

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 1684-2464

РИСОВОДСТВО

RICE GROWING

№ 3 (40)
2018

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



КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ

На базе ВНИИ риса 23 августа 2018 года прошла Международная научно-практическая конференция с элементами школы молодых ученых «Приоритетные направления научного обеспечения агропромышленного комплекса России и стран СНГ». Мероприятие проводилось при поддержке Департамента координации деятельности организаций в сфере сельскохозяйственных наук Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

В работе конференции приняли участие начальник управления растениеводства министерства сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края А. П. Журавель, научный консультант ФГБНУ «Всероссийский НИИ биологической защиты растений», академик РАН В. Д. Надыкта, научный руководитель ФГБНУ «ВНИИ риса», академик РАН Е. М. Харитонов, руководитель Всероссийского НИИ земледелия и защиты почв от эрозии, канд. с.-х. наук А. В. Гостев.

В своем вступительном слове директор института, д-р с.-х. наук, профессор С. В. Гаркуша отметил, что основная цель проводимого мероприятия – привлечь внимание молодого поколения к проблемам сельскохозяйственной науки. Краснодарский край – аграрный регион, и для ведения сельского хозяйства необходимо готовить высококвалифицированные кадры.

Впервые на конференции выступали учащиеся старших классов агротехнологической направленности 8 муниципальных образований Краснодарского края: Абинского, Ленинградского, Каневского, Калининского, Красноармейского, Крымского, Тихорецкого и Тимашевского районов. Темы докладов затрагивали вопросы селекции, технологии выращивания и переработки сельскохозяйственных культур, автоматизации и информационных технологий в сельском хозяйстве.

С научными докладами выступили молодые ученые, аспиранты из научно-исследовательских учреждений Краснодарского края: ФГБНУ «ВНИИ биологической защиты растений», ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко»; ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства и виноделия»; студенты, магистранты ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина».

Результатом конференции стало инициирование проведения выездных лекций, междисциплинарных исследований, стажировок между средними общеобразовательными школами, научными учреждениями и вузами.



ВНИИ РИСА ПОВЫШАЕТ СВОЙ СТАТУС

Тринадцатого июня 2018 года состоялось расширенное заседание ученого совета ФГБНУ «ВНИИ риса» с участием председателя Межправительственного координационного совета по вопросам семеноводства стран СНГ И. И. Кузьмина.

На повестке дня – обсуждение дорожной карты в соответствии с Меморандумом о сотрудничестве стран-участниц Межправительственного координационного совета СНГ по вопросам семеноводства.

На заседании ученого совета И. И. Кузьмин вручил директору ВНИИ риса С. В. Гаркуше Решение Межправительственного координационного совета СНГ по вопросам семеноводства о придании Федеральному государственному бюджетному научному учреждению «Всероссийский научно-исследовательский институт риса» статуса базовой организации по повышению квалификации специалистов государств – участников СНГ по вопросам селекции и семеноводства риса.



РИСОВОДСТВО

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 1684-2464

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт риса»
Издаётся 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 НЬЯЛИ (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
arri_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 journals and publications, where basic scientific results of doctoral dissertations and Ph.D. dissertations should be published. Date of issue inclusion into the list – June 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. DOMINOVA** (ARRRI)
Interpreter **I. S. PANKOVA** (ARRRI)

Address:
3 Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia
arri_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

Е. В. Дубина, В. Н. Шиловский, М. Г. Рубан, А. М. Оглы, Д. А. Пищенко, И. В. Балясный, Ю. А. Макуха, Е. П. Максименко, И. Б. Никитина ДНК-технологии в селекции риса на устойчивость к пирикулярриозу	6
М. А. Скаженник, Н. В. Воробьев, В. С. Ковалев, С. В. Гаркуша, Т. С. Пшеницына Формирование урожайности и элементов ее структуры интенсивных и экстенсивных сортов риса	13
В. А. Бибишев Аналитический метод хроматографии мРНК растений на поли (у)-сефарозе	20
Н. Г. Туманьян, Т. Б. Кумейко, С. В. Гаркуша, В. С. Ковалев, А. Н. Зинник Качество зерна российских сортов риса, выращенных в различных агроландшафтных зонах Краснодарского края	25
П. Г. Зеленский Использование регрессионного анализа при оценке хозяйственной ценности сортов риса	31
М. А. Ганиев, К. А. Родин, Н. В. Кузнецова Биоклиматические коэффициенты испарения и закономерности изменения их значений при периодическом орошении риса в Волгоградской области	35
Н. В. Чернышева, А. Я. Барчукова, В. А. Ладатко Влияние препарата Гидрогумин на рост, урожайность и качество зерна риса	42
Р. О. Давоян, И. В. Бебякина, Э. Р. Давоян, А. Н. Зинченко, Ю. С. Зубанова, Е. Д. Бадаева Использование синтетических форм пшеницы для улучшения мягкой пшеницы	47
С. В. Гончаров, Т. С. Короткова Применение метода челночной селекции для создания линий подсолнечника	54
Д. Н. Записоцкий, А. Я. Барчукова Влияние обработки растений сои регуляторами роста на высоту растений и нарастание массы надземными органами	58
И. А. Гергель, Т. Ф. Бочко, В. В. Гергель Агроэкологическая оценка почвенно-мелиоративных условий в ООО «Зерновая компания "Полтавская"»	62
М. И. Чеботарев, И. В. Масиенко, Г. А. Григорян, В. С. Грицунов Выбор типа движителей рисоуборочного комбайна	66

СОДЕРЖАНИЕ

ОВОЩЕВОДСТВО

- Е. Г. Савенко, Ж. М. Мухина, В. А. Глазырина, Л. А. Шундрин**
Микроклональное размножение капусты белокочанной
Brassica oleracea L. 72
- А. Я. Барчукова, Я. К. Тосунов, Н. В. Чернышева**
Эффективность применения агрохимиката Грин плант в технологии
выращивания баклажана 76
- В. Э. Лазько, О. В. Якимова, Е. Н. Благородова**
Влияние окулировки растений на урожайность ярового чеснока 81

СОБЫТИЯ, ФАКТЫ, КОММЕНТАРИИ

- Всероссийский День поля-2018** 87
- Кубанские овощеводы – в Астрахани** 87
- День поля риса** 88
- Нужно возрождать собственное семеноводство овощей** 90
- Конференция мелиораторов России** 92

ИМЯ В НАУКЕ

- А. Х. Шеуджен**
Памяти ученого Н. Б. Натальина 95
- Правила оформления авторских материалов** 98

TABLE OF CONTENTS

SCIENTIFIC PUBLICATIONS

E. V. Dubina, V. N. Shilovsky, M. G. Ruban, A. M. Oglyi, D. A. Pishenko, I. V. Balyasnyi, Y. A. Makukha, E. P. Maximenko, I. B. Nikitina DNA-technologies in rice breeding for resistance to blast	6
M. A. Skazhennik, N. V. Vorobyov, V. S. Kovalyov, S. V. Garkusha, T. S. Pshenitsyna Formation of yield and its elements of intensive and extensive rice varieties	13
V. A. Bibishev Analytical method of chromatography of plant mRNA on poly (U) -SEPHAROSE	20
N. G. Tumanyan, T. B. Kumeyko, S. V. Garkusha, V. S. Kovalev, A. N. Zinnik Grain quality of russian rice varieties growing in various agrolandscape regions of Krasnodar region	25
P. G. Zelenskiy Use of regression analysis when evaluating economic value of rice varieties	31
M. A. Ganiev, K. A. Rodin, N. V. Kuznetsova Bioclimatic coefficients of evaporation and regularity of change of their values at periodic irrigation of rice in the Volgograd region	35
N. V. Chernisheva, A. Y. Barchukova, V. A. Ladatko The effect of the drug on hydrogumin on the growth, yield and grain quality of rice	42
R. O. Davoyan, I. V. Bebyakina, E. R. Davoyan, A. N. Zinchenko, Y. S. Zubanova, E. D. Badaeva Use of synthetic forms for common wheat improvement	47
S. V. Gontcharov, T. S. Korotkova Application of shuttle breeding technique to sunflower line development	54
D. N. Zapisotsky, A. Y. Barchukova The effect of treatment of soybean plants with growth regulators on height of plants and the increase of the mass of above-ground organs	58
I. A. Gergel, T. F. Bochko, V. V. Gergel Agroecological evaluation of soil-amelioration conditions in grain company "Poltavskaya" LTD	62
M. I. Chebotarev, I. V. Masienko, G. A. Grigoryan, V. S. Gritsunov The rationale for the selection of the propulsion type rice harvester	66

TABLE OF CONTENTS

VEGETABLE GROWING

E. G. Savenko, J. M. Muhina, V. A. Glazyrina, L. A. Shundrina Micropropagation of cabbage <i>Brassica oleracea</i> L.	72
A. Y. Barchukova, J. K. Tosunov, N. V. Chernisheva The efficacy of the agrochemical green plant in technology of cultivation of eggplant	76
V. E. Lazko, O. V. Yakimova, E. N. Blagorodova The influence of plant hilling on the yield of spring garlic	81

EVENTS, FACTS, COMMENTS

All-Russian Field Day 2018	87
Kuban Vegetable growers in Astrakhan	87
Rice Field Day	88
We need to revive domestic vegetable seed production	90
Conference of Russian irrigators	92

THE NAME IN SCIENCE

A. Kh. Sheudzhen In memory of the scientist N. B. Natalin	95
Formatting requirements	98

УДК 18:632.488.42:575

Е. В. Дубина, канд. биол. наук,
В. Н. Шиловский, д-р с.-х. наук,
М. Г. Рубан,
А. М. Оглы,
Д. А. Пищенко,
И. В. Балясный,
Ю. А. Макуха,

г. Краснодар, Россия

Е. П. Максименко,**И. Б. Никитина**,

пос. Рисоопытный, Краснодарский край, Россия

ДНК-ТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЕКЦИИ РИСА НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ПИРИКУЛЯРИОЗУ

Болезни сельскохозяйственных культур являются основной причиной снижения урожайности и качества продукции. Пирикуляриоз (возбудитель – *Pyricularia oryzae* Cav.) является самым опасным заболеванием рисовых полей. Экономический ущерб, наносимый патогеном, значителен во всех зонах мирового рисосеяния. Наиболее эффективной, экономически оправданной и экологически щадящей стратегией борьбы с ним является создание устойчивых сортов. Актуально в данном направлении применение современных пост-геномных технологий (молекулярное маркирование) с использованием ДНК-маркеров, сцепленных с локусами устойчивости к пирикуляриозу. Это позволяет существенно сокращать селекционный процесс и в короткие сроки создавать устойчивые к заболеванию формы риса. В связи с этим цель работы заключалась в создании селекционного материала, а также высокопродуктивных сортов и линий риса с генами устойчивости к пирикуляриозу на основе использования метода молекулярного маркирования. Для достижения поставленной цели нами с 2007 года начата программа по введению эффективного для юга России гена устойчивости к пирикуляриозу *Pi-ta* в отечественный сорт риса Флагман. В результате ряда возвратных скрещиваний получен селекционный материал, который изучался по хозяйственно-ценным признакам в селекционных питомниках. В результате оценки и жесткой браковки, а также по результатам фитопатологического теста на устойчивость к пирикуляриозу выделилось несколько линий, имеющих высокие показатели устойчивости к патогену, урожайности и качеству крупы. Сортообразец риса КП-171-14 с геном *Pi-ta*, адаптированный к условиям выращивания на юге России, устойчивый к краснодарской популяции патогена *Pyricularia oryzae* Cav., а также имеющий высокую урожайность и качество крупы, в 2017 году передан на Государственное сортоиспытание (ГСИ) под названием Альянс. Сортообразцы КП-30 и КП-23 проходят испытания по хозяйственно-ценным признакам и резистентности к заболеванию в конкурсном сортоиспытании. Лучший образец будет передан на ГСИ. Внедрение и возделывание таких сортов в производстве позволит сократить применение химических средств защиты, получать экологически чистую сельхозпродукцию и избежать загрязнения экосистем.

Ключевые слова: рис, ПЦР, селекция, гены устойчивости, молекулярные маркеры.

DNA-TECHNOLOGIES IN RICE BREEDING FOR RESISTANCE TO BLAST

Diseases of agricultural crops are the main reason for lowering yield and quality of product. Blast (causative agent *Pyricularia oryzae* Cav.) – is the most harmful disease on rice fields. The economic damage caused by the pathogen is significant in all areas of the world's rice cultivation. The most effective, economically justified and environmentally friendly strategy for combating it is development of resistant varieties. The application of modern post-genomic technologies (molecular marking) using DNA markers linked to loci of resistance to blast is relevant in this area. This allows significantly reducing the breeding process and in a short time to develop disease-resistant rice forms. In this regard, the aim of the work was to develop a breeding material, as well as highly productive rice varieties and lines with genes of resistance to blast based on the use of molecular marking method. To achieve this goal, we have since 2007 launched a program for the introduction of an effective for the south of Russia, blast resistance gene *Pi-ta* into domestic rice variety Flagman. As a result of

a number of recurrent crosses, breeding material was obtained, which was studied on economic-valuable traits in breeding nurseries. As a result of evaluation and rigorous rejection, as well as the results of the phytopathological test for resistance to blast, several lines were identified that have high indicators of milled rice quality, resistance to blast, yield and economic-valuable traits. Rice accession KP-171-14 with Pi-ta gene, adapted to growing conditions of the South of Russia, resistant to Krasnodar population of Pyricularia oryzae Cav., and having high yield and grain quality in 2017 was passed to State Varietal Testing (SVT) under the name Alliance. Accessions KP-30 and KP-23 are tested for economically valuable traits and resistance to disease in competitive variety testing. The best sample will be submitted to SVT. The introduction and cultivation of such varieties in production will reduce the use of chemical protection products, obtain environmentally friendly agricultural products and avoid contamination of grain ecosystems.

Key words: rice, PCR, breeding, resistance genes, molecular markers.

Введение

В селекции растений, основанной на классических методах, – гибридизации и отборе, – в настоящее время широко используются методы молекулярного маркирования, которые позволяют идентифицировать генотипы, основываясь на ДНК-анализе [11, 15]. В связи с этим в мировой практике возникло такое направление, как ДНК-маркерная селекция (marker assisted selection), осуществляющая молекулярно-генетическое сопровождение селекционного процесса, начиная с подбора исходного материала, наличия желательных генов, и заканчивая паспортизацией нового сорта [5, 6, 10, 12].

Для успеха MAS при идентификации целевых генов в гибридном материале важно свести к минимуму расстояние между маркером и геном, поэтому лучше использовать маркеры, расположенные в непосредственной близости к гену, в пределах 5сМ. Кроме того, надежность маркерного отбора возрастает при использовании фланкирующих, окружающих ген с двух сторон, или внутригенных маркеров, напрямую идентифицирующих нужный аллель [9]. Принцип маркер-вспомогательной селекции изображен на рисунке 1.

Маркеры, тесно сцепленные с целевым геном или локусом хромосомы, в котором такой ген находится, значительно облегчают селекционную работу и позволяют быстрее создавать генотипы, аккумулирующие в себе необходимые гены, в том числе гены резистентности к биотическим стрессовым факторам среды [15].

Пирикулярриоз считается одним из наиболее вредоносных заболеваний риса на всей территории

возделывания данной культуры. В связи с этим создание устойчивых к пирикулярриозу сортов – важное направление селекции, наряду с повышением урожайности риса и качества зерна [13, 14, 18, 19].

По нашим исследованиям ген расоспецифической устойчивости к пирикулярриозу Pi-ta является эффективным для юга России [1, 2, 7]. Он хорошо изучен и секвенирован [11]. Ген локализован в центромерном регионе двенадцатой хромосомы и кодирует 928-аминокислотный полипептид с молекулярной массой 105 kD [15]. Сотрудниками нашей лаборатории была разработана маркерная система, позволяющая напрямую идентифицировать ген Pi-ta в гибридных растениях [4], а сотрудниками института сельскохозяйственной биотехнологии (г. Москва) в 2016 году эта система была усовершенствована и разработан внутригенный молекулярный маркер, напрямую идентифицирующий целевой ген, а также его аллельное состояние [8].

Цель работы – введение эффективного для юга России гена расоспецифической устойчивости к пирикулярриозу Pi-ta в генотип высокопродуктивного сорта риса отечественной селекции Флагман для повышения устойчивости сорта к заболеванию, а также получение на его основе новых, резистентных к *Pyricularia oryzae* Cav., форм.

Материал и методы

Донором для введения гена устойчивости к пирикулярриозу в отечественный сорт риса Флагман (материнская форма) стал сорт зарубежной селекции IR-36. В условиях Краснодарского края он проявил себя как позднеспелый, с вегетационным периодом 155 дней. В местной зоне рисосеяния предпочтительно возделывание сортов, созревая-

Таблица 1. Таблица 1. Нуклеотидная последовательность праймеров для идентификации гена Pi-ta

Название гена	Нуклеотидная последовательность	
Pi-ta	F1-N	GCC GTG GCT TCT ATC TTTA CAT G
	R1	ATC CAA GTG TTA GGG CCA ACA TTC
	F2	TTG ACA CTC TCA AAG GAC TGG GAT
	R2-N	TCA AGT CAG GTT GAA GAT GCA TCG A



Рисунок 1. Принцип маркер-вспомогательной селекции

ющих не более, чем за 125 дней, поэтому материнская форма для гибридизации была высажена в три срока, с разницей в 10 дней, что увеличило вероятность совпадения периодов цветения родительских форм. При гибридизации растений использовали пневмокастрацию материнских форм и опыление «ТВЕЛЛ»-методом [3]. Растения выращивали в камерах искусственного климата при соблюдении всех технологических параметров.

Для контролирования наличия, а также аллельного состояния гена Pi-ta в гибридных растениях использовали внутригенный молекулярный маркер [8]. Его сиквенс представлен в таблице 1.

Экстракцию (выделение ДНК) осуществляли методом СТАВ [16]. Метод заключается в использовании цетилтриметиламмоний бромида (СТАВ) в качестве основного компонента буфера экстракции и преципитации.

ПЦР проводили с 40-50 нг ДНК, 0,1 μ M dNTPs, 25mM KCL, 60 mM Tris-HCL (pH 8,5), 0,1% Тритон X-1006 10 mM 2-меркаптоэтанол, 1,5 mM MgCL₂, 1 единица Taq-полимеразы и 0,3 μ M праймеров в конечном объеме 25 мкл.

Амплификацию осуществляли в ДНК-амплификаторе «Терцик», оптимизировав при этом условия ПЦР: начальная денатурация – 5 минут при 94 °C – 1 цикл. Следующие 35 циклов: денатурация – 35 сек при 94 °C; отжиг праймеров 45 сек при 60 °C; синтез 30 сек при 72 °C. Синтез 5 мин при 72°C – 1 цикл.

При электрофорезе использовали 8%-ный полиакриламидный гель. Полиморфизм контрастных аллелей визуализировался после трех часов электрофореза при напряжении 250 V. После электрофореза гелевые пластины помещали на 20-30 минут в раствор бромистого этидия и фотографировали в ультрафиолетовом свете.

Результаты

В 2007 году на основе использования технологии ДНК-маркерной селекции (marker assisted selection – MAS-селекция с применением ДНК-маркеров к генам интереса) нами проведена гибри-

зация сорта-донора IR-36 (ген Pi-ta) с отечественным сортом риса Флагман.

В результате гибридизации получено F₁ поколение, которое использовали в возвратных скрещиваниях с реципиентной родительской формой (сорт риса Флагман). Следует отметить, что растения F₁ имели высокую степень стерильности (до 95%). После проведения первой серии беккроссов в 2008 году в камерах искусственного климата получено BC1 и BC2 поколения. Фертильность в BC1-популяциях возросла и в среднем составляла около 50%. Начиная с первого возвратного скрещивания, проводили маркерный контроль на присутствие переносимых донорных аллелей в гибридном потомстве. Отбирали растения, которые по результатам ДНК-анализа несли донорную аллель гена устойчивости к патогену, а также отмечали те растения, которые показали наименьший период вегетации до цветения. Растения, в генотипе которых аллели устойчивости не были обнаружены, выбраковывали.

В полученных BC2-популяциях работу проводили по той же схеме. Отобранные по молекулярным данным растения, несущие донорные аллели, вовлекали в следующий беккросс, предварительно выбраковав формы с нежелательным морфотипом.

По каждой комбинации было проведено три беккросса, поскольку известно, что восстановление генома рекуррентного родителя (RP) при возвратных скрещиваниях в BC3 составляет 93,75% [17].

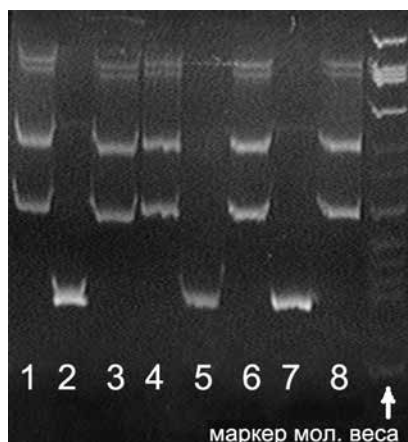
В 2009 году получено BC3-поколение. Среди растений BC3 были отобраны формы с наименьшим вегетационным периодом и наибольшей фертильностью метелки. Семена этих растений высевали для получения сегрегирующей BC3F2-популяции. Самоопыление растений риса, гетерозиготных по селектируемым генам, дает возможность перевести приоритетную аллель в гомозиготное состояние. Маркерный анализ полученной популяции выявил образцы, несущие вводимые целевые гены в гомозиготном состоянии (рис. 2).

На современном этапе для селекции риса желательным является низкорослый тип растений, с высокой интенсивностью первоначального роста, устойчивый к полеганию, с продуктивной метелкой и неосыпающимися в фазу полной спелости колосками. Среди растений, которые по результатам ДНК-анализа несли ген Pi-ta в гомозиготном состоянии, удалось отобрать несколько форм, совмещающих в себе скороспелость, низкорослость, неосыпаемость и фертильность колосков. Семена этих растений были высеяны и в потомстве отобрали лучшие образцы, которые в 2010 году были переданы в селекционный процесс для оценки по хозяйственно-ценным признакам.

Таблица 2. Характеристика сортов и сортообразцов риса конкурсного сортоиспытания

Название линии/сорта	Урожайность, т/га	Вегетационный период, дней	Высота растения, см	Масса 1000 зерен, г	l/b зерна	Выход крупы, %	ИРБ, %
КП-171-14 (Альянс)	9.2	120	85.3	29.1	2.6	73.2	27.8 – 36.7
КП-30 (Антарис)	9.2-12.1	115	77.8	30.4	2.6	72.3	15.6 – 17.8
КП-23 (Альбатрос)	8.7-11.1	115	75.6	30.2	2.4	71.2	19.2 – 23.3
Флагман (St)	7.1	116	91.0	26.7	1.9	71.6	42.6 – 75.6

Примечание: l/b – отношение длины к ширине у зерновки; ИРБ – индекс развития болезни; St – стандарт.



Примечание: 1-ПЦР – продукт сорта Флагман; ПЦР – продукт сорта IR-36; 3-8 – гибридные растения BC3F1-поколения; маркер мол. веса – маркер молекулярного веса pBR322/BsuRI.

Рисунок 2. Результаты ПЦР на ген устойчивости к пирикулярриозу Pi-ta



Рисунок 3 а. Сорт риса Альянс с геном устойчивости к пирикулярриозу Pi-ta

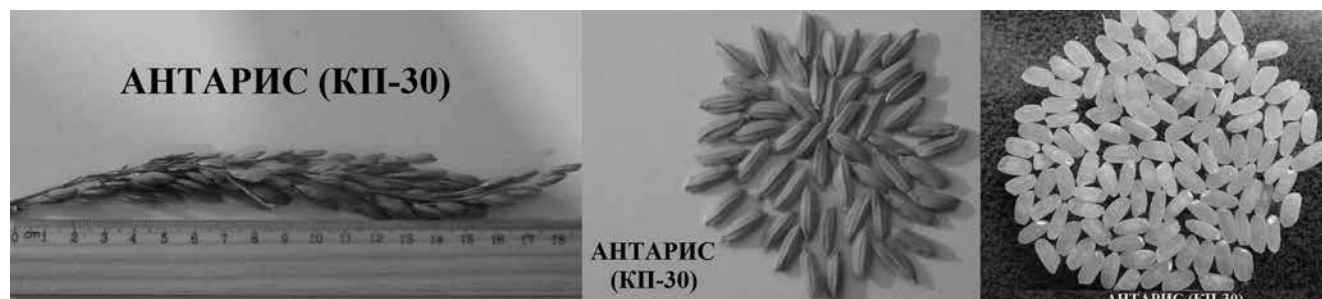


Рисунок 3 б. Сортообразец риса Антарис с геном устойчивости к пирикулярриозу Pi-ta



Рисунок 4. Делянка сорта Антарис, ФГУЭСП «Красное» ВНИИ риса, 2017

Растения, не удовлетворяющие таким требованиям, выбраковывали. Далее, в 2010-2013 гг., эти образцы риса с интродуцированным геном устойчивости к пирикулярриозу Pi-ta проходили оценку по комплексу хозяйственно-ценных признаков в селекционном питомнике. После оценки и жесткой браковки для контрольного питомника отобрано 23 линии, из которых в 2014 году выделилось по комплексу признаков три устойчивые к пирикулярриозу (с геном Pi-ta), с хорошим качеством крупы и высокой урожайностью линии риса: КП-171-14 (Альянс), КП-30 (Антарис) и КП-23. Результаты их оценки приведены в таблице 2.

Из данных таблицы видно, что растения этих сортообразцов адаптированы к условиям выращивания на юге России. Они имеют оптимальный вегетационный период (115-120 дней), фертильность колосков метелки, короткостебельны (77-85 см), устойчивы к полеганию, а также к краснодарской популяции патогена *Pyricularia oryzae* Cav. Метелка у них прямостоячая, компактная, длиной 16-19 см. Зерно удлиненное (l/b – 2.4-2.6), масса 1000 зерен – около 30 и более грамм. Выход крупы – 71-73%. При пересчете на 1 га формируют урожайность 9.0-12.0 т зерна (рис. 3 (а, б), 4).

Сорт риса Альянс в 2017 году передан на Государственное сортоиспытание.

Изучение сортообразцов КП-30 и КП-23 будет продолжено в конкурсном сортоиспытании с дальнейшей передачей в государственное сортоиспытание. Кроме того, на разных этапах селекционного процесса продолжается изучение новых линий риса с геном устойчивости к пирикулярриозу Pi-ta.

Устойчивые к пирикулярриозу сорта риса необходимы в производстве, а также для повышения конкурентоспособности и импортозамещения. Они позволят увеличить урожайность и валовые сборы зерна риса, избежать эпифитотий развития болезни. При этом сократится применение химических средств

защиты, что снизит фунгицидную нагрузку на экосистему и позволит избежать загрязнения экосистем и получать экологически чистую сельхозпродукцию.

Выводы

1. Проведена интрогрессия эффективного для юга России гена расоспецифической устойчивости к пирикулярриозу Pi-ta в генотип отечественного сорта риса Флагман методом возвратных скрещиваний с контролем донорных аллелей ДНК-маркерами.

2. Среди гибридных растений отобраны формы с оптимальным вегетационным периодом и наибольшей фертильностью колосков метелки.

3. Маркерный анализ, а также фитопатологический тест полученных популяций выявил устойчивые к пирикулярриозу образцы риса, несущие целевые гены в гомозиготном состоянии.

4. Сортообразец риса КП-171-14 (Альянс) в 2017 году передан на Государственное сортоиспытание.

5. Сортообразцы КП-30 и КП-23 в 2018 году изучаются в КСИ (конкурсное сортоиспытание) третьего года. Лучший образец будет передан на Государственное сортоиспытание. Все три сорта устойчивы к краснодарской популяции патогена *Pyricularia oryzae* Cav., адаптированы к условиям выращивания на юге России, имеют высокую урожайность и качество крупы.

Созданные с помощью маркерной селекции линии и сорта риса могут быть использованы в качестве доноров устойчивости к заболеванию и выступать как родительские формы.

*(Работа выполнена в рамках государственного задания НИОКР по теме № 0685-2018-0068 «Создать новые линии риса, устойчивые к пирикулярриозу, с использованием методов маркерной селекции. Получить синтетическую популяцию патогена *Pyricularia oryzae* Cav. с высокой спорулирующей способностью, состоящую из штаммов, выделенных из рисосеющих районов Краснодарского края»).*

ЛИТЕРАТУРА:

1. Беденко, В. П. Фотосинтетические аспекты продукционного процесса озимой пшеницы / В. П. Беденко, В. В. Коломейченко. – Орел: ГАУ, 2001. – 127 с.
2. Беденко, В. П. Основы продукционного процесса растений / В. П. Беденко, В. В. Коломейченко. – Орел, 2003. – 260 с.
3. Беденко, В. П. Фотосинтез и продукционный процесс / В. П. Беденко, В. В. Коломейченко. – Орел, 2008. – 144 с.
4. Воробьев, Н. В. Продукционный процесс у сортов риса / Н. В. Воробьев, М. А. Скаженник, В. С. Ковалев. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2011. – 199 с.
5. Воробьев, Н. В. Особенности продукционного процесса у экстенсивных и интенсивных сортов риса / Н. В. Воробьев, М. А. Скаженник, А. Х. Шеуджен [и др.] // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2013. – № 4. – С. 7-8.
6. Воробьев, Н. В. Физиологические основы повышения урожайности сортов риса / Н. В. Воробьев, М. А. Скаженник // Рисоводство. – 2005. – № 7. – С. 26-32.
7. Воробьев, Н. В. Формирование элементов структуры урожая в зависимости от температуры и уровня минерального питания растений / Н. В. Воробьев, М. А. Скаженник // С.-х. биология. – 1988. – № 6. – С. 17-20.
8. Гуляев, Б. И. Фотосинтез и продуктивность растений: проблемы, достижения, перспективы исследований / Б. И. Гуляев // Физиология и биохимия культурных растений. – 1996. – Т. 28. – № 1-2. – С. 15-35.
9. Дзюба, В. А. Многофакторные опыты и методы биометрического анализа экспериментальных данных / В. А. Дзюба. – Краснодар, 2007. – 76 с.
10. Ерыгин, П. С. Физиология риса / П. С. Ерыгин // Физиология с.-х. растений. – М.: МГУ, 1969. – Т. 5. – С. 266-413.
11. Ковалев, В. С. Селекция сортов риса интенсивного типа в связи с повышенным уровнем азотного питания / В. С. Ковалев: автореф. дисс. ...канд. с.-х. наук. – Л., 1985. – 21 с.
12. Ковалев, В. С. Селекция сортов риса для Краснодарского края и Адыгеи и разработка принципов их рационального использования / В. С. Ковалев: дисс. ... в виде научн. докл. докт. с.-х. наук. – Краснодар, 1999. – 45 с.
13. Киселева, И. С. Фотосинтез в системе донорно-акцепторных связей в растении / И. С. Киселева // Физико-химические основы структурно-функциональной организации растений. Тез. докл. Междунар. научн. конф. – Екатеринбург, 6-10 октября 2008 г. – С. 9-10.
14. Кумаков, В. А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы / В. А. Кумаков. – М.: Агропромиздат, 1985. – 270 с.
15. Мокроносов, А. Т. Онтогенетический аспект фотосинтеза / А. Т. Мокроносов. – М.: Наука, 1981. – 196 с.
16. Мокроносов, А. Т. Фотосинтетическая функция и целостность растительного организма / А. Т. Мокроносов. – М.: Наука, 1983. – 64 с.
17. Мокроносов, А. Т. Взаимосвязь фотосинтеза и функции роста / А. Т. Мокроносов // Фотосинтез и продукционный процесс. – М.: Наука, 1988. – С. 109-121.
18. Мокроносов, А. Т. Элементы донорно-акцепторной единицы / А. Т. Мокроносов // Тез. докл. 3 съезда Всерос. об-ва физиологов растений (24-29 июля 1993 г.). – С.-Петербург, 1993. – С. 374.
19. Мудрова, А. А. Селекция озимой твердой пшеницы на Кубани / А. А. Мудрова. – Краснодар, 2004. – 190 с.
20. Роньжина, Е. С. Взаимосвязь роста и аттрагирующей активности акцепторов в системе целого растения / Е. С. Роньжина // Материалы докладов в двух частях «Физиология растений – фундаментальная основа экологии и инновационных биотехнологий» и Международная научная школа «Инновации в биологии для развития биоиндустрии сельскохозяйственной продукции». – Часть I. – Нижний Новгород, 2011. – С. 590-591.
21. Роньжина, Е. С. Изучение донорно-акцепторных связей у растений в курсе «физиология и биохимия растений» / Е. С. Роньжина // Растения в условиях глобальных и локальных природно-климатических и антропогенных воздействий: Тезисы докладов Всероссийской научной конференции с международным участием и школы для молодых ученых. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2015. – С. 451.
22. Скаженник, М. А. Методы физиологических исследований в рисоводстве / М. А. Скаженник, Н. В. Воробьев, О. А. Досеева. – Краснодар, 2009. – 24 с.
23. Тур, Н. С. Влияние освещенности на углеводный и нуклеиновый обмен в узле кущения и урожай риса / Н. С. Тур // Бюлл. НТИ ВНИИ риса. – 1969. – Вып. 2. – С. 13-16.
24. Шеуджен, А. Х. Агрохимия. Ч. 2. Методика агрохимических исследований: учеб. пособие / А. Х. Шеуджен, Т. Н. Бондарева. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 703 с.

Елена Викторовна Дубина

Зав. лабораторией биотехнологии
и молекулярной биологии
E-mail: lenakrug1@rambler.ru,

Elena V. Dubina

Head of the laboratory of Biotechnology
and Molecular Biology,

Валентин Николаевич Шиловский

Главн. научн. сотр. отдела селекции,

Valentin N. Shilovsky

Chief Researcher of Department of Breeding,

Маргарита Георгиевна Рубан

Мл. научн. сотр. лаборатории биотехнологии
и молекулярной биологии,

Margarita G. Ruban

Junior researcher of the laboratory
of Biotechnology and Molecular Biology,

Андрей Михайлович Оглы

Научн. сотр. отдела селекции,

Andrey M. Oglyi

Researcher of Department of Breeding,

Дмитрий Александрович Пищенко

Научн. сотр. лаборатории семеноводства
и семеноведения,

Dmitry A. Pishenko,

Researcher of Laboratory of Seed Production,

Иван Валерьевич Балясный

Зам. директора,

Ivan V. Balyasnyi

The deputy director,

Юлия Александровна Макуха

Лаборант-исследователь, аспирант лаборатории
биотехнологии и молекулярной биологии

Yuliya A. Makukha

Researcher of the laboratory of Biotechnology and
Molecular Biology

Все: ФГБНУ «ВНИИ риса»

Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия,

All: All-Russian Rice Research Institute

3 Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia,

Евгений Петрович Максименко

Врио директора

E-mail: 9183898572@mail.ru,

Evgenii P. Maximenko

Director,

Ирина Борисовна Никитина

Семеновод

Irina B. Nikitina,

Seed

Все: ФГУЭСП «Красное» ВНИИ риса,

пос. Рисоопытный, Краснодарский край,

Красноармейский район, 353810, Россия

All: Federal State Unitary Elite-Seed-Production

Enterprise "Krasnoje",

Risoopytnii, Krasnodar Krai, Krasnoarmeysky district,
353810, Russia

УДК 633.18: 631.559

М. А. Скаженник, д-р биол. наук,
Н. В. Воробьев, д-р биол. наук,
В. С. Ковалев, д-р с.-х. наук,
С. В. Гаркуша, д-р с.-х. наук,
Т. С. Пшеницына,
 г. Краснодар, Россия

ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ И ЭЛЕМЕНТОВ ЕЕ СТРУКТУРЫ ИНТЕНСИВНЫХ И ЭКСТЕНСИВНЫХ СОРТОВ РИСА

Исследования проводили в период 2012-2015 гг. во ВНИИ риса с целью изучения особенностей формирования продуктивности и элементов ее структуры сортов риса и установление у них признаков, определяющих урожайность. Материалом исследования служили 5 сортов риса, близких по продолжительности вегетационного периода, из них три – Рапан, Визит и Гамма – интенсивного типа, а два – Соната и Атлант – экстенсивного. Работу проводили в вегетационно-микрополевых опытах – в железобетонных микрочеках, заполненных почвой, взятой с рисовых чеков, в которых поддерживался режим орошения риса, характерный для полевых условий. Удобрения в виде сульфата аммония, суперфосфата и хлористого калия вносили в трех дозах: $N_{12}P_6K_6$; $N_{24}P_{12}K_{12}$ и $N_{36}P_{18}K_{18}$ г действующего вещества на 1 м² посева. В фазу полной спелости определяли число зерен на отдельной метелке, на 1 м² посева, уборочный индекс ($K_{хоз}$), массу 1000 зерен и урожайность. Сорта значительно различались по урожайности. Она была у интенсивных генотипов значительно выше, чем у экстенсивных, за счет большего количества зерен на метелке, на 1 м² посева, что привело к повышению уборочного индекса и урожайности. Значительная часть ассимилятов экстенсивных сортов использовалась на образование массивных стеблей, что обусловило повышенную устойчивость их посевов к полеганию, низкий уборочный индекс и урожайность этих генотипов. Перечисленные признаки продуктивности сортов используются во ВНИИ риса при оценке селекционных образцов на урожайность и устойчивость к полеганию.

Ключевые слова: рис, тип сортов, ассимиляты, уборочный индекс, продуктивность, полегание.

