы в севообороте имеет чрезвычайно важное, значение. На нее приходится большая часть затрат труда и энергоносителей.

Эксплуатационная планировка чека должна быть не только ровной, разница в отметках на 95 % поверхности, после планировки не должна быть выше или ниже 5 см, но и тщательно разделанной с комками не более 3–4 см в диаметре, прикатана ребристыми катками. В качестве сидеральной культуры в основном используется рожь.

В практике встречается несколько способов заделки зеленной массы в почву перед посевом риса. Наиболее распространенный способ заделки зеленной массы — обработка тяжелыми дисковыми боронами на глубину 10–12 см. Сроки обработки определяются фазой развития сидеральной культуры или физической спелостью почвы. После эксплуатационной планировки, внесения минеральных удобрений и сидератов лучшая заделка в почву обеспечивается дисковыми боронами.

Для посева риса используют высококондиционные, протравленные семена не ниже 1-го и 2-го класса семенного стандарта и только районированных сортов. В настоящее время в Дагестане сравнительно высокие урожаи риса обеспечивают, по данным научных учреждений, такие сорта как Дагестан-2, Лиман и Регул (табл.1).

Все они пригодны для возделывания по безгербицидной технологии, легко преодолевают слой воды в 10–15 см и устойчивы к пирикуляриозу, фузариозу. Обмолачиваемость изучаемых сортов, кроме Дагестан-2, хорошая, выход крупы 68–79 %, вкусовые качества высокие, а Лиман по последнему показателю, отнесен к ценным сортам.

Как показали исследования, лучшие результаты были достигнуты в вариантах с использованием изобретения, разработанного в Дагестанском НИИСХ, на который получен патент РФ № 2146436 от 26. 03. 04 г. Изобретение представляет собой реборду конической формы, установленную на диск сошника зерновой сеялки СЗ-3,6. Использование оснащенных коническими ребордами сошников обеспечивает устойчивую заделку семян на заданную глубину по ходу сеялки и качественную заделку

Таблица 1. Урожайность сортов риса в условиях Республики Дагестан, т/га

№	Сорт	2013 г.	2014 г.	2015 г.	В среднем за три года
1	**Дагестан-2**	5,68	5,24	5,81	5,58
2	**Лиман**	5,56	5,29	5,72	5,52
3	**Регул**	5,43	5,13	5,56	5,37
4	Лидер	5,26	5,18	5,27	5,24
5	Рапан	5,01	4,74	4,92	4,89
6	Хазар	4,87	4,69	4,85	4,8
	$НСР_{05}$	0,29	0,24	0,32	

Таблица 2. Урожайность риса сорта Лиман при различных способах посева и нормах высева семян (т/га)

Способ посева	Норма высева семян, млн./га	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Средняя	Отклонение от контроля	
						т/га	%
Бороздковый, СЗ-3,6	5,0	4,27	4,26	4,54	4,36	-0,47	-12,3
	6,0	4,87	4,69	4,92	4,83	–	–
	(контроль)						
	7,0	5,39	5,35	5,56	5,43	0,6	15,7
	8,0	5,34	5,29	5,51	5,38	0,55	14,4
	средняя	4,97	4,9	5,13	5,0	–	–
Рядовой ребордами СЗ-3,6	5,0	4,74	4,67	5,26	4,89	0,06	1,6
	6,0	5,34	5,19	5,46	5,38	0,5	13,0
	7,0	5,91	5,68	6,08	5,89	1,06	27,7
	8,0	5,82	5,64	5,97	5,81	0,98	25,6
	средняя	5,45	5,3	5,69	5,49	–	–
	$НСР_{05}$	0,26	0,24	0,25			

Таблица 3. Влияние биомассы люцерны при различных сроках проведения основной обработки почвы на урожайность риса

№	Варианты	Урожайность, т/га			Прибавка к контролю, т/га
		2013 г.	2014 г.	Средняя	
1	Вспашка после уборки люцерны 3-го укоса трехлетнего пользования (контроль)	5,53	5,65	5,6	
2	Запашка измельченной зеленной массы 3-го укоса трехлетнего пользования на удобрение осенью	6,24	6,26	6,3	0,7
3	Вспашка после уборки люцерны 1-го укоса четвертого года пользования весной	5,83	6,17	6,0	0,4
4	Запашка зеленной массы люцерны 1-го укоса четвертого года пользования на удобрение весной	6,47	6,73	6,6	1,0
	$НСР_{05}$	0,25	0,24		

в уплотненное ложе. Эти реборды лучше отвечают требованиям рельефа поля. Динамометрированием доказано, что оснащение сошников усовершенствованными ребордами не ведет к увеличению тягового сопротивления. Благодаря заделки на нужную глубину (1,5–2 см) и уплотнению семян ребордами, предотвращается смывание семян при затоплении чека, что гарантирует дружные всходы риса. Трехлетние производственные испытания сеялки с переоборудованными сошниками показали устойчивую тенденцию к повышению урожайности риса при всех нормах высева, причем относительно большая прибавка урожая получена при заниженных нормах высева семян риса (табл. 2).

В среднем по нормам высева семян, в варианте посева сеялкой с ребордами получено — 5,43 т/га риса, при обычном бороздковом способе посева — 4,0 т/га. Максимальный урожай риса — 4,89 т/га в среднем за 2014–2015 гг., получен при высеве 7,0 млн. семян на 1 га. При высеве 8,0 млн. семян на 1 га одним и тем же способом посева урожай риса снизился на 0,08 т/га.

Режим орошения имеет решающее значение при возделывании риса по безгербицидной ресурсосберегающей технологии возделывания. Первоначальное затопление рисового поля небольшим слоем воды (5–7 см) проводится сразу же после посева. Период между посевом и затоплением не должен превышать 1–2 дня. Продолжительность периода первоначального затопления определяется временем наклевывания семян, после чего подачу воды в чек прекращают. После появления щилец в целях борьбы с просянками в чеках вновь создается слой воды в 12–15 см, который по мере роста просянок повышается с таким расчетом, чтобы он превышал высоту просянок на 5–7 см. В этот период устанавливается ежедневный контроль, за состоянием растений риса и просянок. Как только будет обнаружено побурение просянок (примерно 5–7 дней), слой воды снижают так, чтобы листья риса находились на поверхности воды. Постепенно за счет естественной убыли уровень воды ко времени начала кущения риса понижается. В первые 7–8 дней кущения слой воды в чеках не должен превышать 5 см и в это время можно проводить азотные подкормки. В дальнейшем в чеках создается слой воды высотой 12–15 см, который поддерживается до восковой спелости зерна. Частичная замена минеральных удобрений органическими формами имеет важное значение, для повышения плодородия почвы и получения экологически чистой продукции. Исследования показали, что наиболее рациональным способом использования сидератов на посевах риса, является весенняя запашка зеленной массы люцерны первого укоса 4 года пользования, где получен наиболее высокий урожай риса-5,6 т/га, что 1,0 т/га больше, чем на контроле (табл. 3).

Уборку риса начинают после полного просыхания почвы, когда 85–90 % зерна в метелке достигли полной спелости, для чего подачу воды в чеки прекращают к началу восковой спелости зерна. Уровень воды в чеках понижают постепенно, по 1 см в сутки, с таким расчетом, чтобы за 12–15 дней до начала уборки ее не было на поверхности почвы.

Уборку риса проводят двумя способами: раздельным и прямым, выбор в пользу конкретного способа уборки определяется рядом условий: наличием уборочной техники; состоянием риса перед уборкой; наличием очистительно-сушильного оборудования; материальными возможностями сельхозпроизводителей на проведение послеуборочной сушки зерна.

В последние годы рисоводы активно приобретают при господдержке отечественный зерноуборочный комбайн «Торум» с роторным молотильным устройством, который на ряду с наиболее высокой производительностью среди всех имеющихся комбайнов, обеспечивает бережный вымолот зерна риса, также используют переоборудованные для уборки риса зерноуборочные комбайны «Акрос», «Дон-1500», «Полесье».

Основной вид уборки — раздельный, двухфазный: косьба жатками, с укладкой в валки и последующий обмолот рисовыми комбайнами с подборщиками. Трудно вымолачиваемые сорта, влажностью более 18 %, следует убирать раздельным способом, при этом нельзя откладывать обмолот более, чем на 3–5 дней после скашивания риса. Влажность зерна снижается за это время до 15–16 %, зерно готово к обмолоту. Более продолжительное пребывание скошенного риса в валках приводит к сильному растрескиванию зерна.