FORMATION OF YIELD AND ITS ELEMENTS OF INTENSIVE AND EXTENSIVE RICE VARIETIES

The researches were carried out to study physiological mechanisms, determining the formation of different yield of rice varieties for the period of 2012-2015 in ARRRI. The material of investigations were 5 rice varieties, close by duration of vegetation period; three of them were Rapan, Vizit and Gamma of intensive type, two of them were Sonata and Atlant of extensive type. The work was carried out in vegetative-microfield tests in ferro-concrete micro-check plots, filled with soil from rice check plots, in which rice irrigation mode was used under field conditions. The fertilizers as ammonium sulphate, superphosphate and potassium chlor were applied in free dosages: $N_{12}P_6K_6$; $N_{24}P_{12}K_{12}$ and $N_{36}P_{18}K_{18}$ g of active ingredient per 1 m². In the phase of full ripeness, the number of grains was determined on a separate panicle, per 1 m² of sowing, harvest index, 1000 grains weight, lodging and yield. The varieties substantially differed by yield. It was higher in intensive genotypes as in extensive ones. It was much higher in intensive genotypes than in extensive genotypes due to an increase in the number of grains on a panicle, per 1 m² of sowing, which led to an increase in harvest index and yield. The main part of assimilates of extensive varieties were used for formation of more massive stems; it determed the increase of lodging resistance, caused the decrease of yield index and yield of that genotypes. Listed traits of productivity of rice varieties are used in ARRRI at evaluation of breeding varieties for yield and lodging resistance.

Key words: rice, variety type, assimilates, yield index, productivity, lodging.

Показано [6], что в целом растении транспорт ассимилятов от донора к акцептору складывается из ряда последовательно расположенных систем переноса, сопряженных между собой и определяющих интенсивность их потоков, регулируемых на старте в доноре – листе и на финише – в акцеп-

торе. Это, по мнению А. Л. Курсанова, позволяет по величине и активности начальных и конечных органов системы донорно-акцепторных связей проводить оценку селекционных образцов на продуктивность. Однако оценка их по параметрам этих органов осложняется тем, что донорно-акцептор-

ные отношения между образованием и использованием ассимилятов в растении весьма подвижны, непостоянны, что сказывается на доноре и акцепторе, их сбалансированность или напряженность зависят от многих факторов и, в первую очередь, от степени потребности в метаболитах аттрагирующих центров [8, 9, 13]. В онтогенезе у растений происходит постоянная корректировка донорно-акцепторных отношений в связи со сменой главных потребителей ассимилятов, что является наиболее значительной регуляторной системой целого организма [7]. При образовании у растений нескольких близких по мощности аттрагирующих центров между ними может наблюдаться конкуренция за ассимиляты, что снижает обеспеченность метаболитами развивающихся генеративных органов и приводит к образованию менее продуктивного плодonoса. Так, у риса до начала налива зерновок в растениях при одном доноре (фотосинтезирующие листья и стебли) функционируют несколько акцепторов ассимилятов – ростовые и метаболические ткани, органы временного запаса пластических веществ. Конкретно к акцепторам в этот период относятся: корневая система; боковые побеги, первое время растущие за счет ассимилятов материнского побега; молодые, вновь образованные листья; развивающиеся влагалища листьев и междоузлия соломины, в которых ассимиляты откладываются во временный запас; формирующаяся метелка. Несколько потребителей ассимилятов создают напряженность в донорно-акцепторных отношениях и оказывают отрицательное влияние на формирование хозяйственно ценных органов растения [1, 3].

Урожайность сортов риса определяет продукционный процесс, в котором объединены в единое целое фотосинтез и дыхание, транспорт и распределение продуктов первичного и вторичного биосинтезов, роста растений и их морфогенез, генеративное развитие и старение [8]. Результаты изучения продукционного процесса сортов риса показали [9], что они в основном различаются характером распределения ассимилятов по формирующимся органам продуктивного побега, и в зависимости от этого их можно разделить на интенсивные и экстенсивные. У первых пластические соединения в большей мере используются на образование генеративных органов и элементов продуктивности метелки, что обуславливает формирование высокого урожая зерна, у вторых значительная часть ассимилятов расходуется на формирование стебля и, соответственно, меньше их идет на образование метелки, что не приводит к высокой урожайности, но обеспечивает повышение устойчивости их посевов к полеганию. Производству необходимы

как интенсивные, так и экстенсивные сорта риса, и установленные особенности формирования урожая этих генотипов необходимо использовать в селекции.

Цель исследования – изучить формирование урожайности и элементов ее структуры, устойчивости растений к полеганию интенсивных и экстенсивных сортов риса на разных фонах минерального питания, и на основе этого установить количественные параметры признаков продуктивности для использования их в селекции при создании и оценке соответствующих генотипов этой культуры.

Материал и методика исследований

Для достижения поставленной цели были проведены исследования продукционного процесса пяти сортов риса – Рапан st, Визит, Гамма (интенсивные) и Соната, Атлант (экстенсивные) в период 2012-2015 гг. Опыт выполнялся в железобетонных резервуарах, позволяющих поддерживать режим орошения, характерный для полевых условий [11, 14]. Площадь резервуара – 3,6 м² – заполнена лугово-черноземной почвой, взятой с рисовой оросительной системы ВНИИ риса. Фоны минерального питания – N₁₂P₆K₆ (средний); N₂₄P₁₂K₁₂ (близкий к оптимальному); N₃₆P₁₈K₁₈ (высокий) г д.в. на 1 м². Густота стояния растений – 300 шт./м². Площадь делянки в опытах – 1,2 м², повторность – трехкратная. На закрепленных площадках фиксировали кущение растений и отмирание части боковых побегов. В фазу полной спелости определяли число зерен на отдельной метелке, на 1 м² посева, уборочный индекс (K_{хоз}), массу 1000 зерен и урожайность. Полученные данные были обработаны методами биометрической статистики [4].

Результаты и обсуждение

Результаты четырехлетних (2012-2015 гг.) наблюдений за формированием основных элементов продуктивности этих генотипов – числа зерен и их массы в метелке и 1 м² посева в полную спелость – представлены в таблице 1.

Как видно из этих данных, средняя урожайность интенсивных сортов риса – Рапана, Визита и Гаммы на фоне N₁₂P₆K₆ составила 0,734, на фоне N₂₄P₁₂K₁₂ – 1,114 и на фоне N₃₆P₁₈K₁₈ – 1,203 кг/м², а у экстенсивных Сонаты и Атланта, соответственно, – 0,621; 0,964 и 1,023 кг/м² или в среднем на 15% ниже. Причинами меньшей урожайности у экстенсивных сортов являются различия в системе донорно-акцепторных отношений в побегах – в характере распределения ассимилятов по их органам в процессе формирования урожая зерна и элементов его структуры.

Результаты наших исследований по определению значений K_{хоз} у интенсивных и экстенсивных

Таблица 1. Урожайность и ее связь с элементами структуры урожая интенсивных и экстенсивных сортов риса

Сорт	Тип сорта	Урожай- ность, кг/м ²	Полегае- мость, %	Число зерен на		Масса зерна с метелки, г	K _{хоз} , %
				метелке, шт.	1 м ² , тыс. штук		
Фон удобрений – N ₁₂ P ₆ K ₆							
Рапан st	1	0,735	0,0	96,1	28,9	2,11	50,9
Визит	1	0,703	0,0	95,0	28,5	2,01	50,6
Гамма	1	0,764	0,0	98,2	29,5	2,17	50,6
Соната	2	0,626	0,0	71,7	21,5	1,81	46,0
Атлант	2	0,616	0,0	75,6	22,7	1,77	41,1
Урожайность коррелирует			-	0,96±0,17	0,96±0,17	0,99±0,03	0,88± 0,27
Фон удобрений – N ₂₄ P ₁₂ K ₁₂							
Рапан st	1	1,206	43,3	94,6	51,1	1,93	49,2
Визит	1	1,078	26,7	80,0	44,8	1,65	48,1
Гамма	1	1,058	40,0	80,3	43,4	1,70	46,5
Соната	2	0,994	0,0	64,1	36,9	1,52	42,8
Атлант	2	0,933	13,3	71,2	35,4	1,62	39,7
Урожайность коррелирует			-	0,90±0,25	0,98±0,10	0,87±0,17	0,93± 0,22
Фон удобрений – N ₃₆ P ₁₈ K ₁₈							
Рапан st	1	1,264	53,3	87,2	55,8	1,68	46,2
Визит	1	1,207	43,3	70,9	52,4	1,40	44,2
Гамма	1	1,137	50,0	74,7	49,3	1,48	44,8
Соната	2	1,098	6,7	60,0	42,0	1,34	37,2
Атлант	2	0,949	23,7	59,1	36,8	1,32	37,2
Урожайность коррелирует			-	0,84±0,19	0,97±0,14	0,78±0,22	0,85±0,18
НСП ₀₅ вар.		0,04	-	3,38	0,90	0,03	-

Примечание: 1 – интенсивный; 2 – экстенсивный

сорт риса и их связи с урожайностью на разных фонах минерального питания представлены в этой же таблице.

Исследуемые типы сортов существенно различаются по показателю K_{хоз}. Его величина у интенсивных генотипов риса: Рапан, Визит, Гамма – зависела от сорта и уровня минерального питания и составила на фоне N₁₂P₆K₆ – 50,6-50,9%, на фоне N₂₄P₁₂K₁₂ – 46,5-49,2% и на фоне N₃₆P₁₈K₁₈ – 44,2-46,2%, тогда как у экстенсивных сортов – Соната и Атлант – величина K_{хоз} значительно ниже и, соответственно, составила 41,1-46,0; 39,7-42,8 и 37,2%. K_{хоз} у исследуемых сортов имел тесную корреляционную связь с их урожайностью, которая на фоне N₂₄P₁₂K₁₂ составила 0,93±0,22 и на фонах N₁₂P₆K₆ и N₃₆P₁₈K₁₈ – 0,88±0,27 и 0,85±0,18. При этом важно было установить, какие элементы структуры урожая обеспечили низкий показатель K_{хоз} у экстенсивных сортов риса. Как видно из данных той

же таблицы, это произошло из-за меньшего числа зерен и их массы на метелке, чем у интенсивных сортов. Обнаружено, что на фонах N₂₄P₁₂K₁₂ и N₃₆P₁₈K₁₈ снижение потенциальной величины этих признаков продуктивности метелки экстенсивных сортов возникло в период выхода в трубку растений, когда формировались ее элементы, на что указывает достоверная связь между ее массой в фазу цветения и величиной K_{хоз} [12]. Эти результаты показывают, что разная урожайность интенсивных и экстенсивных сортов риса связана с неодинаковым притоком ассимилятов к конусу нарастания и развивающимся структурам метелки. В результате чего масса метелки и ее доля в массе побега у интенсивных сортов в фазу цветения была значительно больше, чем у экстенсивных генотипов [12]. Именно эти признаки продуктивности плодonoса определяют разную урожайность интенсивных и экстенсивных сортов риса. По их величине в фазу

цветения и полной спелости, наряду с величинами урожайности и $K_{\text{хоз}}$, необходимо проводить оценку селекционных образцов на продуктивность.

Другим важным признаком продуктивности сортов риса является озерненность агрофитоценоза (число зерен на единице площади) [5]. Коэффициент его корреляции с урожайностью также очень высокий и составил $0,96 \pm 0,17 - 0,98 \pm 0,10$. Число зерен на 1 м^2 посева является сложным признаком, определяемым количеством на этой площади продуктивных побегов и озерненностью их метелок. Учитывая несложность получения результатов по его величине, он заслуживает большего внимания при оценке селекционных образцов на продуктивность.

Физиологические исследования продукционных процессов у интенсивных и экстенсивных сортов риса позволили установить долю использования ассимилятов побега на формирование его метелки и стебля. Ведь общая надземная масса побега у этих типов сортов, как показано нами раньше, различалась мало. При несколько меньшем притоке ассимилятов к развивающейся метелке у экстенсивных сортов можно было предполагать о более интенсивном их использовании на образование других органов побега, в частности стебля. Полученные результаты подтвердили это предположение. В фазу цветения масса стебля у сортов Соната и Атлант на фоне $N_{24}P_{12}K_{12}$ и $N_{36}P_{18}K_{18}$ значительно больше, чем у интенсивных генотипов. Ее величина у исследуемых сортов имеет достоверную отрицательную связь с их урожайностью и с величиной $K_{\text{хоз}}$ [12]. Более сильный поток ассимилятов побега к развивающемуся стеблю у экстенсивных сортов несколько снижает продуктивность его метелки, но увеличивает его устойчивость к полеганию.

Сортовые особенности в накоплении и перераспределении органических веществ по побегам растения и по органам отдельного стебля в период кущение–трубкавание риса оказывают влияние на ценотическое взаимодействие растений (ЦВР) и по существу определяют густоту стеблестоя и потенциальную продуктивность метелки. Какой из этих компонентов является главным в формировании повышенной урожайности у новых сортов риса? Ответ на этот вопрос важен для стратегии селекции на дальнейшее повышение продуктивности генотипов. Обобщенные за ряд лет результаты наших исследований по потенциальной и реальной продуктивности у пяти сортов риса на разных фонах минерального питания представлены в таблице 2.

Как видно, у четырех сортов риса, созданных в последние годы, число продуктивных побегов на единице площади посева существенно не отличается от стандарта Рапана, за исключением сорта Ат-

ланта, что связано со сниженным общим кущением растений у этого генотипа (таблица 2). С повышением обеспеченности посевов элементами минерального питания густота стеблестоя возрастает, однако сортовые различия по ее плотности сохраняются. У Визита и Сонаты число продуктивных побегов на 1 м^2 в среднем (по трем фонам питания) было на 6,6 и 5,4% выше, чем у Рапана. Однако это не привело к формированию повышенной потенциальной урожайности у этих сортов из-за отрицательной связи между густотой стеблестоя и числом колосков на метелке. У Рапана, Гаммы и Атланта подобная связь не проявляется. Общее число колосков на их метелках с повышением уровня минерального питания, а, следовательно, и густоты стеблестоя, изменяется сравнительно мало, что свидетельствует о хорошем обеспечении углеродистыми и азотистыми метаболитами развивающейся метелки и слабom влиянии ценотического взаимодействия растений на формирование ее продуктивных структур. С повышением густоты стеблестоя (при увеличении уровня минерального питания) и сохранении высокой потенциальной продуктивности метелки закономерно растет и соответствующая урожайность у сортов Визита и Гаммы, которая на фонах $N_{24}P_{12}K_{12}$ и $N_{36}P_{18}K_{18}$ близка к таковой Рапана. Из этих данных следует, что в ходе генетического улучшения растений сортов Визита и Гаммы произошли изменения в системе донорно-акцепторных связей у побегов – усилился поток пластических веществ к развивающимся структурам метелки, что повысило ее потенциальную продуктивность. При этом повышенная доля азотистых веществ в составе питательных метаболитов не оказывает существенного влияния на формирование ее продуктивных структур, о чем свидетельствуют малые колебания по числу колосков в метелке в зависимости от уровня минерального питания растений.

Реализация потенциальной продуктивности метелки риса снижается не только за счет увеличения на ней числа стерильных колосков, но и уменьшения массы отдельной зерновки (или массы 1000 зерен). Наблюдаются сортовые различия по величине этого показателя. Так, у интенсивных сортов Рапан, Визит и Гамма масса 1000 зерен снижается на фоне $N_{36}P_{18}K_{18}$ по сравнению с фоном $N_{24}P_{12}K_{12}$ на 5,1, 4,9 и 7,0%, соответственно, а в экстенсивных сортах – Сонаты – на 4,5% и Атланте – на 1,7%, что сказывается на реальной урожайности генотипов риса.

Реальная урожайность сортов риса варьировала на трех вариантах опыта – от 0,832 (Атлант) до 1,068 кг/м^2 (Рапан) (таблица 3).

Урожайность Рапана и Визита по фактору А

Таблица 2. Потенциальная и реальная урожайность, элементы ее структуры сортов риса

Сорт	Число побегов, шт./м²	Потенциальная урожайность			Реальная урожайность				
		число колосков на метелке, шт.	урожайность, кг/м²	отклонение от st, %	число зерен в метелке, шт.	масса 1000 зерен, г	урожайность, кг/м²	отклонение от st, %	степень реализации от потенциальной урожайности, %
Фон удобрений – N ₁₂ P ₆ K ₆									
Рапан st	300	102,5	0,764	-	96,1	21,78	0,735	-	96,2
Визит	300	107,1	0,784	+2,6	95,0	21,40	0,703	-4,4	89,7
Гамма	300	104,5	0,795	+4,0	98,2	22,26	0,764	+3,9	96,1
Соната	300	76,1	0,650	-15,0	71,7	24,97	0,626	-14,8	96,3
Атлант	300	80,4	0,643	-15,8	75,6	23,39	0,616	-16,2	95,8
Фон удобрений – N ₂₄ P ₁₂ K ₁₂									
Рапан st	540	106,3	1,346	-	94,6	20,57	1,206	-	89,6
Визит	560	94,4	1,263	-6,2	80,0	20,95	1,078	-10,6	85,4
Гамма	540	103,7	1,330	-1,2	80,3	20,84	1,058	-12,3	79,5
Соната	560	68,8	1,042	-22,6	64,1	23,72	0,994	-17,6	95,4
Атлант	500	76,8	0,996	-26,0	71,2	22,76	0,933	-22,6	93,7
Фон удобрений – N ₃₆ P ₁₈ K ₁₈									
Рапан st	660	105,6	1,361	-	87,2	19,53	1,264	-	92,9
Визит	740	83,8	1,409	+3,5	70,9	19,93	1,207	-4,5	85,7
Гамма	660	96,5	1,408	+3,4	74,7	19,39	1,137	-10,0	80,8
Соната	720	65,2	1,213	-10,9	60,0	22,66	1,098	-13,1	90,5
Атлант	620	63,4	1,002	-26,4	59,1	22,37	0,948	-24,9	94,9
НСР ₀₅ вар.	6,8	3,5	0,04	-	3,3	0,10	0,04	-	-

(сорт) была выше, чем у других сортов. По фактору В (дозы минеральных удобрений) достоверно различаются все варианты. Наиболее высокая урожайность риса получена на вариантах 2 и 3. Положительные эффекты взаимодействия сортов и доз удобрений недостоверны, за исключением Рапана на оптимальном фоне питания.

На основе двухфакторного дисперсионного анализа можно сделать вывод, что сорта Рапан и Визит являются лучшими среди изучаемых по урожайности при густоте всходов 300 шт./м². Доля вклада в формирование урожайности сортов риса фактора В (дозы удобрений) – 26,6% и фактора А (сорт) – 5,3%.

Таким образом, полученные результаты показали, что повышение урожайности у сортов риса достигнута за счет увеличения массы зерна с растения в результате повышенного его кущения и образования боковых продуктивных побегов, при-

ведшее к повышению числа зерновок на единице площади посева. Эти изменения в продукционном процессе у исследуемых генотипов риса произошли в соответствии с их генетической программой роста и развития и осуществляются в основном с помощью фитогормонов [6, 9]. Интегральным показателем данных изменений является величина коэффициента хозяйственной эффективности фотосинтеза ($K_{\text{хоз}}$), показывающая долю использования ассимилятов посева на формирование урожая зерна [2, 11].

Выводы

1. Главной особенностью продукционного процесса у разных по урожайности сортов риса является распределение, образующихся в процессе фотосинтеза ассимилятов по органам растения. У сортов интенсивного типа, к которым относятся Рапан, Визит и Гамма, более значительная их часть используется на образование массы зерна побе-

Таблица 3. Результаты двухфакторного дисперсионного анализа урожайности сортов риса на разных фонах минерального питания, кг/м

Сорт (фактор А)	Фактор минерального питания В	Среднее по:			Эффект вза- имодействия АВ
		Фактору А	Фактору В	вариантам	
Рапан (st)	1	1,068		0,735	-0,0703
	2			1,206	0,0537
	3			1,264	0,0167
Визит	1	0,996		0,703	-0,0300
	2			1,078	-0,0020
	3			1,207	0,0320
Гамма	1	0,986		0,764	0,0407
	2			1,058	-0,0123
	3			1,137	-0,0283
Соната	1	0,876		0,626	0,0130
	2			0,994	-0,0560
	3			1,098	0,0430
Атлант	1	0,832	0,689	0,616	0,0467
	2		1,036	0,933	0,0134
	3		1,131	0,948	-0,0633
HCP ₀₅ вар.		0,02	0,02	0,04	0,04

Примечание: 1 – $N_{12}P_6K_6$; 2 – $N_{24}P_{12}K_{12}$; 3 – $N_{36}P_{18}K_{18}$ г д.в. на 1 м²

га, что вызывает увеличение числа зерен на нем и на 1 м² и приводит к повышению доли зерна в общей биомассе ($K_{хоз}$) посева и их урожайности. У генотипов экстенсивного типа, к которым относятся Соната и Атлант, более значительная часть их ассимилятов потребляется на образование более массивных стеблей, что приводит к повышению их устойчивости к полеганию. Однако при этом у них уменьшается поток пластических веществ к развивающимся метелкам, что вызывает уменьшение на плодonoсах колосков и зерновок и приводит к

снижению массы зерна с растения, числа зерен на 1 м², уменьшению величины $K_{хоз}$ и урожайности этих сортов.

2. Выявлены параметры физиолого-биологических признаков интенсивных и экстенсивных генотипов риса – числа зерен на метелке, озерненности агрофитоценоза, уборочного индекса ($K_{хоз}$), устойчивости к полеганию и урожайности посевов, которые являются важными признаками при оценке разных типов селекционных образцов на продуктивность.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Воробьев, Н. В. Продуктивность метелки у сортов риса и ее связь с коэффициентом кущения / Н. В. Воробьев, М. А. Скаженник // Рисоводство. – 2004. – № 4. – С. 65-69.
2. Воробьев, Н. В. Уборочный индекс и его связь с урожайностью и физиолого-биохимическими признаками сортов риса / Н. В. Воробьев, М. А. Скаженник, В. С. Ковалев [и др.] // Рисоводство. – 2010. – № 7. – С. 16-21.
3. Гуляев, Б. И. Фотосинтез и продуктивность растений: проблемы, достижения, перспективы исследований / Б. И. Гуляев // Физиология и биохимия культурных растений. – 1996. – Т. 28. – № 1-2. – С. 15-35.
4. Дзюба, В. А. Многофакторные опыты и методы биометрического анализа экспериментальных данных / В. А. Дзюба. – Краснодар, 2007. – 76 с.
5. Дзюба, В. А. Теоретическое и прикладное растениеводство на примере пшеницы, ячменя и риса: науч.-метод. пособие / В. А. Дзюба. – Краснодар, 2010. – 475 с.
6. Курсанов, А. Л. Эндогенная регуляция транспорта ассимилятов и донорно-акцепторные отношения у растений / А. Л. Курсанов // Передвижение ассимилятов в растениях и проблема сахаронакопления. – Фрунзе: Изд-во Илим, 1986. – С. 110-113.
7. Мединец, В. Д. О повышении коэффициента хозяйственной полноценности фотосинтеза / В. Д. Мединец // Фотосинтезирующие системы высокой продуктивности. – М., 1966. – С. 162-168.
8. Мокронос, А. Т. Фотосинтетическая функция и целостность растительного организма / А. Т. Мокронос. – М.: Наука, 1983. – 64 с.
9. Мокронос, А. Т. Взаимосвязь фотосинтеза и функции роста / А.Т. Мокронос // Фотосинтез и продукционный процесс. – М.: Наука, 1988. – С. 109-121.
10. Мокронос, А. Т. Элементы донорно-акцепторной единицы / А. Т. Мокронос // Тез. докл. 3 съезда Всерос. об-

ва физиологов растений (24-29 июля 1993 г.). – С.-Петербург, 1993. – С. 374.

11. Скаженник, М. А. Методы физиологических исследований в рисоводстве / М. А. Скаженник, Н. В. Воробьев, О. А. Досеева. – Краснодар, 2009. – 24 с.

12. Скаженник, М. А. Закономерности формирования продуктивности интенсивных и экстенсивных сортов риса / М. А. Скаженник, Н. В. Воробьев, В. С. Ковалев [и др.] // Рисоводство. – 2018. – № 1(38). – С. 6-14.

13. Чиков, В. И. Фотосинтез и транспорт ассимилятов / В. И. Чиков. – М.: Наука, 1987. – 188 с.

14. Шеуджен, А. Х. Агрохимия. Ч. 2. Методика агрохимических исследований: учеб. пособие / А. Х. Шеуджен, Т. Н. Бондарева. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 703 с.

Михаил Александрович Скаженник

Зав. лабораторией физиологии,

Michail A. Skazhennik

Head of the Laboratory of Physiology,

Николай Васильевич Воробьев

Доктор биологических наук, профессор,

Nikolay V. Vorobyov

Dr. Sci. Biol., the professor,

Виктор Савельевич Ковалев

Зам. директора,

Victor S. Kovalyov

ARRRI the deputy director,

Сергей Валентинович Гаркуша

Директор,

Sergey V. Garkusha

ARRRI the director,

Татьяна Семеновна Пшеницына

Ст. науч. сотр. лаборатории физиологии

Tatyana S. Pshenitsyna

Senior Researcher of the Laboratory of Physiology

Все; ФГБНУ «ВНИИ риса»

Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия

E-mail: arrri_kub@mail.ru

All-Russian Rice Research Institute

УДК 58.085:58.05:633.

В. А. Бибишев, канд. биол. наук,
г. Краснодар, Россия**АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ХРОМАТОГРАФИИ мРНК РАСТЕНИЙ
НА ПОЛИ (У)-СЕФАРОЗЕ**

Возможность количественной оценки содержания мРНК в препаратах тотальной РНК открывает новые перспективы в исследовании молекулярных механизмов функционирования эукариотической клетки. Аффинное извлечение информационной РНК из препаратов, полученных с помощью практически любого используемого в настоящее время метода выделения нуклеиновых кислот, затрудняется большим количеством неспецифически сорбирующейся на носителе рибосомной РНК. Это обусловлено потерей в процессе очистки ионов магния, поддерживающего третичную структуру данных частиц. Экстракцию тотальной РНК растений осуществляли буфером, применяемым при выделении полирибосом, т.е. в присутствии ионов Mg^{++} , после чего препараты депротеинизировали смесью фенол/хлороформ. Аффинная хроматография таких препаратов на поли(У)-сефарозе позволила в свое время выявить интересные закономерности, связанные с дифференциальным распадом мРНК растений и фракционированием пула информационных РНК на группы свободных и полисомных молекул.

Поэтому целью данной работы являлось сравнение особенностей хроматографии на поли(У)-сефарозе препаратов тотальной РНК растений, выделенных по варианту в присутствии солей гуанидия, хлористого натрия и хлористого магния. Каждый препарат наносили на хроматографические колонки в количестве 1500 и 4500 мкг. Только в случае препаратов, выделенных с магнием, молекулы элюировались пропорционально нанесенной РНК, что указывает либо на полное отсутствие, либо на исчезающе малые количества неспецифически сорбированной рибосомной РНК. Сделан вывод о том, что экстракция тотальной РНК растений в присутствии ионов Mg^{++} , с последующей депротеинизацией, не только упрощает процесс аффинной хроматографии этих препаратов на поли(У)-сефарозе, т. к. снимает необходимость доочистки мРНК, но и позволяет количественно оценивать их содержание в образцах.

Ключевые слова: : тотальная РНК, цитоплазматическая мРНК, аффинная хроматография на поли(У)-сефарозе.

**ANALYTICAL METHOD OF CHROMATOGRAPHY OF PLANT mRNA
ON POLY (U) -SEPHAROSE**

The possibility of quantitative estimation of mRNA content in total RNA preparations opens up new prospects in the study of molecular mechanisms of eukaryotic cell functioning. The affinity extraction of information RNA from preparations obtained with the help of practically any currently used nucleic acid extraction method is hampered by a large amount of ribosomal RNA that is nonspecific sorbed on the carrier. This is due to the loss of magnesium ions during the purification process, which supports the tertiary structure of these particles. Extraction of total plant RNA was performed with a buffer used in the isolation of polyribosomes, i. e. in the presence of Mg^{++} ions, after which the preparations were deproteinized with a phenol / chloroform mixture. The affinity chromatography of such preparations on poly (U) -sepharose allowed, at one time, to reveal interesting regularities connected with the differential decay of plant mRNAs and the fractionation of the pool of information RNA into groups of free and polysomal molecules.

Therefore, the goal of this study was to compare the features of chromatography on poly (U) -sepharose preparations of total RNA of plants isolated in a variant in the presence of guanidinium salts, sodium chloride and magnesium chloride. Each preparation was applied to chromatographic columns in an amount of 1500 and 4500 μg . Only in the case of preparations isolated with magnesium, the molecules eluted proportionally to the applied RNA, which indicates either complete absence or vanishingly small amounts of nonspecifically sorbed ribosomal RNA. The conclusion is drawn that extraction of total plant RNA in the presence of Mg^{++} ions, followed by deproteinization, not only simplifies the affinity chromatography of these preparations on poly (U) -sepharose, eliminates the need for additional purification of mRNA, but allows quantitative assessment of their content in the samples.

Key words: total RNA, cytoplasmic mRNA, affine chromatography on poly(U)-sepharose.

Информационная РНК является ключевым звеном в многоуровневой системе регуляции экспрессии генома эукариот. Метод, который позволит достоверно определять количественное содержание этой группы молекул в препаратах тотальной РНК, найдет применение в исследованиях, связанных с процессами клеточной дифференциации, развития организма, а также ответа на внешние сигналы и неблагоприятные воздействия.

Рибосомные и транспортные РНК, на долю которых приходится соответственно 80-85% и 10-15% от тотальной РНК, характеризуются определенным размером молекул и последовательностью оснований. Они могут быть выделены, практически в чистом виде, с помощью гель-электрофореза, центрифугирования в градиенте плотности или ионообменной хроматографии [5]. Информационная РНК, составляющая 1-5% от всей РНК клетки, гетерогенна и по размеру молекул, и по последовательности оснований, что в значительной степени ограничивает возможность применения перечисленных выше методов для ее выделения. Однако благодаря тому, что все эукариотические мРНК, за небольшим исключением, имеют на 3' конце протяженную последовательность поли(А) [14], существует возможность селективно отделять полиаденилированные матрицы от других классов РНК. С этой целью чаще всего используются методы аффинной хроматографии на поли(У)-сефарозе и олиго(dT)-целлюлозе [10, 8].

В настоящее время у большинства специалистов, работающих в данной области, сформировалось устойчивое мнение о том, что методы аффинной хроматографии – исключительно препаративные, позволяющие получать только обогащенные препараты мРНК. Причина в том, что практически все известные методы очистки нуклеиновых кислот приводят к потере ионов Mg^{++} , поддерживающих третичную структуру рибосомных частиц. При этом цепи рРНК разворачиваются и приобретают способность неспецифически адсорбироваться на гранулах сефарозы и волокнах целлюлозы в процессе хроматографии [1]. В таких условиях количество аффинно-выделенных мРНК оказывается многократно меньше количества неспецифически сорбированных молекул. Чтобы сократить долю неспецифической адсорбции при хроматографии, многие исследователи перед элюцией поли(А)⁺⁺мРНК промывают колонки пятикратно разбавленным буфером для нанесения, а после элюции повторно наносят полученный препарат на колонку, т. е. проводят еще один или несколько циклов хроматографии [10, 8]. Разумеется, количественно оценить пул мРНК при этом если и воз-

можно, то с очень большой погрешностью.

Логично искать решение проблемы в том, чтобы дополнительно к методическим приемам снижения неспецифической сорбции в процессе хроматографии, минимизировать причину ее возникновения еще на стадии выделения тотальной РНК. Для этого экстракцию нуклеиновых кислот из биологического материала осуществляли буфером, применяемым при выделении полирибосом [13], т. е. в присутствии высокой концентрации ионов Mg^{++} , после чего препараты депротеинизировали смесью фенол/хлороформ. Третичная структура рибосомных РНК в этом случае, очевидно, лучше сохраняется, что должно было затруднять или даже препятствовать их неспецифической сорбции на поли(У)-сефарозе.

С первых экспериментов обратил на себя внимание необычный молекулярный эффект, выражающийся в коррелировании количества элюирующихся мРНК во втором цикле хроматографии (поли(А)⁺⁺РНК) с рангом стрессоустойчивости сорта и с изменением физиологического состояния проростков, из которых получены препараты тотальной РНК. Многочисленные исследования позволили выявить закономерности таких корреляций. Так, для всех сортов озимой пшеницы характерно увеличение выхода поли(А)⁺⁺РНК из проростков, подвергнутых воздействию неблагоприятных условий, будь то пониженная температура, обезвоживание, отсутствие освещения и др. [3]. При этом чем выше ранг стрессоустойчивости сорта, тем большая разница наблюдалась между выходом поли(А)⁺⁺РНК из проростков, подвергнутых стрессу, и контрольных, т. е. пребывавших в «комфортных» условиях. Выход поли(А)⁺⁺РНК варьировал в широких пределах, от 8 до 97%, по сравнению с нанесенной на колонку после первого цикла хроматографии. Наблюдаемый эффект был использован в качестве молекулярно-кинетического маркера и, соответственно, разработан диагностический метод оценки стрессоустойчивости сортов пшеницы и ячменя [7].

Очевидно, что так как метод аффинной хроматографии был использован для получения научной информации, он де-факто является не только препаративным, но и аналитическим. Однако изучение феноменологии и природы обнаруженных эффектов в свое время не было предварено корректным сравнением нового методического подхода с широко используемыми методами.

Цель исследования – сравнить особенности хроматографии на поли(У)-сефарозе препаратов тотальной РНК растений, выделенных повариантно, в присутствии солей гуанидиния, хлористого натрия и хлористого магния, для выявления различий в неспецифи-

ческом взаимодействии рибосомной РНК с гранулами сефарозы, т. е. обосновать возможность количественной оценки содержания мРНК в препаратах.

Материалы и методы

Исследования проводили на пшеничных ростках озимого ячменя (*Hordeum vulgare* L.) сорта Зимур. Семена ячменя проращивали при 20 °С между двумя слоями влажной фильтровальной бумаги.

Выделение тотальной РНК в присутствии солей гуанидиния и в присутствии хлористого натрия проводили по методикам, приведенным в сборнике методов от 1987 года Б. Хеймсом и С. Хиггенсом [9].

При выделении тотальной РНК в присутствии ионов Mg^{++} экстракцию проводили буфером, содержащим 200 мМТрис-НCl pH 8,0; 30 мМ $MgCl_2$; 250 мМ сахарозы, в соотношении 1:5 (г/мл). После осветления в раствор добавляли DDS-Na до 1%. Депротеинизацию РНК осуществляли смесью фенол/хлороформ (1:1), с последующим осаждением двумя объемами этилового спирта. Примеси ДНК удаляли осаждением РНК из раствора нуклеиновых кислот хлористым литием, в конечной концентрации 4М. Осадки растворяли в буфере, содержащем 20 мМ Трис-НCl pH 7,6.

Аффинную хроматографию на поли(У)-сефарозе осуществляли по методике, приведенной в сборнике методов [6]. После нанесения тотальной РНК хроматографические колонки промывали до нулевой оптической плотности буфером для нанесения. Первую фракцию элюировали пятикратно разбавленным буфером для нанесения при комнатной температуре (20 °С). Вторую фракцию – буфером, содержащим 20 мМТрис-НCl pH 8,0; 0,1% DDS-Na; 4мМ ЭДТА при 65 °С.

Электрофоретическое разделение РНК проводили в 1%-ом агарозном геле, содержащем рабочий раствор TBE буфера. Этот же буфер использовали в качестве электродного.

Данные в таблице являются средними значениями 3-6 аналитических повторов. Статистическую

оценку достоверности полученных данных проводили с использованием критерия Стьюдента. Представленные результаты имели достоверные различия с уровнем значимости 0,5.

Результаты и обсуждение

Обязательной стадией выделения тотальной РНК из биологического материала является перевод нуклеиновых кислот в растворенное состояние, т. е. получение грубого экстракта, который затем должен быть очищен от примесей белков и углеводов. На этом этапе РНК наиболее подвержена воздействию соответствующих гидролитических ферментов. Разработан комплекс приемов, позволяющий снизить активность нуклеаз, одним из которых является внесение в буфер экстракции высоких концентраций солей. В частности, широко используются методы, в которых экстрагирующий буфер содержит до 0,5 М NaCl или LiCl [9]. Другая группа популярных методов основана на использовании экстрагирующих буферов, содержащих до 6М солей гуанидиния. Это вещество в высоких концентрациях обладает повышенной способностью разрушать комплекс рибонуклеопротеидов и служит эффективным средством подавления РНК-азной активности [9].

В работе сравнивали характер аффинной хроматографии на поли(У)-сефарозе препаратов тотальной РНК, полученных обозначенными выше методами и методом, в котором экстрагирующий буфер содержит высокие концентрации $MgCl_2$.

В таблице можно видеть, что при хроматографии препаратов, выделенных в присутствии ионов Mg^{++} , доля РНК, смываемой с колонок поли(У)-сефарозы, и в первой, и во второй фракциях в 3-6 раз меньше элюирующейся с колонок, на которые наносили препараты, выделенные в присутствии солей гуанидиния или хлористого натрия. Следует отметить, что промывание колонок пятикратно разбавленным буфером нанесения (фракция 1) было предложено для уменьшения неспецифической

Таблица. Аффинная хроматография на поли(У)-сефарозе препаратов тотальной РНК растений, повариантно выделенных в присутствии солей гуанидиния (GnCl), NaCl и $MgCl_2$

Способ выделения тотальной РНК	Количество нанесенной РНК (мкг)	ФРАКЦИЯ 1		ФРАКЦИЯ 2	
		Количество РНК (мкг)	Доля от нанесенной РНК	Количество РНК (мкг)	Доля от нанесенной РНК
с GnCl	1500	64,5 ± 8,8	4,3 ± 0,59%	136,5 ± 19,1	9,1 ± 1,27%
	4500	103,6 ± 23,6	2,03±0,46%	191,2 ± 18	4,24 ± 0,4%
с NaCl	1500	58,3 ± 6,3	3,9±0,42%	129 ± 16,4	8,6± 1,09%
	4500	127,2 ± 16,3	2,82±0,36%	169,5 ± 18,2	3,77±0,4%
с $MgCl_2$	1500	11,5 ± 2,1	0,77±0,14%	24,2 ± 3,7	1,61±0,25%
	4500	31,7 ± 5,3	0,7±0,12%	68,8 ± 7,0	1,53±0,16%

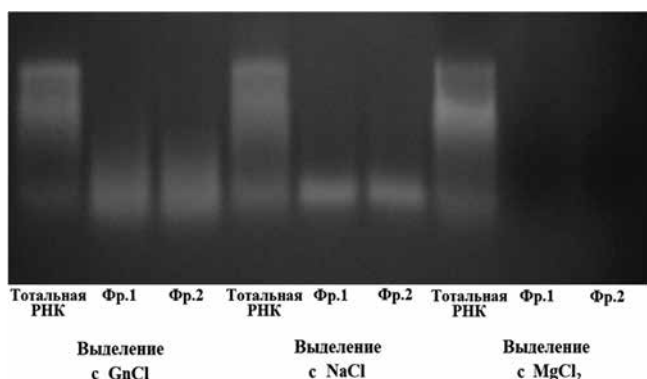


Рисунок. Электрофорез РНК из проростков озимого ячменя сорта Зимур.

Фракция 1 элюируется с колонки поли(У)-сефарозы пятикратно разбавленным буфером нанесения при 20 °С; фракция 2 – элюирующим буфером при 65 °С

сорбции рРНК [8, 10]. Однако проведенные ранее исследования показали, что в случае «магниевого» препаратов во всех фракциях сходят молекулы, интенсивно метящиеся при непродолжительной (60 минут) инкубации срезанных проростков в растворе [³H]-уридина. Причем содержание включившегося *in vivo* [³H]-уридина в молекулы фракций в десятки раз превышало его количество в тотальной РНК [3], что характерно для матричных РНК. Информационная природа молекул РНК фракций подтверждалась и их достаточно высокой трансляционной активностью в системе из ретикулоцитов кролика, а также корреляцией количественного изменения с изменением физиологического состояния растений [3]. Очевидно, что таким способом был специфически разделен пул цитоплазматических мРНК. Зафиксировать этот факт удалось благодаря отсутствию «маскировочного» действия со стороны сорбированной на сефарозе рРНК [3].

Все препараты повариантно наносили на хроматографические колонки по 1500 и 4500 мкг. В случае «магниевого» препаратов количество элюированных молекул, в рамках допустимой погрешности, оказалось кратно нанесенному. Учитывая избыточность емкости аффинного сорбента, это обстоятельство свидетельствует в пользу достоверности количественной оценки содержания мРНК в данных препаратах. Для «гуанидиниевых» и «натриевых» образцов закономерности не соблю-

даются, очевидно, в связи с тем, что сорбция большей части РНК имеет неаффинную природу, и центры связывания на поверхности гранул сефарозы оказывались близки к насыщению уже при нанесении минимального количества тотальной РНК.

Попытка доказать отсутствие загрязнения рибосомной РНК элюированных образцов из «магниевого» препаратов была предпринята и с помощью метода электрофореза в агарозном геле. Все образцы были количественно выровнены по оптической плотности, после чего материал осаждали этиловым спиртом. К сожалению, длительное манипулирование с РНК приводит к деградации этих молекул, что можно видеть на электрофореграммах образцов Фр.1 и Фр. 2 всех препаратов (рисунок). Однако механизмы деградации рибосомной и матричной РНК принципиально различаются. Для РНК-рибосом характерно преимущественно автокаталитическое расщепление с образованием достаточно крупных фрагментов [10, 2, 4], а у большинства мРНК не идентифицированы промежуточные продукты деградации, что свидетельствует о ферментативном характере их распада [16, 11], причем показано, что ассоциированная РНК-азная активность локализована в 3'-некодирующей зоне мРНК [12, 17].

Продукты деградации, характерные для рибосомных РНК, на электрофореграмме визуально не регистрируются у «магниевого» образцов, что может свидетельствовать либо об отсутствии неспецифической сорбции, либо о незначительном ее количестве, не способном исказить результаты, получаемые методом аффинной хроматографии на поли(У)-сефарозе.

Выводы

– Метод аффинной хроматографии на поли(У)-сефарозе может быть использован для количественного определения пула цитоплазматических мРНК в препаратах тотальной РНК, выявления популяционного состава и разделения этого пула на свободные и полисомные молекулы, а также для изучения вопросов связанных со стабильностью мРНК, в том случае, если эти препараты выделялись в присутствии ионов магния.

– Метод позволяет существенно упростить процесс аффинной хроматографии «магниевого» препаратов на поли(У)-сефарозе, т. к. снимает необходимость доочистки мРНК.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ашмарин, И. П. Молекулярная биология / И. П. Ашмарин. – Л., 1977. – 145-146 с.
2. Бекман, Э. М. Автокаталитическая деградация РНК: влияние различных факторов на динамику процесса / Э. М. Бекман, М. Ф. Денисенко, М. Ю. Григорьев, В. Я. Арион // Мол. биол. – 1986. – Т. 20. – С. 527-535.
3. Бибишев, В. А. Разработка молекулярно-кинетических маркеров стрессоустойчивости зерновых культур: автореф. дис. канд. биол. наук / В. А. Бибишев. – Краснодар, 2007.
4. Бибишев, В. А. Распад рРНК *in vitro*, как индикатор интенсивности синтеза белка в клетке / В. А. Бибишев, Б. Н. Новиков, Ж. В. Алексеенко // Материалы научно-практической конференции «Зеленая революция П. П. Лукьяненко».

– Краснодар, 2001. – С. 527-533.

5. Маниатис, Т. Молекулярное клонирование / Т. Маниатис, Э. Фрич, Дж. Сэмбрук // М.: Мир, 1984. – 186 с.

6. Остерман, Л. А. Хроматография белков и нуклеиновых кислот / Л. А. Остерман. – М.: Наука, 1985. – 536 с.

7. Плотников, В. К., Бакалдина Н.Б., Бибишев В.А. «Способ диагностики физиологического состояния зерновых культур» / В. К. Плотников, Н. Б. Бакалдина, В. А. Бибишев // Патент РФ (по заявке №93-03 2022/13 от 17.06.93) №2084133 от 20.07.1997.

8. Попов, А. К. Использование хроматографии на колонке с поли(У)-целлюлозой для выделения эукариотической матричной РНК / А. К. Попов, А. Р. Федотов, Г. А. Дворкин // Биохимия. – 1975. – Т. 40. – С. 45-47.

9. Хеймс, Б. Транскрипция и трансляция / Б. Хеймс, С. Хиггенс. – М.: Мир, 1987. – С. 257-261 с.

10. Aviv, H. Purification of biologically active globin messenger RNA by chromatography on oligothymidylic acid-cellulose / H. Aviv, P. Leder // Proc. Natl. Acad. Sci. Usa. – 1972. – V. 69. – P. 1408-1412.

11. Johnson, R. R. Degradation of mRNAs during seed development / R. R. Johnson, M. E. Chaverra, H. J. Cranston, T. Pleban, W. E. Dyer // Plant Mol. Biol. – 1999. – V. 39. – P. 823-833.

12. Korner, C. G. The deadenylation nuclease (DAN) is involved in poly(A) tail removal during the meiotic maturation of *Xenopus* oocytes / C. G. Korner, M. Wormington, M. Muckenthale, S. Schneider, E. Dehlin, E. Wahle // The EMBO J. – 1998. – V. 17. – P. 5427-5437.

13. Larosche, A. Isolation and in vitro translation of polysomes from mature rye leaves / A. Larosch, W. G. Horkins // Plant Physiol. – 1987 – V. 83. – N 3. – P. 581.

14. Lim, L. Adenine-rich polymer associated with rabbit reticulocyte messenger RNA / L. Lim & E.D. Canellakis // Nature. – V. 270. – P. 710-712

15. Reich, C. The RNA component of the *Bacillus subtilis* RNAase P. Sequence, activity, and partial secondary structure / C. Reich, K. J. Gardiner, G. J. Olsen, B. Pace, T. L. Marsh, N. R. Pace // J. Biol. Chem. – 1986. – V. 261. – P. 7888-7893.

16. Van Hoof, A. Control of mRNA decay in plants / A. Van Hoof, P. J. Green // In: mRNA metabolism and post-transcriptional gene regulation. Willey-Liss. – 1997. – P. 201-216.

17. Uchida, N. Identification of a Human Cytoplasmic Poly(A) Nuclease Complex Stimulated by Poly(A)-binding Protein / N. Uchida, S. Hoshino, T. Katada // J. Biol. Chem. – 2004. – V. 279. – № 2. – P. 1383-1391.

Владимир Александрович Бибишев

Ст. научн. сотр. отдела биотехнологии
ФБГНУ КНИИСХ им. П. П. Лукьяненко
Краснодар, 350012, Россия,
E-mail: bibishevvladimir61@gmail.com

Vladimir A. Bibishev

Senior scientist of department of biotechnology
FSBSI Krasnodar Research Institute of Agriculture
named after P. P. Lukyanenko,
Krasnodar, 350012, Russia

УДК 633.18:581.142.043:631.559:631.524.7

Н. Г. Туманьян, д-р биол. наук, профессор,
Т. Б. Кумейко, канд. с.-х. наук,
С. В. Гаркуша, д-р с.-х. наук, профессор,
В. С. Ковалев, д-р с.-х. наук, профессор,
А. Н. Зинник,
г. Краснодар, Россия

КАЧЕСТВО ЗЕРНА РОССИЙСКИХ СОРТОВ РИСА, ВЫРАЩЕННЫХ В РАЗЛИЧНЫХ АГРОЛАНДШАФТНЫХ ЗОНАХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Взаимодействие «генотип-среда», важнейший фактор в производстве риса, – слабо используется при выборе сорта, несмотря на то, что в контрастных условиях может превысить эффект сорта при его возделывании. Изучение механизмов реализации лучших генетических особенностей сорта в определенных агроландшафтных условиях выращивания позволит повышать валовые сборы зерна, его качество и стабильность сорта. Было изучено качество сортов риса селекции ВНИИ риса, выращенных в двух агроландшафтных зонах Краснодарского края: стародельтовом и долинном. Сорта риса, выращенные в Красноармейском (стародельтовый агроландшафт) и Абинском (долинный агроландшафт) районах обладали достоверно различными признаками качества зерна. Лучшее качество имели сорта Казачок 4, выращенный в Красноармейском районе; Олимп, Патриот, выращенные в Абинском районе. Наименьшая вариабельность признаков отмечена у сортов Олимп, Патриот в Красноармейском районе, у сортов Фаворит и Казачок 4 в Абинском районе. Результаты исследования будут внесены в УНУ (Уникальную научную установку) Всероссийского научно-исследовательского института риса «Коллекция генетических ресурсов риса, овощных и бахчевых культур» и Банк данных «Качество риса». Актуально развитие исследований качества зерна сортов, выращенных в ряде хозяйств в целях создания сортовых комплексов для агроландшафтных зон и конкретных рисоводческих хозяйств Краснодарского края.

Ключевые слова: : рис, признаки качества зерна, трещиноватость, стекловидность, выход крупы, коэффициент вариации, изменчивость.

GRAIN QUALITY OF RUSSIAN RICE VARIETIES GROWING IN VARIOUS AGROLANDSCAPE REGIONS OF KRASNODAR REGION

Interaction «genotype-environment», the most important factor in rice production, is poorly used in selection of variety, despite the fact that, in contrast, it may exceed the effect of variety when it is cultivated. Studying the mechanisms for realizing the best genetic characteristics of the variety in certain agrolandscape growing conditions will allow increasing the gross grain harvest, its quality and the stability of the variety. The quality of rice varieties of ARRI breeding cultivated in two agro-landscape zones of Krasnodar region was studied: old-deltoid and valley. Rice varieties grown in Krasnoarmeyskiy (old-deltoid agrolandscape) and Abinsk (valley agrolandscape) areas had significantly different traits of grain quality. The best quality had varieties Kazachok 4, grown in Krasnoarmeyskiy district; Olymp, Patriot, grown in Abinsk district. The least variability of traits was observed in the varieties Olymp, Patriot in Krasnoarmeyskiy district, in varieties Favorit and Kazachok 4 in Abinsk district. The results of the research will be included in the USI (Unique Scientific Installation) of All-Russian Rice Research Institute «Collection of Genetic Resources for Rice, Vegetables and Cucurbit crops» and the «Rice Quality» Data Bank. The development of research on grain quality of varieties grown in a number of farms is relevant in order to create varietal complexes for agrolandscape areas and specific rice-growing farms in Krasnodar region.

Key words: rice, grain quality traits, fracturing, vitreousness, total milled rice, variation coefficient, variability.

Введение

Повышение эффективности важнейшей сельскохозяйственной отрасли страны – рисоводства – может быть обеспечено внедрением новых высокопродуктивных сортов и соответствующих сорто-

вых технологий возделывания. Однако сорта риса используются по известным показателям урожайности, устойчивости к стрессорам, качеству зерна, что, как правило, не позволяет реализовать биологический потенциал сорта. Взаимодействие «гено-

тип-среда» в контрастных условиях может превысить эффект сорта при его возделывании [1].

В 90-х годах и позже были проведены первые исследования по подбору отечественных сортов риса для различных регионов рисосеяния [6-8]. Большое разнообразие отечественных сортов риса позволяет выделить из них лучшие по реализации биологического потенциала продуктивности и качества на основе оценки «генотип-средовых» отношений. Проведенные ранее исследования были посвящены разработке параметров урожайности риса. Разработаны физиологические основы продуктивности риса, основы применения многомерных методов для разделения сортов [2, 9, 10]. Исследования за рубежом, связанные с изучением эффективности возделывания новых сортов риса, ведутся в разных рисопроизводящих странах [11, 12].

Рис в Краснодарском крае выращивают в пяти агроландшафтных зонах: стародельтовом, переходнodelьтовом, младодельтовом, долинном и внедельтовом. Тридцать пять процентов площадей стародельтового агроландшафта – луговато- и лугово-черноземные, луговые и лугово-аллювиальные, которые относятся ко второй экологической категории по гранулометрическому составу почвы и засолению. Почвы переходнodelьтового агроландшафта хорошо дренированы, плавнево-луговые, из современных аллювиальных и лиманных. Почвенный покров сформирован по гидроморфному типу со слоистыми по гранулометрическому составу почвами.

Цель исследования

Изучить признаки качества сортов риса селекции ВНИИ риса: Фаворит, Олимп, Полевик, Патриот, Дождик, Казачок 4, выращенных в 2015-2017 гг. в двух агроландшафтных зонах Краснодарского края: стародельтовом и долинном.

Материалы и методы

Агроклиматические условия

Материалом исследования служило зерно сортов риса Фаворит, Олимп, Полевик, Патриот, Дождик, Казачок 4 урожая 2015-2017 гг. Сорта риса выращивали в Красноармейском районе – в ФГУ ЭСП «Красное», ФГУП РПЗ «Красноармейский» (стародельтовый агроландшафт) и в Абинском – ООО «Пугачь С. Г.» (долинный агроландшафт). В Красноармейском районе – почвы рисовые, лугово-черноземные, сформировавшиеся, в основном, в современной дельте реки Кубани на аллювиальных породах; мощность гумусового горизонта – 100-130 см, содержание гумуса – 2,8-3,7%, содержание общего азота и фосфора – соответственно 0,20-0,25 и 0,18-0,20%. Содержание легко-гидролизуемого азота – 5-7 мг/100 г, подвижного фосфора – 2-3 мг/100 г, pH – 7,1. Климат умеренно-континентальный, среднегодовая температура воздуха +10 – +10,8 °C, сумма активных температур (выше +10 °C) – 3450-3650 °C. В Абинском районе почвенный покров представлен комплексом лугово-черноземных среднесиловых тяжелосуглинистых почв на аллювиальных глинах и тяжелых суглинках и луговых среднесиловых легкоглинистых почв на аллювиальных оглеенных глинах (тяжелых суглинках). Рисовые луговые легкоглинистые почвы характеризуются благоприятными для выращивания риса, водными физическими свойствами. Мощность гумусового горизонта – в среднем 75 см, содержание гумуса – 5,08%. Содержание валового азота – 0,22-0,26%, общего фосфора – 0,18-0,20%, содержание легкогидролизуемых соединений азота – 8,7-10,3 мг/100 г; подвижных форм фосфора – 9,3-12,2 мг/100 г; подвижных форм калия – 43,2-45,8 мг/100 г. Рис выращивали на азотно-фосфорно-калийном фоне $N_{120}P_{50}K_{30}$.

Зерновки риса шелушили на шелушильной установке «Сатаке» (Япония), шлифовали на установке ЛУР-1М. Массу 1000 зерен, пленчатость, стекловидность определяли по ГОСТам, трещиноватость – с помощью диафаноскопа ДСЗ-3, линейные размеры зерновки и отношение длины зерновки к ширине (l/b) – на сканере (система анализа изображений LA 2400, WinFOLIA, WinRHIZO, WinSEEDLE, Канада), выход и качество крупы – на установке ЛУР-1М по схеме, близкой к производственной. Обработку данных проводили согласно методикам Доспехова с помощью программ Microsoft Excel [3-5].

Результаты исследования

Технологические признаки качества зерна сортов риса, выращенных в 2015-2017 гг. в Красноармейском районе, представлены в таблице 1. У сорта Фаворит в 2015 г. масса 1000 а.с. зерен была низкой – 26,6 г, в 2017 г. показатель достиг значений, характерных для сорта, – 29,3 г. У сорта Олимп крупность зерновки была также низкой в 2015 г. по сравнению с таковой в 2016 и 2017 гг. У сорта Патриот – была выше в 2017 г. по сравнению с 2015 г. на 2,6 г, у сорта Полевик – 24,3 и 25,8 г в 2016 и 2017 г. Для сортов Дождик и Казачок 4 характерна аналогичная тенденция: низкая масса 1000 а.с. зерен в 2015 г. (25,1, 30,5 г соответственно), выше в 2016 г. (26,4, 31,2 г). Пленчатость зерна незначительно повышалась в 2016 г. – на 0,2-1,0%, и снижалась в 2017 г. Общая стекловидность зерна была значительно выше в 2016 г., чем в 2015 г.: у сорта Фаворит – на 12%, Олимп – на 26%, Дождик – на 12%, Казачок 4 – на 26%. Трещиноватость зерна в 2016 г. была ниже, чем в 2015 г.: у Фаворита – на 9%, у Олимпа – на 3%, у Дождика – на 25%, и у Казачка 4 незначительно выше (3 и 5%). Высокие показатели содер-

Таблица 1. Признаки качества зерна риса сортов, выращенных в Красноармейском районе, урожай 2015-2017 гг.

Сорт	Масса 1000 а.с.з., г	Пленчатость, %	Стекловидность, %	Трещиноватость, %	Отношение длины зерновки к ширине (l/b)	Общий выход крупы, %	Содержание целого ядра в крупе, %
урожай 2015 г.							
Фаворит	26,6	17,4	73	17	2,3	69,0	74,5
Олимп	23,2	16,0	69	42	2,0	73,4	63,8
Патриот	26,3	17,0	72	27	1,8	71,2	70,2
Дождик	25,1	19,6	86	31	2,3	69,8	68,8
Казачок 4	30,5	17,6	74	3	2,4	67,8	88,2
урожай 2016 г.							
Фаворит	29,3	17,8	85	8	2,3	65,4	91,4
Олимп	24,6	17,0	95	39	2,0	69,6	84,2
Полевик	24,3	18,0	96	13	2,1	68,4	87,1
Дождик	26,4	20,8	98	6	2,3	65,6	93,6
Казачок 4	31,2	17,8	95	5	2,4	63,8	95,9
урожай 2017 г.							
Олимп	25,8	17,0	89	39	2,1	72,2	78,9
Патриот	28,9	16,8	97	29	1,9	68,2	75,7
Полевик	25,8	18,8	93	27	2,1	70,4	80,7
НСР ₀₅	0,18	0,25	1,5	2,0	0,00	0,37	0,98

жания целого ядра в крупе были характерны для сортов Полевик (87,1% в 2016 г. и 80,7% в 2017 г.) и Казачок 4 (88,2 в 2016 г. и 95,9% в 2017 г.), у Фаворита – 91,4% в 2017 г., у Олимпа – 84,2% в 2016 г. В 2016 г. показатели признака были выше, чем в 2015 г., что соответствует характеристике сортов по трещиноватости. В 2017 г. содержание целого ядра в крупе было выше, чем в 2015 г., но ниже, чем в 2016 г.: у сорта Олимп – 78, 9% по сравнению с 84,2% в 2016 г. и 68, 3% в 2015 г.; у сорта Полевик – 80,7% по сравнению с 87,1% в 2016 г.; у сорта Патриот – 75,7% по сравнению с 70,2% в 2015 г.

Технологические признаки качества зерна сортов риса, выращенных в 2015-2017 гг. в Абинском районе, представлены в таблице 2. У сорта Фаворит в 2015 г. масса 1000 а. с. з. тоже была ниже – 28,4 г, чем в 2017 г. – 30,2 г. У сорта Олимп крупность зерновки была самой низкой в 2016 г. – 22,1 г по сравнению с таковой в 2015 – 22,6 г и 24,0 г 2017 г. У сорта Патриот – на 2,3 г ниже, у сорта Полевик – 23,4 г в 2015 г. Для сорта Дождик, так же, как и в урожае из Красноармейского района, характерна тенденция: низкая масса 1000 а.с. з. в 2015 г. (24,8 г), выше

в 2016 г. (25,9 г), несколько выше в 2017 г. – 26,0 г. Пленчатость зерна незначительно повышалась в 2016 г. и снижалась в 2017 г. Общая стекловидность зерна была также значительно ниже в 2016 г., чем в 2015 г. у сорта Олимп – на 20%, у сорта Дождик показатель был значительно ниже – на 30%.

В 2017 г. показатели общей стекловидности были выше, чем в 2015 г., но ниже, чем в 2016 г.: у сорта Фаворит – 83% по сравнению с 95% в 2015 г., у сорта Олимп – на 10% ниже в 2015 г., у сорта Дождик – 98% по сравнению с 75% в 2015 г., у сорта Казачок 4 – на 11% ниже, чем в 2015 г. Трещиноватость зерна в 2016 г. была ниже, чем в 2015 г., у сорта Олимп – на 7%, но выше у сорта Дождик на 11%, у Патриота в 2016 г. – 45%, в 2017 г. – 10%.

Высокие показатели содержания целого ядра в крупе были характерны для сортов Полевик – 87,1% в 2016 г. и 80,7% в 2017 г. и Казачок 4 – 88,2 в 2016 г. и 95,9% в 2017 г., у Фаворита в 2015 – 84,3% в 2015 г. и 82,9% в 2017 г., у Олимпа в 2015 г. – 93,1%, в 2016 г. – 91,3%, 2017 г. – 91, 4%, у Дождика в 2015 г. – 79,2%, в 2016 выше – 87,2%. В 2015 г. показатели признака в Абинском районе

Таблица 3. Средние значения и вариабельность технологических признаков качества зерна новых сортов риса селекции ВНИИ риса, урожай 2015-2017 гг.

Признак	Масса 1000 зерен, г		Стекловидность, %		Трещиноватость, %		Содержание целого ядра, %	
	CV, %	Ср, г	CV, %	Ср, %	CV, %	Ср, %	CV, %	Ср, %
Стародельтовый агроландшафт								
Фаворит	6,80	27,9	10,74	79,0	50,91	12,5	4,40	83,0
Олимп	5,30	24,5	8,60	88,0	4,33	40,0	14,0	75,6
Патриот	6,67	27,6	20,92	84,5	5,05	28,0	5,30	73,0
Полевик	4,23	25,1	2,24	94,5	49,50	20,0	5,39	83,9
Дождик	3,57	25,7	9,22	92,0	95,55	18,5	21,60	81,2
Казачок 4	1,60	30,9	17,57	84,5	35,36	4,00	5,91	92,1
Долинный агроландшафт								
Фаворит	4,58	29,4	9,53	89,0	24,38	14,5	1,18	83,6
Олимп	4,30	22,9	11,90	84,0	70,84	12,3	2,03	91,3
Патриот	5,97	7,3	11,28	81,5	90,00	27,5	42,5	70,0
Дождик	2,60	25,6	5,75	92,0	50,20	19,0	23,05	74,1
Казачок 4	0,89	31,9	8,89	87,5	8,32	8,5	6,80	83,2

Примечание: CV – вариабельность, Ср – среднее значение.

Таблица 4. Лучшие сорта риса по признакам качества риса, выращенные в Красноармейском и Абинском районах Краснодарского края

Признаки	Красноармейский район	Абинский район
По показателям признаков качества зерна	Казачок 4	Олимп, Полевик
По вариабельности	Олимп, Патриот	Казачок 4, Фаворит

были выше, чем в 2016 г. и 2017 г. (кроме сорта Казачок 4), что соответствует характеристике сортов по трещиноватости.

Оценка масштабов вариации по относительно-му показателю – коэффициенту вариации, который измеряет изменчивость значений признака в относительном выражении по сравнению со средним уровнем, позволила оценить стабильность сортов при возделывании в агроландшафтных районах: стародельтовом и долинном (таблица 3). Исходя из однородности совокупности и того, что вариация признака является слабой, средней и значительной, если коэффициент вариации не превышает соответственно 10, 20, 33,3%, вариации массы 1000 а. с. з. всех сортов являются слабыми.

Вариация признака «трещиноватость» сортов Фаворит, Полевик, Дождик, Казачок 4 в Красноармейском районе и сортов Олимп, Патриот, Дождик в Абинском районе является сильной. Наименее вариабельна крупность зерновки у всех сортов (CV=0,89-6,80), причем для сорта Казачок 4 характерны самые низкие значения коэффициента вариации. Вариабельность признака «стекловидность» в Красноармейском районе у сортов Фа-

ворит (CV=10,74), Патриот (CV=20,92) и Казачок 4 (CV=20,92) выше, чем у сортов Олимп (CV=8,62), Полевик (CV=2,24) и Дождик (CV=9,22).

Вариабельность признака «стекловидность» в Абинском районе у сортов Олимп (CV=11,90) и Патриот (CV=11,28) выше, чем у сортов Дождик (CV=5,75), Казачок 4 (CV=9,53) и Фаворит (CV=9,53). Высокой была вариабельность трещиноватости в Красноармейском районе у сортов Фаворит, Полевик, Дождик и Казачок 4 (CV=35,36-95,55) (неоднородные совокупности), в Абинском районе – у сортов Олимп, Патриот, Дождик (CV=50,20-90,00). Показатели признака трещиноватости свидетельствуют о влиянии на него агроклиматических условий вегетации. Низкая вариабельность признаков качества зерна свидетельствует о высокой стабильности сортов. В связи с этим стабильными по признакам качества зерна можно считать сорта Олимп, Патриот при возделывании в Красноармейском районе, Казачок 4, Фаворит – в Абинском районе.

Сорта, характеризующиеся как лучшие по абсолютным значениям признаков качества зерна риса и стабильности, выращенные в Красноармейском и Абинском районах, представлены в таблице 4.

Актуально проведение многолетних исследований признаков качества сортов в различных агроландшафтных зонах рисосеяния в связи с высоким варьированием их показателей. Хранение, наполнение, извлечение, манипулирование данными по признакам качества зерна, в том числе в производственном и экологическом сортоиспытании, с помощью базы данных «Качество риса» востребовано для решения задач создания сортовых комплексов риса.

Выводы

Сорта риса, выращенные в Красноармейском и Абинском районах, обладали достоверно различными признаками качества зерна.

1. Лучшее качество имели сорта: Казачок 4, выращенный в Красноармейском районе; Олимп, Полевик, выращенные в Абинском районе. Результаты определения абсолютных показателей признаков качества зерна сортов Фаворит, Патриот, Дождик не позволили выделить лучшие.

2. Наибольшая вариабельность признаков отмечена у сорта: Дождик – в Красноармейском районе, у сортов Олимп, Патриот, Дождик – в Абинском

районе. Стабильными по признакам качества зерна можно считать сорта Олимп, Патриот при возделывании в Красноармейском районе, Казачок 4, Фаворит – в Абинском районе.

3. Актуально развитие исследований качества зерна сортов, выращенных в ряде хозяйств в целях создания сортовых комплексов для агроландшафтных зон и конкретных рисоводческих хозяйств Краснодарского края.

4. Результаты исследования будут внесены в УНУ (Уникальную научную установку) Всероссийского научно-исследовательского института риса «Коллекция генетических ресурсов риса, овощных и бахчевых культур» и Банк данных «Параметры качества зерна форм риса в селекции сортов и их реализации».

(Исследование выполнено при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Администрации Краснодарского края (данные по качеству риса, выращенному в Красноармейском р-не), грант № 16-47230000 р_а и .в рамках Госзадания РАН № 0685-2018-0064 (данные по Абинскому району Краснодарского края).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бороевич, С. Принципы и методы селекции растений / С. Бороевич; пер. с сербохорватского В. В. Иноземцева. – М.: Колос, 1984. – 334 с.
2. Воробьев, Н. В. Особенности продукционного процесса у сортов риса, влияющие на формирование разной урожайности / Н. В. Воробьев, М. А. Скаженник, В. С. Ковалев, Т. С. Пшеницына // Рисоводство. – 2010. – № 16. – С. 30-35.
3. ГОСТ 10843-76. Метод определения пленчатости; введ. 1976-07-01. – Межгосударственный Совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – М.: Изд-во стандартов, 2009. – 20 с.
4. ГОСТ 10987-76. Метод определения стекловидности; введ. 1977-06-01. – Межгосударственный Совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – М.: Изд-во стандартов, 2009. – 20 с.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Ковалев, В. С. Селекция сортов риса для Краснодарского края и Адыгеи и разработка принципов их рационального использования: автореф. дис. на соискание уч. степени д-ра с.-х. наук / В. С. Ковалев. – Краснодар, 1999. – 50 с.
7. Коврякова, Е. А. Пути повышения эффективности рисоводства на Кубани / Е. А. Коврякова // Актуальные проблемы современной науки. Сборник статей международной научно-практической конференции. 2013 г. Под общ. ред. А. А. Сукиасян. – Уфа: РИД БашГУ, 2013. – С. 168-171.
8. Похно, С. Л. Адаптивные сортовые комплексы для различных агроландшафтных районов рисосеяния Краснодарского края / С. Л. Похно // Труды КубГАУ. – Краснодар, 2009. – Вып. № 5 (20). – С. 179-184.
9. Харитонов, Е. М. Применение многомерных методов для разделения сортов риса по реакции на изменение условий среды / Е. М. Харитонов, Ю. К. Гончарова, Н. А. Очкас, В. А. Шелег, С. В. Болянова // Сельскохозяйственная биология. – 2017. – Т. 52. – № 1. – С. 152-160.
10. Харитонов, Е. М. Экологическое испытание сортов риса в различных агроландшафтах Краснодарского края / Е. М. Харитонов, В. А. Дзюба, С. Л. Похно // Селекция сортов риса, устойчивых к абиотическим и биотическим стрессам, для стран умеренного климата и Центральной Азии: Материалы международной научно-практической конференции (27-29 августа 2008 г.). ВНИИ риса. – Краснодар, 2008. – С. 79-85.
11. Aldas, Janaiah Productivity impact of the modern varieties of rice in India / Janaiah Aldas, Mahabub Hossain, Keijiro Otsuka // The Developing Economies. – 2006. – Vol. XLIV-2. – P. 190-207.
12. Baishya, L. K. Yield, quality and profitability of rice (*Oryza sativa* L.) varieties grown in the eastern Himalayan region of India / L. K. Baishya, D. Sarkar, M. A. Ansari, N. Prakash // African Journal of Agricultural Research. – 1990. – Vol. 10 (11). – P. 1177-1183.

Наталья Георгиевна Туманьян

Зав. лабораторией качества риса
E-mail: TNGeneraG@yandex.ru,

Natalya G. Tumanyan

Head of rice grain quality lab,

Татьяна Борисовна Кумейко

Ст. научн. сотр. лаборатории качества риса,
E-mail: TatKumeyko@yandex.ru,

Tatyana B. Kumeyko

Senior scientist of rice grain quality lab,

Сергей Валентинович Гаркуша

Директор ФГБНУ «ВНИИ риса»,
E-mail: arri_kub@mail.ru,

Виктор Савельевич Ковалев

Зам. директора по научной работе,
E-mail: arri_kub@mail.ru,

Александр Николаевич Зинник

Старший научный сотрудник лаборатории
семеноводства и семеноведения
E-mail: arri_kub@mail.ru,

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

Sergey V. Garkusha

ARRRI the director,

Viktor S. Kovalev

ARRRI the deputy director,

Alexandr N. Zinnik

Senior scientist of laboratory of seed production and
seed studies

All-Russian Rice Research Institute
3 Belozerny

УДК 633.18 : 631.526.321] : 51

П. Г. Зеленский, аспирант,
г. Краснодар, Россия**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА ПРИ ОЦЕНКЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЦЕННОСТИ СОРТОВ РИСА**

В селекционном процессе заключительным этапом изучения созданных сортов риса является конкурсное испытание. При этом проводится оценка по комплексу хозяйственно-ценных признаков, основными из которых являются урожайность и устойчивость к пирикулярриозу. В государственном испытании сорта также оцениваются по методике конкурсного испытания. На примере данных, полученных при изучении на Абинском госсортоучастке семи сортов риса с различной устойчивостью к пирикулярриозу, показана эффективность использования линейного регрессионного анализа для выделения лучших из них. В качестве критерия оценки устойчивости сорта риса был выбран показатель – количество пораженных пирикулярриозом растений на 100 растений риса. Для построения линии регрессии составили уравнение регрессии. Линия регрессии отображает урожайность каждого испытываемого сорта, сопряженную с количеством пораженных растений.

В работе использованы в качестве стандартов устойчивый к пирикулярриозу сорт Снежинка и восприимчивый – Изумруд. Расположение сортов Олимп и Атлант над линией регрессии рядом со стандартом Снежинка подтверждает их устойчивость к пирикулярриозу при сохранении высокой урожайности. При выращивании таких сортов не требуется применение химической защиты от пирикулярриоза, и это экономически выгодно. Отмечено, что регрессионный анализ также позволяет на стадии конкурсного испытания выявлять наряду с устойчивыми к болезни сортами так называемые «выносливые», у которых при поражении болезнью в меньшей степени снижается урожайность, чем у неустойчивых.

Ключевые слова: рис, сорт, урожайность, пирикулярриоз, устойчивость к болезни, регрессионный анализ.

USE OF REGRESSION ANALYSIS WHEN EVALUATING ECONOMIC VALUE OF RICE VARIETIES

In breeding process the final stage of studying the developed rice varieties is competitive testing. In this case, assessment of a set of economically valuable traits is performed, the main ones being yields and resistance to blast. In State testing varieties are also evaluated by the method of competitive testing. Based on the data obtained during the study of seven rice varieties with varying resistance to blast is at the Abinsk State varietal plot, the efficiency of using linear regression analysis for isolating the best of them is shown. As a criterion for evaluating resistance of rice variety, the indicator was chosen - the number of plants affected by blast in 100 rice plants. The regression equation was used to construct the regression line. The regression line shows the yield of each tested variety, coupled with the number of affected plants.

As standard-check varieties blast resistant variety Snezhinka and susceptible variety Izumrud were used. The location of varieties Olimp and Atlant above the regression line near the standard Snezhinka confirms their resistance to blast while maintaining high yields. When growing such varieties, the use of chemical protection against blast is not required, and this is economically advantageous. It is noted that regression analysis also allows, at the stage of competitive testing, to identify, in addition to disease-resistant varieties, the so-called «hardy» varieties, which, when afflicted with the disease, reduce yields less than those that are unstable.

Key words: rice, variety, yield, blast, resistance to disease, regression analysis.

Оценка сортов и гибридов сельскохозяйственных культур на устойчивость к болезням и вредителям – одно из звеньев системы государственного сортоиспытания на хозяйственную полезность и экономическую целесообразность их возделывания.

Реакцию сортов на местные популяции возбудителей болезней и вредителей в естественных

условиях оценивают при учетах в конкурсном сортоиспытании. Более точную иммунологическую оценку сортов к наиболее вредоносным объектам осуществляют на специализированных энтомофитопатологических сортоучастках при искусственном заражении растений соответствующими патогенами и создании провокационных условий для развития вредных организмов.

Среди грибных заболеваний, поражающих рис, пирикулярриоз является наиболее вредоносным. Это самое распространенное и опасное заболевание риса в мире, наносящее существенный экономический ущерб рисоводству [6]. Потери урожая у разных по устойчивости сортов составляют в обычные годы от 5 до 25%, а в годы эпифитотийного развития болезни – до 60 и даже до 100%. Поэтому основным методом защиты риса от этого заболевания является внедрение в производство высокоурожайных и иммунных к патогену сортов [4, 7].

Для повышения эффективности отбора перспективных сортов культурных растений можно использовать построение эмпирических моделей, которое осуществляется с помощью регрессионного анализа. Так, метод корреляционного и регрессионного анализа был использован для определения пораженности льна-долгунца фузариозом в зависимости от интервала между посевами восприимчивых сортов [3]. В селекции растений Brown et al. (2014) описали применение этого метода при оценке изменения урожайности сортов в зависимости от условий окружающей среды [5]. Регрессионный анализ позволяет проверить гипотезу об адекватности модели имеющимся наблюдениям [2].

Цель исследования – изучить возможность применения метода регрессионного анализа при оценке хозяйственной ценности сортов риса в условиях конкурсного испытания.

Методы исследования

Для анализа использовали данные, полученные при изучении сортов риса на Абинском государственном сортоучастке. Опыт закладывали по методике государственного испытания на делянках 20 м², в 4-х повторностях. Технология возделывания и густота стояния – принятая для конкурсного сортоиспытания. Для сравнительной оценки зараженности в каждом опыте высевали сорта-индикаторы (стандарты), один из которых сильновосприимчив к пирикулярриозу, второй – наиболее устойчивый [1].

В период вегетации на делянках ведут фенологические наблюдения и фитопатологические оценки, принятые в конкурсном сортоиспытании, а также учет урожайности. Оценку поражения пирикулярриозом проводят в фазе выметывания-цветения риса, анализируя все растения сорта в каждом повторении. Нетипичные растения в делянках не оценивают. Учитывают также пораженность растений сортов-индикаторов.