Прямое комбайнирование применяется при уборке риса в сухую погоду при повышенных температурах воздуха, когда стебли и зерно ко времени уборки быстро просыхают. Такой же способ уборки используется, когда в период уборки выпадают большое количество осадков, а низкие температуры воздуха не дают возможности просушить рис в валках. Посевы, пораженные пирикуляриозом, следует убирать прямым комбайнированием в сжатые сроки и не использовать такое зерно в посевных целях. Основное достоинство прямого комбайнирования — низкое травмирование зерна риса, недостаток — большой процент недоразвитых зерен, а также увеличение затрат на сушку риса. Способ уборки следует выбирать с учетом состояния участка, степени спелости и засоренности массива, сорта риса, наличия соответствующих средств уборки для выполнения ее в оптимальные агротехнические сроки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агарков, В.Д. К истории совершенствования ассортимента гербицидов в отрасли рисоводства / В.Д. Агарков, А.С. Мырзин, // Рисоводство. — 2003.

2. Агарков, В.Д. Клиническая система мер по уничтожению сорных растений на рисовых полях; Актуальные вопросы борьбы с сорными растениями: сборник научн. тр. / В.Д. Агарков // ВАСНИЛ. — М. — 1980. — С. 123–133.

3. Алешин, Е.П. Краткий справочник рисовода / Е.П. Алешин, В.П. Конохова. — М. — Агропромиздат. — 1986. — С. 253.

4. Апрод, А.И. Подбор сортов для экологически безопасной технологии / А.И. Апрод, В.Я. Рубан, В.В. Тараненко // Труды международной научно-практической конференции «Перспективы развития рисоводства». — Хельсин, Украина. — 1999. — С. 162–163.

5. Воробьев, Н.В. Физиологические основы повышения урожайности сортов риса / Н.В. Воробьев, М.А. Скаженник // Рисоводство. — 2005. — № 7. — С. 26–31.

6. Геленский, Г.Л. Морфологические основы выращивание риса сорта Лидер без применения противозлаковых гербицидов / Г.Л. Геленский, А.Г. Зеленский // Рисоводство. — 2004. — № 5. — С. 58–63.

7. Магомедов, Н.Р. Оборудование зерновой сеялки приспособлением для посева риса / Н.Р. Магомедов, С.З. Даибов, М.М. Абдулгалимов // Доклады РАСХН. — 2006. — № 1. — С. 56–58

8. Шиловский, В.Н. Новый сорт риса Лиман / В.Н. Шиловский, Г.А. Сингильдин, В.А. Дзюба // Селекция и семеноводство. — 1986. — № 1. — С. 55.

9. Шумаков, Б.Б. Совершенствование режима орошения риса и повышение продуктивности рисовых систем в пойме р. Дон / Б.Б. Шумалов, Р.К. Шишкин, В.П. Петрунин // Научные основы ресурсосбережения и охраны природы в мелиорации в водном хозяйстве; сб. научн. тр. // ВНИИГ и М. — М.,1998. — С. 248–253.

Магомедов Нурулислан Раджабович
Заведующий лабораторией по семеноводству, тел. 89285114220

Абдуллаев Алисалам Абдуллаевич
Научный сотрудник лаборатории по семеноводству,
E-mail: mehanikalik@mail.ru, тел. 89288711430

Сулейманов Джамбул Юсупович
Заведующий отделом агроландшафтного земледелия,
E-mail: ozemledeliya@mail.ru, тел. 89288727331

Казиметова Феруза Мирзоевна
Старший научный сотрудник лаборатории по семеноводству
тел. 89886991669

Все: Федеральное государственное бюджетное научное учереждение «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан»,
E-mail: niva1956@mail.ru, 367014, Махачкала, проспект Акушинского, Научный городок

Magomedov Nurulislan Radzhabovich
Head of the laboratory for seed production,
Tel. 89285114220

Abdullayev Alisalam Abdullayevich
Researcher at the laboratory for seed production,
E-mail: mehanikalik@mail.ru, Tel. 89288711430

Suleymanov Dzhambul Yusupovich
Head of the Department of agrolandscape agriculture,
E-mail: ozemledeliya@mail.ru, Tel. 89288727331

Kazimetova Feruza Mirzoevna
Senior researcher of the seed laboratory
Tel. 89886991669

All: Federal State budget scientific institution «Federal agrarian Research Center of the Republic of Dagestan»,
E-mail:niva1956@mail.ru, 367014, Akushin Avenue, Makhachkala, Scientific town

УДК 731.776:633.18

М.И. Чеботарёв, д.т.н., профессор
Е.В. Дьяченко, аспирант
г. Краснодар, Россия

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧИХ ОРГАНОВ КОМБИНИРОВАННОГО КРОТОВАТЕЛЯ-БОРОЗДОДЕЛА

Отмечена роль Краснодарского края в производстве риса. Указано, что здесь производиться более 80 % его объема, производимого в стране. Решающее значение в получении высокой урожайности риса и снижения затрат на его производство имеет мелиоративное состояние рисовых систем. В систему мер по обеспечению требуемого мелиоративного состояния входит в качестве обязательных технологических приемов кротовый дренаж и нарезка водоотводных борозд. Предложены новый способ устройства совмещенного кротового дренажа и водоотводных борозд, и конструкция комбинированного кротователя-бороздодела. Обоснованы его конструктивные параметры.

Ключевые слова: *рисовая оросительная система, чек, мелиоративное состояние агротехнические требования, кротователь-бороздодел, параметры.*

JUSTIFICATION OF PARAMETERS OF WORKING BODIES COMBINED BROWNER

The role of the Krasnodar Territory in rice production is noted. It is indicated that more than 80 % of its volume produced in the country is produced here. The meliorative state of the rice systems is crucial in obtaining high rice yield and reducing the cost of its production. The system of measures to ensure the required ameliorative state includes as an obligatory technological methods mole drainage and cutting of drainage furrows. A new method for the arrangement of a combined mole drainage and drainage grooves, and the design of a combined whitewater-sacker have been proposed. Justified its design parameters.

Key words: *rice irrigation system, check, reclamation condition, agrotechnical requirements, molester-sack, parameters.*

Рис — важнейшая продовольственная культура, занимающая второе место в мире по объемам производства в балансе зерновых культур после пшеницы. Для большей части человечества он является основным продуктом питания.

В России медицинская норма потребления составляет 5 кг рисовой крупы в год на одного человека. Ценность риса усиливается его диетическими свойствами, использованием для детского питания.

Рис теплолюбивая культура, относящаяся по своей биологической природе к гигрофитам, т. е. растениям способным расти и давать хорошие урожаи лишь при наличии слоя воды в период вегетации. Сумма температур выше +10,5 °С за период вегетации должна быть не менее 3550–3700 °С.

В Российской Федерации рис возделывается только в тех регионах, где имеются достаточные водные ресурсы и соответствующие почвенно-климатические условия. Этим и определяется ареал распространения этой культуры — в основном не выше 38° северной широты.

Основным регионом страны, где выращивается рис, является Краснодарский край, что определяется его географическим положением и почвенно-климатическими условиями, здесь собирают более 80 % от всего объема его производства в стране. Для производства риса на Кубани создан крупнейший в России мощный водохозяйственный комплекс, включающий в себя более 230 тыс. га рисовых оросительных систем, три водохранилища емкостью более 2,2 млрд м^3 — Краснодарское, Крюковское и Варнавское, два руслорегулирующих гидроузла на реке Кубань — Федоровский и Тиховский, систему водоподающих и водоотводящих каналов, гидротехнических сооружений и насосных станций [1].

Рисовая оросительная система состоит из искусственно созданных полевых карт и чеков. Начальным элементом рисовой системы является чек (поле), в котором выращивается рис. Чек — это инженерное сооружение, от мелиоративного состояния которого зависит урожайность риса.

В систему способов обеспечения агротехнически требуемого мелиоративного состояния рисовых чеков входят планировка чека, устройство периферийного и кротового дренажа, нарезка водоотводных борозд, от которых зависит не только урожайность риса, но и величина затрат на его выращивание [2].

Современная рисовая оросительная система должна отвечать следующим основным требованиям:

— обеспечить подачу воды на каждое поле (чек), занятое рисом или другими культурами, входящими в рисовый севооборот, в сроки и в количествах, гарантирующих оптимальный режим орошения;

— осуществлять беспрепятственный и своевременный отвод поверхностных и понижение уровня грунтовых вод в объемах, необходимых для обеспечения комплекса обработок почвы осенью и в

предпосевной период весной, создания оптимальных условий, для возделывания и уборки риса, и сопутствующих культур;

— не допускать ухудшения мелиоративного состояния чеков, как на самой рисовой системе или отдельных ее частях, так и на прилегающих территориях;

— обеспечивать экономное расходование поливной воды при максимальной автоматизации ее учета и распределения;

— обеспечивать условия для эффективного и высокопроизводительного использования сельскохозяйственной техники с минимальными затратами.

Анализ причин ухудшения мелиоративного состояния рисовых оросительных систем показал, что они могут носить естественный характер и могут быть вызваны технологическими нарушениями и несовершенством отдельных технологических операций [3].