Данные суммируют по всем повторениям и рассчитывают средний показатель – количество пораженных пирикулярриозом растений на 100 растений риса. По результатам учета урожайности и пора-

женностью болезнью проводят регрессионный анализ [3].

Результаты исследования

При проведении государственного испытания сорта риса оценивают не только по урожайности, но и по устойчивости к пирикулярриозу. При этом выявляют наряду с устойчивыми к болезни сортами так называемые «выносливые», которые при поражении болезнью в меньшей степени снижают урожайность, чем неустойчивые.

Критерием оценки устойчивости сорта риса является показатель – количество пораженных пирикулярриозом растений на 100 растений риса. Проведение этой оценки в полевых условиях возможно только при эпифитотийном развитии пирикулярриоза. Такие условия сложились в 2016 г. в Абинском районе, где расположен один из государственных сортоучастков по рису. В таблице приведены данные учета пораженности пирикулярриозом 7 сортов риса и полученной в результате урожайности. В качестве первого стандарта использовали сильно-восприимчивый сорт Изумруд, а второго стандарта – устойчивый сорт Снежинка.

Как видно из данных таблицы, изученные сорта значительно различаются между собой по урожайности и устойчивости к пирикулярриозу. Проведенный линейный регрессионный анализ позволил установить тесную зависимость урожайности сортов риса от поражения пирикулярриозом. Регрессия – функция, позволяющая по средней величине одного признака определить среднюю величину другого признака, корреляционно связанного с первым.

Для построения линии регрессии используется уравнение регрессии. Линия регрессии позволяет без специальных измерений определить любую среднюю величину (y) одного признака, если меняется величина (x) другого признака. По этим данным строится график – линия регрессии.

Для расчета и графического изображения шкалы регрессии необходимо рассчитать следующие данные:

– коэффициент регрессии:

$$R_{y/x} = r_{xy} \times (\sigma_y / \sigma_x),$$

где $R_{y/x}$ – коэффициент регрессии;

r_{xy} – коэффициент корреляции между признаками x и y;

(σ_y / σ_x) – среднеквадратические отклонения признаков x и y;

– уравнение регрессии:

$$y = My + Ry/x (x - Mx),$$

где y – средняя величина признака, которую следует определять при изменении средней величины другого признака (x);

x – известная средняя величина другого признака;

Таблица. Урожайность сортов риса на Абинском государственном сортоучастке, 2016 г.

Сорт	Урожайность, ц/га	Пораженность пирикулярриозом, количество пораженных на 100 растений
Изумруд (стандарт)	4,3	90
Рапан	47,7	55
Диамант	40	44
Олимп	84,7	12
Привольный 4	52,5	25
Атлант	81,4	10
Снежинка (стандарт)	90,8	0

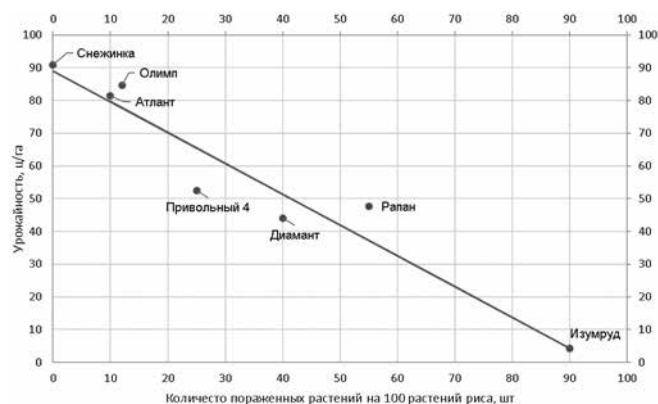


Рисунок. Результаты регрессионного анализа сортов риса, пораженных пирикулярриозом

$\sigma_{R_{y/x}}$ – коэффициент регрессии;

M_x, M_y – известные средние величины признаков x и y ;

– сигма регрессии:

$$\sigma_{R_{y/x}} = \sigma_y \sqrt{1 - r^2},$$

где $\sigma_{R_{y/x}}$ – сигма (среднеквадратическое отклонение) регрессии;

σ_y – среднеквадратическое отклонение признака y ;

r_{xy} – коэффициент корреляции между признаками x и y .

Используя приложение Microsoft Office Excel, провели линейный регрессионный анализ данных из таблицы и получили следующую диаграмму (рисунок). На рисунке отображается линия регрессии и урожайность каждого испытываемого сорта, сопряженная с количеством пораженных растений.

Анализ полученных данных позволяет заключить следующее:

– показатели сортов риса Снежинка и Изумруд, являющихся стандартами, предсказуемо оказались фактически на линии регрессии, но на противоположных ее частях по причине того, что Снежинка

является устойчивым сортом и не был поражен пирикулярриозом, показав наибольшую урожайность. В свою очередь сильновосприимчивый сорт Изумруд показал наименьшую урожайность из-за более высокой степени поражения;

– сорта Олимп и Атлант расположены над линией регрессии, что подтверждает их устойчивость к пирикулярриозу при сохранении высокой урожайности (84,7 и 81,4 ц/га соответственно);

– сорта Привольный 4 и Диамант были в большей степени поражены пирикулярриозом (25 и 40 пораженных растений из 100 соответственно): помимо этого, показав значительно меньший уровень урожайности, вследствие чего на графике они расположены ниже линии регрессии;

– сорт Рапан был поражен пирикулярриозом в большей степени, чем Привольный 4 и Диамант, однако при этом его урожайность не уступает двум этим сортам и составила 47,7 ц/га. По этой причине сорт Рапан в данном случае можно считать выносливым к пирикулярриозу, так как высокий фон поражения болезнью не так значительно сказался на его продуктивности, как у сортов Изумруд, Привольный 4 и Диамант.

Выводы

1. Метод линейного регрессионного анализа позволяет в условиях конкурсного испытания четко дифференцировать сорта риса не только по урожайности, но и одновременно по их реакции на поражение пирикулярриозом.

2. Сорта (Олимп, Атлант), попадающие на графике в левую часть выше линии регрессии, отличаются высокой урожайностью и устойчивостью к пирикулярриозу. Они не требуют затрат на химическую защиту при их выращивании и являются экономически выгодными.

2. В селекционной практике, используя метод линейного регрессионного анализа, можно также выделять сорта риса, которые обладают выносливостью к болезни (подобные Рапану), медленнее снижают урожайность при поражении.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Агротехнические особенности выращивания сортов риса, устойчивых к пирикулярриозу: Методические рекомендации / С. В. Гаркуша [и др.]. – Краснодар, 2013. – 44 с.
2. Белюченко, И. С. Анализ данных и математическое моделирование в экологии и природопользовании: учебн. пособие / И. С. Белюченко, А. В. Смагин, Л. Б. Попок, Л. Е. Попок. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 313 с.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: «Колос», 1973. – 336 с.
4. Зеленский, Г. Л. Борьба с пирикулярриозом риса путем создания устойчивых сортов / Г. Л. Зеленский. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – 92 с.
5. Plant breeding. – 2nd edition / J. Brown, P. D. S. Caligari, H.A. Campos. – Wiley Blackwell, 2014. – 167 p.
6. Sharma, T.R. Rice Blast Management Through Host-Plant Resistance: Retrospect and Prospects / T. R. Sharma, A. K. Rai, S. K. Gupta, J. Vijayan, B. N. Devanna, S. Ray // Agricultural Research. – 2012. – Volume 1, Is. 1. – P. 37–52.
7. Zorilla, G. Uruguayan rice: the secrets of a success story / G. Zorilla // Rice today. – 2015. – Vol. 14. – № 1. – P. 19.

Павел Григорьевич Зеленский

Аспирант экономического факультета
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
аграрный университет им. И.Т. Трубилина»,
ул. Калинина, 13, г. Краснодар, 350044, Россия
E-mail: agroplazmapz@mail.ru

Pavel G. Zelenskiy

Post-graduate student of faculty of economics
FSBEI of Higher Education «Kuban State Agrarian
University named after I. T. Trubilin»,
13 Kalinina, Krasnodar, 350044, Russia

УДК: 633.18: 631.674

М. А. Ганиев, канд. техн. наук,
К. А. Родин, канд. с.-х. наук,
Н. В. Кузнецова, д-р с.-х. наук, профессор,
г. Волгоград, Россия

БИОКЛИМАТИЧЕСКИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ИСПАРЕНИЯ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ИХ ЗНАЧЕНИЙ ПРИ ПЕРИОДИЧЕСКОМ ОРОШЕНИИ РИСА В ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Многолетними исследованиями (1999-2015 гг.), проведенными во ВНИИ орошаемого земледелия, показано изменение биоклиматического коэффициента испарения в посевах сорта риса Волгоградский, толерантного к отсутствию на поверхности почвы слоя воды. В экспериментах использовали два способа орошения: дождевание агрегатом ДДА-100 МА, стационарными среднеструйными аппаратами и капельный полив.

Выяснено, что использование полученных экспериментальных значений биоклиматических коэффициентов испарения определено водопотребление риса различными способами орошения за весь период вегетации и по отдельным фазам вегетации. То есть, зная прогноз погоды и определенные значения коэффициентов испарения, можно прогнозировать сроки и нормы проведения поливов на разных типах почв и территориальных зонах.

Ключевые слова: рис, способы орошения, биоклиматический коэффициент испарения, нормы и сроки поливов.

GBIOCLIMATIC COEFFICIENTS OF EVAPORATION AND REGULARITY OF CHANGE OF THEIR VALUES AT PERIODIC IRRIGATION OF RICE IN THE VOLGOGRAD REGION

Long-term studies (1999-2015) carried out at All-Russian Research Institute for Irrigated Agriculture show a change in the bioclimatic evaporation coefficient in crops of rice variety Volgogradskiy, tolerant to the absence of a layer of water on the soil surface. Two methods of irrigation were used in the experiments: sprinkling with the DDA-100 MA unit, stationary medium-jet devices, and drip irrigation.

It was found that the use of obtained experimental values of bioclimatic evaporation coefficients is determined by water consumption of rice by various methods of irrigation for the entire period of vegetation and for individual phases of vegetation. That is, knowing the weather forecast and certain values of evaporation rates, you can predict the timing and rate of irrigation on different types of soils and territorial zones.

Key words: : rice, irrigation method, bioclimatic coefficient of evaporation, norms and terms.

В мировой практике орошения наибольшее распространение получил способ полива риса продолжительным затоплением чеков слоем воды. Таким способом рис возделывается на площади более 100 млн га и потребляет более 50% общего объема оросительной воды, или 24-30% запасов пресной воды в мире [14-16, 20, 21].

В производственных условиях оросительная норма при постоянном затоплении с проточностью составляет от 15 до 30 тыс. м³/га [13, 16, 22]. В то же время суммарное водопотребление за весь вегетационный период, в зависимости от погодных и почвенных условий, уровня урожайности, составляет 6-8 тыс. м³ воды с одного га рисового поля [4, 5, 7, 8, 18, 19].

Цель исследований – снизить затраты воды на орошение риса, обусловленных использованием новых водосберегающих технологий при выращивании культуры.

Одним из путей решения проблемы водосбережения видится в разработке и освоении техноло-

гии орошения риса, как и других культур семейства мятликовых, не затоплением чеков, а проведением периодических поливов.

При дефиците водных ресурсов одной из основных задач орошаемого земледелия является жесткая экономия воды, подаваемой на орошение. Отсюда теорию управления водным режимом почвы необходимо рассматривать с достаточно точным и простым использованием прогноза проведения очередных поливов. Основным, широко используемым методом динамики эвапотранспирации возделываемых сельскохозяйственных культур, считается биоклиматический метод. Он заключается в доказанной исследованиями и проверенной на практике связи между количеством необходимой растениям общей воды для их развития и климатическими показателями [1, 2].

Для расчета биологических кривых в качестве временной шкалы предложено использовать сумму средних суточных температур воздуха (начиная от всходов) с поправкой на длительность светового дня [2].

Численные значения биоклиматических коэффициентов, определенные исследованиями, относятся только к тем агроклиматическим условиям, где они были получены. Значит, эти данные относятся к определенной зоне, т. е. имеют зональный характер.

Материалы и методы

Исследования проводили на разных территориальных площадках. Одна располагалась в ГНУ ВНИИОЗ на полигоне технических средств управления факторами жизни растений в г. Волгограде с 1999 по 2001 гг., вторая – на землях Светлоярского филиала ФГУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз» Светлоярского района Волгоградской области с 2003 по 2005 гг., третья – на Волго-Донском стационаре ФГБНУ ВНИИОЗ в пределах землепользования ФГУП «Орошаемое» г. Волгограда с 2013 по 20015 гг.

На первой площадке исследования проводили дождеванием стационарными среднеструйными аппаратами Роса-1. Изучались три водных режима:

1. В течение всего жизненного цикла риса влажность почвы в слое 0,6 м поддерживалась поливами не ниже 70% НВ.

2. Поддерживание влажности почвы в слое 0,6 м в период от посева до конца фазы всходов и от конца фазы «молочная спелость» до полной спелости зерна не ниже 70% НВ, а от начала фазы кущения до конца молочной спелости зерна – не ниже 80% НВ в том же слое.

3. Водный режим в слое почвы 0,6 м в течение всего жизненного цикла риса поддерживался поливами не ниже 80% НВ.

На второй площадке исследования проводили дождеванием агрегатом ДДА-100 МА на трех водных режимах:

1. Поддержание влажности почвы в слое 0,4 м в период от посева до начала кущения и от конца фазы «молочная спелость» до полной спелости зерна в слое 0,6 не ниже 70% НВ; от начала кущения до конца фазы «молочная спелость» – 80% НВ в слое 0,6 м.

2. Водный режим почвы не ниже 80 % НВ в слое 0,4 м поддерживался от посева до начала кущения, от начала кущения до полной спелости зерна – 0,6 м.

3. В течение всего жизненного цикла риса влажность почвы в слое 0,6 м поддерживалась поливами не ниже 80% НВ.

На третьей площадке исследования проводили при поливе капельной системой также на трех водных режимах:

1. В течение всего жизненного цикла риса влажность почвы в слое 0,6 м поддерживалась поливами не ниже 80% НВ.

2. Вегетационные поливы проводили при предполивном пороге влажности не ниже 80% НВ в пе-

риод от посева до конца фазы кущения в слое 0,4 м, а от выхода растений в трубку до полной спелости зерна – 0,6 м.

3. Поддержание влажности почвы – не ниже 80% НВ в период от посева до конца фазы кущения в слое 0,4 м, а от выхода растений в трубку до восковой спелости – 0,6 м, и от восковой до полной спелости зерна не ниже 70% НВ – в том же слое.

Исследования проводили на посевах риса сорта Волгоградский. Норма посева составляла 5 млн всхожих зерен/га. Доза удобрений при дождевании рассчитывалась на планируемую урожайность 5 т/га зерна – $N_{35}P_{62}K_{75}$, а при поливе капельной системой – на 6 т/га по методике В. И. Филина [12] с учетом содержания подвижных форм элементов питания в почве.

Полевые опыты сопровождались наблюдениями, учетами и измерениями, выполненными при соблюдении требований методик полевого опыта [3, 10, 11], суммарное водопотребление – А. Н. Костякову, поливные нормы – А. Н. Костякову, при капельном орошении в модификации – И. П. Кружилина и др. [6, 9].

Результаты и обсуждение

Результаты опытов показывают (табл. 1, рис. 1), что на посевах риса сорта Волгоградский при дождевании стационарными среднеструйными аппаратами Роса-1 для южной части Волго-Донского междуречья на светло-каштановых легкосуглинистых почвах с улучшением водного режима почвы численные значения биоклиматических коэффициентов увеличиваются. В первом варианте с предполивным порогом не ниже 70% НВ в слое 0,6 м отмечен наименьший расход воды на 1 °С температуры воздуха и в среднем за трехлетие составил 0,223 с колебаниями от 0,220 до 0,228 мм/°С. Во втором варианте с дифференцированным предполивным порогом 70-80-70% НВ в слое 0,6 м биоклиматический коэффициент испарения повысился до 0,238-0,241 со средним значением 0,240 мм/°С. Наибольший расход воды растениями на 1°С сложился в третьем варианте водного режима с предполивным порогом не ниже 80% НВ в слое увлажнения 0,6 м и в среднем за трехлетие составил 0,249 с колебаниями от 0,241 до 0,259 мм/°С (табл. 1).

По результатам экспериментов, представленных в табл. 1, рис. 1, видно, что значения биоклиматических коэффициентов испарения меняются на протяжении жизненного цикла растений. Так, максимальные показатели их достигались в период интенсивного прироста. В начальной и завершающей стадии вегетации растительного организма биоклиматические коэффициенты испарения снижаются аналогично уменьшению потребления воды

Таблица 1. Динамика биоклиматического (температурного) коэффициента испарения, мм/°С (N_{95} , P_{62} , K_{75} (5 т/га), сорт Волгоградский)

Годы исследований	От посева до всходов	От всходов до кущения	От кущения до выхода в трубку	От выхода в трубку до выметывания метелки	От выметывания метелки до молочной спелости	От молочной до восковой спелости	От восковой до полной спелости	От посева до полной спелости
70% НВ, h = 0,6 м								
1999	0,077	0,100	0,197	0,347	0,395	0,277	0,185	0,220
2000	0,063	0,099	0,220	0,345	0,370	0,332	0,202	0,228
2001	0,065	0,117	0,229	0,334	0,327	0,310	0,182	0,222
среднее	0,068	0,106	0,215	0,342	0,364	0,306	0,190	0,223
70-80-70% НВ, h = 0,6 м								
1999	0,077	0,100	0,212	0,364	0,419	0,321	0,207	0,238
2000	0,063	0,099	0,236	0,364	0,425	0,370	0,175	0,241
2001	0,065	0,117	0,229	0,347	0,388	0,341	0,208	0,240
среднее	0,068	0,106	0,226	0,359	0,410	0,344	0,196	0,240
80% НВ, h = 0,6 м								
1999	0,077	0,114	0,240	0,373	0,383	0,347	0,213	0,247
2000	0,063	0,116	0,255	0,365	0,470	0,366	0,239	0,259
2001	0,065	0,117	0,229	0,347	0,388	0,341	0,216	0,241
среднее	0,068	0,116	0,241	0,362	0,414	0,351	0,223	0,249

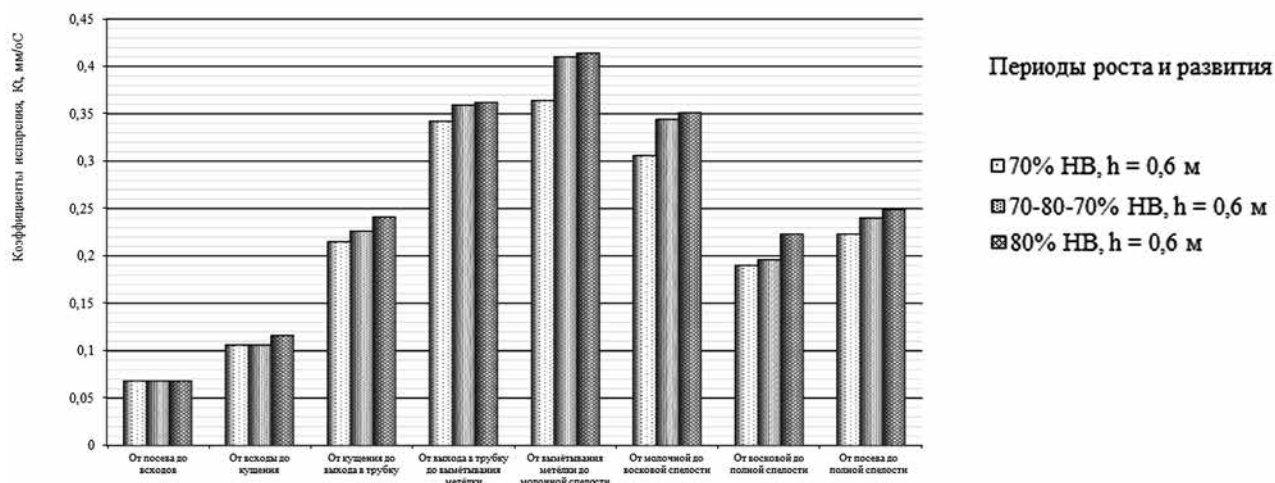


Рис. 1. Динамика температурных коэффициентов испарения (K_t) риса по вариантам водного режима почвы (среднее с 1999 по 2001 гг.)

аграценозом. В период между фазами «посев» и «всходы» величина температурного коэффициента испарения оказалась минимальной и варьировала во всех вариантах водного режима в пределах от 0,063 – 0,077 мм/°С, а в среднем за трехлетие составила 0,068 мм/°С.

Значения биоклиматического коэффициента испарения достигали максимальной величины в период «выметывание метелки – молочная спелость». В первом варианте с предполивным порогом

влажности почвы не ниже 70% НВ в расход воды на 1°С температуры воздуха составил в среднем за трехлетие 0,364 и изменялся в пределах от 0,327–0,395 мм/°С. Во втором варианте с дифференцированным предполивным порогом значения биоклиматического коэффициента испарения изменялись от 0,388 до 0,425 и в среднем составили 0,410 мм/°С. В третьем варианте водного режима 80% НВ определено максимальное значение биоклиматического коэффициента испарения и в среднем за

трехлетие составило 0,414 с изменениями по годам от 0,383 до 0,470 мм/°С.

В период вегетации «выметывание – молочная спелость» расход влаги на единицу тепла при всех водных режимах снижался. В третьем варианте водного режима он снизился до 0,213-0,239 при среднем его значении 0,223 мм/°С. Во втором варианте в среднем за трехлетие опытов он понизился до 0,180 мм/°С. Минимальный его показатель прослеживался в первом варианте водного режима с предполивным порогом не ниже 70% НВ с колебаниями в пределах

0,182-0,202 при среднем значении 0,190 мм/°С.

На посевах риса раннеспелой группы сорта Волгоградский в условиях Сарпинской низменности при дождевании агрегатом ДДА-100 МА на светло-каштановых тяжелосуглинистых почвах при разных водных режимах были получены следующие биоклиматические коэффициенты испарения влаги (табл. 2, рис. 2). В первом варианте с дифференцированным предполивным порогом 70-80-70% НВ и слоем увлажнения 0,4 и 0,6 м расход воды на 1°С температуры воздуха был наименьший и в среднем

Таблица 2. Динамика биоклиматического (температурного) коэффициента испарения, мм/°С ($N_{95} P_{62} K_{75}$ (5 т/га), сорт Волгоградский)

Годы исследований	От посева до всходов	От всходов до кущения	От кущения до выхода в трубку	От выхода в трубку до выметывания метелки	От выметывания метелки до молочной спелости	От молочной до восковой спелости	От восковой до полной спелости	От посева до полной с пелости
70-80-70% НВ, h = 0,4 и 0,6 м								
2003	0,066	0,112	0,253	0,401	0,473	0,352	0,220	0,264
2004	0,064	0,118	0,226	0,397	0,446	0,350	0,206	0,258
2005	0,064	0,116	0,259	0,416	0,407	0,347	0,215	0,263
среднее	0,065	0,115	0,246	0,405	0,442	0,350	0,214	0,262
80% НВ, h = 0,4 и 0,6 м								
2003	0,066	0,119	0,276	0,401	0,445	0,362	0,235	0,268
2004	0,064	0,136	0,237	0,417	0,431	0,360	0,222	0,268
2005	0,064	0,116	0,259	0,416	0,407	0,347	0,234	0,266
среднее	0,065	0,124	0,257	0,411	0,428	0,356	0,230	0,268
2003	0,066	0,124	0,280	0,406	0,456	0,361	0,234	0,272
80% НВ, h = 0,6 м								
2004	0,064	0,143	0,245	0,420	0,436	0,355	0,225	0,273
2005	0,064	0,116	0,259	0,416	0,407	0,347	0,234	0,266
среднее	0,065	0,128	0,261	0,414	0,433	0,354	0,231	0,271

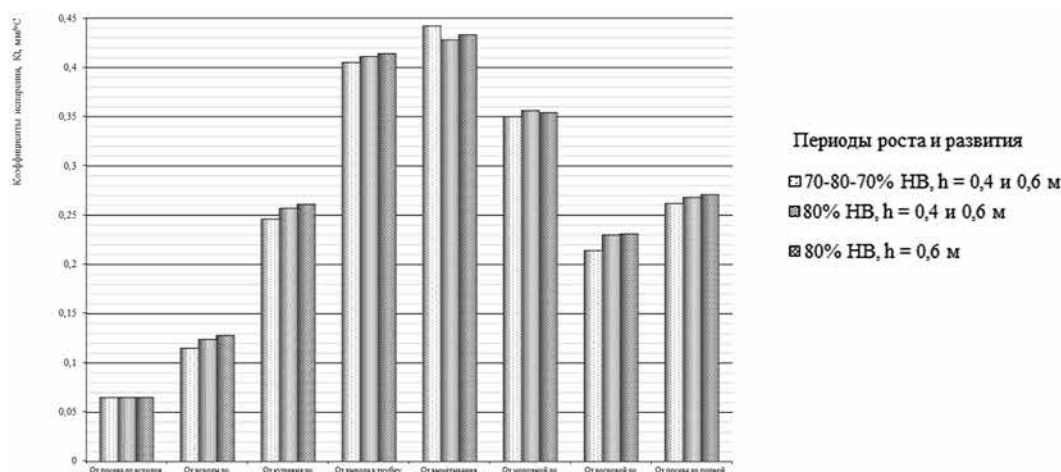


Рис. 2. Динамика температурных коэффициентов испарения (K_t) риса по вариантам водного режима почвы (среднее с 2003 по 2005 гг.)

за трехлетие составил 0,262 с колебаниями от 0,258 до 0,264 мм/°C. Во втором варианте водного режима с предполивным порогом 80% НВ и дифференцированным слоем увлажнения почвы 0,4 и 0,6 м биоклиматический коэффициент испарения повысился до 0,266-0,268 со средним значением 0,268 мм/°C. Наибольший расход воды растениями на 1 °C сложился в третьем варианте водного режима с предполивным порогом не ниже 80% НВ в слое увлажнения 0,6 м и в среднем за трехлетие составил 0,271 с колебаниями от 0,266 до 0,273 мм/°C.

Из результатов опытов (табл. 2, рис. 2) видно, что значения биоклиматических коэффициентов испарения изменяются на протяжении жизненного цикла растений.

Так, максимальные показатели были отмечены в период интенсивного роста. В начальной и завершающей фазе вегетации растительного организма биоклиматические коэффициенты испарения снижаются аналогично уменьшению потребления воды агроценозом. В период между фазами «посев» и «всходы» величина температурного коэффициента испарения оказалась минимальной и варьировала во всех вариантах водного режима в пределах от 0,064-0,066 мм/°C и в среднем за трехлетие составила 0,065 мм/°C.

Значения биоклиматического коэффициента испарения достигали максимальной величины в период «выметывание – молочная спелость». В первом варианте с дифференцированным предполивным порогом влажности почвы не ниже 70-80-70% НВ и слоях почвы 0,4 и 0,6 м расход воды на 1 °C температуры воздуха составил в среднем за трехлетие 0,405 и изменялся в пределах от 0,397-0,416 мм/°C. Во втором варианте с предполивным порогом 80% НВ и слое увлажнения с начала фазы «кущение» в 0,4 м, а в конце фазы «восковая спелость» значения биоклиматический коэффициент испарения изменялись от 0,407 до 0,417 и в среднем составили 0,411 мм/°C. В третьем варианте водного режима 80% НВ в слое 0,6 м сложилось максимальное значение биоклиматического коэффициента испарения и в среднем за трехлетие составило 0,414 с изменениями по годам от 0,406 до 0,420 мм/°C.

В конце фазы «выметывание – молочная спелость» расход влаги на единицу тепла на всех водных снижался. В третьем варианте водного режима он снизился до 0,225-0,234 при среднем его значении 0,231 мм/°C. Минимальный его показатель прослеживался в первом варианте водного режима с дифференцированным предполивным порогом 70-80-70% НВ, слоем увлажнения почвы 0,4 и 0,6 м и колебаниями в пределах 0,206-0,215 при среднем значении 0,214 мм/°C.

На посевах риса раннеспелой группы сорта Волгоградский при капельном орошении на разных водных режимах на светло-каштановых тяжелосуглинистых почвах для южного склона Приволжской возвышенности были получены следующие значения биоклиматических коэффициентов испарения (табл. 3, рис. 3). Так, в первом варианте с поливами при почвенной влажности 80% НВ в 0,6 м слое получены самые низкие значения коэффициентов испарения и в среднем за трехлетие составили 0,250 с изменением от 0,247 до 0,254 мм/°C. В третьем варианте водного режима почвы 80 и 70% НВ и дифференцированной глубиной увлажнения с начала фазы «выхода в трубку» и с конца фазы «восковая спелость» 0,6 м расход воды за вегетационный период в среднем на 1 °C температуры увеличился до 0,254 с колебаниями от 0,250 до 0,261 мм/°C.

Самое большое значение температурного коэффициента испарения было получено во втором варианте водного режима 80% НВ с различной глубиной увлажнения почвы и составило 0,255 с изменениями по годам от 0,253 до 0,262 мм/°C. Биоклиматические коэффициенты испарения изменяются на протяжении жизненного цикла растений. Так, максимальные показатели их достигались в период интенсивного прироста биомассы растения. В начале и в конце вегетационного периода биоклиматические коэффициенты испарения снижаются аналогично уменьшению потребления воды агроценозом.

В период между фазами «посев» и «всходы» величина температурного коэффициента испарения оказалась минимальной и варьировала во всех трех вариантах водного режима в пределах 0,055-0,071 мм/°C, а в среднем за трехлетие составила 0,064 мм/°C.

В период «выметывание – молочная спелость» значения биоклиматических температурных коэффициентов испарения достигли максимальной величины. В первом варианте водного режима, когда почвенная влажность поддерживалась не ниже 80% НВ в слое 0,6 м, значение температурного коэффициента испарения в этот период за трехлетие составило 0,412 и изменялось в пределах от 0,401 до 0,427 мм/°C. Максимальное значение коэффициентов наблюдалось во втором и третьем вариантах водного режима и за трехлетие составило 0,426 с изменениями в пределах от 0,388 до 0,449 мм/°C. После окончания периода «выметывание – молочная спелость» расходуемая влага на тепловую единицу на всех изучаемых водных режимах постепенно снижалась. В первом варианте водного режима почвы с предполивной влажностью 80% НВ в слое 0,6 м она снизилась до 0,197-0,236 со средним значением 0,222 мм/°C.

Во втором варианте водного режима почвы в среднем за три года биоклиматический коэффи-

Таблица 3. Динамика биоклиматического (температурного) коэффициента испарения, мм/°С ($N_{114}P_{74}K_{90}$ (6 т/га), сорт Волгоградский)

Годы исследований	От посева до всходов	От всходов до кущения	От кущения до выхода в трубку	От выхода в трубку до выметывания метелки	От выметывания метелки до молочной спелости	От молочной до восковой спелости	От восковой до полной спелости	От посева до полной спелости
80% НВ, h = 0,6 м								
2013	0,055	0,094	0,229	0,367	0,427	0,364	0,232	0,248
2014	0,067	0,089	0,221	0,403	0,401	0,360	0,197	0,247
2015	0,071	0,100	0,197	0,404	0,408	0,319	0,236	0,254
среднее	0,064	0,094	0,216	0,391	0,412	0,348	0,222	0,250
80% НВ, h = 0,4 и 0,6 м								
2013	0,055	0,108	0,225	0,383	0,440	0,397	0,221	0,253
2014	0,067	0,103	0,233	0,406	0,449	0,338	0,193	0,251
2015	0,071	0,113	0,202	0,423	0,388	0,344	0,246	0,262
среднее	0,064	0,108	0,220	0,404	0,426	0,360	0,220	0,255
80 и 70% НВ, h = 0,4 и 0,6 м								
2013	0,055	0,108	0,225	0,383	0,440	0,397	0,214	0,252
2014	0,067	0,103	0,233	0,406	0,449	0,338	0,186	0,250
2015	0,071	0,113	0,202	0,423	0,388	0,344	0,240	0,261
среднее	0,064	0,108	0,220	0,404	0,426	0,360	0,213	0,254

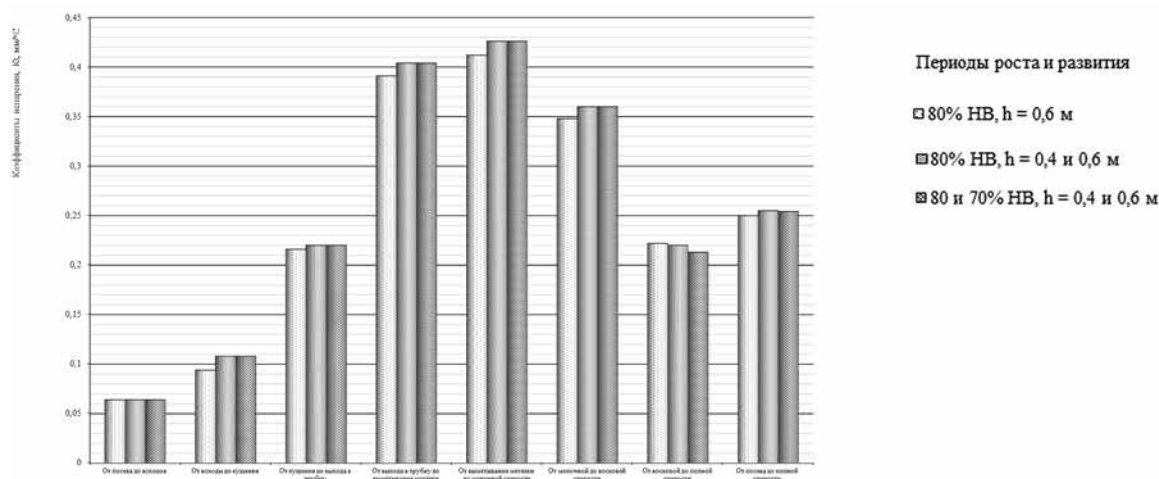


Рис. 3. Динамика температурных коэффициентов испарения (Kt) риса по вариантам водного режима почвы (среднее с 2013 по 2015 гг.)

коэффициент испарения понизился до 0,220 мм/°С. Минимальный его показатель прослеживался в третьем варианте дифференцированного по предполивному порогу режима увлажнения 80 и 70% НВ в слое 0,4 и 0,6 м с колебаниями в пределах 0,186-0,240 при среднем значении 0,213 мм/°С.

Выводы

Использование установленных в опытах значе-

ний биоклиматических коэффициентов позволяет определить водопотребление риса при дождевании и капельном орошении за весь вегетационный период и по отдельным фазам. Представляется возможным с использованием прогноза погоды и биоклиматического коэффициента испарения определять сроки проведения поливов на разных типах почвы и территориальных зонах и нормы расхода воды.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Алпатыев, А. М. О методах расчета потребности в воде культурных фитоценозов в связи с развитием орошения в СССР. Биологические основы орошаемого земледелия / А. М. Алпатыев. – М.: Наука. – 1974. – С. 85-89.

2. Алпатыев, С. М. Опыт использования биоклиматического метода расчета испарения при формировании эксплуатационного режима орошения. Биологические основы орошаемого земледелия / С. М. Алпатыев, В. П. Остапчик. – М.: Наука. – 1974. – С. 127-135.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Дубенок, Н. Н. Продуктивность суходольного риса при капельном орошении / Н. Н. Дубенок, И. П. Кружилин, Н. М. Абду, М. А. Ганиев, К. А. Родин // Научно-теоретический журнал: Известия ТСХА. – М., 2015. – № 6. – С. 91-101.
5. Дубенок, Н. Н. Продуктивность суходольного риса при капельном орошении / Н. Н. Дубенок, И. П. Кружилин, Н. М. Абду, М. А. Ганиев, К. А. Родин // Научно-теоретический журнал: Известия ТСХА. – М., 2015. – № 6. – С. 91-101.
6. Костяков, А. Н. Основы мелиорации / А. Н. Костяков. – М.: Сельхозгиз, 1960. – 621 с.
7. Кружилин, И. П. Водный режим почвы и дозы макроудобрений при возделывании риса на системах капельного орошения / И. П. Кружилин, В. В. Мелихов, М. А. Ганиев, К. А. Родин, Н. Н. Дубенок, Н. М. Абду // Научно-теоретический журнал: Вестник Российской сельскохозяйственной науки. М., 2017. – № 2. – С. 12-15.
8. Кружилин, И. П. Оценка способов орошения риса на оросительных системах общего назначения / И. П. Кружилин, М. А. Ганиев, Н. В. Кузнецова, К. А. Родин / Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование, Волгоградский ГАУ. – Волгоград, 2016 – №3 (43). – С. 6-11.
9. Кружилин, И. П. Способ определения поливных норм при капельном орошении томатов / И. П. Кружилин, Е. А. Ходяков, Ю. И. Кружилин, А. М. Салдаев, А. В. Галда. Патент № 2204241, 20.05.2003.
10. Плешаков, В. Н. Методика полевого опыта в условиях орошения / В. Н. Плешаков. – Волгоград: Рекомендации ВНИИОЗ, 1983. – 149 с.
11. Роде, А. А. Методы изучения водного режима почв / А. А. Роде. – М.: Изд-во АН СССР. – 1960. – 244 с.
12. Филин, В. И. Справочная книга по растениеводству с основами программирования урожая / В.И. Филин // ВГСХА. – Волгоград, 1994. – 274 с.
13. Balasubramanian, R. Weed population and biomass in direct- seeded rice (*Oryza sativa*) as influenced by irrigation / R. Balasubramanian, J. Krishnarajan// Indian J. Agron. – 2001. – Vol. 46. – P. 101-106.
14. Barker, R. The outlook for water resources in the year 2020: challenges for research on water management in rice production. In: Assessment and orientation towards the 21st century Proceedings of the 19th session of the International Rice Commission, 7-9 September 1998, Cairo, Egypt / R. Barker, D. Dawe, T. Tuong// Food and Agriculture Organization, Rome, Italy. – 1999. – P. 96-109.
15. Bouman, B. A. Rice and water / B. A. Bouman, E. Humphreys, T. P. Tuong, R. Barker // Advances in Agronomy. – 2007. – Vol. 92. – P. 187-237.
16. Choudhury, B. U. Yield and water productivity of rice-wheat on raised beds at New Delhi, India / B. U. Choudhury, B. A. Bouman, A. K. Singh // Field Crops Res. – 2007. – Vol. 100. – P. 229-339.
17. Fan, R. Assessment of water resources in China / R. Fan, S. h. Ed // Beijing: Hydro and Electricity Press. – 1996. – P. 14-65.
18. Kruzhilin, I. P. Combination of the natural and anthropogenically-controlled conditions for obtaining various rice yield using drip irrigation systems / I. P. Kruzhilin, N. N. Doubenok, M. A. Ganiev, V. V. Melikhov, N. M. Abdou, K. A. Rodin // J. Russian Agricultural Sciences. – 2016. – Vol. 42 (6). – Pp. 460-464.
19. Kruzhilin, I. P. Mode of rice drip irrigation / I. P. Kruzhilin, N. N. Doubenok, M. A. Ganiev, A. S. Ovchinnikov, V. V. Melikhov, N. M. Abdou, K. A. Rodin, S. D. Fomin // Journal of Engineering and Applied Sciences (ARPN), Pakistan. – 2017. – Vol. 12 (24). – P. 7118-7123.
20. Ladha, J. K. New Paradigms of Growing Rice to Address Emerging Shortages of Water and Labor / J. K. Ladha // IRRI, New Delhi, Science at the 4th International Rice Congress IRC. – 2014. – P.1-2.
21. Shashidhar, H. E. Aerobic rice- an efficient water management strategy for rice production. In: Food and water security in developing countries / H. E. Shashidhar // Chapter 12. –2007. – P. 131-139.
22. Tabbal, D. F. On- farm strategies for reducing water input in irrigated rice: case studies in the Philippines / D. F. Tabbal, B. A. Bouman, S. I. Bhuiyan, E. B. Sibayan, M. A. Sattar // Agric. water Manage. – 2002. – Vol. 56. – P. 93-112.

Муслим Абдулаевич Ганиев

Зав. лабораторией орошения риса,
E-mail: vniiioz@yandex.ru,

Muslim A. Ganiev

Head the laboratory of irrigation of rice,

Константин Анатольевич Родин

Ст. научн. сотр. лаборатории орошения риса,
E-mail: vniiioz@yandex.ru,

Konstantin A. Rodin

St. scientific. et al. the laboratory of irrigation of rice

Все: ФГБНУ ВНИИОЗ

ул. Тимирязева, 9, Волгоград, 400002, Россия

All: VNIIIOZ

9 Timiryazeva str., Volgograd, 400002, Russia

Надежда Владимировна Кузнецова

Профессор кафедры «Мелиорация земель
и комплексное использование водных ресурсов»
E-mail: nvkuznetsova@mail.ru

Nadezhda V. Kuznetsova

Professor of the Department «Land Reclamation
and integrated water resources management»

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ

пр. Университетский, 26, Волгоград, 400002,
Россия

Volgograd state agricultural university

26 Universitetskiy Ave., Volgograd, 400002, Russia

УДК 631.811.98: 631.559.2:633.181

Н. В. Чернышева, канд. биол. наук,
А. Я. Барчукова, канд. с.-х. наук,
В. А. Ладатко, канд. с.-х. наук,
г. Краснодар, Россия

ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА ГИДРОГУМИН НА РОСТ, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА РИСА

Испытуемый препарат Гидрогумин обладает высокой физиологической активностью. Обработка семян риса сорта Флагман перед посевом и последующая обработка вегетирующих растений в начале кущения усиливает ростовые процессы растений риса (рост в высоту, побегообразование и нарастание листового аппарата, биомассы и сухой массы надземных органов). В опытных вариантах повышается фотосинтетическая активность листьев (увеличивается продолжительность их функционирования, повышается содержание пигментов в листьях, усиливается жизнеспособность). Усиление ростовых процессов и фотосинтеза способствует формированию у растений опытных вариантов более крупных по длине, озерненности и массе зерна метелки. Применение препарата Гидрогумин в технологии выращивания риса обусловило повышение урожайности и качества зерна риса (натуры, массы 1000 зерен, стекловидности; при одновременном снижении пленчатости и трещиноватости зерна, отрицательно влияющих на выход крупы). Максимальная прибавка урожая (12,6 %, при урожайности в контроле 61,1 ц/га) получена в варианте с обработкой семян препаратом Гидрогумин (расход препарата – 0,5 л/т, рабочего раствора – 10 л/т) и растений в начале кущения (расход препарата – 1,0 л/га, рабочего раствора – 100 л/га).

Ключевые слова: рис, Гидрогумин, обработка семян и растений, рост, фотосинтез, урожайность, качество риса-сырца.

THE EFFECT OF THE DRUG ON HYDROGUMIN ON THE GROWTH, YIELD AND GRAIN QUALITY OF RICE

The test drug Hydrogumin has a high physiological activity. Treatment of rice seed varieties Flagman before sowing and subsequent treatment of vegetative plants in the early tillering enhances the growth processes of plants of rice (an increase in height, shoot formation and growth of foliage, biomass and dry mass of aerial organs). In the experimental variants, the photosynthetic activity of the leaves increases (the duration of their functioning increases, the content of pigments in the leaves increases, the viability increases). The strengthening of growth processes and photosynthesis contributes to plant experienced options bigger in terms of length, number of kernels and grain weight panicle. The use of the drug Hydrogen in the technology of rice cultivation resulted in higher yields and grain quality of rice (nature, weight of 1000 grains, grain hardness; while reducing planchette and fracture of grain, adversely affecting the yield of cereals). The maximum yield increase (12.6 %, with a yield in the control 61,1 kg/ha) was obtained in the variant with seeds treatment drug Hydrogumin (drug consumption – 0.5 l/t, working solution – 10 l/t) and plants in the early tillering (drug consumption – 1.0 l/ha of working solution – 100 l/ha).

Key words: Rice, Hydrogumin, seed treatment and plant growth, photosynthesis, yield, quality of raw rice.

Введение

Гуминовые препараты, к которым относится испытуемый препарат Гидрогумин, обладая высокой биологической активностью, воздействует на экосистему «вода – почва – растение». Так, раствор гумата в воде является питательной средой для растений, гуматы связывают присутствующие в воде вредные примеси. В системе «гумат – почва» гуматы улучшают жизнедеятельность почвенных микроорганизмов, повышают доступность элементов минерального питания, содержание кислорода в почве, улучшают структуру и плодородие почвы.

В системе «гумат – растение» гуматы ускоряют и стимулируют прорастание семян, развитие корневой системы, рост и развитие растений, повышают устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды (засухе, низкой и высокой температуре и др.), урожайность и качество сельскохозяйственной продукции [3].

Ранее проведенные исследования показали, что сила воздействия на рост, развитие, урожайность риса и качество его зерна в значительной степени зависела от вида гуминового препарата, способа его применения и дозы [2, 8, 9, 10, 14]. В связи

с этим несомненный интерес вызывает действие препарата Гидрогумин на ростовые и формообразовательные процессы растений риса.

Цель исследования – экспериментально показать биологическую эффективность применения препарата Гидрогумин в технологии возделывания риса.

Материалы и методы исследований

Исследования, направленные на изучение действия препарата Гидрогумин на рост, урожайность и качество зерна риса, проводили в условиях полевого опыта на лугово-черноземной почве рисовой оросительной системы ОПУ ФГБНУ «ВНИИ риса».

Схема опыта включала следующие варианты:

- Контроль – без обработки семян и растений;
- Гидрогумин – обработка семян (расход препарата – 0,5 л/т, рабочего раствора – 10 л/т) + обработка растений в начале кушения (расход препарата – 0,5 л/га, рабочего раствора – 100 л/га);
- Гидрогумин – обработка семян (0,5 л/т, 10 л/т) + обработка растений в начале кушения (1 л/га, 100 л/га).

Учетная площадь делянок – 20 м², повторность – четырехкратная.

Метод размещения вариантов – систематический.

Минеральные удобрения вносили из расчета N₁₀₄P₅₀ на делянки полной дозой вручную, взброс за день до посева. В качестве удобрения использовали аммофос.

Оценку эффективности препарата Гидрогумин проводили на сорте риса Флагман. Посев осуществляли по предварительно прикатанной почве сеялкой СН-16, рядовым способом на глубину 0,5-1,0 см необработанными семенами (контроль) и обработанными раствором препарата Гидрогумин (опытные варианты). Норма высева – 220 кг/га.

Обработку семян проводили влажно-сухим способом из расчета 2,0% увлажнения вручную в день посева; обработку растений препаратом Гидрогумин – в начале кушения ранцевым опрыскивателем (норма расхода рабочего раствора – 100 л/га).

Режим орошения – укороченное затопление.

Предшественник – рис.

Отбор растительных проб для определения показателей роста (высоты, массы надземных органов; площади листьев – портативным фотопланиметром Li-3000A); содержания в листьях пигментов [13], продуктивности работы листьев [7] проводили в фазе выметывания.

Модельные снопы для проведения биометрического анализа урожая (определения кустистости, длины метелок, озерненности, массы зерна и соломы и их соотношения) и определения технологических показателей качества зерна (массы 1000 зерен, пленчатости, стекловидности и трещиноватости – по существующим ГОСТам) отбирали в фазу полной спелости, перед уборкой.

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

Полученные данные обработаны методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [4].

Результаты и обсуждение

Рост, как необратимое увеличение объема и массы клеток, тканей и частей растения – одно из первичных, основных проявлений функционирования растительного организма. Применение в технологии возделывания риса препарата Гидрогумин (на семенах и растениях) способствует усилению ростовых процессов растений риса.

Ранее проводились исследования по изучению действия различных росторегулирующих препаратов на сельскохозяйственных культурах в условиях Краснодарского края [1, 6]. Значительное место в этих работах занимало изучение влияния гуминовых препаратов на ростовые и формообразовательные процессы различных сельскохозяйственных культур [11, 12], в том числе и риса [10]. Авторами было показано, что эффект воздействия на рост, развитие, урожайность риса и качество его зерна в значительной степени зависела от вида гуминового препарата, способа его применения и дозы [2, 8, 9, 14].

Таблица 1. Влияние препарата Гидрогумин на рост растений риса (Краснодар, 2016 г.)

Вариант	Высота растения, см	Масса надземных органов, г/растение		Площадь листьев, см ²
		сырая	сухая	
Контроль – без обработки семян и растений	72,1	12,07	2,26	119,4
Гидрогумин – обработка семян (0,5 л/т) + растений (0,5 л/га)	77,9	15,12	2,92	128,7
Гидрогумин – обработка семян (0,5 л/т) + растений (1,0 л/га)	81,4	16,83	3,33	135,1
НCP ₀₅	3,6	0,66	0,14	6,2

Таблица 2. Влияние препарата Гидрогумин на фотосинтетическую деятельность растений риса (Краснодар, 2016 г.)

Вариант	Продуктивность работы листьев, г/дм ²	Содержание пигментов, мг/г сыр. в-ва	
		хлорофилл а + b	каротиноиды
Контроль – без обработки семян и растений	5,49	2,16	0,64
Гидрогумин – обработка семян (0,5 л/т) + растений (0,5 л/га)	5,92	2,38	0,70
Гидрогумин – обработка семян (0,5 л/т) + растений (1,0 л/га)	6,17	2,47	0,74

Таблица 3. Влияние препарата Гидрогумин на формирование элементов структуры урожая риса (Краснодар, 2016 г.)

Вариант	Кустистость, шт. стеблей/растение		длина метелки, см	Озерненность, шт.		Масса, г/растение		уборочный индекс m_3/m_c
	общая	продуктивная		общая	в т.ч. стерильных колосков	зерна m_3	соломы m_c	
Контроль – без обработки семян и растений	1,1	1,0	13,7	107,9	14,8	2,49	2,99	0,83
Гидрогумин – обработка семян (0,5 л/т) + растений (0,5 л/га)	1,3	1,1	14,5	118,4	16,0	2,84	3,07	0,87
Гидрогумин – обработка семян (0,5 л/т) + растений (1,0 л/га)	1,5	1,2	14,8	125,2	15,6	3,14	3,45	0,91
НСР ₀₅	0,06	0,05	0,7	5,4	0,7	0,13	0,15	

Таблица 4. Влияние препарата Гидрогумин на урожайность риса (Краснодар, 2016 г.)

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю	
		ц/га	%
Контроль – без обработки семян и растений	61,1	-	-
Гидрогумин – обработка семян (0,5 л/т) + растений (0,5 л/га)	65,9	4,8	7,9
Гидрогумин – обработка семян (0,5 л/т) + растений (1,0 л/га)	68,8	7,7	12,6
НСР ₀₅	3,1		

Таблица 5. Влияние препарата Гидрогумин на технологические показатели риса-сырца (Краснодар, 2016 г.)

Вариант	Натура, г/л	Масса 1000 зерен, г	Пленчатость, %	Стекловидность, %	Трещиноватость, %
Контроль – без обработки семян и растений	527,4	26,8	17,6	88,0	9,5
Гидрогумин – обработка семян (0,5 л/т) + растений (0,5 л/га)	542,7	27,8	17,0	92,0	7,5
Гидрогумин – обработка семян (0,5 л/т) + растений (1,0 л/га)	552,8	28,5	16,5	94,5	6,5
НСР ₀₅	25,3	1,3			

Из данных таблицы 1 видно, что обработка семян риса перед посевом и последующая обработка растений в фазе кушения препаратом Гидрогумин стимулировали рост растений в высоту (77,9-81,4, в контроле – 72,1 см) и увеличение площади листового аппарата (128,7-135,1 см², в контроле – 119,4 см²). Максимальное воздействие препарата проявилось при применении его на вегетирующих растениях в дозе 1,0 л/га.

Величина урожайности определяется скоростью формирования и размерами фотосинтетической поверхности. У риса листья, исходя из их функционального назначения, подразделяются на низовые, снабжающие пластическими веществами корни и пазушные почки; срединные, обеспечивающие формирование колосков на метелке; верховые – накапливают запасные вещества в эндосперме и поставляют их зародышу [5]. К фазе выметывания происходит активное отмирание низовых листьев. Однако в опытных вариантах под действием препарата Гидрогумин низовые листья функционируют дольше вследствие усиления их жизнеспособности.

Потенциальная способность растений к фотосинтезу определяется не только размерами площади листовой поверхности, но и содержанием в листьях пигментов.

Анализируя полученные данные (табл. 2), видим, что в опытных вариантах возрастает продуктивность работы листьев (5,92-6,17 г/дм², в контроле – 5,49 г/дм²) и содержание в листьях пигментов (хлорофилла а+в – 2,38-2,47 мг, каротиноидов – 0,70-0,74 мг/г сыр. в-ва, в контроле – 2,16 и 0,64 мг/г сыр. в-ва соответственно). Отмеченное указывает на усиление в листьях риса ассимиляционных процессов, что способствует активному формированию репродуктивных органов (табл.3).

Усиление ростовых процессов и фотосинтетической деятельности растений риса в опытных вариантах проявилось в стимуляции побегообразования (общая кустистость – 1,3-1,5, в контроле – 1,1 шт., продуктивная – 1,1-1,2 и 1,0 шт.), формировании более крупных по длине (14,5-14,8 см, 13,7 см – в контроле) и озерненности (118,4-125,2 и 107,9 шт.

соответственно) метелок. Последнее существенно повысило зерновую продуктивность растений риса, масса зерна с растения в опытных вариантах, по отношению к контрольному, возросла на 14,1 и 26,1%, что положительно сказалось на получении высокого урожая (табл. 4).

Максимальная прибавка урожая (12,6%) получена в варианте с обработкой семян (расход препарата – 0,5 л/т) и последующей обработкой растений в фазу кушения препаратом Гидрогумин в дозе 1,0 л/га. При этом важно отметить, что применение в технологии выращивания риса (на семенах и растениях) препарата Гидрогумин приводит не только к повышению урожайности, но и к улучшению технологических показателей качества зерна риса.

Из данных таблицы 5 следует, что обработка семян и растений испытуемым препаратом способствовала формированию более крупных и полных зерен (натура – 542,7-552,8, в контроле – 527,4 г; масса 1000 зерен – 27,8-28,5, в контроле – 26,8 г), с высокой стекловидной консистенцией (92,0-94,5, в контроле – 88,5%), с более низкой пленчатостью (16,5-17,0%, против 17,6% – в контроле) и трещиноватостью (6, %-7,5 и 9,5% соответственно).

Выводы

Обработка семян риса перед посевом препаратом Гидрогумин и последующая обработка им вегетирующих растений в начале кушения усиливает рост растений в высоту, процесс кушения и нарастания листовой поверхности, биомассы и сухой массы надземных органов, фотосинтетическую деятельность растений.

Происходит увеличение урожайности и повышение качества риса-сырца. Максимальная прибавка урожая получена в варианте с обработкой семян препаратом Гидрогумин в дозе 0,5 л/т (расход рабочего раствора 10 л/т) и вегетирующих растений в начале кушения (расход препарата – 1,0 л/га, рабочего раствора – 100 л/га). Прибавка урожая составила 12,6%, при урожайности в контроле – 61,1 ц/га.

(Работа поддержана грантом № 16-44-230270 р_а РФФИ и администрации Краснодарского края)

ЛИТЕРАТУРА:

1. Барчукова, А. Я. Эффективность применения регуляторов роста в технологии возделывания озимой пшеницы / А. Я. Барчукова, Я. К. Тосунов, Н. В. Чернышева, С. Г. Фаттахов, В. С. Резник, А. И. Коновалов, О. А. Шаповал // Труды КубГАУ. – 2009. – № 19. – С. 69-72.
2. Барчукова, А. Я. Фотосинтетическая активность растений риса при использовании гуминовых препаратов / А. Я. Барчукова, Н. С. Томашевич, Н. В. Чернышева, В. А. Ладатко, М. А. Ладатко // Рисоводство. – 2012. – № 1 (20). – С. 17-22.
3. Богословский, В. Н. Агротехнология будущего / В. Н. Богословский, Б. В. Левинский, В. Г. Сычев. – М.: Изд-во РИФ «Антиква», 2004. – 163 с.
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1985.
5. Ерыгин, П. С. Физиология риса / П. С. Ерыгин // В кн.: Физиология сельскохозяйственных растений в двенадцати томах. Т. V. Физиология риса и кукурузы. Под ред. Б. А. Рубина. – М.: Изд-во МГУ, 1969. – С. 266-414.
6. Косулина, Т. П. Создание и применение регуляторов роста на Кубани (обзор) / Т. П. Косулина, В. Г. Калашникова, С. В. Маслов, А. Я. Барчукова, Н. В. Чернышева, Т. В. Воскобойникова // Плодородие. – 2007. – № 1. – С. 26-28.

7. Ничипорович, А. А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев / А. А. Ничипорович // XV Тимирязевские чтения. – М.: Изд-во АН СССР, 1956.
8. Томашевич, Н. С. Влияние обработки семян и растений различными формами препарата Лигногумат Супер на урожайность и качество риса / Н. С. Томашевич, А. Я. Барчукова // Плодородие. – 2013. – № 6 (75). – С. 21-22.
9. Томашевич, Н. С. Физиологические аспекты действия гуминовых препаратов на продуктивность и качество риса / Н. С. Томашевич, А. Я. Барчукова // Молодой ученый. – 2015. – № 9-2 (89). – С. 74-76.
10. Томашевич, Н. С. Эффективность применения Лигногуматов на рисе / Н. С. Томашевич, А. Я. Барчукова, Н. В. Чернышева, В. А. Ладатко, М. А. Ладатко // Труды Кубанского ГАУ. – 2013. – № 43. – С. 62-66.
11. Тосунов, Я. К. Повышение питательной ценности томата – основного биоресурса овощной продукции под действием регуляторов роста / Я. К. Тосунов, А. Я. Барчукова // Труды КубГАУ, 2007. – № 8. – С. 83-85.
12. Тосунов, Я. К. Эффективность применения препарата Гидрогумин на ккртофеле / Я. К. Тосунов, А. Я. Барчукова, В. В. Дирин // Труды КубГАУ. – 2016. – № 58. – С. 167-170.
13. Федулов, Ю. П. Влияние условий агротехники на содержание фотосинтетических пигментов в листьях озимой пшеницы / Ю. П. Федулов, И. И. Трубникова, А. В. Загоруйко, В. В. Маймистов, Д. В. Терещенко, А. А. Новиков, С. Ю. Фаткина // Труды КубГАУ. – 1999. – № 372. – С. 40.
14. Чернышева, Н. В. Влияние препарата Гидрогумин на рост и развитие растений риса, урожайность и качество его зерна / Н. В. Чернышева, А. Я. Барчукова, В. В. Дирин // Труды КубГАУ. – 2016. – № 62. – С. 127-132.

Наталья Викторовна Чернышева

Профессор кафедры прикладной экологии,
факультет агрономии и экологии,
E-mail: nv.chernisheva@yandex.ru,

Natalya V. Chernisheva

Professor, Department of applied ecology, faculty
of agronomy and ecology,
E-mail: nv.chernisheva@yandex.ru,

Алла Яковлевна Барчукова

Профессор кафедры физиологии и биохимии
растений, факультет агрохимии и защиты
растений,
E-mail: nv.chernisheva@yandex.ru

Alla Y. Barchukova

Professor, Department of physiology and
biochemistry of plants, faculty of agricultural
chemistry and plant protection,
E-mail: nv.chernisheva@yandex.ru

Все: ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
аграрный университет им. И.Т. Трубилина»,
ул. Калинина, 13, г. Краснодар, 350044, Россия

All: FSBEI of Higher Education «Kuban State Agrarian
University named after I. T. Trubilin»,
13 Kalinina, Krasnodar, 350044, Russia

Валерий Александрович Ладатко

Зав. отделом технологии возделывания риса,
E-mail: valery.ladatko@mail.ru

Valery A. Ladatko

Head of department of rice cultivation technologies,
E-mail: valery.ladatko@mail.ru

ФГБНУ «ВНИИ риса»,
Белозерный, 3, Краснодар, 3503921, Россия

FSBSI «ARRRI»,
3 Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia

УДК 631.527.5: 633.11.1+576.3+632.4

Р. О. Давоян, д-р биол. наук,
И. В. Бебякина, канд. биол. наук,
Э. Р. Давоян, канд. биол. наук,
А. Н. Зинченко,
Ю. С. Зубанова,
г. Краснодар, Россия
Е. Д. Бадаева, д-р биол. наук,
г. Москва, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ ФОРМ ПШЕНИЦЫ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

Представлены результаты изучения и использования синтетической геномно-добавленной формы *Triticum miguschovae* и геномно-замещенных форм Авродес, Аврозис, Авролата, Авротата, Авроале, Аврокум. В геномно-замещенных формах геном D мягкой пшеницы сорта Аврора был замещен соответственно на геномы *Aegilops speltoides*, *Aegilops sharonensis*, *Aegilops umbellulata*, *Aegilops uniaristata*, *Secale cereale* и *Agropyron glaucum*. Синтетические формы являются уникальной генетической основой для сохранения и использования генофонда диких сородичей в селекции мягкой пшеницы. Наибольший интерес с точки зрения селекции они представляют для передачи генов, отвечающих за устойчивость к болезням и высокое содержание белка в зерне. На их основе получены вторичные рекомбинантные синтетики (RS формы) с геномными формулами BBAANS (Авротата x Авродес), BBAARS (Авроале x Авродес), BGAADS (*Triticum miguschovae* x Авродес), BBAAUS (Авролата x Авродес) и BBAASSsh (Аврозис x Авродес). Изучение конъюгации хромосом у вторичных синтетических форм показало, что ассоциация хромосом у RS-форм отличалась от теоретически возможной 14II + 14I, поэтому RS-синтетики с геномными формулами BBAANS, BBAARS были частично фертильными, остальные рекомбинантные синтетические формы были стерильными и нуждались в восстановлении фертильности путем скрещивания с мягкой пшеницей. Используя синтетические формы *Triticum miguschovae*, Авродес, Авролату и Аврокум, были получены цитологически стабильные интрогрессивные линии, фенотипически близкие к мягкой пшенице, но отличающиеся от нее высоким содержанием белка в зерне и устойчивостью к комплексу болезней пшеницы.

Ключевые слова: синтетические формы; рекомбинантные синтетические формы; мягкая пшеница; цитологический анализ; интрогрессивные линии

USE OF SYNTHETIC FORMS FOR COMMON WHEAT IMPROVEMENT

The results of investigation and exploitation of the synthetic genome added form *T. miguschovae* (*Triticum militinae/Aegilops tauschii*) and genome substitution forms Avrodes, Avrosis, Avrolata, Avrotata, Avroale, Avrocum are reported. In the genome substitution forms D-genome of the common wheat cultivar Aurora was substituted by genomes of *Aegilops speltoides*, *Aegilops sharonensis*, *Aegilops umbellulata*, *Aegilops uniaristata*, *Secale cereale*, *Agropyron glaucum*. The synthetic forms represent a unique genetic basis for preservation and use of a gene pool of wild relatives in breeding of wheat. These forms have been used to produce secondary recombination synthetic forms (RS forms) with genome formulas BBAANS, BBAARS, BGAADS, BBAAUS and BBAASSsh. Studying of chromosomes conjugation at the secondary synthetic forms has shown, that the association of chromosomes in the RS-forms differed from theoretically possible 14II + 14I therefore the RS-synthetics with genome formulas BBAANS, BBAARS were partially fertile, the others recombinant synthetic forms were sterile and needed in restore of fertility by crossing with common wheat. Using of synthetic forms *Triticum miguschovae*, Avrodes, Avrolata and Avrocum, have been obtained a cytological stable introgressive lines, phenotypical close to common wheat, but differing from common wheat by the high content of protein and resistance to a complex of wheat diseases.

Key words: synthetic forms, recombinant synthetic forms, common wheat, introgressive lines.

Введение

Потенциальная урожайность мягкой пшеницы во многом зависит от устойчивости возделываемых сортов к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам внешней среды. Генетического материала самой мягкой пшеницы недостаточно для решения этой проблемы. В особенности это касается генов устойчивости к болезням, ограниченное разнообразие которых является одним из основных лимитирующих факторов селекции.

Значительный резерв генов, контролирующих хозяйственно-ценные признаки, находится в генофонде многочисленных родственных мягкой пшенице видов и родов. Многие из них были с успехом использованы для передачи таких признаков в мягкую пшеницу [13, 14]. Так, в настоящее время значительная часть эффективных генов устойчивости к болезням происходит из этого генофонда [12].

Однако существует лишь небольшое число сородичей, чьи хромосомы способны конъюгировать с хромосомами пшеницы и, следовательно, чьи полезные гены могут быть переданы ей путем прямого скрещивания. Для большинства же видов необходимо использование специальных приемов хромосомной инженерии с тем, чтобы их генетическое разнообразие преобразовать в форму, доступную для традиционной селекции [9, 11]. Одним из таких методов является создание и использование синтетических геномно-замещенных и геномно-добавленных форм в качестве «мостиков» для передачи генетического материала от диких сородичей. Следует также отметить актуальность сохранения генофонда диких сородичей в виде синтетических форм.

Цели исследования – изучение возможности получения на основе синтетических геномно-замещенных и геномно-добавленных форм вторичных синтетических форм с уникальным сочетанием на фоне двух геномов мягкой пшеницы В и А третьего рекомбинантного генома с хромосомами от разных сородичей пшеницы; создание с использованием геномно-замещенных и геномно-добавленных форм интрогрессивных линий мягкой пшеницы, фенотипически близких к ней, но отличающихся от нее повышенным содержанием белка в зерне и высокой устойчивостью к грибным болезням.

Материал и методы исследования

Объектами исследования послужили синтетические формы мягкой пшеницы, созданные в отделе биотехнологии НЦЗ им. П. П. Лукьяненко: Авродес, Аврозис, Авролата, Авротата, Авроале, Аврокум и *Triticum miguschovae*, а также полученные на их основе рекомбинантные синтетические формы и интрогрессивные линии мягкой пшеницы, созданные на основе синтетических форм, и при восстановле-

нии фертильности у стерильных рекомбинантных синтетических форм.

Цитологические исследования базировались на подсчете хромосом в метафазе митоза, изучении конъюгации хромосом в МI мейоза и дифференциальном окрашивании хромосом.

Для подсчета хромосом в метафазе митоза кончики корешков фиксировали в фиксаторе Карнуа (этиловый спирт 96% и ледяная уксусная кислота в соотношении 3:1) и окрашивали основным фуксином.

Для подсчета хромосом в метафазе I мейоза колосья фиксировали в фиксаторе Кларка (этиловый спирт 96%, хлороформ, ледяная уксусная кислота 6:3:1) и окрашивали уксуснокислым гематоксилином. Дифференциальную окраску хромосом (С-метод) проводили по методике, разработанной Е. Д. Бадаевой с сотрудниками [8]. Все работы проводились с использованием микроскопа Axio Imager M2 с увеличением 10 x 10; 40 x 10; 100 x 10 раз.

Заражение и оценку по устойчивости к болезням проводили по общепринятым методикам [6, 7].

Содержание и качество белка, клейковины в интрогрессивных линиях определяли в отделе технологии и биохимии зерна НЦЗ им. П. П. Лукьяненко.

Результаты и обсуждение

Возможность создания синтетических геномно-замещенных форм базировалась на основе удаления субгенома D мягкой пшеницы и замещения его на геномы других видов, впервые продемонстрированного Кербером и Диком [10]. Синтетические амфидиплоиды, полученные таким способом, обладают одним или более субгеномами, гомологичными или гомеологичными геномам мягкой пшеницы. Вследствие этого возможность получить на их основе большое количество замещенных и транслокационных линий пшеницы значительно возрастает.

Создание таких форм позволяет не только в значительной степени облегчить передачу чужеродной генетической информации, но и в более удобной форме сохранять генофонд ее сородичей.

Основываясь на такой возможности, в лаборатории цитогенетики КНИИСХ им. П. П. Лукьяненко под руководством Е. Г. Жирова был разработан оригинальный подход к перестройке генома мягкой пшеницы [5]. Путем замещения генома твердой пшеницы на геномы AABB мягкой были получены тетраплоидные компоненты сортов Аврора, Саратовская 29 и Кальянсона. В табл. 1 представлены синтетические формы, созданные с использованием тетракомпонента сорта Аврора. Это геномно-замещенные формы Авродес, Аврозис, Авролата, Авротата, Авроале, и Аврокум, у которых геном D мягкой пшеницы был замещен соответственно на геномы *Aegilops speltoides* Tausch., *Aegilops*

sharonensis Eig., *Aegilops umbellulata* Zhuk., *Aegilops uniaristata* Vis., *Secale cereale* L. и *Elytrigia intermedia* (syn. *Agropyron glaucum*). Кроме этого была получена геномно-добавленная форма *Triticum miguschovae*, у которой геном D от *Aegilops tauschii* Coss. был добавлен к геномам AG *Triticum militinae*.

Как видно из табл. 1, среди всех синтетических форм наиболее выделяются по содержанию белка и устойчивости к болезням геномно-добавленная форма *T. miguschovae* и геномно-замещенные формы Авродес, Авrolата, и Аврозис.

Они и представляют наибольший интерес для селекционной практики и, в частности, для передачи генов, контролирующих высокое содержание белка и устойчивость к болезням. Все формы, за исключением геномно-замещенной формы Аврокум, имеют гексаплоидный уровень плоидности, легко скрещиваются с мягкой пшеницей, и их потомство обладает хорошей жизнеспособностью [4, 5]. Синтетическая форма Аврокум представляла собой 76-хромосомный амфидиплоид и после получения гибридных растений F_1 от скрещивания с сортом Аврора из-за слабой жизнеспособности была потеряна.

В результате постоянного наблюдения за самими синтетическими формами в полевых условиях и систематического цитологического контроля установлено, что они на протяжении многих лет сохраняют свои морфо-биологические признаки и цитологические характеристики (табл. 2).

Из результатов цитологического изучения синтетических форм, представленных в таблице 2, видно, что среднее число конъюгирующих хромосом составило: 36,2 – у Авродеса; 41,8 – у Авrolаты; 39,6 – у Аврозиса, 40,5 – у Авроале. У остальных форм оно составляло 42 хромосомы. Среднее число мультивалентов на клетку составило у Авродеса – 0,23, у Аврозиса – 0,06. Наличие у этих геномно-замещенных форм мультивалентов в метафазе I мейоза свидетельствует о способности этих синтетиков стиму-

лировать гомеологичную конъюгацию хромосом.

В 1999 году на основе созданных в лаборатории геномно-замещенных форм Авротата, Авроале, *T. miguschovae*, Авrolата и Авродес была начата работа по получению рекомбинантных, «вторичных» синтетических форм.

Предполагалось, что общие для всех форм геномы ВА мягкой пшеницы могут стать основой для возможного рекомбинационного процесса между хромосомами двух различных геномов диких видов. Для получения рекомбинантных синтетиков была выбрана геномно-замещенная форма Авродес, которая, кроме высокой устойчивости к грибным болезням (табл. 1), обладала еще способностью вызывать гомеологичную конъюгацию хромосом за счет наличия в ее составе генома S от *Ae. speltooides*. Были получены гибридные растения F_1 от скрещивания геномно-замещенных форм между собой, у которых изучалась конъюгация хромосом в MI мейоза.

В результате проведенного анализа (табл. 3) было установлено, что среднее число бивалентов и унивалентов на клетку отличалось от теоретически предполагаемой ассоциации хромосом в MI мейоза $14II + 14I$. Из результатов исследований, приведенных в табл. 3, видно, что относительно наибольшее число бивалентов и меньшее число унивалентов наблюдали у растений вторичных синтетиков RS2, RS3 и RS4, полученных от скрещивания Авродес с ржаными синтетиками и Авротатой, соответственно.

У перечисленных синтетических форм фертильность была удовлетворительной для дальнейшего размножения и изучения. У рекомбинантных синтетических RS7 и RS9 среднее число бивалентов и унивалентов менее отличалось от теоретически предполагаемого, вследствие чего эти формы имели высокую степень стерильности и требовали восстановления фертильности путем беккроссов с мягкой пшеницей.

Таким образом, процесс становления рекомби-

Таблица 1. Характеристика синтетических форм по содержанию белка и устойчивости к болезням, 2016 год

Синтетическая форма	Геном	Вид-донор	Белок, %	Листовая ржавчина	Желтая ржавчина	Мучнистая роса
<i>T. miguschovae</i>	AGD	<i>T. militinae</i>				
<i>Ae. tauschii</i>	19.4	R	R	R		
Авродес	BAS	<i>Ae. speltooides</i>	22.4	R	R	R
Авrolата	BAU	<i>Ae. umbellulata</i>	18.5	R	R	R
Аврозис	BASsh	<i>Ae. sharonensis</i>	19.4	R	R	R
Авротата	BAN	<i>Ae. uniaristata</i>	18.2	MR	R	MS
Авроале	BAR	<i>S. cereale</i>	16.0	S	R	R

Таблица 2. Ассоциация хромосом в метафазе I мейоза у синтетических форм, 2016 год

Синтетическая форма	Число изученных клеток	Среднее число на клетку			Среднее число конъюгирующих хромосом
		унивалентов	бивалентов	мультивалентов	
<i>T.miguschovae</i>	250	-	21	-	42,0
Авродес	170	2,3	18,1	0,23	36,2
Авролата	156	0,02	20,9	-	41,8
Авротата	112	-	21	-	42,0
Аврозис	215	1,4	19,2	0,06	39,6
Авроале	163	-	21	-	40,5

Таблица 3. Цитологическая характеристика новых синтетических форм

Синтетик	Геномная формула	Число хромосом	Число изученных клеток	Среднее число на клетку		
				бивалентов	унивалентов	мультивалентов
Авродес х Авроале6 (RS2)	BBAASR	41-42	164	17,48	6,90	0,06
Авродес х Авроале3 (RS3)	BBAASR	41-42	170	18,59	4,78	0,05
Авродес х Авротата (RS4)	BBAASNn	40-42	137	17,83	5,91	0,10
Авродес х Авролата (RS7)	BBAASU	39-42	124	16,33	7,98	0,15
Авродес х <i>T.miguschovae</i> (RS9)	BGAADS	39-42	115	16,20	8,68	0,11

Таблица 4. Результаты анализа мейотически стабильных линий (21II) на наличие замещенных хромосом и транслокаций

Комбинация скрещивания	Количество линий			
	всего	с замещенными хромосомами	с транслокациями	с замещенными хромосомами и транслокациями
<i>T. miguschovae</i> х <i>T.aestivum</i>	17	-	7	10
Авродес х <i>T.aestivum</i>	27	3	11	13
Аврокум х <i>T.aestivum</i>	19	3	-	16
Авролата х <i>T.aestivum</i>	20	19	-	1
Всего	83	25	18	30

нантного генома у RS-форм происходит по-разному и зависит от конкретного сочетания хромосом двух гаплоидных геномов диких видов. Он зависит от способности чужеродных хромосом компенсировать отсутствие пшеничных гомеологов, а также направлен на жесткий отбор таких сочетаний хромосом, которые могут обеспечить нормальное

функционирование растительного организма.

В результате дальнейшей работы в 2004 году были получены новые формы, у которых геном D мягкой пшеницы замещен на рекомбинантный геном двух диких видов. Рекомбинантные формы для краткости были обозначены как RS-синтетики.