В процессе эксплуатации рисовых систем происходят усадка грунта, приводящая к нарушению спланированной плоскости чеков, изменение русла каналов периферийного чекового дренажа, водоподающей и сбросной сети, что влияет на их пропускную способность и на водно-воздушный режим почвы. Эти факторы относятся к причинам естественного характера [4].

Нарушения спланированной плоскости чеков, возникающие в результате лемешно-отвальной обработки почвы, колееобразования, вызываемого ходовыми системами уборочных машин, несовершенство планируемых средств и машин для устройства дренажа и нарезки водоотводных борозд — это технологические и технические причины, которые необходимо не допускать, минимизировать и решать [5].

Для решения проблемы улучшения мелиоративного состояния рисовых оросительных систем и сокращения затрат на его поддержание нами разработан новый способ выполнения совмещенного кротового дренажа и нарезки водоотводных борозд и предложено техническое средство для его реализации.

Сформированы агротехнологические требования, которым должны отвечать новый мелиоративный прием, основные положения которого заключаются в следующем:

— при устройстве совмещенного кротового дренажа и нарезке водоотводных борозд после уборки риса должен быть обеспечен отвод излишков поверхностной влаги и атмосферных осадков в межполивной период;

— не позднее второй декады марта должны быть созданы условия для начала предпосевных обработок почвы и посева риса машино-тракторными агрегатами;

— засеянный рисом чек должен быть заполнен водой за 20–24 часа;

— гидромодуль затопления должен составлять не менее 10 л/с на гектар;

— понижение уровня грунтовых вод (УГВ) после наклевывания семян риса и естественного впитывания воды в почву или «сработки» слоя воды на глубину 0,4–0,5 м должно происходить за 5–6 суток;

— при появлении всходов риса слой воды на поверхности чека должен отсутствовать, а почва находиться в состоянии полного влагонасыщения (ППВ = 100 %);

— время осушения посевов риса перед уборкой не должно превышать 5–7 суток после прекращения подачи вод в чеки;

— влажность верхнего, 0–0,30 м, слоя почвы в чеках должна быть такой, чтобы была обеспечена проходимость уборочных машин без колееобразования и без нарушения планировки чеков;

— уровень грунтовых вод должен поддерживаться на глубине 1,5–1,8 м после завершения по-

Рисунок 1. Опытный образец кротователя-бороздодела КБН-1 в рисовом чеке

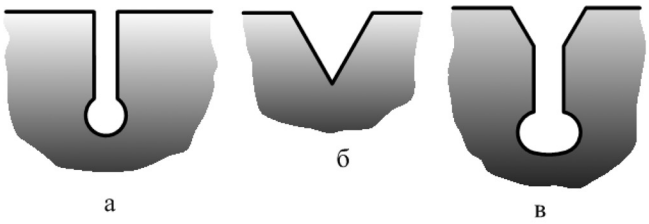


Рисунок 2. Профиль сечения борозды:

а — кротовая дрена; б — борозды выполненные бороздоделом; в — борозда, выполненная кротователем-бороздоделом

ливного сезона через 40–60 суток до начала следующего.

В качестве технического средства в процессе исследований была разработана конструктивная схема комбинированного кротователя-бороздоделa, обоснованы параметры его рабочих органов, создан опытный образец машины, рисунок 1.

Рабочими органами технического средства являются нож, дренер и уширитель, выполняющие кротовый дренаж и конический диск, формирующий водоотводную борозду.

Новизна предложенного технического решения заключается в том, что борозда формируется коническим диском не путем его вдавливания в грунт, а путем расширения диском щели, предварительно образованной ножом кротователя, и придания ей формы борозды треугольного сечения, рисунок 2. Это позволяет существенно снизить затраты энергии на процесс формирования борозды, повысить производительность нарезки борозд, усилить регулирующую роль водоотводных борозд в технологии возделывания риса.

Основными конструктивными параметрами рабочих органов кротователя-бороздоделa являются толщина стойки ножа, диаметр дренера кротователя и диаметр диска бороздоделa. Стойкой ножа формируется в почве щель, дренером — дрена, служащие коллектором, который собирает поверхностную и фильтрующий из верхнего горизонта почвы воду. Диск формирует профиль борозды треугольного сечения, в которую собираются излишки воды с поверхности чека при получении всходов и осушения посевов перед уборкой. Вода из дрены самотеком попадает в периферийный чековый канал и удаляется за пределы чека в сбросную сеть.

В результате протекания указанных процессов удается регулировать влажность почвы в верхнем горизонте почвы, обеспечивать выполнение сформированных ранее требований.

Следовательно можно сделать вводы, что обеспечение оптимальной влажности почвы в чеках является основным условием целесообразности и эффективности того или иного приема в системе агромелиоративных мероприятий.

Для обоснования параметров рабочих элементов кротователя-бороздоделa использовали математическое моделирование путем постановки трехфакторного эксперимента, для чего был выбран симметричный композиционный план Вк [6]. Факторы, интервалы и уровни варьирования эксперимента приведены в таблице 1.

Матрица планирования эксперимента представлена в таблице 2.

Влажность почвы на горизонте 0,05–0,20 и измеряли в каждом опыте по всей длине рабочего прохода агрегата в пяти кратной поверхности. В таблицу записывали среднее значение влажности в слое 0,05–0,20 м.

Для функции отклика использовали уравнение регрессии второго порядка [6]. После обработки данных получили следующее уравнение с минимальными коэффициентами:

$$Y = 23,61 + 1,956x_1 + 1,939x_2 + 2,811x_3 + 11,16x_1x_2 + \\ + 0,515x_1x_3 + 0,811x_2x_3 + 2,46x_1^2 + 2,04x_2^2 + 4,923x_3^2, \quad (1)$$

Все коэффициенты данного уравнения проверялись на значимость по критерию Кохрена.

Продифференцировав уравнение (1) по каждой из переменных, приравняли произведение к нулю и получили систему линейных уравнений,

$$\begin{cases} \frac{dy}{dx_1} = -1,956 + 4,94x_1 + 11,16x_2 + 0,515x_3 \\ \frac{dy}{dx_2} = -1,939 + 11,16x_1 + 4,08x_2 + 0,811x_3 \\ \frac{dy}{dx_3} = -2,811 + 0,515x_1 + 0,811x_2 + 9,84x_3 \end{cases} \quad (2)$$

Решив систему линейных равнений, нашли координаты центра поверхности отклика (влажности почвы): x_1 = –0,1128; x_2 = –0,1131; x_3 = –0,2703.

Подставив в исходное уравнение регрессии (1) значения x_1, x_2, x_3 нашли значение параметра оптимизации в центре поверхности отклика, Значение отклика в новом начале координат (свободного члена канонического уравнения) составило, $Y_в$ = 23,01 %.

Выполнив каноническое преобразование, путем переноса уравнения (1) в новую систему координат и поворота координатных осей на угол α = 14° от первоначальных осей координат поверхности отклика до совмещения с главными осями фигуры, получили уравнение (3) в канонической форме:

$$Y - 23,01 = 2,46X_1^2 + 2,20X_2^2 + 4,76X_3^2, \quad (3)$$

Для дальнейшего изучения поверхности отклика (3) выполнили его двухмерное сечение с целью определения влияния двух факторов на отклик

Таблица 1. Факторы, интервалы и уровни варьирования

Факторы	Кодированное обозначение	Интервал варьирования	Уровни факторов		
			-1	0	+1
Диаметр диска бороздодела D, мм	x_1	75	450	525	600
Толщина стойки b, мм	x_2	10	20	30	40
Диаметр дренера-кротователя d, мм	x_3	20	80	100	120

Таблица 2. Матрица планирования эксперимента

Кодированное значение переменных			Натуральное значение переменных			Влажность почвы W, %
			Диаметр диска бороздодела D, мм	Толщина стойки b, мм	Диаметр кротователя d, мм	
x_1	x_2	x_3				
+1	+1	+1	600	40	120	28,6
–1	+1	+1	450	40	120	28,3
+1	–1	+1	600	20	120	26,4
–1	–1	+1	450	20	120	26,9
+1	+1	–1	600	40	80	25,3
–1	+1	–1	450	40	80	24,9
+1	–1	–1	600	20	80	28,1
–1	–1	–1	450	20	80	27,8
+1	0	0	600	30	100	24,2
–1	0	0	450	30	100	24,8
0	+1	0	525	40	100	23,8
0	–1	0	525	20	100	24,0
0	0	+1	525	30	120	23,7
0	0	–1	525	30	80	23,6

вблизи оптимума, когда значение третьего фактора оптимально.

В качестве примера рассмотрим сечение поверхности отклика плоскостью X_1SX_3. Для этого в уравнение регрессии (10) подставим значение $x^2 = –0,1131$, после чего уравнение регрессии примет вид:

$$Y_{13} = 23,42 – 0,694x_1 + 2,719x_3 + 0,515x_1 + + x_2 + 2,46x_1^2 + 4,923x_3^2. \quad (4)$$

Выполнив канонические преобразования и решив систему линейных уравнений, нашли координаты центра поверхности отклика: $x_1 = –0,1128$, $x_3 = –0,2703$ и определили значение параметра оптимизации — влажности почвы $Y_{13} = 23,01$ в центре поверхности отклика.