Все рекомбинантные синтетические формы

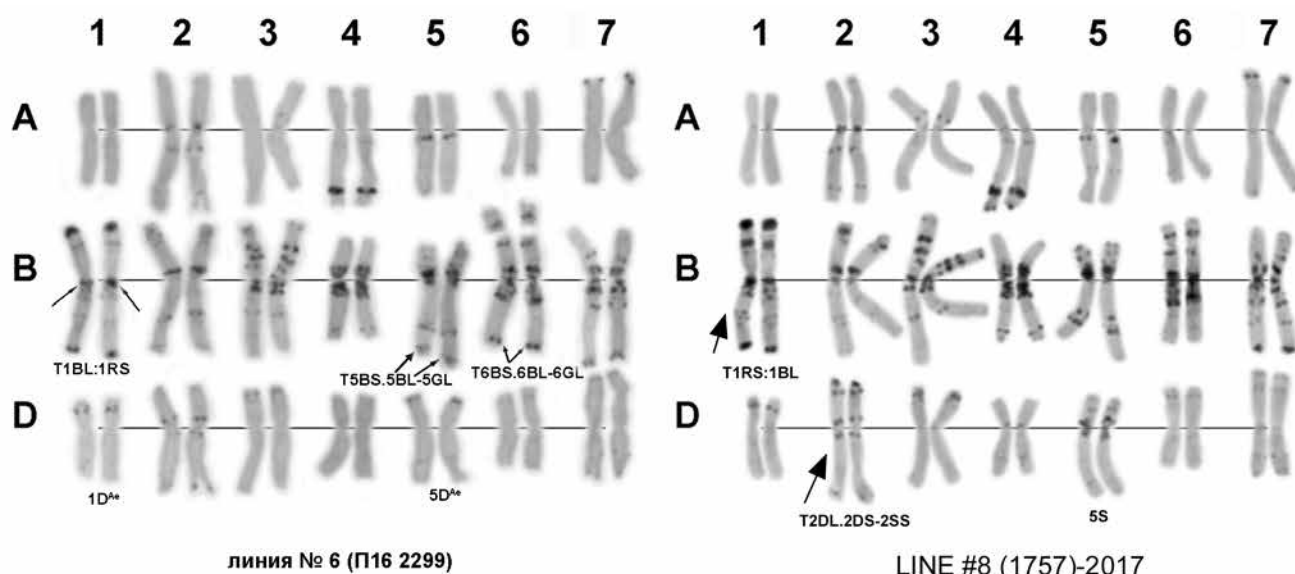


Рисунок. С-окрашенные кариотипы линий П16 2299 с генетическим материалом *T. miguschovae* и (1757) 2017 с генетическим материалом *Ae. speltoides* (Авродес). Стрелками указаны хромосомы с транслокациями

имели фенотипические признаки от обеих родительских форм и обладали высокой устойчивостью к листовой, желтой ржавчине и мучнистой росе.

Для передачи хозяйственно-ценных признаков диких сородичей мягкой пшенице были использованы синтетические формы *T. miguschovae*, Авродес, Авролата и Аврокум. Для получения интрогрессивных линий использовали стандартную методику скрещивания с сортами мягкой пшеницы, беккроссов частично фертильных растений F_1 и отбора цитологически и фенотипически стабильных форм с признаками, полученными от диких сородичей.

В результате проведенной работы было получено большое количество цитологически стабильных линий, фенотипически близких к сортам-реципиентам, но отличающихся от них высокой устойчивостью к грибным болезням.

Для того, чтобы выяснить, в каком виде передан в пшеницу генетический материал от синтетических форм, предварительно отобранные цитологически стабильные линии (21II) были скрещены с сортами Аврора, Скифянка и Краснодарская 99 (табл. 4).

Изучение конъюгации хромосом в метафазе MI мейоза у гибридных растений F_1 позволило определить, что передача генетического материала от *T. miguschovae* и Авродес, в основном, происходит через транслокации. В то же время она может осуществляться через гомеологичную рекомбинацию и замещение целых хромосом. Передача генетического материала от Авролаты в мягкую пшеницу происходит в основном за счет замещения хромосом пшеницы на хромосомы дикого сородича (табл. 4).

У большинства анализируемых линий с 42-мя хромосомами и сбалансированным мейозом размещена одна пара хромосом. Однако ранее были идентифицированы линии, замещенные по двум и трем парам хромосом пшеницы, а также с предполагаемыми транслокациями [3].

Использование метода дифференциальной окраски хромосом (C-banding) для идентификации чужеродных замещений и транслокаций позволило сделать вывод о том, что у большинства цитологически стабильных интрогрессивных линий с генетическим материалом *T. miguschovae* транслокации происходят, в основном, по 5В и 6В хромосоме пшеницы, а у линий с генетическим материалом *Ae. speltoides* – по 2D хромосоме пшеницы. На рисунке представлены дифференциально окрашенные хромосомные пластинки линий П16 2299 с генетическим материалом *T. miguschovae* и (1757) 2017 с генетическим материалом *Ae. speltoides*. Обе линии проявляют устойчивость к листовой ржавчине и мучнистой росе.

У полученных интрогрессивных линий были изучены некоторые хозяйственно-ценные и биологические признаки. Большинство интрогрессивных линий, имеющих замещенные хромосомы пшеницы или чужеродные транслокации, проявили устойчивость одновременно к двум, к трем болезням. Гибридологический, моносомный и ПЦР-анализ устойчивости линий к листовой ржавчине, одной из самых распространенных и вредоносных болезней пшеницы, выявил линии, у которых гены устойчивости к листовой ржавчине отличаются как между собой, так и от известных эффективных генов [2].

Чужеродные интрогрессии существенно влияют на технологические свойства качества зерна. Основными характеристиками качества зерна являются содержание белка, количество и качество клейковины. Было выявлено широкое варьирование линий по содержанию белка, а также содержанию и качеству клейковины. По данным 2016 года содержание белка у интрогрессивных линий варьировало от 15,5 до 18,5%. Выделено 22 линии с содержанием белка 16-17% и 10 линий – с содержанием белка 17-18%. По содержанию и качеству клейковины линии с генетическим материалом *T. miguschovae* Авродес и Авролата относились в основном к I и II группе ГОСТ, Аврокум – ко II и III группе ГОСТ.

Изучение электрофоретических спектров глиаина у полученных линий позволило идентифицировать формулы глиаина, как сходные с таковыми у сортов-реципиентов, так и отличающиеся от них. У некоторых из них выявлены ранее не встречающиеся аллели [2].

Выводы

Используя тетракомпонент мягкой пшеницы сорта Аврора, в лаборатории цитогенетики КНИИСХ

им. П. П. Лукьяненко впервые были получены синтетические формы пшеницы, имеющие в своем составе один или несколько геномов ее диких сородичей.

Синтетические формы обладают цитологической и фенотипической стабильностью и являются более удобными для скрещивания с мягкой пшеницей и передачи ей хозяйственно-полезных признаков по сравнению с ее дикими сородичами.

Скрещивая синтетические формы между собой, впервые получены вторичные (рекомбинатные, RS) синтетические формы, в которых на фоне геномов А и В мягкой пшеницы третий геном является рекомбинантным и представляет собой сочетание двух или более геномов диких сородичей. Некоторые из этих форм, несмотря на нестабильный мейоз, обладали частичной фертильностью.

Использование синтетических форм в скрещиваниях с мягкой пшеницей позволило получить популяции интрогрессивных линий с полезными для селекции пшеницы признаками от диких сородичей, такими, как устойчивость к комплексу грибных болезней, повышенное содержание белка и клейковины в зерне.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Давоян, Р. О. Использование генофонда дикорастущих сородичей в улучшении пшеницы (*Triticum aestivum* L.): автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Р. О. Давоян. – Краснодар, 2006. – 49 с.
2. Давоян, Р. О. Передача устойчивости к болезням от диких сородичей мягкой пшеницы с использованием синтетических форм / Р. О. Давоян, И. В. Бебякина, О. Р. Давоян, А. Н. Зинченко, Э. Р. Давоян // Тр. по прикл. бот., генет. и селекции. – 2009. – Т. 166. – С. 519-523.
3. Давоян, Р. О. Получение и изучение замещенных по геному D линий мягкой пшеницы с хромосомами Ae. *umbellulata* Zhuk. / Р. О. Давоян, И. В. Бебякина, Н. Ю. Кекало / Наука Кубани. – 2004. – № 3. – Ч. I. – С. 48-51.
4. Давоян, Р. О. Геномно-замещенная форма Авродес как источник устойчивости растений мягкой пшеницы к листовой ржавчине и мучнистой росе / Р. О. Давоян, Е. Г. Жиров / С-х. биология. – 1995. – № 1. – С. 95-101.
5. Жиров, Е. Г. Геномы пшеницы: исследование и перестройка: автореф. дисс... доктора биол. наук / Е. Г. Жиров. – Киев, 1989. – 36 с.
6. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах-членах СЭВ. – Прага, 1988. – 322 с.
7. Пересыпкин, В. Ф. Болезни зерновых культур / В. Ф. Пересыпкин. – М.: Колос, 1979. – С. 122-124.
8. Badaeva, E. D. Intraspecific karyotype divergence in *Triticum araraticum* (Poaceae) / E. D. Badaeva, N. S. Badaev, B. S. Gill / Plant Systems and Evolution. – 1994. – V. 192. – P. 117-145.
9. Fedak, G. Alien species as a sources of physiological trait for wheat improvement / G. Fedak / Euphytica. – 1985. – V. 105. – P. 673-680.
10. Kerber, E. R. Inheritance in hexaploid wheat leaf rust resistance and other characters derived from *Aegilops squarrosa* / E. R. Kerber, P. L. Dyck / Can. J. Genet. Cytol. – 1969. – V. 11. – P. 639-647.
12. Knott, D. R. Transferring alien genes to wheat / D. R. Knott / Wheat and wheat improvement. Second edition. – 1987. – P. 462-471.
13. McIntosh, R. A. Catalogue of gene symbols for wheat: 2005 supplement / R. A. McIntosh, K. M. Devos, J. Dubovsky et al. / Ann. Wheat Newslet. – 2005. – V. 51. – P. 272-285.
14. Sears, E. R. Chromosome engineering in wheat / E. R. Sears / Stadler Symp., Univ. of Missouri, Columbia, USA. – 1972. – V. 4. – P. 23-28.
15. Shepherd, K. W. Forth compendium of wheat alien chromosome lines / K. W. Shepherd, A. K. Islam // Proceeding of 7th Internat. Wheat Genetics Sympos. – 1988. – V. 2. – P. 1373-1381.

Румик Оганесович Давоян

Зав. отделом биотехнологии
E-mail: davoyanro@mail.ru,

Ирина Викторовна Бебякина

Вед. научн. сотр. отдела биотехнологии,

Эдвард Румикович Давоян

Вед. научн. сотр. отдела биотехнологии,

Александра Николаевна Зинченко

Мл. научн. сотр. отдела биотехнологии,

Юлия Сергеевна Зубанова

Научн. сотр. отдела биотехнологии

Все: ФГБНУ «Национальный центр
зерна им. П. П. Лукьяненко»,
Центральная Усадьба НЦЗ,
г. Краснодар, 350012, Россия

Екатерина Дмитриевна Бадаева

Вед. научн. сотр.
лаборатории молекулярной кариологии

E-mail: katerinabadaeva@gmail.com.
ФГБНУ Институт молекулярной биологии
им. В. А. Энгельгардта РАН,
ул. Вавилова, 32, ГСП-1, Москва, 119991, Россия
ГСП-1, 119991, г. Москва, ул. Вавилова, д. 32.
ИМБ РАН

Rumik O. Davoyan

Head of department of biotechnology
E-mail: davoyanro@mail.ru,

Irina V. Bebyakina

Leading researcher of department of biotechnology,

Edvard R. Davoyan

Leading researcher of department of biotechnology,

Alexandra N. Zinchenko

Junior scientist of department of biotechnology,

Yulia S. Zubanova

Researcher of department of biotechnology

All: FSBSI «National Grain Center named after
P. P. Lukyanenko»,
Central Farm of NGC, Krasnodar, 350012, Russia

Ekaterina D. Badaeva

Leading researcher of laboratory of molecular
caryology,

E-mail: katerinabadaeva@gmail.com
FSBSI Institute of Molecular Biology named after
V. A. Engelgardt,
Russian academy of Science,
32 Vavilov str., GSP-1, Moscow, 119991, Russia

УДК 633.854.78 : 631.527

С. В. Гончаров, д-р биол. наук,
Т. С. Короткова,
г. Краснодар, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЧЕЛНОЧНОЙ СЕЛЕКЦИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЛИНИЙ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Челночная селекция – это селекционная программа, при которой популяции подлежат последовательному отбору в различных точках испытания. Программа создана Н. Борлаугом. Цель работы – продемонстрировать возможность использования метода челночной селекции на подсолнечнике, эффективность его применения для создания новых линий подсолнечника, а также получить новый перспективный исходный материал с повышенной адаптивностью. Материалом для работы служили гибридные комбинации, полученные в г. Краснодаре. Программа челночной селекции была запущена на Центральной экспериментальной базе Всероссийского НИИ масличных культур (ВНИИМК) в сотрудничестве с НИИСХ Юго-Востока (г. Саратов), Армавирской (Краснодарский край) и Сибирской (Омская область) опытными станциями ВНИИМК. Окончательная оценка полученного материала проведена во ВНИИМК (г. Краснодар). Показано, что применение метода челночной селекции было высокоэффективным и привело к созданию элитных линий подсолнечника.

Ключевые слова: подсолнечник, линия, гибрид, челночная селекция, исходный материал.

APPLICATION OF SHUTTLE BREEDING TECHNIQUE TO SUNFLOWER LINE DEVELOPMENT

Shuttle breeding is a breeding program where generations undergo sequential evaluations at different locations, developed by N. Borlaug. The aim of our study was to demonstrate an opportunity of application shuttle breeding method in sunflower lines development and also to develop new prospect breeding material with high adaptive ability. Hybrid combinations developed in Krasnodar were used as a material. Shuttle breeding program was started at the Central Station (Krasnodar) of All-Russia Research Institute of Oil Crops (VNIIMK) in collaboration with South-East Research Agricultural Institute (Saratov), Armavir (Krasnodar region) and Siberian (Omsk region) experimental Station of VNIIMK. Final evaluation of obtained breeding material was conducted at the Central Station of VNIIMK (Krasnodar). It is shown that application of shuttle breeding technique to sunflower was highly successful and results in elite line development.

Key words: Sunflower, line, hybrid, shuttle breeding, breeding material.

Введение

Получение ценного исходного материала в конечном итоге определяет эффективность селекции любой сельскохозяйственной культуры [1]. Методы его наработки могут быть разными. В наших исследованиях использовали метод челночной селекции, который позволяет получить качественный, высокоадаптивный исходный материал за счет резкой разницы в почвенно-климатических условиях в разных точках проведения индивидуального отбора. Метод был разработан известным селекционером Н. Борлаугом, который с 1945 года эффективно использовал его в селекции пшеницы [9]. При этом не только было достигнуто ускорение селекционного процесса за счет получения дополнительного поколения ежегодно, но и существенно выросла эффективность отборов. Различные биотипы, которые выглядели похожими в одной точке оценки, часто существенно фенотипически различались в другой. Кроме того, в результате были получены сорта пшеницы, нечувствительные к продолжи-

тельности светового дня, что позволило успешно внедрять их в самых разных почвенно-климатических условиях.

Этот метод и теперь используется в селекции пшеницы в других регионах мира, например, в Омском аграрном университете, как часть обширной сети Международного центра улучшения пшеницы и кукурузы в Мексике (International Maize and Wheat Improvement Center) (CIMMYT) [8].

Несмотря на свою высокую эффективность, метод челночной селекции довольно редко используется на других культурах. Наиболее вероятным объяснением могут являться организационные трудности, а также необходимость контроля над соблюдением авторского права на селекционные достижения.

Единственной организацией, положившей этот метод в основу всей своей деятельности, является Восточно-Индийская равнинная сеть челночной селекции (Eastern India Rainfed Lowland Shuttle Breeding Network – EIRLSBN). За 20 лет работы

здесь было создано 20 коммерческих сортов и большое количество элитных линий риса [10]. Эта работа – впечатляющий пример успешного межгосударственного и межрегионального сотрудничества в сфере селекции.

Метод челночной селекции был апробирован на подсолнечнике в Иране [5]. Проанализировав возможности данного метода, при поддержке администрации ВНИИМК была запущена селекционная программа челночной селекции совместно с опытными станциями ВНИИМК.

Цель работы – продемонстрировать возможность использования метода челночной селекции на подсолнечнике, эффективность его применения для создания новых линий подсолнечника, а также получить новый перспективный исходный материал с повышенной адаптивностью и улучшенной способностью противостоять абиотическим стрессам [7, 9].

Материал и методы

Для гибридизации использовали простой стерильный гибрид Кубанский 86 и линии селекции ВНИИМК (ВК 508, ВК 680, ВК 789, ВК 905, ВК 915, ВК 930, ВК 934, ВК 944, ВК 900), коммерческие гибриды фирмы Пионер (PR 63 А 76, PR 64 М 69, PR 64 G 45), линию французской селекции L-19. Среди них – доноры высокой масличности, высокоолеино-ности, имидозолиноустойчивости, короткостебельности, устойчивости к зарази-ке и ложной муч-

нистой росе, крупноплодности [7].

Линии скрещивали по общепринятой методике, часть простых гибридных комбинаций в дальнейшем использовали для проведения сложных скрещиваний, в том числе возвратных. Сложные гибридные комбинации, полученные в первые годы исследований: (BC2 (ВК-930 х ими) х ВК-930), ((К-4 х СЛ-ими) х К-4), ((ВК-930 х СЛ-1) х ВК-930-р1), ((ВК-930 х ВК-941) х ВК-930), (BC2 (ВК-930 х СЛ-ими) х ВК-930 р2), ((Кубанский 86 х L-19) х ВК-930-р1), (F2 680 Б х PR63 А 76), (F2 PR63 А 76 х ВК-900 Б р-2), (F2 PR63 А 76 х ВК-900 Б р-1); ((ВК-930 х ВК-941) х ВК-930), (F1 2903 А х ПР-3468 р1), (F1 2903 А х ПР-3468 р2), (F1 2903 А х ПР-3468 р3), – были отправлены на Армавирскую и Сибирскую опытные станции ВНИИМК, а также в НИИ сельского хозяйства Юго-Востока, г. Саратов. Часть селекционного материала была оставлена в Краснодаре в качестве контроля, чтобы иметь возможность оценить результаты применения челночной селекции. В результате отбора за пределами Краснодара получено 28 гибридных комбинаций, которые были высеяны на центральной экспериментальной базе Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур (ЦЭБ ВНИИМК) вместе с исходными гибридными комбинациями.

Результаты и обсуждение

К концу 2017 г. был наработан обширный, раз-

Таблица 1. Характеристика созданного ценного исходного материала (Краснодар, ФГБНУ ВНИИМК, 2017 г.)

Селекционные номера	Происхождение	Место проведения дополнительного отбора	Высота растения, см	Диаметр корзинки, см	Период от всходов до цветения, дней
СЛ 2721	ВД 354 АхВК 944	ЦЭБ ВНИИМК Сибирская опытная станция	104	15,1	55
СЛ 2741	(ВК 944хИМИ)хВК-944		120	17,2	58
СЛ 2742	2903 АхПР-3468		108	16,6	58

Таблица 2. Характеристика созданного ценного исходного материала (Краснодар, ФГБНУ ВНИИМК, 2017 г.)

Селекционные номера	Поражение болезнями, %							
	фомопсис	пепельная гниль	фузариоз	сухая гниль	фомоз	вертициллезное увядание	ЛМР	бактериоз
СЛ 2721	0	0	0	30	20	0	0	50
СЛ 2741	0	0	10	15	0	10	20	40
СЛ 2742	0	0	0	20	30	60	20	0

нообразный исходный материал в объеме 138 гибридных комбинаций. Его оценивали совместно с лабораторией иммунитета в фазу цветения по устойчивости к основным патогенам, таким, как фомопсис, фомоз, фузариоз, пепельная гниль, сухая гниль, ЛМР, бактериоз, вертициллезное увядание. Селекция на устойчивость к болезням – одно из важнейших направлений в селекции подсолнечника [2, 4, 12]. Кроме того, отмечали период от всходов до цветения, где наиболее ценными группами были средне-ранние и средние. Все селекционные номера с периодом от всходов до цветения более 60 дней подлежали выбраковке [3]. Также селекционный материал оценивали по биометрическим показателям, а именно – высоте растений и диаметру корзинки. Так как мы ведем селекцию и на низкорослость, то все растения выше 150 см также подлежали выбраковке. В итоге из 138 гибридных комбинаций нами были выделены 3 селекционных номера, отвечающие всем требованиям.

Средняя высота растений СЛ-2721 составляет 104 см, диаметр корзинки равен 15, 1 см, высота растения СЛ-2741 – 120 см, диаметр корзинки равен 17, 2 см, высота растения СЛ-2742 – 108 см, диаметр корзинки равен 16, 6 см.

Период от всходов до цветения у СЛ-2721 составляет 55 дней, поэтому его можно отнести в группу среднеранних, у СЛ-2741, СЛ-2742 – 58 дней, их мы отнесем в группу среднеспелых. Эти две группы считаем наиболее ценными (таблица 1).

СЛ-2721, СЛ-2741, СЛ-2742 также обладают комплексной устойчивостью к болезням (таблица 2).

На селекционном номере 2721 не наблюдалось поражения по пяти болезням: фомопсису, пепельной гнили, фузариозу, вертициллезному увяданию

и ЛМР. Поражение сухой гнилью: средняя – 30%, фомозом ниже среднего – 20%, бактериозом выше среднего – 50%.

Поражение фузариозом и вертициллезным увяданием незначительное – 10%. Поражение сухой гнилью ниже среднего – 15%, а бактериозом выше среднего – 40%.

Селекционный номер 2742 оказался устойчив к четырем болезням: фомопсису, пепельной гнили, фузариозу и бактериозу. Было отмечено поражение вертициллезным увяданием выше среднего – 60%. Поражение сухой гнилью и ЛМР ниже среднего – 20%, фомозом среднее – 30%.

В дальнейшем планируется на основе полученного исходного материала получить линии, которые, в свою очередь, в дальнейшем станут исходным материалом для гибридов. В связи со всем вышеизложенным рекомендуем метод челночной селекции для всех сельскохозяйственных культур.

Выводы

Методом челночной селекции был получен ценный исходный материал, который включен в селекционную работу во ВНИИМК, с последующей оценкой на устойчивость к болезням и хозяйственно-ценным признакам. На данный момент созданный исходный материал в виде 3 селекционных образцов высеян на участке гибридизации с несколькими линиями для дальнейшей гибридизации и проверки на комбинационную способность, масличность и урожайность [6, 11]. Исходя из всего вышеизложенного, рекомендуем применять метод челночной селекции на всех сельскохозяйственных культурах, а также использовать в селекции полученный нами ценный исходный материал.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Вавилов, Н. И. Ботанико-географические основы селекции (учение об исходном материале) / Н. И. Вавилов // Теоретические основы селекции. – М.; Л., 1965. – Т. 1. – С. 17-74.
2. Голощапова, Н. Н. Оценка горизонтальной устойчивости линий подсолнечника к ложной мучнистой росе / Н. Н. Голощапова, С. В. Гончаров, Т. А. Процевская // Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции: сб. матер. II Междунар. научн.-практ. конф. (5-26 июня 2017 г., г. Краснодар). – Краснодар, 2017. – С. 121-123.
3. Гончаров, С. В. Селекция линий и гибридов подсолнечника на скороспелость / С. В. Гончаров // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. – 2011. – № 2. – С. 27-30
4. Гончаров, С. В. Динамика устойчивости гибридов подсолнечника к основным патогенам в процессе селекции / С. В. Гончаров, Е. Н. Рыженко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 43. – С. 101-104.
5. Гончаров, С. В. Челночная селекция подсолнечника: результаты и перспективы / С. В. Гончаров, Т. С. Короткова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 66. – С. 63-65.
6. Пикалова, Н. А. Оценка комбинационной способности линий подсолнечника по основным признакам урожайности / Н. А. Пикалова, Н. Д. Береснева, С. В. Гончаров // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. – 2010. – № 2. – С. 13-16.
7. Короткова, Т. С. Получение исходного материала для селекции подсолнечника методом shuttle breeding / Т. С. Короткова // Научное обеспечение инновационных технологий производства и хранения сельскохозяйственной и пищевой продукции. Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и аспирантов.

- Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий. – Краснодар, 2016. – С. 28-30.
8. Шаманин, В. П. Сибирский питомник челночной селекции Международного Центра по улучшению пшеницы и кукурузы (СИММИТ) при ОмГАУ: реальность и перспективы / В. П. Шаманин и др. // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2009. – № 3. – С. 42-46.
9. Borlaug, N. E. Sixty-two years of fighting hunger: personal recollections [электронный ресурс] / N. E. Borlaug // Euphytica. – 2007. DOI 10.1007/s10681-007-9480-9.
10. Mackill, D. J. Overview of and historical perspectives on the EIRLSBN / D. J. Mackill, B. C. Y. Collard, G. N. Atlin, A. M. Ismail, and S. Sarkarung. // In: EIRLSBN: Twenty years of achievements in rice breeding, B. C. Y. Collard, A. M. Ismail, and B. Hardy (ed.). – IRRI. – 2013. – P. 1-7.
11. Kaya, Y. Technological Innovations in Major World Oil Crops / Y. Kaya, S. Jocic and D. Miladinovic, S. K. Gupta (ed.). – 2012. – V. 1. – P. 85-129.
12. Vear, F. Classic genetics and breeding / F. Vear // Genetics, genomics and breeding of sunflower / J. Hu, G. Seilor, C. Kole (editors) // Science Publishers, USA. – 2010. – P. 51-77.

Сергей Владимирович Гончаров

Зав. кафедрой генетики, селекции
и семеноводства

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный
университет им. И. Т. Трубилина»,
ул. Калинина, 13, г. Краснодар, 350044, Россия,
E-mail: serggontchar@hotmail.com,

Sergey V. Gontcharov

Head of Genetics and Breeding Department

Kuban State Agrarian University,
13 Kalinina, Krasnodar, 350044, Russia,

Татьяна Сергеевна Короткова

Аналитик

ФГБНУ «Всероссийский
научно-исследовательский институт
масличных культур им. В. С. Пустовойта»
ул. Филатова, 17, г. Краснодар, 350059, Россия
E-mail: serggontchar@hotmail.com

Tatyana S. Korotkova

Analyst

All-Russia Research Institute of Oil Crops
17 Filatova, Krasnodar, 350059, Russia

УДК 633.811:631.559.2:633.853.52

Д. Н. Записоцкий, аспирант,
А. Я. Барчукова, канд. с.-х. наук,
г. Краснодар, Россия

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ РАСТЕНИЙ СОИ РЕГУЛЯТОРАМИ РОСТА НА ВЫСОТУ РАСТЕНИЙ И НАРАСТАНИЕ МАССЫ НАДЗЕМНЫМИ ОРГАНАМИ

В 2014-2016 гг. на полях ФГБНУ Первомайской селекционно-опытной станции (СОС) в условиях полевого опыта изучали действие двухкратной обработки растений сои (1-я в фазе 3-х настоящих листьев, 2-я – в фазе ветвления) испытуемыми препаратами на их рост. Установлено, что интенсивность роста растений в значительной степени зависела от вида препарата. Наиболее мощные по габитусу кусты сои формировались при обработке растений препаратом Бигус с нормой расхода 500 мл/га (расход рабочего раствора – 200 л/га). Существенно возросли высота растений (85,0, в контроле – 69,7 см, HCP_{05} – 3,5 см – в фазу цветения; 101,3 и 83,8, HCP_{05} – 2,67 г/растение – в фазу плодоношения), биомасса (48,59 и 34,97 г, HCP_{05} – 1,87 г/растение; 68,25 и 50,50, HCP_{05} – 2,67 г) и сухая масса (12,27 и 8,63 г, HCP_{05} – 0,47 г; 20,33 и 14,27, HCP_{05} – 0,78 г/растение соответственно) надземных органов, площадь листьев (801,2 см², в контроле – 672, 1 см² – в фазу цветения, 719,3 и 565,0 см² – в фазу плодоношения соответственно).

Ключевые слова: соя, регуляторы роста, активизация роста, высота, биомасса, сухая масса надземных органов, листовая поверхность.

THE EFFECT OF TREATMENT OF SOYBEAN PLANTS WITH GROWTH REGULATORS ON HEIGHT OF PLANTS AND THE INCREASE OF THE MASS OF ABOVE-GROUND ORGANS

In 2014-2016 in the fields of GNU Pervomayskaya selection and experimental station (SES) in the field experiment studied the effect of two processing plants soybean (1st phase of 3 real leaves, 2nd- in the phase of branching) subjects drugs on their growth. It was found that the intensity of plant growth was largely dependent on the type of drug. The most powerful soybean bushes by habitus were formed during treatment of plants with Bigus preparation with the consumption rate of 500 ml/ha (the consumption of the working solution is 200 l / ha). Significantly increased plant height (85,0, in control – 69,7 cm LSD_{05} – 3.5 cm – in the flowering stage; Of 101.3 and 83.8, LSD_{05} – 2.67 g/plant in the fruiting phase), biomass (48,59 and 34,97 g, LSD_{05} – 1.87 g/plant; 68,25 and 50,50, LSD_{05} – 2.67 g) and dry weight (12,27 and 8,63 g, LSD_{05} – 0.47 g; of 20.33 and was 14.27, LSD_{05} – 0.78 g/plant, respectively) above-ground organs, leaf area (cm² 801,2, in control – 672, 1 cm² – in the flowering stage, 719,3 and 565,0 cm² – fruiting stage, respectively).

Key words: soybean, growth regulators, growth activation, height, biomass, dry mass of aboveground organs, leaf surface.

Введение

Соя является источником белка, ряда витаминов группы В, макро- и микроэлементов, олигосахаридов, а также биологически активных веществ. По содержанию белка и незаменимых аминокислот ей нет равных среди зерновых, масличных и бобовых культур [8].

В последние годы для стимулирования роста и развития растений сои, повышения устойчивости к неблагоприятным факторам среды, урожайности и улучшения показателей качества семян в технологии ее возделывания широко используют регуляторы роста [3, 5, 11].

Гормональная регуляция лежит в основе происхождения процессов роста и развития растений. В

целом растениях существуют определенные места синтеза тех или иных гормонов и их транспортировки. Поэтому, применяя искусственные аналоги фитогормонов, важно знать механизм воздействия на тот или иной орган растения и реакцию растения на них. Ранее проведенные исследования показали, что регуляторы роста и развития растений при применении их в технологии возделывания сельскохозяйственных культур (на семенах и растениях), в том числе и сои, активируют ростовые процессы [1, 2, 3, 5, 7].

Известна доминирующая роль регуляторов роста в формировании надземной части растений. Учитывая, что негативно на росте растений сои сказывается переувлажнение, сочетание воздуш-

ной и почвенной засухи, эффективно применять в растениеводстве регуляторы роста, обладающие стрессоустойчивостью [4, 8, 10, 11].

Цель исследований – изучить влияние испытуемых препаратов на рост растений сои; выявить наиболее эффективный препарат из серии испытуемых.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в условиях полевого опыта на полях ФГБНУ Первомайской СОС в 3-польном зерносвекловичном севообороте (соя – озимая пшеница – сахарная свекла) на черноземе типичном слабогумусном сверхмощном.

Почва экспериментального поля имеет среднее содержание гумуса, среднюю нитрификационную способность, повышенное содержание подвижного фосфора, среднее – обменного калия.

Климатические условия в период вегетации в годы исследований (2014-2016 гг.) характеризовались продолжительностью засушливых дней относительно показателей средних климатических норм. И лишь погодные условия в 2016 г. сложились относительно благоприятно для вегетации сельскохозяйственных культур, в том числе сои. За период вегетации (май–сентябрь) выпало 481 мм осадков (многолетняя норма – 282 мм).

Объект исследования – соя сорта Вилана. Среднераннеспелый сорт (период вегетации – 115-118 дней), устойчив к полеганию, к растрескиванию бобов при перестое, к болезням – пепельной гнили и раку стеблей. Семена средней крупности, масса 1000 семян – 160-180 г. Средняя урожайность составила 2,52 т/га. В семенах содержится 39,90-40,85% белка и 21,5-23,4% масла.

Посев проводили пневматической сеялкой точно-го высева ТС М 8000А на ширину междурядий 45 см с нормой высева 350-400 тыс. семян/га. Все агротехнические приемы по посеву и уходу за растениями выполняли по общепринятой для зоны технологии, используемой на ФГБНУ Первомайской СОС.

Учетная площадь делянок – 25 м², повторность – четырехкратная, расположение делянок – систематическое.

Схема опыта включала следующие варианты:

- контроль – без обработки растений;
- опытные варианты – двукратная обработка растений (1-я в фазу трех настоящих листьев, 2-я в фазу ветвления) тремя группами препаратов: техническая янтарная кислота (ТЯК) и Янтарин (раствор препаратов в концентрации 0,01%) – препараты на основе янтарной кислоты; Силк и Вэрва (расход препарата – 100 мл/га) – д.в. тритерпеноиды; Бигус и Гидрогумин (расход препарата – 500 мл/га) – гуминовые препараты. Расход рабочего

раствора – 200 л/га.

Опрыскивание растений проводили согласно схемы опыта, ранцевым опрыскивателем.

Растительные образцы (по 20 типичных растений с варианта опыта) отбирали в фазах цветения и плодоношения для определения показателей роста. В лабораторных условиях определяли высоту растений, сырую (биомассу) и сухую массу (термостатно-весовым методом), число и площадь листьев (методом высечек). Статистическую обработку результатов исследований проводили методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [6].

Результаты и обсуждение

В сложившихся погодных условиях в годы исследований двукратная обработка растений сои исследуемыми препаратами оказала существенное влияние на ростовые процессы (табл. 1). Двукратная обработка растений сои сорта Вилана в фазах 3-х настоящих листьев и ветвления испытуемыми регуляторами роста усилила их рост в высоту (в фазу цветения – 74,7-85,0 см, в контроле – 69,7 см; в фазу плодоношения – 87,1-101,3 см, в контроле – 83,8 см.).

Существенная разница по высоте растений опытных и контрольных вариантов в фазах цветения (74,7-85,0, в контроле – 69,7 см, НСР₀₅ – 3,5 см) и плодоношения (87,1-101,3, в контроле – 83,8 см, НСР₀₅ – 4,2 см) указывает на то, что испытуемые препараты обладают длительным сроком последствия.

Анализ данных таблицы 1 показывает, что как в фазу цветения, так и в фазу плодоношения более активно происходил процесс нарастания биомассы (38,93-48,59, в контроле – 34,97 г/растение; 54,17-68,25 и 50,50 г соответственно) и сухой массы (9,65-12,27 и 8,63, 15,75-20,33 и 14,27 г/растение соответственно) надземными органами в опытных вариантах.

При этом следует отметить (табл. 1), что как нарастание массы (сырой и сухой) надземными органами, так и интенсивность накопления сухого вещества надземными органами растений сои в значительной степени зависит от природы испытуемых препаратов. Наиболее интенсивно ассимиляционные процессы протекали в вариантах с применением гуминовых препаратов Бигус и Гидрогумин (в фазе цветения процент сухого вещества составлял 25,4 и 25,3% соответственно, плодоношения – 29,8 и 29,6%). При применении тритерпеноидов Силк и Вэрва: цветение – по 25,5%, плодоношение – по 29,5% сухого вещества. Наименьшую прибавку сухого вещества показали препараты на основе янтарной кислоты ТЯК и Янтарин: цветение – 24,9 и 25,2%, плодоношение – 29,1 и 29,2%. В контроле по фазам развития (цветение и плодоношение) – 24,9 и 28,3% соответственно.

Учитывая, что у сои прирост сухого вещества

Таблица 1. Влияние обработки растений испытываемыми регуляторами роста на показатели роста растений сои (средние данные, 2014-2016 гг.)

Вариант опыта	Фазы вегетации					
	Цветение			Плодоношение		
	высота растений, см	биомасса, г/растение	сухая масса, г/растение	высота растений, см	биомасса, г/растение	сухая масса, г/растение
Контроль	69,7	34,97	8,63	83,8	50,50	14,27
ТЯК	74,7	38,93	9,65	87,1	54,17	15,75
Янтарин	75,9	41,45	10,38	89,1	58,36	17,01
Силк	78,9	42,16	10,67	89,4	59,75	17,64
Верва	81,1	44,99	11,43	91,7	63,54	18,75
Бигус	85,0	48,59	12,27	101,3	68,25	20,33
Гидрогумин	82,1	47,06	11,86	96,8	66,12	19,56
НСП ₀₅	3,5	1,87	0,47	4,2	2,67	0,78

Таблица 2. Влияние испытываемых препаратов на нарастание листового аппарата растений сои (средние данные, 2014-2016 гг.)

Вариант опыта	Фазы вегетации			
	цветение		плодоношение	
	число листьев, шт.	площадь листьев, см ²	число листьев, шт.	площадь листьев, см ²
Контроль	14,6	672,1	12,1	565,0
ТЯК	16,3	697,7	14,2	572,9
Янтарин	17,4	714,7	14,5	609,0
Силк	18,1	729,9	15,3	616,9
Верва	18,7	748,2	17,0	656,6
Бигус	21,0	801,2	18,5	719,3
Гидрогумин	20,5	782,5	18,0	683,3
НСП ₀₅				

надземными органами вплоть до фазы плодоношения идет параллельно приросту листовой поверхности и высоте растения, интерес представляют данные таблицы 2.

Из данных таблицы 2 видно, что во всех опытных вариантах процесс нарастания листового аппарата шел более активно, чем в контрольном (число листьев в опытных вариантах – 16,3-21,0 шт. и 14,2-18,5 шт., в контрольном – 14,6 и 12,1 шт.; площадь листьев – 697,7-801,2 и 572,9-719,3 см², в контрольном – 672,1 и 565,0 см² по фазам вегетации). Наиболее интенсивно нарастание листового аппарата у растений сои протекает в вариантах с применением гуминовых препаратов (Бигус и Гидрогумин), особенно в варианте с двукратной обработкой растений препаратом Бигус (расход препарата – 500 мл/га, рабочего раствора – 200 л/га), в котором число листьев на растении и их суммарная площадь были

максимальными. Последнее обусловлено механизмом действия препаратов. В указанных вариантах создаются наиболее благоприятные условия режима питания, возрастают жизнеспособность и срок жизни листьев, устойчивость растений к климатическим стрессам (высокие температуры и засуха).