Уравнение поверхности отклика в канонической форме после преобразований имеет вид:

$$Y_{13} – 23,01 = 2,43X_1^2 + 4,95X_3^2. \quad (5)$$

Поверхность отклика представлена в форме параболоида вращения, рисунок 3.

Аналогичным образом определили значения параметра оптимизации в центре поверхности отклика в зависимости от диаметра диска бороздодела и толщины стойки ножа кротователя, от толщины стойки ножа и диаметра дренера кротователя.

Во всех случаях, минимальное значение параметра оптимизации — влажности почвы $W = 23,01$ %, обеспечивается при диаметре диска бороздодела 516,54 мм, толщине стойки ножа и диаметре дренера кротователя — 28,88 мм и 94,6 мм соответственно.

Конструктивно принимаем: диаметр конического диска, $D = 525$ мм; диаметр дренера, $d = 100$ мм; толщину стойки ножа, $S = 30$ мм.

Выводы

1. Мелиоративное состояние рисовых оросительных систем в процессе их эксплуатации постоянно изменяется под воздействием естественных (усадка грунтов, изменение русла каналов и др.),

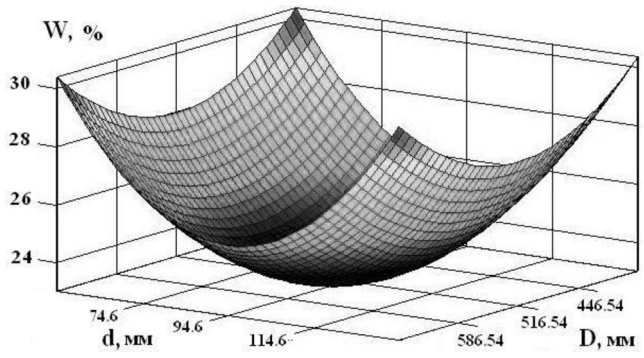


Рисунок 3. Поверхность отклика для зависимости влажности почвы от диаметра диска бороздодела и диаметра дренера кротователя

технологических и технических факторов (травмирование спланированной поверхности чеков ходовыми системами тракторов, несовершенство технических средств и др.), что требует выполнение комплекса мелиоративных приемов по его восстановлению и поддержанию.

2. Устройство кротового дренажа и нарезка водоотводных борозд являются важнейшими приемами системы мер по обеспечению требуемого мелиоративного состояния рисовых оросительных систем и обязательными операциями в технологии возделывания риса.

3. Предложена новая конструктивная схема кротователя-бороздодела, позволяющая совмещать устройство кротового дренажа и нарезку водоотводных борозд, что существенно снизит затраты труда и энергии на производство риса, делая его более конкурентоспособным.

4. Математическим моделированием обоснована оптимальная влажность почвы в верхнем горизонте почвы 0–0,3 м чеков в предпосевной предуборочный периоды, составляющая 23,01 %, что достигается с помощью устройства кротового дренажа и нарезки водоотводных борозд.

5. Обоснованы параметры рабочих органов кротователя-бороздодела, при которых обеспечивается оптимальная влажность почвы 23,0–24,0 %: диаметр конического диска — 525 мм, диаметр дренера — 100 мм, толщина стойки ножа — 30 мм.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Система рисоводства Краснодарского края [Текст] / под общ. ред. Е. М. Харитонова. — Краснодар : ВНИИриса, 2011. — 316 с.

2. Чеботарёв, М. И. Механико-технологическое обоснование системы машин для рисоводства [Текст] : автореф. дис. … д-ра техн. наук / всероссийский научн.-исслед. проектно-технологический ин-т механизации и электрификации сельского хозяйства. — Зерноград, 1997.

3. Дьяченко, Е. В. Технологические параметры комбинированного дренажа на рисовых чеках [Текст] / Е. В. Дьяченко, М. И. Чеботарёв // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сб. ст. по материалам X Всерос. конф. молодых ученых (29–30 ноября 2016 г.). — Краснодар : КубГАУ, 2017. — С. 524–525.

4. Применение универсальной кротодренажной машины на рисовых чеках [Текст] / Е. В. Дьяченко, М. И. Чеботарёв // Сельский механизатор. — 2018. — № 10. — С. 16–17.

5. Инновационный комплекс технологических операций для повышения мелиоративного состояния почв рисовой оросительной системы. [Текст] / М. И. Чеботарёв, И. А. Приходько // Труды КубГАУ. – 2011. – № 28. – С. 169 — 172.

6. Оптимизация параметров и режимов работы машин методами планирования эксперимента [Текст] : учеб. пособие / Г. Г. Маслов, О. Н. Дидманидзе, В. В. Цыбулевский. — М. : КолоСС, 2007. — 123 с.

Михаил Иванович Чеботарёв
Д-р техн. наук, профессор
E-mail: rem-mash@kubsau.ru,
тел. +79184632475

Евгений Владимирович Дьяченко
Аспирант
E-mail: rem-mash@kubsau.ru,

Все: Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина,
350044, Краснодар-44, ул. Калинина, 13, Россия

Mikhail Ivanovich Chebotaryov
Ph.D., professor
E-mail: rem-mash@kubsau.ru
phone +79184632475

Evgeny Vladimirovich Dyachenko
Graduate student
E-mail: rem-mash@kubsau.ru

All: Kuban State Agrarian University
named after I.T. Trubilin,
350044, Krasnodar-44, St. Kalinina, 13, Russia

УДК: 635.64:631.543.2:631.559

И.В. Козлова,
г. Краснодар, Россия

ВЛИЯНИЕ ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ НА УРОЖАЙ КОНСЕРВНЫХ СОРТОВ ТОМАТА

*Решающим фактором для получения высокого урожая при хорошем качестве овощей является оптимальная густота стояния растений. Актуальность проблемы состоит в оптимизации площади питания растений томата при использовании современных методов уборки урожая. Поэтому целью проводимых нами исследований являлось изучение влияния густоты стояния растений на урожай и его структуру. В статье представлены результаты исследования пяти консервных сортов и одного гибрида F_1 иностранной селекции томата среднего срока созревания, пригодных для механизированной уборки, в почвенно-климатических условиях центральной зоны Краснодарского края. Изучена схема посадки (90+50)/2 с тремя различными загущениями: (90+50)/2*30; (90+50)/2*40; (90+50)/2*50 (густота стояния растений на 1 га — 47,6; 35,7 и 28,5 тыс.шт./га соответственно). Значительное влияние на урожайность плодов исследуемых сортов оказали генетические особенности сорта (60 %). Влияние густоты стояния растений проявилось в меньшей степени (30 %). Уплотнение посадок томата приводит к снижению вегетативной массы растений, количества кистей и мельчанию плодов. Вследствие чего снижается продуктивность каждого растения на 28–37 %. Одновременно увеличивается количество растений на гектаре. Максимальная урожайность томата консервных сортов, предназначенных для одноразовой механизированной уборки, (76,0–96,6 т/га в зависимости от сорта), была достигнута при схеме посадки (90+50)/2 с расстоянием между растениями 30–40 см, что соответствует густоте посадки 35,7–47,6 тыс.шт./га.*

Ключевые слова: *томат, сорт, гибрид, густота стояния растений, продуктивность, урожайность, механизированная уборка плодов.*

IMPACT OF PLANT DENSITY ON THE YIELD OF CANNING TOMATO VARIETIES

*The key factor for obtaining a high yield with good quality of vegetables is the optimal plant density. The urgency of the problem is to optimize the area of nutrition of tomato plants when using modern methods of harvesting. The article presents the results of a study of five canning tomato varieties and one F_1 hybrid of a foreign breeding with an average ripening period suitable for mechanized harvesting in the soil and climatic conditions of the central zone of Krasnodar region. A planting pattern (90 + 50) / 2 with three different thickenings was studied: (90 + 50) / 2 * 30; (90 + 50) / 2 * 40; (90 + 50) / 2 * 50 (plant density per hectare — 47.6; 35.7 and 28.5 thousand pcs / ha, respectively). The genetic characteristics of the variety (60 %) had a significant impact on the yield of the fruits of the studied varieties. The effect of plant density was less manifistated (30 %). Thickening in tomato plantings leads to a decrease in the vegetative mass of plants, the number of tassels and shallowing of fruits. As a result, the productivity of each plant is reduced by 28–37 %. At the same time, the number of plants per hectare increases. The maximum yield of tomato canning varieties intended for disposable mechanized harvesting (76.0–96.6 t / ha, depending on the variety), was achieved with a planting scheme (90 + 50) / 2 with a distance between plants of 30–40 cm, which corresponds to a planting density of 35.7–47.6 thousand pcs / ha.*

Key words: *tomato, variety, hybrid, plant density, productivity, yield, mechanized harvesting.*

Введение

Важной государственной задачей в решении проблемы сохранения здоровья, повышения трудоспособности и продолжительности жизни россиян является повышение производства и обеспечения населения высококачественными продуктами питания, в том числе овощами.