Выводы

Применение в технологии возделывания сои испытываемых регуляторов роста активизирует рост растений в высоту, нарастание биомассы и сухой массы надземными органами и площади листовой поверхности.

Наиболее эффективной оказалась двукратная обработка растений сои (1-я в фазу 3-х настоящих листьев, 2-я – в фазу ветвления) гуминовым препаратом Бигус (норма расхода препарата – 500 мл/га, рабочего раствора – 200 л/га). В указанном варианте формировались наиболее мощные по габитусу кусты.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Барчукова, А. Я. Применение препарата Мелафен в растениеводстве / А. Я. Барчукова, Я. К. Тосунов, Н. В. Чернышева // В монографии: «Мелафен: механизм действия и области применения» / Под ред. С. Г. Фаттахова, В. В. Кузнецова, Н. В. Загоскиной. – Казань: «Печать-Сервис XXI век», 2014. – С. 177-197.
2. Барчукова, А. Я. Влияние препарата АгроСтимул на рост растений риса / А. Я. Барчукова, Н. В. Чернышева, В. А. Бутвина // В сб. «Энтузиасты аграрной науки» по материалам Междунар. конф., посвященной советскому и российскому организатору сельского хозяйства, акад. ВАСХНИЛ и РАН, герою Социалистического труда Трубилина Ивану Тимофеевичу. Науч. ред. А. Х. Шеуджен. – 2016. – С. 120-124.
3. Барчукова, А. Я. Влияние препарата Мелафен на ростовые процессы и фотосинтетическую деятельность растений сои / А. Я. Барчукова, Н. В. Чернышева, А. И. Туриченко // Труды Кубанского аграрного университета. – 2016. – № 62. – С. 61-67.
4. Барчукова, А. Я. Способ повышения зимостойкости озимой пшеницы / А. Я. Барчукова, Н. В. Чернышева, Я. К. Тосунов, К. О. Синяшин // Патент на изобретение RUS 2651814. – 2018.
5. Дирин, В. В. Эффективность препарата Гидрогумин на сое / В. В. Дирин, А. Я. Барчукова, Я. К. Тосунов // Труды Кубанского аграрного университета. – 2016. – № 58. – С. 107-111.
6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов // – Изд. 5-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1985. – 351 с.
7. Косулина, Т. П. Экологически чистые и высокоэффективные регуляторы роста растений / Т. П. Косулина, В. Г. Калашникова, С. В. Маслова, А. Я. Барчукова, Н. В. Чернышева, Т. В. Воскобойникова // Плодородие. – 2006. – № 3. – С. 25.
8. Плешков, Б. П. Биохимия сельскохозяйственных растений / Б. П. Плешков. – М., 1991. – 303 с.
9. Посконин, В. В. Средство, одновременно стимулирующее рост растений и повышающее их устойчивость к засухе / В. В. Посконин, Л. А. Бадовская, Н. И. Ненько, А. Я. Барчукова, В. М. Ковалев // Патент на изобретение RUS 2133092, 1992.
10. Посконин, В. В. Способ повышения посевных качеств семян озимой пшеницы и устойчивости проростков к водному стрессу (засухе) / В. В. Посконин, С. С. Коваленко, Н. И. Ненько, А. Я. Барчукова, Я. К. Тосунов // Патент RUS № 2631690, 2017.
11. Федулов, Ю. П. Устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды: учебное пособие / Ю. П. Федулов, В. В. Котляров, К. А. Доценко, Я. К. Тосунов, А. Я. Барчукова, Ю. В. Подушин, Л. А. Оберюхтина. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 89 с.

Дмитрий Николаевич Записоцкий

Аспирант кафедры физиологии и биохимии растений, факультет агрохимии и защиты растений,
E-mail: dn_zapisotskiy@mail.ru,

Dmitry N. Zapisotsky

Postgraduate student, Department of physiology and biochemistry of plants, faculty of agricultural chemistry and plant protection,
E-mail: dn_zapisotskiy@mail.ru,

Алла Яковлевна Барчукова

Профессор кафедры физиологии и биохимии растений, факультет агрохимии и защиты растений,
E-mail: nv.chernisheva@yandex.ru

Alla Y. Barchukova

Professor, Department of physiology and biochemistry of plants, faculty of agricultural chemistry and plant protection,
E-mail: nv.chernisheva@yandex.ru

Все: ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина»,
ул. Калинина, 13, г. Краснодар,
350044, Россия

All: FSBEI of Higher Education «Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin»,
13 Kalinina, Krasnodar, 350044, Russia

УДК 633.18:574.5:631.6

И. А. Гергель,
Т. Ф. Бочко, канд. биол. наук,
В. В. Гергель,
г. Краснодар, Россия

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВЕННО-МЕЛИОРАТИВНЫХ УСЛОВИЙ В ООО «ЗЕРНОВАЯ КОМПАНИЯ «ПОЛТАВСКАЯ»»

Проведена агроэкологическая оценка земель в ООО «Зерновая компания «Полтавская»» Краснодарского края по уровню засоления почв на площади 648,0 га. Почвенный покров представлен аллювиальными луговыми, луговыми и лугово-болотными почвами. Установлено, что наиболее благоприятными условиями по рассматриваемому почвенно-мелиоративному показателю характеризуются аллювиальные луговые почвы. Для них отмечено фрагментарное проявление повышенного содержания солей в почвенном профиле, которое выявлено на общей площади 15,4 га. Около 25% от площади луговых почв представлено среднесолончаковыми видами. Все массивы лугово-болотных почв являются средне- и сильносолончаковыми. Доля засоленных земель на обследованной территории составляет около 10%. Лимитирование урожайности культур рисовых севооборотов на засоленных участках может составить 10-30%. Для снижения негативного воздействия солей необходима корректировка структуры севооборота в сторону увеличения доли риса.

Ключевые слова: : агроэкологическая оценка земель, почвенно-мелиоративные условия, засоление, тип засоления, лимитирующий фактор, рис, культуры рисового севооборота.

AGROECOLOGICAL EVALUATION OF SOIL-AMELIORATION CONDITIONS IN GRAIN COMPANY «POLTAVSKAYA» LTD

Agroecological evaluation of lands in grain company «Poltavskaya» Ltd., Krasnodar region, on the level of soil salinity on the area of 648.0 hectares was carried out. The soil cover is represented by alluvial meadow, meadow and meadow-boggy soils. It has been established that alluvial meadow soils are characterized by the most favorable conditions for the soil-amelioration index under consideration. For them, a fragmentary manifestation of an elevated salt content in the soil profile was noted, which is revealed on a total area of 15.4 hectares. About 25% of the area of meadow soils is represented by mid-saline species. All massifs of meadow-boggy soils are medium- and strongly saline. The share of saline land in the surveyed area is about 10%. Limitation of productivity of crops of rice crop rotations on saline plots can make 10-30%. To reduce the negative impact of salts, it is necessary to adjust the crop rotation structure towards increasing the proportion of rice.

Key words: agroecological evaluation of lands, soil-amelioration conditions, salinity, type of salinity, limiting factor, rice, crops of rice crop rotation.

Известно, что наиболее полная реализация биологического потенциала сельскохозяйственных культур, получение высококачественной продукции возможно лишь при выращивании в условиях, в максимальной степени отвечающих их требованиям, прежде всего, почвенно-климатическим.

Климатическая обстановка в пределах дельты р. Кубани является благоприятной для выращивания сортов риса отечественной селекции, а также для таких культур рисового севооборота, как озимая пшеница, соя, подсолнечник, люцерна и др. Однако почвенно-мелиоративные условия не всегда в полной мере соответствуют их потребностям, обременены различными факторами, приводящими к снижению урожайности. В дельте р. Кубани одним из таких лимитирующих факторов является засоление. Засолен-

ные почвы занимают 71262 га, что составляет около 13% от общей площади дельты. Большая часть из них представлена слабосолончаковыми (26959 га) и глубокозасоленными (21789 га) видами [3, 9].

Данная работа представляет собой производственную оценку продуктивности земель отдельного рисоводческого предприятия на основе данных по их агроэкологической оценке, о выделении уровней влияния лимитирующих факторов плодородия на каждом почвенном контуре и пределов их реального вовлечения в производство.

На солончаках при большом количестве солей рис растет плохо, но при незначительном их наличии в почве может нормально развиваться и относительно хорошо выносит средnezасоленные почвы [5]. В зависимости от степени и типа засо-

ления снижение урожайности сельскохозяйственных культур может колебаться в широких пределах – от 10-15% до 50% и более. Таким образом, повышенное содержание растворимых солей в почве выступает как лимитирующий фактор. В связи с этим актуальным является выявление засоленных земель в пределах сельскохозяйственных угодий. Наличие такой информации позволит формировать рациональную структуру севооборота, планировать агротехнические мероприятия, снижающие негативное воздействие данного фактора, а также урожайность сельскохозяйственных культур.

Целью исследования являлось изучение распространения засоленных почв на рисовой оросительной системе (РОС) ООО «Зерновая компания «Полтавская»» Красноармейского района в рамках реализации программы по агроэкологической оценке земель хозяйства.

Материал и методы исследования

Исследования проводили на рисовой оросительной системе (РОС) ООО «Зерновая компания «Полтавская»» Красноармейского района на площади 648 га. Почвенный покров исследуемой территории представлен аллювиальными луговыми, луговыми и лугово-болотными типами почв, в которых на более низких таксономических уровнях выделено 19 почвенных разностей.

Для определения показателей агроэкологического качества земель было проведено почвенное обследование с использованием материалов крупномасштабного почвенного картирования и полевого изучения методом почвенных ключей [4]. Образцы для аналитического исследования отбирали послойно по почвенному профилю до глубины 1 м из каждого 20-ти сантиметрового слоя. В них определяли ионный состав солей и сухой остаток в водной вытяжке при соотношении почва: вода 1:5 [2]. Аналитические данные были обработаны методом математической статистики [6].

Результаты и обсуждение

В результате выполненных исследований проведена агроэкологическая оценка земель по методике, разработанной в ФГБНУ ВНИИ риса [1, 7].

Таблица 1. Состав водной вытяжки луговых почв

Глубина отбора, см	Содержание ионов, $\frac{\text{мг-экв. 100 г}}{\%}$							Сумма солей, %
	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	HCO_3^{-}	Cl^{-}	SO_4^{2-}	
0-20	$\frac{1,35}{0,027}$	$\frac{0,55}{0,006}$	$\frac{0,15}{0,003}$	$\frac{0,05}{0,002}$	$\frac{0,30}{0,018}$	$\frac{0,70}{0,024}$	$\frac{1,10}{0,052}$	0,135±0,002
20-40	$\frac{1,40}{0,028}$	$\frac{0,50}{0,006}$	$\frac{0,173}{0,004}$	$\frac{0,05}{0,002}$	$\frac{0,25}{0,015}$	$\frac{0,60}{0,021}$	$\frac{1,27}{0,061}$	0,137±0,012
40-60	$\frac{3,05}{0,061}$	$\frac{0,90}{0,010}$	$\frac{0,36}{0,008}$	$\frac{0,11}{0,004}$	$\frac{0,65}{0,039}$	$\frac{1,50}{0,053}$	$\frac{2,21}{0,106}$	0,284±0,014

В качестве фактора, лимитирующего урожайность культур рисового севооборота, в настоящем сообщении анализировали степень засоления почв.

На основании анализа картографического материала и результатов полевых обследований установлено, что на изученной территории РОС ООО «Зерновая компания «Полтавская»» в почвенном покрове преобладают аллювиальные луговые почвы, которые занимают 499,0 га (77,1%); луговые почвы представлены на площади 127,0 га (19,5%), лугово-болотные – на 22,0 га (3,4%).

По проявлению засоления типы почв различаются между собой. Аналитическими исследованиями установлено, что содержание солей в профиле аллювиальных луговых почв на преобладающей части занимаемой ими площади было низким и колебалось в интервале 0,01-0,11%. Среднесолончаковые и среднесолончаковатые виды представлены лишь фрагментарно, тип засоления – хлоридно-сульфатный. Их суммарная площадь составляет 15,4 га. Таким образом, на аллювиальных луговых почвах, распространенных на обследованной территории РОС ООО «Зерновая компания «Полтавская»», уровень содержания легкорастворимых солей не является фактором, лимитирующим урожайность культур рисового севооборота.

В большей мере засоление распространено на массивах луговых почв. Оно выявлено на четверти площади и представлено среднесолончаковыми видами. Степень засоления возрастает вниз по профилю, от слабой в пахотном и подпахотном горизонтах до средней в нижерасположенной части (таблица 1). По химизму солей оно является хлоридно-сульфатным.

Согласно исследованиям, выполненным во ВНИИ риса, наличие водорастворимых солей в таком количестве может привести к снижению урожайности риса и культур севооборота на 10-30 % [8].

Менее благоприятной почвенно-мелиоративной обстановкой характеризуются лугово-болотные почвы. Они отличаются менее мощным почвенным профилем по сравнению с вышерассмотренными типами и сформированы, как правило, на засо-

Таблица 2. Состав водной вытяжки лугово-болотных почв

Глубина отбора, см	Содержание ионов, $\frac{\text{мг-экв. 100 г}}{\%}$							Сумма солей, %
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	HC _{О3} ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	
0-20	$\frac{0,50}{0,010}$	$\frac{0,15}{0,002}$	$\frac{0,33}{0,007}$	$\frac{0,09}{0,003}$	$\frac{0,12}{0,007}$	$\frac{0,60}{0,021}$	$\frac{0,35}{0,016}$	0,070±0,001
20-40	$\frac{0,70}{0,014}$	$\frac{0,30}{0,003}$	$\frac{0,46}{0,010}$	$\frac{0,08}{0,003}$	$\frac{0,22}{0,015}$	$\frac{0,92}{0,022}$	$\frac{0,40}{0,019}$	0,086±0,009
40-50	$\frac{5,30}{0,106}$	$\frac{1,23}{0,014}$	$\frac{0,59}{0,013}$	$\frac{0,19}{0,007}$	$\frac{0,40}{0,021}$	$\frac{0,50}{0,018}$	$\frac{6,40}{0,307}$	0,486±0,079
50-60	$\frac{6,00}{0,120}$	$\frac{1,50}{0,018}$	$\frac{0,74}{0,017}$	$\frac{0,16}{0,006}$	$\frac{0,40}{0,024}$	$\frac{0,75}{0,026}$	$\frac{7,24}{0,337}$	0,548±0,082
60-80	$\frac{5,63}{0,112}$	$\frac{2,23}{0,024}$	$\frac{0,76}{0,017}$	$\frac{0,19}{0,007}$	$\frac{0,97}{0,039}$	$\frac{0,83}{0,029}$	$\frac{6,80}{0,326}$	0,554±0,122

ленных почвообразующих породах. В связи с этим имеет место поднятие водорастворимых солей с восходящими токами воды в межвегетационный период и, особенно, при выращивании богарных культур рисового севооборота. Эти факторы определили повышенное содержание солей в профиле этих почв (таблица 2). Также следует отметить изменение химизма солей, увеличение отношения Cl : SO₄₂, что повышает их токсическое воздействие. Все лугово-болотные почвы являются средне- и сильносолончаковыми, что приводит к лимитированию урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур. На основании анализа распространения засоленных почв на обследованных участках РОС установлено, что благоприятными условиями для выращивания риса и культур севооборота по данному показателю отличается большая часть земель – 577,3 га или 89,09% от общей площади. На остальной территории наличие водорастворимых солей определяет обстановку, которую следует характеризовать как удовлетворительную. Однако негативное воздействие данного фактора может быть снижено путем регулирования структуры рисового севооборота за счет использования рассоляющего эффекта при возделывании риса. Это может быть достигнуто повышением доли риса в структуре севооборота, в первую очередь, на засоленных участках. Наряду с этим для недопущения повышения содержания солей до критического уровня и своевременной корректировки технологических мероприятий целесообразным является мониторинг за динамикой этого показателя.

Таким образом, обследованная территория рисовой оросительной системы на преобладающей

площади характеризуется достаточно благоприятными почвенными условиями для возделывания риса и культур рисового севооборота, что может обеспечить устойчивое получение урожайности.

Выводы

1. Проведена агроэкологическая оценка земель РОС ООО «Зерновая компания «Полтавская»» Краснодарского края по фактору засоления на площади 648 га. В структуру почвенного покрова входят аллювиальные луговые (77,1%), луговые (19,5%) и лугово-болотные (3,4%) почвы.

2. Наиболее благоприятной почвенно-мелиоративной обстановкой характеризуются аллювиальные луговые почвы, где доля засоленных земель не превышает 3%.

3. На массивах, занятых луговыми почвами, 25% от их площади занято среднесолончаковыми видами с хлоридно-сульфатным типом засоления.

4. Лугово-болотные почвы представлены средне- и сильносолончаковыми видами с хлоридно-сульфатным и сульфатно-хлоридным типами засоления.

5. Благоприятными условиями для выращивания риса и культур севооборота по показателю засоления характеризуются 577,3 га или 89,09% от общей площади обследованных земель. На остальной территории почвенно-мелиоративная обстановка характеризуется как удовлетворительная, и возможно снижение урожайности до 30%.

6. Для снижения негативного воздействия водорастворимых солей на урожайность риса и культур рисового севооборота необходимо повышение доли риса в его структуре до 62,5-75,0%.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Авакян, К. М. Методологические аспекты агроэкологической оптимизации использования природно-ресурсного потенциала рисовых мелиоративных агроландшафтов / К. М. Авакян, Т. Ф. Бочко // Сельскохозяйственная биология. – 2006. № 5. – С. 81-87.
2. Аринушкина, Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 488 с.
3. Бочко, Т. Ф. Систематизация почв рисовых оросительных систем Кубани / Т. Ф. Бочко // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия: Сб. докл. науч.-практ. конф. с междунар. участием Курского отд. МОО «Об-во почвовед. им. В. В. Докучаева», Курск, 22 апреля 2016 г. – Курск: ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ, 2016. – С.54-59.
4. Буданцев, П. Б. Методика крупномасштабного картографирования почв / П. Б. Буданцев. – Воронеж: ВГАУ, 2007. – 75 с.
5. Вальков, В. Ф. Почвенная экология сельскохозяйственных растений / В. Ф. Вальков. – М.: Агропромиздат, 1986. – 208 с.
6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1979 – 416 с.
7. Провести агроэкологическую типизацию земель стародельтового и внедельтового агроландшафтов: Отчет о НИР (промежуточный) / ВНИИ риса; рук. Бочко Т. Ф., исполн.: Авакян К. М. – Краснодар, 2006. – 54 с.
8. Провести анализ влияния лимитирующих факторов на агроэкологическое качество земель РОС и разработать методические указания по снижению их действия. Выполнить агроэкологическую типизацию земель для рисосеющего хозяйства: Отчет о НИР (промежут.) / ВНИИ риса; руковод. работы Т.Ф. Бочко, исполн. К. М. Авакян. – Краснодар, 2009 – 95 с.
9. Суетов, В. П. Засоление рисовых почв низовий реки Кубани / В. П. Суетов, И. Д. Черниченко, О. А. Досеева, Ю. А. Ткаченко, Н. А. Гусева // Научное обеспечение агропром. комплекса: Матер. 4-й регион. науч.-практ. конф. молодых ученых – Краснодар, 2002. – С. 165-166.

Ирина Анатольевна Гергель

Научн. сотр. лаборатории земледелия
ФГБНУ «ВНИИ риса»,
Белозерный, 3, г. Краснодар, 350921, Россия,
E-mail: merirka@mail.ru

Irina A. Gergel

Scientist of laboratory of agronomy
All-Russian Rice Research Institute
3 Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia

Татьяна Федоровна Бочко

Доцент кафедры геоэкологии
и природопользования ИГГТиС

Tatyana F. Bochko

Assistant professor, chair of geoecology and nature
management

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
университет»,
ул. Ставропольская, 149, г. Краснодар, 350040,
Россия,
E-mail: bochko_tatiana@mail.ru,

FSBEI of Higher Education «Kuban State University»
149 Stavropolskaya, 350040, Russia,

Виктор Викторович Гергель

Мл. научн. сотр. лаборатории земледелия

Victor V. Gergel

Junior scientist of laboratory of agronomy

ФГБНУ «ВНИИ риса»,
Белозерный, 3, г. Краснодар, 350921, Россия,
E-mail: merirka@mail.ru

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

УДК 631.431.73

М. И. Чеботарёв, д-р техн. наук, профессор,
И. В. Масиенко,
Г. А. Григорян,
В. С. Грицунов,
г. Краснодар, Россия

ВЫБОР ТИПА ДВИЖИТЕЛЕЙ РИСОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Статья посвящена обоснованию типа движителей рисоуборочных машин при уборке риса. Описан процесс уборки риса, указано, что в условиях Кубани выбор способа уборки зерна и незерновой части урожая ограничиваются несущей способностью почвогрунтов. Разработана математическая модель, позволяющая учесть основные параметры рисоуборочных комбайнов при определении глубины колеи в период уборки риса. Для получения математических зависимостей влияния конструктивных параметров и реологических свойств почвы на глубину колеи был проведен вычислительный эксперимент, который позволил обосновать массу комбайна в зависимости от фактической несущей способности почвогрунтов в период уборки риса для условий Краснодарского края.

Ключевые слова: рис, уборка, комбайн, несущая способность грунта, степень воздействия движителей, глубина колеи, штамп-деформатор, пятно контакта, конструктивная масса уборочной машины.

THE RATIONALE FOR THE SELECTION OF THE PROPULSION TYPE RICE HARVESTER

The article is devoted to the substantiation of the type of propellers of rice harvesting machines. The process of rice harvesting is described, it is indicated that in the conditions of Kuban the choice of the method of grain harvesting and the non-grain part of the crop is limited by the bearing capacity of soils. The developed mathematical model allows to take into account the basic parameters of rice combine harvesters in the determination of the depth gauge in the harvesting of rice. To obtain mathematical dependences of the influence of design parameters and rheological properties of the soil on the depth of the track, a computational experiment was conducted, which allowed to justify the mass of the combine depending on the actual bearing capacity of soils during rice harvesting for the conditions of the Krasnodar region.

Key words: rice, cleaning, harvester, bearing capacity of the soil, the degree of impact of the propellers, depth gauge, stamp-deformer, contact spot, constructive weight of the harvesting machine.

Уборка риса в Краснодарском крае, как правило, проходит в сложных почвенно-климатических условиях и существенно отличается от уборки зерновых культур. Это обусловлено технологией возделывания риса и его биологическими особенностями. Рисовые чеки в течение вегетационного периода риса (115-125 дней) находятся под слоем воды. Почва перед началом уборочных работ имеет повышенную влажность, зачастую переувлажнена. Период уборки приходится на осенние месяцы, сентябрь–ноябрь, когда температура воздуха не обеспечивает подсыхание почвы, возможны обильные осенние осадки.

Указанные особенности влияют на выбор способа уборки риса – прямое или раздельное комбайнирование, существенно ограничивают возможности использования рисоуборочных комбайнов на колесном ходу, усложняют уборку незерновой части урожая, проведение послеуборочных работ и обработку почвы (рисунок 1).

Критерием оценки возможности использования на уборке риса комбайнов на пневматических ши-

нах в этом случае является несущая способность почвогрунтов рисовых чеков.

Учету несущей способности почвогрунтов при уборке риса практически не уделяется должного внимания, хотя между ней и проходимостью уборочных машин существует жесткая корреляционная связь.

Зная несущую способность почвогрунта в чеке, физико-механические свойства почвы и ее показатели после сброса воды перед уборкой, массу уборочных машин, можно заранее спрогнозировать возможность использования наиболее эффективных способов уборки риса и его незерновой части.

Таким образом, условием правильности выбора уборочных машин и, в первую очередь, типа их движителя, с учетом фактического состояния почвогрунтов и определения возможности применения энергонасыщенных рисоуборочных комбайнов, осуществляющих функции обмолота риса и измельчения рисовой соломы, является несущая способность почвогрунтов, P_s . Главным конструктивным параметром рисоуборочной машины,



Рисунок 1. Поверхность рисового чека после уборки риса рисоуборочным комбайном с измельчителем

определяющим возможность ее использования в конкретном чеке, в данном случае становится удельное давление движителя на почву; p – характеристика, показывающая нагрузку машины на единицу площади поверхности чека. Два этих показателя – несущая способность и удельное давление движителя на почву – взаимосвязаны друг с другом. Зная несущую способность, можно определить значение допустимого давления движителя на почву и наоборот, зная массу рисоуборочного комбайна, можно определить глубину образования колеи и возможность его использования на уборке риса. Это позволяет в необходимых случаях предусмотреть ряд технологических и организационных мер, в первую очередь, таких, как увеличение площади опорной поверхности движителей за счет использования гусеничных и полугусеничных их типов или снижение массы комбайна путем демонтажа с машины дополнительных приспособлений (измельчитель соломы, копнитель и др.).

Несущая способность почвогрунтов определяется не только их физико-механическими свойствами, но и геометрическими параметрами штампа-деформатора (в частности, колесного, полугусеничного или гусеничного движителей) [1, 9]. В этой связи при определении несущей способности почвогрунтов рисовых оросительных систем в период уборки риса следует рассматривать процесс воздействия движителей рисоуборочных машин на почву с учетом их массы и характерных типов и размеров движителей.

Принимая в качестве оценочного показателя несущей способности почвогрунтов допускаемую глубину колеи после прохода уборочной машины, можно разработать математическую модель, позволяющую проводить расчет глубины колеи, образующейся под воздействием эластичного колесного движителя, с учетом свойств почвогрунта и параметров движителя.

В качестве основы математической модели нами

принята формула профессора Я. С. Агейкина [1, 8, 9], связывающая глубину колеи, параметры нагрузки и физико-механические свойства почвогрунта:

$$h = \frac{p_s p J a b \arctg\left(\frac{H-h}{ab}\right)}{(p_s - p)E}, \quad (1)$$

где p_s – несущая способность почвогрунта;

p – среднее по пятну контакта давления движителя на почвогрунт;

J – коэффициент учета геометрии пятна контакта;

a – коэффициент учета толщины деформируемого почвогрунта;

b – осредненная ширина пятна контакта движителя с почвогрунтом;

H – толщина деформируемого слоя почвогрунта;

E – модуль деформации почвогрунта

Среднее значение ширины пятна контакта движителя с почвогрунтом рассчитывается по формуле:

$$b = B + \frac{10hh_z}{1-h+H_T-h_z}, \quad (2)$$

где B – ширина шины;

H_T – высота шины ($0,75B$);

h – глубина колеи;

h_z – радиальная деформация шины при качении по почвогрунту.

Для расчета радиальной деформации шины используется формула:

$$h_z = \frac{G_w}{\pi d p_w}, \quad (3)$$

где G_w – нагрузка на колесо;

p_w – внутреннее давление в камере шины;

d – диаметр колеса машины.

Для расчета параметра J , учитывающего геометрию пятна контакта, используется формула:

$$J = \frac{0,3b+l}{0,6b+0,43l}, \quad (4)$$

где l – средняя длина пятна контакта движителя с грунтом.

Средняя длина пятна контакта движителя с грунтом рассчитывается по формуле:

$$l = \sqrt{dh_z - h_z^2} + \sqrt{d(h_z + h) - (h_z + h)^2}, \quad (5)$$

Коэффициент учета толщины деформируемого слоя почвогрунта находится по формуле:

$$a = \frac{0,64H + 0,64b}{H}, \quad (6)$$

Среднее давление в пятне контакта движителя на почвогрунт определяется по формуле:

$$p = \frac{G_w k_d}{b l k_f}, \quad (7)$$

где k_d – коэффициент динамичности нагрузки,
 k_f – коэффициент жесткости почвогрунта, позволяющий учесть влияние модуля деформации почвогрунта на форму пятна контакта.

Коэффициент динамичности нагрузки k_d можно найти с учетом скорости движения машины V и реологического параметра почвогрунта – времени релаксации напряжений t_p :

$$k_d = \frac{l}{l + V t_p}, \quad (8)$$

При этом время релаксации напряжений равно:

$$t_p = 0,0083\varphi^{-1}, \quad (9)$$

где φ – угол внутреннего трения почвогрунта:

Коэффициент жесткости почвогрунта рассчитывается по формуле (модуль деформации E здесь имеет размерность МПа) [2].

$$k_f = 0,8949E^{-0,12}, \quad (10)$$

Несущая способность почвогрунта зависит от ряда факторов, включающих как физико-механические свойства почвогрунта, так и параметры взаимодействия с ним движителя.

В общем виде уравнение для определения несущей способности почвогрунта записывается в виде:

$$p_s = p_{s0} a_z, \quad (11)$$

где p_s – несущая способность слоя почвогрунта;

p_{s0} – несущая способность слоя почвогрунта неограниченной толщины;

a_z – коэффициент учета толщины деформируе-

мого слоя.

Коэффициент a_z рассчитывается по формуле:

$$a_z = 1 + \frac{H^* h}{2H(H - h - 0,25H^*)}, \quad (12)$$

где H^* – вспомогательный коэффициент:

$$H^* = \frac{\sqrt{2}}{2} \exp \left[\left(\frac{\pi}{4} + \frac{3\varphi}{4} \right) \operatorname{tg} \frac{3\varphi}{4} \right] b \cos \frac{3\varphi}{4} \operatorname{tg} \varphi, \quad (13)$$

Несущая способность слоя почвогрунта неограниченной толщины оценивается зависимостью:

$$p_{s0} = 0,5J_1 K_1 N_1 \gamma b + N_2 \gamma h + J_3 K_3 N_3 C, \quad (14)$$

где K_1, K_3 – коэффициенты учета отклонения направления результирующей нагрузки от нормали к поверхности почвогрунта,

J_1, J_3 – коэффициенты учета геометрии пятна контакта,

N_1, N_2, N_3 – коэффициенты учета внутреннего трения почвогрунта,

γ – плотность почвогрунта,

C – удельное внутреннее сцепление почвогрунта.

Коэффициенты учета геометрии пятна контакта рассчитываются по формулам:

$$J_1 = \frac{l}{l + 0,4b}, \quad (15)$$

$$J_3 = \frac{l + b}{l + 0,5b}, \quad (16)$$

Коэффициенты учета внутреннего трения почвогрунта определяется по формуле:

$$N_1 = \frac{1 - S^4}{S^3}, \quad (17)$$

$$N_2 = \frac{1}{S^2}, \quad (18)$$

$$N_3 = \frac{2(1 + S^4)}{S^3}, \quad (19)$$

где S^2, S^3, S^4 – вспомогательный коэффициент учета внутреннего трения почвогрунта.

$$S = \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right), \quad (20)$$

Коэффициенты учета отклонения направления результирующей нагрузки от нормали к поверхности почвогрунта находятся по следующим формулам:

$$K_1 = \frac{\pi - 4(\beta + \alpha) \operatorname{tg} \varphi}{\pi + 4(\beta + \alpha) \operatorname{tg} \varphi}, \quad (21)$$

$$K_3 = \frac{3\pi - 2(\beta + \alpha)}{3\pi + 2(\beta + \alpha)}, \quad (22)$$

где α – угол наклона поверхности движения относительно горизонта (задается как исходная величина),

β – угол отклонения результирующей нагрузки от нормали, вызванного касательными напряжениями.

Угол β определяется по формуле:

$$\beta = \arctg\left(\frac{\tau}{p}\right), \quad (23)$$

где τ – касательная нагрузка.

Для оценки касательной нагрузки используют формулу:

$$\tau = \frac{jG(pt \operatorname{tg} \varphi + C_t - C_j)}{t(pt \operatorname{tg} \varphi + jG + C_t + C_j)}, \quad (24)$$

где G – модуль сдвига почвогрунта,

t – шаг грунтозацепов движителя,

j – сдвиговая деформация почвогрунта.

Оценка сдвиговой деформации почвогрунта рассчитывается по формуле [4]:

$$j = 1,33l^{0,55}S^{1,46}, \quad (25)$$

где S – коэффициент буксования движителя.

С учетом формул 1-25 нами разработана математическая модель, позволяющая учесть основные параметры рисоуборочных комбайнов при расчете глубины колеи. В качестве исходных данных использовались:

– свойства почвогрунта по трассе движения: модуль деформации E , внутреннее сцепление C , угол внутреннего трения φ , удельный вес почвы γ , модуль сдвига G , толщина деформируемого слоя H , угол наклона α [3, 6];

– характеристики движителя и его взаимодействия с почвогрунтом: приведенная нагрузка G_w , внутреннее давление в шине p_w , ширина шины B , высота шины H_r , диаметр колеса d , коэффициент буксования S , поступательная скорость машины v , шаг грунтозацепов t [4, 9, 10, 11, 12, 13].

Неучтенные свойства почвогрунта выражались через модуль деформации по формулам:

$$H = 0,4714E^{-0,479}, \quad (26)$$

$$C = 10,774E^{0,7737}, \quad (27)$$

$$\varphi = 13,669E^{0,1818}, \quad (28)$$

$$\gamma = 8,4008E^{0,1168}, \quad (29)$$

$$G = 0,242E^{-0,422}, \quad (30)$$

После проведенных исследований было установлено, что ряд факторов являются незначительными. Так, на глубину колеи не оказывает заметного влияния коэффициент буксования S , шаг грунтозацепов t , скорость поступательного движения колеса v .

С учетом этого глубина колеи после однократного прохода колесного движителя h , с учетом предыдущих выражений, определится по формуле:

$$h = 0,015 \frac{p_w^{0,23} G_w^{1,5}}{E^{1,7} B^{2,1} d^{0,6}}, \quad (31)$$

Для использования полученных зависимостей в практических расчетах при оценке влияния факторов на глубину образуемой уборочным средством колеи и несущую способность почвогрунта для условий рисоводства Краснодарского края выполняются расчеты.

Для этого устанавливаем диапазон изменения исходных значений рассчитываемых величин в период уборки риса, принимая во внимание параметры используемых в настоящее время рисоуборочных комбайнов:

– модуль деформации почвогрунта, E – 2,6-3,0 МПа;

– ширину колеса B . У основной части рисоуборочных комбайнов, имеющих колесный ход, она составляет 0,6 м (TORUM-740, TUKANO, MASSEJ-FERGUSON и др.) [14];

– давление в шинах p_w – не более 0,3 МПа, т. к. с увеличением давления в шинах снижается поверхность пятна контакта с почвой и увеличивается глубина колеи [14];

– приведенная нагрузка на колесо, G_w – от 2,5-5,0 т, что соответствует массе комбайнов – 10-20 т [7, 15, 16];

Результаты выполненных расчетов глубины колеи h , образуемой рисоуборочной машиной, представлены в таблице 1.

Полученные значения глубины колеи h от движителей рисоуборочной машины для наглядности представлены на графике (рисунок 2).

Анализируя график и учитывая агротребования, предъявляемые к процессу уборки риса (колея после прохода рисоуборочного комбайна на колесном ходу не должна превышать 30 мм), можно сделать вывод, что масса комбайна при модуле упругости почвогрунта E от 2,6 до 3,0 МПа, характерном для почв рисовых оросительных систем Краснодарского края, не должна превышать 3,3-3,8 т на одно колесо при общей массе комбайна 13,2-15,2 т. В то же время более 90% рисоуборочных комбайнов, участвующих в уборке риса в настоящее время, имеют массу от 15 до 20 т. Это обусловлено тем, что в их конструкции при проектировании закла-

Таблица. Глубина колеи h от движителей при различных значениях нагрузки на колесо и модуля деформации

Нагрузка на колесо G_w , т.	Глубина колеи h в зависимости от модуля деформации E , мм		
	2,6 МПа	2,8 МПа	3,0 МПа
2,5	19	17	15
3,0	26	22	20
3,5	32	28	25
4,0	39	35	31
4,5	47	42	37
5,0	55	48	43

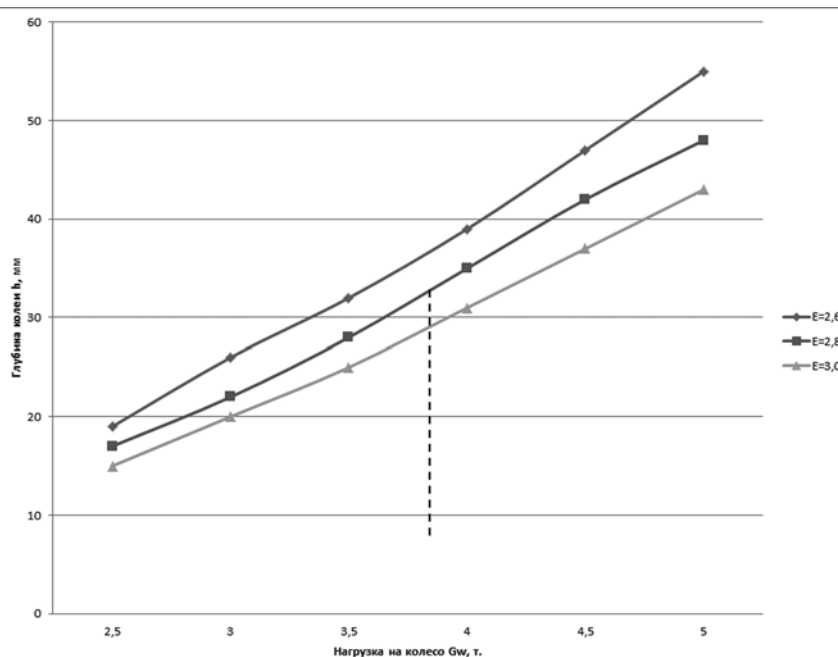


Рисунок 2. Зависимость глубины колеи h от нагрузки на колесо G_w и от модуля деформации E

дывается возможность использования комбайна для измельчения соломы одновременно с обмолом риса. Измельчение рисовой соломы требует, по данным испытаний, увеличения мощности двигателя комбайна на 30–40%, а это, в свою очередь, приводит к увеличению массы комбайна на 25–30%.