Величина, качество сроки формирования урожая это результат сложного взаимодействия растений и условий их произрастания [6]. Решающим фактором для получения максимального урожая плодов томата при высоком качестве продукции является создание благоприятных условий для роста и развития растений, которое возможно только при оптимальной площади их питания. Для нормального существования растениям необходимы пять основных факторов жизни: свет, тепло, вода, воздух и питательные вещества. От удовлетворения ими растений в необходимом количестве и зависит урожай.

Площадь питания это часть поля, включающая объем почвы и воздуха, занимаемая одним растением. Она определяет густоту стояния растений (их число на 1 га), норму высева семян и высадки рассады, структурные особенности растений (габитус куста, число кистей), динамику формирования урожая, урожайность и качество продукции. От правильного выбора площади питания зависят полнота использования растениями солнечной энергии, водного и воздушного режимов, элементов минерального питания, а, следовательно, и величина урожая. При чрезмерно редком стоянии на по-

ле растений значительная часть солнечной энергии ими не используется, наблюдается перегрев почвы в прикорневой зоне, что влечет большое испарение почвенной влаги, опадение цветов и завязи. При избыточно загущенном размещении листья настолько затеняют друг друга, что фотосинтез большей части ассимиляционного аппарата резко снижается, замедляются рост и развитие растений, задерживается формирование урожая. Это ведет к интенсивному развитию болезней, снижению содержания сухих веществ в плодах томата. Растения взаимно угнетают друг друга. В обоих случаях происходит недобор урожая.

Схемы размещения растений тесно связаны с технологией возделывания и уборки, применяемой техникой. Для выращивания томата с применением механизированной уборки плодов наиболее подходит ленточная двухстрочная схема размещения растений. Расстояние между лентами зависит от ширины колеи применяемой техники на уходных работах за растениями и при уборке урожая.

Варьирования густоты стояния растений определяются сортовыми особенностями культуры, почвенно-климатическими условиями зоны возделывания, обеспеченностью элементами минерального питания и водного режима [4].

Поэтому **целью** проводимых нами исследований являлось изучение влияния густоты стояния растений на урожай и его структуру. Чтобы определить оптимальную схему посадки растений специальных среднеспелых сортов томата, пригодных для механизированной уборки, в центральной почвенно-климатической зоне Краснодарского края.

Материалы и методы исследований

Материалом исследований выбрано 6 среднеспелых образцов томата, отвечающие современным технологиям выращивания и уборки плодов, пригодные для переработки на томатопродукты и цельноплодное консервирование. Сорта Памятный и Венета селекции ФГБНУ «Крымская опытно-селекционная станция ВИР»; сорт Новичок селекции ФГБОУ «Волгоградский государственный аграрный университет»; перспективный сорт ЛГ-1181 селекции ФГБНУ «ВНИИ риса» и гибрид F_1 № 8504 Heinz (Хайнц) американской фирмы «Хайнц». В качестве стандарта служил сорт Мираж, выведенный на базе отдела овощекартофелеводства ФГБНУ «ВНИИ риса».

При закладке опытов и проведении исследований использовали методику полевого опыта в овощеводстве Литвинова С.С. [5]. Исследования проводили в центральной почвенно-климатической зоне Краснодарского края в полевых условиях на территории опытного участка ФГБНУ «ВНИИ риса». Метод исследований — лабораторно-полевой. Площадь учетной делянки — 60 м^2, повторность трехкратная. Размещение делянок систематическое. Выращивание томата проводили рассадным методом. Рассаду выращивали в пластиковых кассетах в теплице с пленочным покрытием и аварийным обогревом. Посев семян в кассеты провели в первых числах апреля. Массовые всходы были получены через 7–10 дней. В открытый грунт рассаду высадили в возрасте 28 дней в начале мая согласно схеме опыта.

В опыте изучали схему посадки (90+50)/2 с тремя различными загущениями: (90+50)/2*30; (90+50)/2*40; (90+50)/2*50, что соответствовало густоте стояния растений на 1 га — 47,6; 35,7 и 28,5 тыс. шт./га соответственно.

Агротехнические работы на опытном участке выполняли в соответствии с рекомендациями по выращиванию томата, разработанными отделом овощекартофелеводства ФГБНУ «ВНИИ риса» [2]. Для орошения использовали капельный полив. К уборке специальных консервных сортов приступили спустя 25–29 дней после начала созревания плодов. К этому времени на кусте созревало 75–80 % плодов.

Статистическая обработка результатов исследований проведена согласно методам биометрической статистики А.Х. Шеуджена [7] и В.А. Дзюбы [3], анализ метеорологических показателей, их сопоставление со средними многолетними значениями — по данным метеостанции Краснодар-Круглик, г. Краснодар [1].

В процессе исследований проводили следующие учеты и наблюдения.

1. Фенологические наблюдения: отмечали даты появления всходов, образования первого настоящего листа, высадки рассады в грунт, бутонизации, цветения, начала созревания и сбора плодов.

2. Густоту стояния растений определяли на всех делянках после приживаемости рассады в поле и перед уборкой урожая.

3. Биометрические показатели определяли по 10 растениям каждого варианта: вегетативную массу растения, габитус куста, площадь листового аппарата (методом высечек), индекс листовой поверхности, количество цветочных кистей, расположение кистей на стебле.

4. Определяли параметры плодоношения: количество плодов на растении, в том числе стандартных, зеленых, гнилых; среднюю массу плода; продуктивность растения.

5. Уборку проводили одноразово в ручную, при созревании 75–80% плодов. При этом срезали растения целиком, имитируя работу томатоуборочного комбайна. Учет урожая проводили весовым методом.

Результаты и обсуждение

Решающим фактором для получения высокого урожая при хорошем качестве томатов консервных сортов является оптимальная густота стояния растений. Проведенные исследования позволили изучить влияние густоты посадки растений на продуктивность и формирование урожая некоторых специальных консервных сортов и гибрида томата.

Таблица 1. Зависимость площади листовой поверхности и структуры урожайности томата от густоты стояния растений

Сорт, гибрид	Густота стояния, тыс. шт./га	Площадь листовой поверхности растения, м²	Вегетативная масса одного растения, кг	Количество стандартных плодов на растении, шт.	Средняя масса плода, г
Мираж (стандарт)	47,6	1,05	0,36	28,9	54,3
	35,7	1,19	0,5	31,8	67,0
	28,5	1,31	0,58	34,7	71,2
Среднее по сорту		1,18	0,48	31,8	64,2
Венета	47,6	1,03	0,42	30,7	57,3
	35,7	1,23	0,5	39,7	63,4
	28,5	1,37	0,65	41,3	67,7
Среднее по сорту		1,21	0,52	37,2	62,8
Памятный	47,6	0,84	0,39	33,8	60,0
	35,7	1,09	0,42	36,8	69,8
	28,5	1,23	0,60	37,7	74,5
Среднее по сорту		1,05	0,47	36,1	68,1
Новичок	47,6	1,01	0,47	20,7	92,1
	35,7	1,26	0,50	27,7	95,0
	28,5	1,40	0,70	28,0	100,7
Среднее по сорту		1,22	0,56	25,5	95,9
ЛГ-1181	47,6	1,00	0, 56	30,0	65,0
	35,7	1,20	0, 64	35,3	78,2
	28,5	1,38	0,77	37,4	80,0
Среднее по сорту		1,19	0,66	34,2	74,4
Гибрид F_1 № 8504 Heinz (Хайнц)	47,6	0,89	0,54	29,8	61,5
	35,7	1,15	0,7	37,7	63,3
	28,5	1,37	0,82	41,8	67,2
Среднее по сорту		1,13	0,69	36,4	64,0
$НСР_{05}$ по густоте стояния		0,05	0,03	1,79	2,86
$НСР_{05}$ по сортам		0,03	0,02	1,27	2,02

При разреженной посадке на каждый куст приходится большая площадь питания, лучшее освещение и обеспечение влагой. Как следствие, происходит увеличение габитуса куста. Увеличение вегетативной массы растения происходит за счет нарастания большего количества пасынков и увеличения площади листового аппарата. Растение синтезирует больше ассимилянтов, что сказывается не только на количестве кистей и плодов на каждом кусту, но так же на массе каждого плода (таблица 1).

В разрезе сортов наибольшую вегетативную массу (0,82 кг) имели растения гибрида F_1 № 8504 Heinz (Хайнц) и перспективного сорта ЛГ-1181 (0,77 кг) при густоте посадки 28,5 тыс. шт./га. Небольшой, компактный куст (массой 0,36 кг) был у растений сорта Мираж и сорта Памятный (0,39 кг) при густоте стояния растений 47,6 тыс. шт./га. Наибольшую площадь фотосинтетической поверхности в наших опытах имели растения при разреженной густоте посадки 28,5 тыс. шт./га. С увеличением плотности посадки площадь листового аппарата снижалась. Эта тенденция прослеживалась на всех сортах, участвовавших в опыте. Фотосинтетическая активность, дополнительно сформирован-

ной площади листового аппарата, в разреженных посадках способствовала увеличению количества плодов на растении и их средней массы.

Количество плодов на растении по вариантам опыта варьировало в пределах: при густоте стояния 47,6 тыс. шт./га от 20,7 шт. (сорт Новичок) до 33,8 шт. (сорт Памятный); при густоте стояния 35,7 тыс. шт./га от 27,7 шт. (сорт Новичок) до 39,7 шт. (сорт Венета); при густоте посадки 28,5 тыс. шт./га от 28,0 шт. (сорт Новичок) до 41,8 шт. (гибрида F_1 № 8504 Heinz (Хайнц)). Наибольшее количество плодов сформировалось в разреженных посадках.

В зависимости от плотности посадки средняя масса одного плода варьировала в пределах от 9,3 % (сорт Новичок и гибрид F_1 № 8504 Heinz) до 31,1 % (сорт Мираж). Наиболее крупные плоды были у сорта Новичок (средняя масса по сорту 95,9 г), мелкие у гибрида F_1 № 8504 Heinz (Хайнц) (64,0 г). При увеличении густоты посадки растений консервных сортов, пригодных для механизированной уборки, в наших опытах наблюдалось мельчание плодов по всем образцам.

Анализ результатов исследования подтвердил, что увеличению количества плодов на растении и их массы способствовали ассимилянты, накопленные растением в процессе фотосинтеза. Чем больше на растении сформировалась площадь ассимиляционной поверхности, тем больше и крупнее формировалось на нем плоды. На это указывает высокая прямая корреляционная связь между площадью листовой поверхности и количеством стандартных плодов (коэффициент корреляции по сортам изменялся от r = 0,947 (сорт Новичок) до r = 0,999 (сорт Мираж), а так же между площадью ассимиляционной поверхности и средней массой плода (r = 0,928–0,999).

Масса всех плодов на одном растении (продуктивность) зависит от количества ассимилянтов, используемых растением на создание урожая. Продуктивность растений, по вариантам опыта варьировала в пределах от 1,57 кг/раст. до 2,99 кг/

Таблица 2. Продуктивность сортов томата при различной густоте посадки растений

Сорт, гибрид	Густота стояния, тыс.шт./га	Продуктивность одного растения	
		кг	+/- к стандарту
Мираж (стандарт)	47,6	1,57	–
	35,7	2,13	–
	28,5	2,47	–
Среднее по сорту		2,06	–
Венета	47,6	1,76	0,19
	35,7	2,52	0,39
	28,5	2,80	0,33
Среднее по сорту		2,36	0,30
Памятный	47,6	2,03	0,46
	35,7	2,57	0,44
	28,5	2,81	0,34
Среднее по сорту		2,47	0,41
Новичок	47,6	1,91	0,34
	35,7	2,63	0,50
	28,5	2,82	0,35
Среднее по сорту		2,45	0,40
ЛГ-1181	47,6	1.95	0,38
	35,7	2,76	0,63
	28,5	2,99	0,52
Среднее по сорту		2,57	0,51
Гибрид F_1 № 8504 Heinz (Хайнц)	47,6	1,83	0,26
	35,7	2,39	0,26
	28,5	2,81	0,34
Среднее по сорту		2,34	0,29
$НСР_{05}$ по густоте стояния		0,03	
$НСР_{05}$ по сортам		0,02	

Таблица 3. Влияние густоты посадки растений на урожайность томата

Сорт, гибрид	Густота стояния, тыс. шт./га	Индекс листовой поверхности, м² / м²	Урожайность	
			т/га	+/- к стандарту
Мираж (стандарт)	47,6	5,0	74,7	–
	35,7	4,2	76,0	–
	28,5	3,7	70,4	–
Среднее по сорту			73,7	
Венета	47,6	4,9	83,9	9,2
	35,7	4,4	90,0	14
	28,5	3,9	79,8	9,5
Среднее по сорту			84,6	10,9
Памятный	47,6	4,0	96,6	21,9
	35,7	3,9	91,7	15,7
	28,5	3,5	80,1	9,7
Среднее по сорту			89,5	15,9
Новичок	47,6	4,8	90,9	16,2
	35,7	4,5	93,9	17,9
	28,5	4,0	80,4	10,0
Среднее по сорту			88,4	14,7
ЛГ-1181	47,6	4,6	92,8	18,1
	35,7	4,3	98,5	22,5
	28,5	3,9	85,2	14,8
Среднее по сорту			92,2	18,5
Гибрид F_1 № 8504 Heinz (Хайнц)	47,6	4,2	87,1	12,4
	35,7	4,1	85,3	9,3
	28,5	3,9	80,1	9,7
Среднее по сорту			84,2	10,5
$НСР_{05}$ по густоте стояния			0,84	
$НСР_{05}$ по сортам			0,59	

Таблица 4. Результаты дисперсионного анализа урожайности специальных консервных сортов томата

Виды варьирования	Число степеней свободы	Сумма квадратов	Дисперсия	Критерий Фишера (F)	
				Фактическое	Табличное
Густота стояния — урожайность	2	958,42	479,21	711,11	3,26
Урожайность — сорт	5	1883,59	376,71	559,02	2,48
Взаимодействие	10	294,22	29,42	43,66	2,11
Погрешность	36	24,26	0,67		
Общее	53	3160,49			

раст. (таблица 2). Наибольшая продуктивность плодов специальных консервных сортов томата за период вегетации сформировалась у растений перспективного сорта ЛГ-1181 (2,99 кг) при густоте посадки 28,5 тыс. шт./га, что больше по сравнению с контролем на 0,52 кг. Наименьшая продуктивность наблюдалась у растений стандарта сорта Мираж (1,57 кг/раст.) и сорта Венета (1,76 кг/раст.) при густоте посадки 47,6 тыс шт./га. С уменьшением плотности посадки продуктивность одного растения растет.

Урожайность плодов томата в нашем опыте варьировала в пределах 70,4–96,6 т/га (таблица 3). Однако уменьшение количества растений на од-

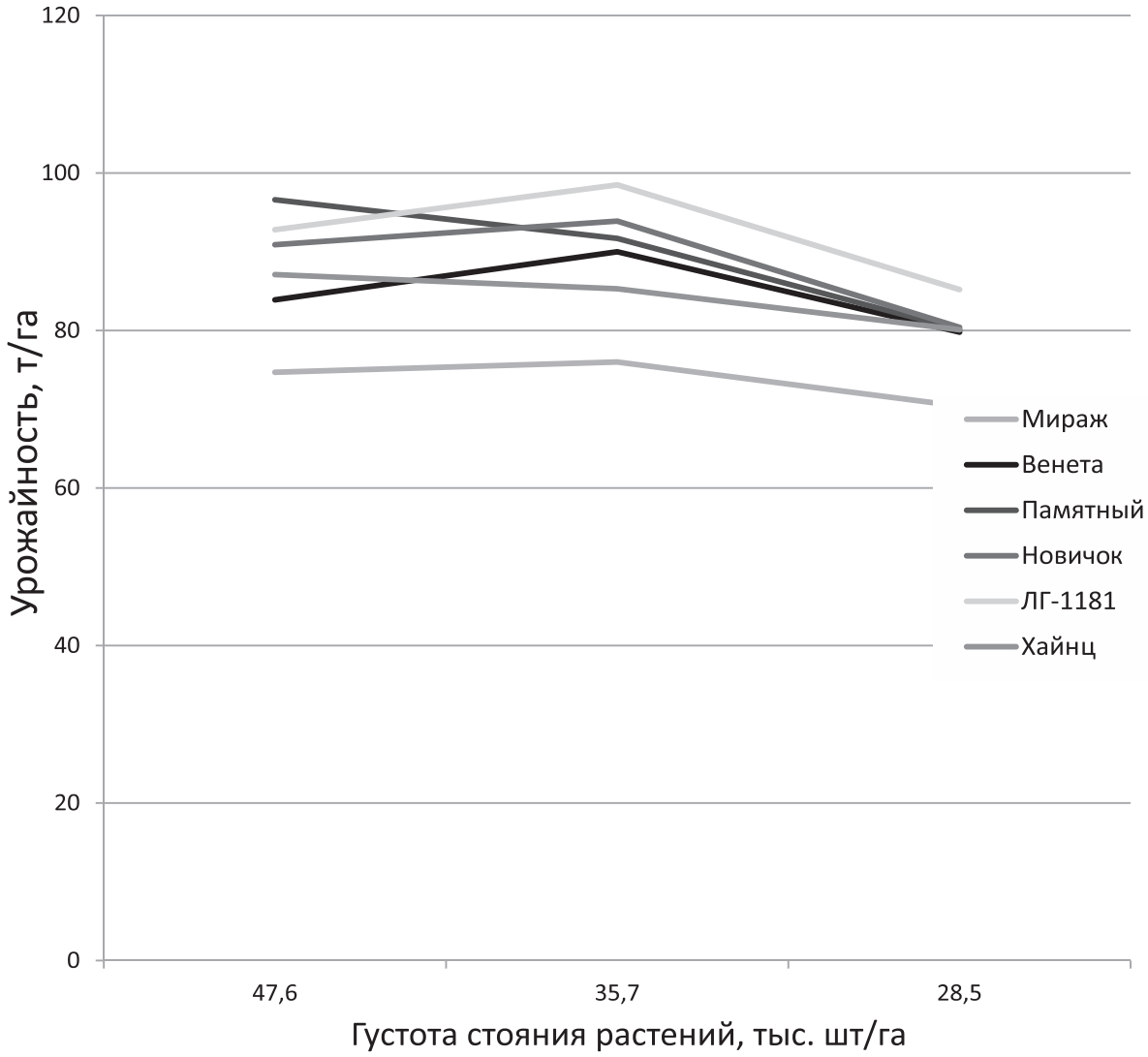


Рисунок. Зависимость урожайности томата от густоты посадки растений

ном гектаре с 47,6 тыс. шт. до 28,5 тыс. шт., вело к снижению общей урожайности с одного гектара. В наших опытах все изучаемые образцы имели наибольшую урожайность при индексе листовой поверхности от 4,0 до 4,5 м^2 / м^2. При увеличении или уменьшении этого показателя урожайность плодов томата снижалась. Все сорта, кроме сорта Памятный и гибрида F_1 № 8504 Heinz (Хайнц), наибольшую урожайность имели при схеме посадки — 35,7тыс. шт./га. При уплотнении или снижении плотности посадки урожайность снижалась на 14,3–23,5 %. Сорт Памятный и гибрид F_1 № 8504 Heinz (Хайнц) наибольшую урожайность имели при уплотненной схеме посадки (90+50)/2*30 см, обеспечивающей густоту стояния растений 47,6 тыс.шт/га.

На изменение густоты посадки сорта реагировали по-разному: сорт Мираж показал наиболее стабильную урожайность (разница между максимальным и минимальным урожаями составила 5,6 т/га). Средне стабильными оказался сорт Венета (разница составила 10,2 т/га). Изменение схемы посадки в большей степени повлияло на продуктивность сорта Памятный. При разреженной схеме урожайность снизилась на 16,5 т/га, что составляет 20,6 % по сравнению уплотненной посадкой.

Установлено, что повышенная продуктивность фотосинтеза становится фактором высокого урожая лишь при условии сочетания с высоким генетическим потенциалом самого растения. Дисперсионный анализ урожайности консервных сортов томата, пригодных к одноразовой уборке комбайном, выявил доли влияния густоты посадки и генотипического потенциала растений томата на урожайность плодов. Согласно полученным данным различия по урожайности томата в системе «сорт — густота стояния растений — урожай» являются достоверными ($F_ф > F_т$) (таблица 4). Однако

на изменчивость урожая томата в большей степени (60 %) оказывают влияние генетические особенности сортов. Густота стояния растений также оказывают существенное влияние на урожай, хотя и в меньшей степени (30,5 %).

Выводы

Изучение влияния густоты посадки растений в почвенно-климатических условиях центральной зоны Краснодарского края на пяти специальных консервных сортах томата и гибриде F_1 иностранной селекции показало следующее:

— значительное влияние на урожайность плодов исследуемых сортов оказали генетические особенности сорта (60 %), влияние густоты стояния растений проявилось в меньшей степени (30,5 %);

— уплотнение посадок томата приводит к снижению вегетативной массы растений, количества кистей и мельчанию плодов, вследствие чего снижается продуктивность каждого растения на 28–37 %;

— оптимальная схема посадки, обеспечивающая максимальный урожай при хорошем качестве плодов зависит от площади листовой поверхности кустов томата;

— максимальный урожай томата консервных сортов, предназначенных для одноразовой механизированной уборки (76–96,6 т/га в зависимости от сорта), достигнут при ленточной схеме помадки (90+50)/2 с расстоянием между растениями 30–40 см, что соответствует густоте посадки 35,7–47,6 тыс.шт./га).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бюллетень метеостанции. Ежемесячные бюллетени с метеоданными агрометеорологической станции Краснодар — Круглик. г. Краснодар, 2018г.

2. Грушанин А.И. Технология выращивания томата в открытом грунте на Кубани / Грушанин А.И., Есаулова Л.В., Бут Н.Н. — Краснодар, 2016. — 35 с.

3. Дзюба, В.А. Теоретическое и прикладное растениеводство: на примере пшеницы, ячменя и риса: науч.-метод. пособие. — Краснодар, 2010. — 475 с.

4. Котов В.П., Андрицкая Н.А., Завьялова Т.И. Биологические основы получения высоких урожаев овощных культур: учебное пособие. — СПб.: Лань, 2010. — 122 с.

5. Литвинов, С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве./С.С. Литвинов — М: 2011. — 648 с.

6. Хохлова, А.А. Анализ количественных признаков гибридов F_1 томатов под влиянием абиотических и биотических стрессоров / А.А. Хохлова // Тр. Кубан. гос. аграр. ун-та. — 2012. — Вып. 5. — С. 83–85.

7. Шеуджен, А.Х. Методика агрохимических исследований и статистическая оценка их результатов / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева. — Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2015. — 664 с.

Ирина Викторовна Козлова
Младший научный сотрудник отдела овощеводства
ФГБНУ «ВНИИ риса»
E-mail: arrri_kub@mail.ru

Irina Viktorovna Kozlova
Junior scientist, department of vegetable and potato breeding,
FSBSI ARRRI
E:mail: arrri_kub@mail.ru

ОТЗЫВ НА КНИГУ А.Х. ШЕУДЖЕНА «МОЙ УЧИТЕЛЬ — АКАДЕМИК АЛЕШИН»

Шеуджен А.Х. Мой учитель — академик Алешин. — Майкоп: ООО «Полиграф-ЮГ», 2018. — 214 с.

Sheudzhen A. Kh. My teacher — academician Aleshin. — Maikop: OOO "Polygraph-Yug", 2018. — 214 pp.

Евгений Павлович Алешин (1931–2014) — заметная фигура в плеяде физиологов растений XX столетия. Практически вся его жизнь ученого прошла на Кубани. Со времени появления здесь первых опытных полей и станций, а на их основе — научных учреждений всесоюзного масштаба, формирования вузовских кафедр естественнонаучного профиля, регион по праву считается одним из центров аграрной науки. Деятельность Е.П. Алешина занимала одно из ключевых мест в формировании научного ландшафта Краснодарского края последней трети XX — начала XXI века. Значительный вклад он внес в агрохимию и физиологию растений риса. На основе теоретических разработок ученого и при его непосредственном участии создана и внедрена в производство интенсивная технология возделывания риса в нашей стране. На эту технологию получены патенты во Франции, Иране, Венгрии, Болгарии, Румынии, на Кубе. Подавляющая часть плодотворной научно-исследовательской, организационной и педагогической деятельности академика Е.П. Алешина связана со Всесоюзным (Всероссийским) НИИ риса и Кубанским сельскохозяйственным институтом — Кубанским государственным аграрным университетом (в настоящее время им. академика И.Т. Трубилина).

Автор рецензируемой книги — академик РАН А.Х. Шеуджен — известен как исследователь не только коллегам-агрохимикам и специалистам смежных областей научного знания. Он — настоящий подвижник популяризации науки, автор многочисленных биографических и иных работ, актуализирующих историко-научную проблематику. Достаточно назвать книги и статьи А.Х. Шеуджена о зарубежных и российских ученых — основоположнике агрономической химии Ю. Либихе, пионере этой науки в России Д.Н. Прянишникове, патриархе почвоохранного земледелия А.Н. Каштанове, академиках РАН В.И. Кирюшине, Н.В. Войтовиче, Б.А. Ягодине, В.Г. Минееве, И.Т. Трубилине, Е.П. Харитонове, об истории научных учреждений естественнонаучного профиля и аграрного образования на Юге России.

Само название книги «Мой учитель — академик Алешин» свидетельствует о личной сопричастности ее автора описываемым событиям и процессам. Благодарный ученик не ограничился собственным «багажом», которого хватило бы не на одну книгу, учитывая и период ученичества, и совместную трудовую деятельность в течение нескольких десятилетий. А.Х. Шеуджен провел большую поисковую работу в библиотеках, в Государственном архиве Краснодарского края, где имеется личный фонд академика Е.П. Алешина, брал интервью у ученых, защищавших диссертации и/или работавших под его руководством, у его бывших студентов, членов семьи. Важной составляющей исследования стал анализ трудов Е.П. Алешина.

В книге описаны основные этапы жизни и профессиональной деятельности ученого: детство и школьные годы в кубанской станице Кореновская (ныне г. Кореновск), студенческие — на агрономическом факультете Кубанского сельскохозяйственного института, короткий период работы агрономом в Воронежской области и пять десятилетий, отданных преподаванию в Alma Mater, собственно науке и ее организации.

Структура книги такова, что вехи биографии ученого нашли в ней достойное отражение. Основное содержание предваряет подробная хроника жизни и деятельности Е.П. Алешина.

В первых главах воссозданы детство, отрочество, юность, путь в науку будущего академика в контексте семейного воспитания, особенностей послевоенного времени, специфики места проживания и учебы. Принципиальное значение имеет характеристика учителей и, в целом, научной школы (которую автор характеризует как «историю созвездий ученых и практиков»), сложившейся в Кубанском сельскохозяйственном институте, во многом сформировавшей Е.П. Алешина как ученого и практика. На страницах книги приведены научные портреты Н.А. Максимова и А.И. Смирнова, стоявших у истоков физиологии и биохимии растений на Кубани, А.А. Шмука — основоположника кубанской агрохимической научной школы и, наконец, учителя Алешина — П.С. Ерыгина (ученика Н.А. Максимова и А.И. Смирнова), автора классических в своем роде исследований «Физиологические основы орошения риса», «Рис», «Физиология риса». Таким образом. Е.П. Алешин оказывается «вписанным» в научное генеалогическое древо.

Подробно, с опорой на воспоминания бывших студентов, рассмотрена педагогическая деятельность ученого, его подходы к преподаванию учебных курсов. Не обойдены вниманием и контакты с практиками, научное шефство Е.П. Алешина над рисоводами. Подробно рассмотрен феномен созданной по инициативе ученого в 1973 г. «Школы молодого рисовода», объединившей кураторские группы молодых ученых и комсомольско-молодежные рисоводческие звенья. А.Ш. Шеуджен акцентирует внимание на том, что занятия Школы Е.П. Алешин проводил лично и регулярно. Слушателей собирали не столько в залах, сколько на рисовых полях. По фазам вегетации риса выбиралось хозяйство и поле, часто проблемное; на конкретном примере проводился разбор сложной ситуации.

Как указывает автор, Е.П. Алешин работал над созданием и эффективным использованием крупного водохозяйственного рисового комплекса на Кубани. За этот проект в 1977 г. коллективу авторов была присуждена Государственная премия СССР в области науки и техники. Подчеркивается, что биологическое обоснование создания данного водохозяйственного комплекса осуществлено непосредственно Е.П. Алешиным.

Практической реализацией масштабного проекта стала легендарная эпопея под лозунгом «Миллион тонн кубанского риса», научное обеспечение которой легло на плечи Н.Е. Алешина и его коллег. Заметим, что и автор книги — тогда начинающий исследователь — непосредственно участвовал в «битве за рис». Отмечается, что Е.П. Алешин не только поддержал идею получения миллиона тонн риса, но и научно обосновал эту возможность путем повышения урожайности при незначительном увеличении площади посева.

В книге нашла отражение административная деятельность Е.П. Алешина, в частности, его руководство Всесоюзным НИИ риса, осуществлявшем научное обеспечение рисоводства страны. создание высокоурожайных сортов риса, разработку интенсивных технологий возделывания этой культуры, координацию научно-исследовательских работ, методическое руководство сетью опытных учреждений по рису в СССР и пр. С 1985 г. под началом Е.П. Алешина началась организация Всесоюзного научно-производственного объединения по возделыванию, уборке и переработке риса (ВНПО «Рис»), послужившего в дальнейшем прообразом Межотраслевого государственного объединения «Рис». А.Х. Шеуджен описывает негативные последствия экономической ситуации 1990-х годов, когда не приобреталось научное оборудование и материалы, что привело к значительному сокращению объема научных исследований.

Важной стороной научной деятельности академика Е.П. Алешина, как отмечает автор книги, являлась подготовка научных кадров. Среди его учеников 5 докторов и 61 кандидат наук, специалисты из стран Восточной Европы, Азии, Африки и Латинской Америки.

А.Х. Шеуджен дает характеристику основных научных, научно-популярных трудов и учебников, вышедших из-под пера Е.П. Алешина — «Возделывание риса на орошаемых землях» (1963), «Минеральное питание риса» (1965), «Передовые приемы возделывания риса» (1972), «Удобрение риса» (1973), «Справочная книга рисовода» (1975), «Культура риса на Кубани» (1980), «Анатомия риса» (1982), «Большой рис Кубани» (1982); «Краткий справочник рисовода» (1986); «Агротехника риса на засоленных землях» (1987), «Рис» (1993; 1997), «Физиология растений» (1979, 1985) и др.

Анализируя творческое наследие своего учителя, автор сформулировал его вклад в науку как (1) открытие смены дыхательных оксидаз в цитогенезе и онтогенезе риса, в том числе при прорастании семени; (2) установление анаэробной природы колеоптила риса и отсутствия в его клетках каких-либо систем аэробного окисления; (3) доказательство того, что, независимо от условий аэрации, семена риса начинают прорастать колеоптилом, который в условиях анаэробиоза является единственной его растущей частью, а в присутствии свободного кислорода быстро отмирает; (4) определение анатомических, физиологических и биохимических закономерностей превращения покоящегося зародыша в растущий проросток и механизмы его взаимоотношения с эндоспермом семени риса; (5) разработка режима орошения рисового поля базирующая на физиологические особенности прорастания семян, роста и развития растений в период их вегетации; (6) создание теории минерального питания

растений риса; (7) исследование закономерности трансформации соединений азота, фосфора, калия, кальция в почвах рисовых полей; (8) изучение процессов первичного поглощения биогенных элементов корнями растений риса; (9) выявление особенностей метаболических циклов элементов питания растений риса; (10) разработка научных основ системы применения удобрений в рисовом агроценозе; (11) обоснование концепции о нитратах как специфической транспортной формой азота у растений риса; (12) вывод о конкуренции гиббереллина и рибофлавина, как одного из способов противостояния растения к экстремальным изменениям ее азотного статуса, о том, что избыток азота приводит к ингибированию биосинтеза гиббереллина, не ослабляя при этом синтез рибофлавина; при недостатке его наблюдается обратное явление; (13) разработка ряда физиологических методов оценки жизнеспособности семян и способов повышения их полевой всхожести; (14) проведение исследования по химической мелиорации засоленных рисовых почв, которые стали научной основой для внедрения этого агроприема на рисовых полях Кубани; (15) разработка новых форм удобрений на основе гидролизного лигнина и испытания их на рисовых полях.

Академик Алешин показан не только как ученый, организатор науки, педагог, но и как государственный и общественный деятель, избиравшийся депутатом Краснодарского краевого Совета различных созывов, кандидатом в члены Краснодарского крайкома КПСС, народным депутатом СССР, членом Верховного Совета СССР.

Книга снабжена солидным библиографическим приложением, включающем труды Н.Е. Алешина (от монографий до газетных интервью), литературу о нем. Большую ценность имеют и фотоиллюстрации, запечатлевшие различные периоды жизни и различные аспекты деятельности Алешина, его учителей, коллег, учеников.

Комплексное исследование биографии академика Е.П. Алешина, предпринятое А.Х. Шеуджеком, с одной стороны, вносит серьезный вклад в реконструкцию истории научного сообщества Краснодарского края и страны в целом, с другой, — способствует углублению понимания эволюции научных знаний в области агрохимии, физиологии и биохимии растений.

А.Н. Еремеева

ЕРЕМЕЕВА Анна Натановна — доктор исторических наук, профессор, главный научной сотрудник отдела комплексных проблем изучения культуры Южного филиала Российского научно-исследовательского института культурного и природного наследия имени Д. С. Лихачева, г. Краснодар, Россия, электронная почта: erana@mail.ru

Anna N. EREMEEVA — Dr. Sci. (National History), Prof., Chief Researcher, Department for Complex Problems for Cultural Research, Southern Branch of Russian Research Institute for Cultural and Natural Heritage, Krasnodar, Russia, e-mail: erana@mail.ru

РИСОВОДСТВО / RICE GROWING

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ / SCIENTIFIC RESEARCH AND PRODUCTION MAGAZINE

ISSN 1684–2464

2 (43) 2019

Подписано в печать
29.03.2019
Формат 64×90/8
Бумага офсетная
Усл. печатных листов 9,75
Заказ № 190648. Тираж 500 экз.

Тираж изготовлен в типографии
ООО «РПЦ Офорт»
105118, Москва, проспект
Буденного, д. 21, стр. 2.