Вывод

1. При оценке возможности использования рисоуборочных комбайнов, имеющих различные типы движителей, в рисоводстве необходимо учитывать несущую способность почвогрунтов рисовых оросительных систем.

2. Выбор типа движителя целесообразно осуществлять в зависимости от возможной глубины колеи, образуемой после прохода уборочной машины.

3. Для исключения колеообразования, превышающего агротребования, при проходе уборочных средств необходимо максимально снижать их эксплуатационную массу до 12–15 т за счет исключения таких функций, как измельчение соломы, снижение объема бункера зерна, использование современных полимерных материалов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Агейкин, Я. С. Вездеходные колесные и комбинированные движители: теория и расчет / Я. С. Агейкин. – М.: Машиностроение, 1972. – 184 с.
2. Иванов, В. А. Уточненные зависимости для расчета сдвиговой деформации лесного почвогрунта по величине буксования и параметрам пятна контакта / В. А. Иванов, А. М. Хахина, В. В. Устинов, Р. К. Коротков // Системы. Методы. Технологии. – 2015. – № 4 (28). – С. 116–120.
3. Масиенко, И. В. Качественные показатели измельчения рисовой соломы роторными комбайнами / И. В. Масиенко, М. И. Чеботарёв // В сб. «Научное обеспечение агропромышленного комплекса». Сборник статей по материалам X Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 120-летию И. С. Косенко. Отв. за вып. А. Г. Кощаев. – 2017. – С. 580–581.

4. Масиенко, И. В. Измельчение рисовой соломы для последующей заделки ее в почву разработанным прицепным измельчителем / И. В. Масиенко, В. В. Масиенко // В сб. «Научное обеспечение агропромышленного комплекса». Отв. за вып. А. Г. Кощаев. ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет». – 2016. – С. 214-216.
5. Масиенко, И. В. Модернизация прицепного измельчителя для утилизации рисовой соломы / И. В. Масиенко // В сб. «Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий». Материалы XX Международной научно-производственной конференции. – 2016. – С. 47-48.
6. Савин, И. Г. Организация инженерно-технической инфраструктуры регионального АПК / И. Г. Савин, М. И. Чеботарев, А. В. Андреев и др. – Краснодар, 2017. – С. 198.
7. Савин, И. Г. Технология ремонта машин / И. Г. Савин, М. И. Чеботарев, Ю. Д. Янчин, С. А. Дмитриев, И. В. Масиенко // Под редакцией Савина И. Г. – Краснодар, 2013. – С. 102.
8. Хахина, А. М. Влияние модуля деформации на форму пятна контакта движителя с почвогрунтом / А. М. Хахина, В. В. Устинов // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2015. – Т. 3. – № 9-2(20-2). – С. 287-290.
9. Хитров, Е. Г. Расчет глубины колеи колесного движителя лесных тракторов на склонах / Е. Г. Хитров, И. М. Бартенев // Технологии. Машины и оборудование. Лесотехнический журнал. – 2016. – № 4. – С. 233-239.
10. Чеботарёв, М. И. Утилизация рисовой соломы путем измельчения и расщепления штифтово-ножевым барабаном / М. И. Чеботарёв, И. В. Масиенко, В. В. Масиенко, Г. А. Григорян // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 133. – С. 486-497.
11. Чеботарёв, М. И. Мобильный измельчитель рисовой соломы / М. И. Чеботарёв, И. В. Масиенко // В сб. «Научное обеспечение производства сельскохозяйственных культур в современных условиях». Международная научно-практическая конференция. – 2016. – С. 233-238.
12. Чеботарёв, М. И. Эффективность различных способов утилизации рисовой соломы / М. И. Чеботарев, И. В. Масиенко, В. В. Масиенко // В сб. «Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК». Сборник научных статей XII Международной научно-практической конференции, в рамках XVIII Международной агропромышленной выставки «Агроуниверсал – 2016». – 2016. – С. 304-311.
13. Чеботарёв, М. И. Выбор рационального способа измельчения рисовой соломы / М. И. Чеботарёв, И. В. Масиенко, И. В. Метлев // В сб. «Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК». XI Международная научно-практическая конференция, посвященная 65-летию факультета механизации сельского хозяйства, в рамках XVII Международной агропромышленной выставки «Агроуниверсал-2015». – 2015. – С. 53-56.
14. Чеботарёв, М. И. Проблемы утилизации рисовой соломы / М. И. Чеботарёв, И. В. Масиенко // Сельский механизатор. – 2015. – № 2. – С. 18-19.
15. Чеботарёв, М. И. Технологические аспекты утилизации рисовой соломы в рисоводстве Краснодарского края / М. И. Чеботарев, И. В. Масиенко // Рисоводство. – 2014. – № 2 (25). – С. 31-35.
16. Чеботарёв, М. И. Выбор рационального способа измельчения рисовой соломы / М. И. Чеботарёв, И. В. Масиенко // Рисоводство. – 2010. – № 16. – С. 97-101.

Михаил Иванович Чеботарёв

Профессор кафедры

E-mail: mikhail.chebotarev.2017@mail.ru,

Mikhail I. Chebotarev

Professor departments,

Иван Викторович Масиенко

Ст. преподаватель

E-mail: ivan.masienko@yandex.ru,

Ivan V. Masienko

Senior lecturer departments,

Гарик Артурович Григорян

Студент

E-mail: Garik679992@gmail.com,

Garik A. Grigoryan

Student,

Владислав Сергеевич Грицунов

Студент

E-mail: Gritsunov.vlad@yandex.ru

Vladislav S. Gritsunov

Student

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

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

УДК 57.085.2

Е. Г. Савенко, канд. биол. наук,
Ж. М. Мухина, д-р биол. наук,
В. А. Глазырина,
Л. А. Шундрин,
г. Краснодар, Россия

МИКРОКЛОНАЛЬНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ *BRASSICA OLERACEA* L.

Микроклональное размножение используют для быстрого получения неполовым путем растений, идентичных исходным, за счет высокого коэффициента размножения. В экспериментах выявлены продуктивные экспланты вегетирующих растений капусты белокочанной *Brassica oleracea* L. для микроклонального размножения.

Экспериментально подобраны стерилизующие агенты, эффективно освобождающие экспланты от бактериальной и грибковой инфекции с сохранением их жизнеспособности. Детализирован состав питательных сред, стимулирующих индукцию процессов каллусо-, органогенеза и соматического эмбриогенеза с последующей регенерацией растений.

Получены и адаптированы к условиям *ex vitro* пробирочные растения.

Ключевые слова: капуста белокочанная, микроклональное размножение *in vitro*, искусственные питательные среды, фитогормоны, каллусогенез.

MICROPROPAGATION OF CABBAGE *BRASSICA OLERACEA* L.

Microclonal reproduction is used for rapid production of plants identical to the original due to the high multiplication factor by non-sex method. In the experiments, the productive explants of vegetative plants of the cabbage *Brassica oleracea* L., for use in micropropagation were identified.

Sterilizing agents that effectively release explants from bacterial and fungal infection while maintaining their viability were selected experimentally. The composition of nutrient media stimulating induction of callus, organogenesis and somatic embryogenesis processes with subsequent plant regeneration is detailed.

Test tube plants were obtained and adapted to *ex vitro* conditions.

Key words: white cabbage, micropropagation, *in vitro*, artificial culture medium, plant hormones, callusogenesis.

Клональное микроразмножение аналогично вегетативному размножению с той разницей, что оно происходит в пробирке в асептических условиях *in vitro*, где из клеток изолированных тканей можно получать большое количество растений [3]. В настоящее время этот метод активно используется в практических селекционных программах, т. к. имеет ряд преимуществ перед существующими традиционными способами размножения:

- высокий коэффициент размножения (104-106);
- сокращение продолжительности селекционного процесса;
- возможность проведения работ в течение всего года [4].

Индукция каллуса зависит от типа экспланта, который должен находиться в соответствующем биологическом состоянии. Более пригодны для получения каллусной культуры молодые ткани с высоким уровнем метаболизма [5].

На первом этапе исследований проводили определение типа эксплантов для введения в культуру *in vitro*.

Отбор эксплантов осуществляли в теплице с вегетирующих растений капусты белокочанной. В качестве объектов исследований использовали бутоны < 6 и > 6 мм, сегменты соцветия, цветоножки и молодые соцветия с бутонами 2-3 мм капусты белокочанной.

Важным условием для получения первичного каллуса и дальнейшего его культивирования является строгое соблюдение стерильности. Методика стерилизации эксплантов разрабатывалась экспериментально применительно к объектам исследования. Лучшие результаты по выходу стерильных эксплантов получены при использовании следующей схемы:

- промывка эксплантов в мыльном растворе;
- обработка 70%-ным спиртом в течение 2-х минут;
- стерилизация коммерческим препаратом Белизна 1:1 в течение 15 минут;
- трехкратная промывка стерильной водой.

Цель исследований – разработать эффективный регламент для стимуляции процессов морфо-

генеза в культуре соматических тканей *in vitro* капусты белокочанной.

Материалы и методы

Материалом исследований послужили вегетирующие растения гибрида капусты белокочанной № 24, выращенные в условиях теплицы. Перед введением в культуру *in vitro* экспланты хранили в условиях *in situ* (в холодильной камере) при температуре 8-10 °C в течение 1-2 суток.

Результаты исследований.

Выход стерильных эксплантов при введении в культуру *in vitro* зависел от типа изучаемых объектов капусты белокочанной (рис. 1).

Наибольшее количество эксплантов, пораженных бактериальной и грибковой инфекцией (38,2%), наблюдалось при использовании полураскрытых бутонов, размер которых превышал 6 мм. При употреблении для микрোকлонального размножения бутонов < 6 мм и цветоложа капусты белокочанной стерильными в культуре *in vitro* оставались 96,8% и 95,0% эксплантов соответственно.

Для образования каллусной ткани *in vitro* клетки экспланта должны дедифференцироваться, т. е. утратить специфические характеристики исходной ткани. Начало каллусогенеза инициирует добавление в среду экзогенных гормонов [1, 2]. Учитывая, что каждый конкретный вид растений, используемых в биотехнологии, строго избирателен к питательным элементам, следующим этапом исследований было создание условий *in vitro* для дедифференцировки растительных клеток и превращения их в каллусные. Образование и рост каллусной культуры регулировали введением стимуляторов роста (ауксины, цитокинины): 0,1 мг/л α -НУК; 1,0 мг/л 6-БАП; 1,0 мг/л ИМК в среду, содержащую

минеральные соли по прописи Мурасига и Скуга и 120 г/л сахарозы и 8 г/л агар-агара.

Большинство тканей обладают физиологической полярностью, поэтому важно правильно ориентировать экспланты в пространстве при переносе их на питательную среду. Все используемые экспланты размером 3,0-7,0 мм и сегменты растений размером 1,0-3,5 см располагали вертикально для лучшего образования каллуса, погружив в агар-агар конец, который на материнском растении обращен к корню. Каллус более интенсивно образовывался на этой стороне экспланта.

Процессы индукции каллусообразования на срезах сегментов соцветий и молодых соцветий с бутонами 2-3 мм наступали на 7-е сутки.

На 15-е сутки появлялся каллус на бутонах > 6 мм, который образовывался из цветоложа, завязи или цветоножки.

Инициация каллуса из бутонов меньше 6 мм происходила из цветоложа и завязи на 14-15 сутки.

Новообразования при культивировании цветоложа появлялись через две недели после помещения на питательную среду.

Диаметр новообразований составлял 3-10 мм. Каллусные ткани были среднеплотными и плотными светлых оттенков. При культивировании цветоложа зафиксировано появление каллуса зеленого цвета.

Отмечены различия по частоте новообразований у разных эксплантов. Каллус на месте среза у сегментов соцветий без бутонов и молодых соцветий с бутонами 2-3 мм индуцировался в 100% случаев, т. е. каждый эксплант дал каллус. Бутоны < 6 мм и > 6 мм реализовали свой потенциал в 75,6% и 76,4% случаях соответственно. При использова-

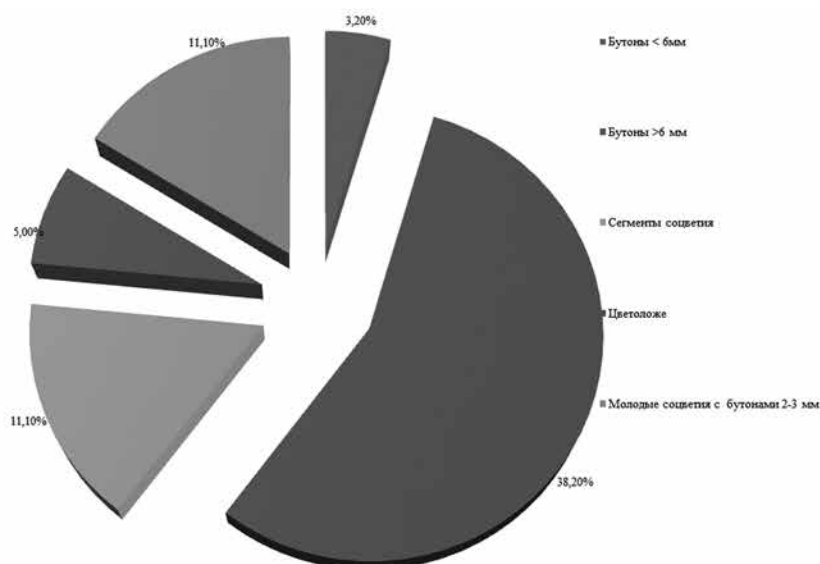


Рисунок 1. Влияние стерилизации на выход неинфицированных эксплантов при введении в культуру *in vitro* разных объектов капусты белокочанной, %

Таблица 1. Каллусогенез эксплантов капусты белокочанной, %

Тип экспланта	Каллусогенез, %
Бутоны < 6 мм	75,6
Бутоны > 6 мм	76,4
Сегменты соцветия без бутонов	100,0
Цветоложе	87,5
Молодые соцветия с бутонами 2 -3 мм	100,0
HCP ₀₅ = 2,36	

нии цветоложа каллусообразование наблюдали у 87,5% эксплантов (табл. 1).

На следующем этапе важно достичь получения максимального количества микроклонов. Для индукции органо- и эмбриогенеза из каллуса, как и на первом этапе, использовали питательную среду по рецепту Мурасига и Скуга. Для стимуляции интенсивной регенерации побегов растений вводили 1,0 мг/л 6-БАП. Учитывая, что присутствие 6-БАП оказывало ингибирующее действие на процесс корнеобразования, в среду добавляли ауксин 0,5 мг/л ИУК и 0,1 мг/л α -НУК, также использовали гиббереллиновую кислоту в концентрации 0,05 мг/л. Количество сахара снижено до 30,0 г/л, РН = 6,5.

На указанной регенерационной среде на 6–10-е сутки (в зависимости от экспланта) каллус приобретал признаки морфогенного (соматический эмбрио- и органогенез), на 14-20-е сутки отмечена регенерация растений.

Максимально высокие показатели в реализации регенерационных потенциалов отмечены у каллусов, индуцированных из сегментов соцветий без бутонов (94,4%) и цветоложа (90,2%) (рис. 2). Каллусы,

полученные из бутонов < 6 мм, обладали регенерационным потенциалом только на 61,1%, но они раньше других приобрели морфогенные признаки. В результате из него на 5-6 дней раньше развивались побеги микроклонов.

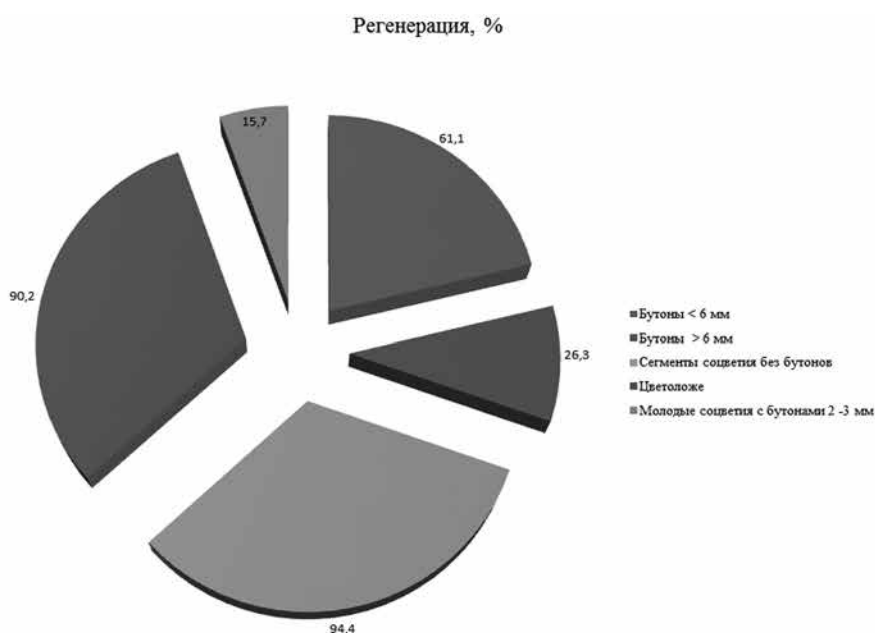
На этапе укоренения микропобегов в питательной среде МС снижали концентрацию сахара до 2,0%, полностью исключили цитокинины, в качестве стимулятора корнеобразования добавляли ИУК в концентрации 0,5 мг/л.

По мере развития корневой системы побеги извлекали из колб/пробирок, промывали в стерильном дистилляте для удаления агар-агара, делали резекцию корня на 1-2 см и помещали в специальный питательный грунт в пластиковые контейнеры и адаптировали к условиям *ex vitro* в культуральной комнате или в камерах с контролируемыми условиями.

Выводы

Каллусную ткань с последующей регенерацией растений *in vitro* можно получить практически из любой живой ткани растения.

Эффективность индукции каллуса зависит от

**Рисунок 2. Регенерация в культуре соматических тканей**

типа и возраста экспланта.

Наиболее продуктивными эксплантами при микроклональном размножении от вегетирующих растений капусты белокочанной оказались сегменты соцветий без бутонов, бутоны < 6 мм, молодые соцветия с бутонами 2-3 мм и цветоложе в связи со значительным выходом стерильных объектов и высокой способностью к индукции процессов каллусообразо-

вания с последующей регенерацией растений.

Полураскрытые бутоны размером > 6 мм менее пригодны ввиду большого количества в культуре *in vitro* инфицированных эксплантов.

Получены пробирочные растения, адаптированные к условиям *ex vitro*.

(Исследование выполнено в рамках гранта РФФИ р_юг_а 16-44-230519)

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бутенко, Р. Г. Культура изолированных клеток и тканей в селекции растений / Р. Г. Бутенко, Г. И. Тихонович и др. // Основы сельскохозяйственной биотехнологии. – 1990. – С. 162-165.
2. Бутенко, Р. Г. Технология массового получения регенерантов из соматических тканей *in vitro* / Р. Г. Бутенко. – М., 1970. – С. 154-228.
3. Дитченко, Т. И. Культура клеток, тканей и органов растений / Т. И. Дитченко // Курс лекций. – Минск: БГУ, 2007. – 102 с.
4. Этапы микроклонального размножения растений (Электронный ресурс) // <http://mydocx.ru/7-103352.html>
5. Этапы микроклонального размножения растений (Электронный ресурс) // <http://mydocx.ru/7-103353.html>

Елена Георгиевна Савенко

Ст. научн. сотр. лаборатории биотехнологии и молекулярной биологии,

Соавторы:

Жанна Михайловна Мухина

Заместитель директора по инновациям,

Валентина Александровна Глазырина

Ст. научн. сотр. лаборатории биотехнологии и молекулярной биологии,

Людмила Анатольевна Шундрина

Научн. сотр. лаборатории биотехнологии и молекулярной биологии

Все: ФГБНУ «ВНИИ риса»

Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия

E-mail: avena@rambler.ru

Elena G. Savenko

Senior scientist of laboratory of biotechnology and molecular biology,

Co-authors:

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

FSBSI «ARRRI»

3 Belozerniy, Krasnodar, 350921,

Russia

УДК 631. 811.98: 631.559.2:635.646

А. Я. Барчукова, канд. с.-х. наук,
Я. К. Тосунов, канд. с.-х. наук,
Н. В. Чернышева, канд. биол. наук,
г. Краснодар, Россия

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АГРОХИМИКАТА ГРИН ПЛАНТ В ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ БАКЛАЖАНА

Приведены результаты исследования по изучению влияния некорневой подкормки растений баклажана органоминеральным удобрением Грин Плант на рост растений в высоту, формирование числа побегов и листьев, величину листовой поверхности и нарастание биомассы и массы сухого вещества надземными органами, урожайность и качество плодов. Установлено, что стимулирующий эффект от действия испытуемого препарата проявился в большей степени при применении его в дозе 3,5 л/га (расход рабочего раствора – 400 л/га). В указанном варианте формировались более мощные по габитусу кусты, с более высокой продуктивностью. Число плодов возросло, по отношению к контролю, на 42,9% (9,0 шт., в контроле – 6,3 шт.), общая масса плодов с куста увеличилась на 69,5% (972,0 г, в контроле – 573,3 г). В опытном варианте формировались более крупные по размерам (длина – 11,3 см, диаметр – 5,2 см, в контроле – 9,7 и 4,7 см соответственно) и массе (108,0 г, в контроле – 91,0 г) плоды лучшего качества. Содержание сахара в плодах повысилось на 1,1% (2,4%, в контроле – 1,3%), витамина С – на 4,5 мг% (13,7, в контроле – 9,2 мг%).

Усиление ростовых и формообразовательных процессов под действием препарата Грин Плант в варианте с применением его в дозе 3,5 л/га способствовало получению максимальной прибавки урожая – 16,7%, при урожайности в контроле 268,7 ц/га.

Ключевые слова: баклажан, агрохимикат Грин Плант, некорневая подкормка, стимуляция роста, листообразование, нарастание биомассы, плодообразование, повышение урожайности, содержания сахара, витамина С.

THE EFFICACY OF THE AGROCHEMICAL GREEN PLANT IN TECHNOLOGY OF CULTIVATION OF EGGPLANT

The results of a study on the effect of foliar feeding of plants with green plant organo-mineral fertilizer on the growth of plants in height, the formation of the number of shoots and leaves, the size of the leaf surface and the growth of biomass and dry matter mass above ground bodies, yield and quality of fruits. It was found that the stimulating effect of the action of the tested drug was more pronounced when used in a dose of 3.5 l/ha (flow rate of the working solution – 400 l/ha). In this case, formed more powerful habitus bushes, with higher productivity. The number of fruits increased, in relation to the control, by 42.9% (9.0 PCs., in the control – 6.3 PCs.), the total weight of fruits from the Bush increased by 69.5% (972.0 g, in the control – 573.3 g). In the experimental embodiment, was formed of larger dimensions (length – 11.3 cm, diameter 5.2 cm, in the control to 9.7 and 4.7 cm accordingly) and weight (108,0 g, in control versus 91.0 g) fruit of the best quality. The sugar content in fruits increased by 1.1 % (2.4%, in control – 1.3%), vitamin C – 4.5 mg% (13.7, in control – 9.2 mg%).

Strengthening of growth and shaping processes under the action of the drug Green Plant in the version with its use at a dose of 3.5 l/ha contributed to the maximum increase in yield – 16.7%, with yields in the control of 268.7 C/ha.

Key words: eggplant, agrochemical Green Plant, foliar feeding, stimulation of growth, leaf formation, biomass growth, fruit formation; increase of yield, sugar content, vitamin C.

Введение

Баклажан, благодаря ценным вкусовым качествам, питательным и целебным свойствам, получил широкое распространение на всех континентах земного шара. В его плодах содержится ряд ценных солей калия, кальция, фосфора, магния, железа, натрия, а по содержанию углеводов и витаминов Р-активной группы баклажан превосходит

многие овощные и плодовые культуры. Кроме того, баклажан обладает фитонцидными и лечебными свойствами, содержит вещества, способные понижать уровень холестерина в крови, благодаря чему он приобретает особое значение в диетическом питании людей. Он нормализует сердечную деятельность и водно-солевой обмен, рекомендуется к употреблению при атеросклерозе, сердечно-со-

судистых заболеваниях, а также заболеваниях желудочно-кишечного тракта [2, 3].

Востребованность населения в этом виде овощей значительно превышает их производство. Поэтому поиск путей повышения урожайности баклажана актуален. Решение этого вопроса предопределяет высокую требовательность баклажан к условиям выращивания (климатическим условиям и режиму питания). Неблагоприятно воздействует на растения баклажана избыток тепла в сочетании с сухостью воздуха. Жаркая сухая погода является причиной высокой абортивности баклажана. Однако применение в технологии возделывания баклажана и других пасленовых овощных культур регуляторов роста и агрохимикатов ослабляет отрицательное воздействие на растения климатических стрессов и повышает устойчивость к ним, продуктивность и качество плодов [7, 9, 10, 11, 12]. Недостаток азота резко замедляет рост растений баклажана и вызывает опадение органов плодоношения [1, 13]. И только оптимальное снабжение растений баклажана элементами минерального питания обеспечивает нормальный рост и развитие растений.

Цель исследований – изучить влияние проведения некорневых подкормок растений баклажана агрохимикатом Грин Планта на их рост, формирование и качество плодов, урожайность.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в условиях полевого опыта в открытом грунте на черноземе выщелоченном при использовании рассады.

Объект исследования – баклажан среднего срока созревания сорта Черный красавец, достоинством которого является устойчивость к болезням, дружное созревание и высокие вкусовые качества плодов.

Испытуемый агрохимикат Грин Планта представляет собой экстракт морских водорослей, содержащий органическое вещество, альгиновую кислоту, азот (N), калий (K_{2O}), фосфор (P_{2O_5}). Препарат обладает рострегулирующими и антистрессовыми свойствами.

Схема опыта включала следующие варианты:

– Контроль – без обработки растений;

– Грин Планта – некорневая подкормка растений:

1-я – после высадки рассады в грунт, 2-я и 3-я – с интервалом 15 дней (расход агрохимиката – 2,5 л/га, расход рабочего раствора – 400 л/га);

– Грин Планта – некорневая подкормка растений:

1-я – после высадки рассады в грунт, 2-я и 3-я – с интервалом 15 дней (расход агрохимиката – 3,5 л/га, расход рабочего раствора – 400 л/га);

– Грин Планта – некорневая подкормка растений:

1-я – после высадки рассады в грунт, 2-я и 3-я – с интервалом 15 дней (расход агрохимиката – 5,0 л/га, расход рабочего раствора – 400 л/га).

Учетная площадь деланки – 10 м², повторность – четырехкратная.

Рассаду баклажана высаживали в начале мая на глубину 10-12 см, схема посадки – 90×50 см. Все агротехнические мероприятия (прополка, рыхление междурядий, полив, проведение некорневых подкормок) проводили вручную.

Отбор растительных проб для определения показателей роста (высоты растений, числа стеблей и листьев, площади листьев – методом высечек, биомассы и сухой массы надземных органов) и продуктивности работы листьев [6] проводили в фазу цветения.

Сбор плодов и их структурный анализ (определение длины, диаметра и массы плодов) проводили по мере достижения ими технической спелости. В плодах определяли содержание сахара и витамина С [5].

Урожайность определяли по сумме сборов плодов в расчете на учетную площадь. Полученные данные обработаны методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [4].

Результаты исследований

Баклажан, среди овощных культур, наиболее требователен к условиям питания. Высокие урожаи плодов можно получить при обеспеченности растений баклажана достаточным количеством питательных веществ в доступной для растений форме. При этом эффективность минеральных удобрений значительно возрастает при дробном внесении.

Испытуемый препарат Грин Планта содержит основные элементы минерального питания (NPK), а также органическое вещество и альгиновую кислоту (аналог пектиновой кислоты), соли которой применяются в качестве эмульгатора. Проведение некорневой подкормки растений баклажана препаратом Грин Планта, начиная с момента высадки рассады в грунт, и две последующие с интервалом в 15 дней, оказало определенное воздействие на рост и развитие растений. При этом эффективность воздействия испытуемого препарата на рост растений существенно зависела от нормы его расхода (табл. 1).

Как показали результаты исследований, проведение некорневой подкормки растений баклажана препаратом Грин Планта усилило рост растений в высоту (47,9-56,4 см, в контроле – 40,1 см), ветвление (3,6-4,4 шт. стеблей, в контроле – 3,1 шт.), нарастание биомассы (102,51-135,13 г, в контроле – 89,42 г) и сухой массы (19,89-25,54 г, в контроле – 17,19 г) надземными органами. Самый высокий абсолютный прирост значений всех представленных

Таблица 1. Влияние препарата Грин Планта на рост растений баклажана (Краснодар, 2016 г.)

Вариант	Высота растений, см	Число стеблей, шт.	Масса надземных органов, г/растение	
			сырая	сухая
Контроль – без обработки растений	40,1	3,1	89,42	17,79
Грин Планта – 3-кратная подкормка (2,5 л/га)	47,9	3,6	102,51	19,89
Грин Планта – 3-кратная подкормка (3,5 л/га)	56,4	4,4	135,13	25,54
Грин Планта – 3-кратная подкормка (5,0 л/га)	52,7	4,0	120,06	23,05
НСП ₀₅	2,3	0,2	5,51	1,04

Таблица 2. Влияние препарата Грин Планта на процесс листообразования и продуктивность работы листьев растений баклажана (Краснодар, 2016 г.)

Вариант	Число листьев, шт.	Площадь листьев, см ²	Масса листьев, г	Продуктивность работы листьев, г/дм ²
Контроль – без обработки растений	40,5	1289,5	40,86	3,17
Грин Планта – 3-кратная подкормка (2,5 л/га)	46,0	1656,2	55,12	3,32
Грин Планта – 3-кратная подкормка (3,5 л/га)	61,5	2138,2	80,05	3,74
Грин Планта – 3-кратная подкормка (5,0 л/га)	54,0	1868,0	65,44	3,50
НСП ₀₅	2,4	84,2	2,94	

Таблица 3. Влияние препарата Грин Планта на формирование плодов баклажана (Краснодар, 2016 г.)

Вариант	Число плодов, шт./куст	Масса плодов, г/куст	Размеры плода, см		Масса плода, г
			длина	диаметр	
Контроль – без обработки растений	6,3	573,3	9,7	4,7	91,0
Грин Планта – 3-кратная подкормка (2,5 л/га)	7,4	723,0	10,5	4,9	97,7
Грин Планта – 3-кратная подкормка (3,5 л/га)	9,0	972,0	11,3	5,2	108,0
Грин Планта – 3-кратная подкормка (5,0 л/га)	8,5	884,9	10,9	5,0	104,1
НСП ₀₅	0,3	37,1	0,2	0,5	4,7

Таблица 4. Влияние препарата Грин Планта на урожайность плодов баклажана (Краснодар, 2016 г.)

Вариант	Число плодов, шт./куст	Масса плодов, г/куст	Размеры плода, см		Масса плода, г
			длина	диаметр	
Контроль – без обработки растений	6,3	573,3	9,7	4,7	91,0
Грин Планта – 3-кратная подкормка (2,5 л/га)	7,4	723,0	10,5	4,9	97,7

Таблица 5. Влияние препарата Грин Планта на качество плодов баклажана (Краснодар, 2016 г.)

Вариант	Содержание в плодах	
	витамина С, мг%	сахара, %
Контроль – без обработки растений	9,2	1,3
Грин Планта – 3-х кратная подкормка (2,5 л/га)	11,4	1,7
Грин Планта – 3-х кратная подкормка (3,5 л/га)	13,7	2,4
Грин Планта – 3-х кратная подкормка (5,0 л/га)	12,1	2,2

в табл. 1 показателей отмечен в варианте с применением испытуемого препарата в дозе 3,5 л/га.

По мере роста и развития растений прирост массы надземных органов происходит, главным образом, за счет нарастания листового аппарата (табл. 2).

При этом, как видно из представленных данных, на активность процесса нарастания листового аппарата существенно влияет доза испытуемого препарата. Максимальные абсолютные значения показателей отмечены при применении препарата Грин Планта в дозе 3,5 л/га (число листьев – 61,5, в контроле – 40,5 шт.; площадь листьев – 2138,2 и 1289,5 см²; масса листовых пластинок – 80,05 и 40,86 г соответственно). Последнее обусловлено тем, что в варианте с применением испытуемого препарата в дозе 3,5 л/га создаются наиболее благоприятные и оптимальные условия для роста и развития растений баклажана, а также функционирования листового аппарата.

Активное увеличение листовой поверхности – основного органа фотосинтеза – указывает на тот факт, что трехкратная некорневая подкормка растения баклажана препаратом Грин Планта (1-я – после высадки рассады в грунт, 2-я и 3-я – с интервалом 15 дней) усиливает фотосинтетическую деятельность растений баклажана. Значительное превышение в опытных вариантах числа листьев (46,0-61,5 шт., 40,5 шт. – в контроле) и их площади (16,56-21,38, в контроле – 12,90 дм²) указывает на то, что применение в технологии возделывания баклажана препарата Грин Планта увеличивает продолжительность функционирования, повышая их жизнеспособность и работоспособность (продуктивность работы листьев – 3,32-3,74 г/дм², в контроле – 3,17 г/дм²).

Усиление роста и фотосинтеза растений баклажана под действием препарата Грин Планта благоприятно сказалось на формировании репродуктивных органов.

По результатам, представленным в таблице 3, видно, что трехкратная некорневая подкормка растений баклажана препаратом Грин Планта способствовала образованию более крупных по размеру (длина – 10,5-11,3 см, в контроле – 9,7 см, диаметр – 4,9-5,2 и 4,7 см соответственно) и массе (97,7-108,0 г, в контроле – 91,0 г) плодов. Формирование в опытных вариантах более крупных плодов и большего их числа (4,7-9,0 шт., в контроле – 6,3

шт.) привело к существенному увеличению сбора плодов с куста (723,0-972,0 г, в контроле – 573,3 г). Последнее позволило в значительной степени повысить урожайность плодов баклажана (табл. 4).

Урожайность плодов возросла на 10,7-16,7%. Причем прирост урожайности зависел существенно от дозы испытуемого препарата. Максимальная урожайность (313,5 ц/га, в контроле – 268,7 ц/га) плодов баклажана получена в варианте с применением испытуемого препарата в дозе 3,5 л/га трехкратно (1-е – после высадки рассады в грунт, 2-е и 3-е – с интервалом 15 дней).

Одновременно с повышением урожайности испытуемый препарат Грин Планта влиял на качество плодов (табл.5). Это обусловлено тем, что азот, входящий в состав агрохимиката, является основным строительным материалом органелл клетки и все физиолого-биохимические процессы в растительном организме происходят в присутствии ферментов, в состав которых входит азот. При недостатке азота тормозится рост растений, избыток его приводит к снижению урожая и ухудшению его качества. Фосфор стимулирует процессы оплодотворения цветков, завязывания, формирования и созревания плодов, повышает урожай и его качество. Калий выполняет в растении различные физиологические функции, воздействуя на важнейшие биологические процессы в клетках, в результате чего повышается не только продуктивность, но и качество получаемой продукции [8, 14].

Данные таблицы 5 показывают, что при трехкратной обработке растений баклажана раствором препарата Грин Планта улучшается качество плодов – увеличивается содержание углеводов и витамина С (1,7-2,4, в контроле – 1,3%) и витамина С (11,4-13,7, в контроле – 9,2 мг%).

Выводы

Наиболее благоприятные условия для ростовых и формообразовательных процессов наблюдали при проведении некорневой подкормки растений баклажана препаратом Грин Планта в дозе 3,5 л/га (расход рабочего раствора – 400 л/га) трехкратно (1-я – после высадки рассады в грунт, 2-я и 3-я – с интервалом 15 дней).

В указанном варианте получена максимальная прибавка –16,7%, при урожайности в контроле – 268,7 ц/га, плодов лучшего качества (содержание сахара – 2,4%, витамина С – 13,7 мг%, в контроле – 1,3 % и 9,2 мг% соответственно)

ЛИТЕРАТУРА:

1. Алпатьев, А. В. Перцы и баклажаны / А. В. Алпатьев. – М.: Моск. рабочий, 1953. – 80 с.
2. Гиш, Р. А. Баклажан / Р. А. Гиш. – Краснодар: КубГАУ, 1999. – 165 с.
3. Гиш, Р. А. Овощеводство юга России / Р. А. Гиш, Г. С. Гикало. – Краснодар, 2012. – 631 с.

4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1985.
5. Иванов, Н. Н. Методы физиологии и биохимии растений. 4-е изд., исправ. и доп. / Н. Н. Иванов. – М.-Л.: Сельхозгиз, 1946. – 493 с.
6. Ничипорович, А. А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев / А. А. Ничипорович // XV Тимирязевские чтения. – М.: Изд-во АН СССР, 1956.
7. Посконин, В. В. Средство, одновременно стимулирующее рост растений и повышающее их устойчивость к засухе / В. В. Посконин, Л. А. Бадовская, Н. И. Ненько, А. Я. Барчукова, В. М. Ковалев // Патент на изобретение RU 2133092, 1992.
8. Прокошев, В. В. Калий и калийные удобрения / В. В. Прокошев, И. П. Дерюгин. – М.: Ледум, 2000. – 185 с.
9. Тосунов, Я. К. Урожайность и качество плодов пасленовых культур под действием препарата НВ-ЭКО / Я. К. Тосунов, А. Я. Барчукова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 92. – С. 849-858.
10. Тосунов, Я. К. Эффективность препарата Коренастый на перце сладком и баклажане / Я. К. Тосунов, А. Я. Барчукова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 101. – С. 699-708.
11. Тосунов, Я. К. Эффективность применения препарата Гидрогумин на картофеле / Я. К. Тосунов, А. Я. Барчукова, В. В. Дирин // Труды Кубанского аграрного университета. – 2016. – № 58. – С. 167-170.
12. Федулов, Ю. П. Устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды: учебн. пособие / Ю. П. Федулов, В. В. Котляров, К. А. Доценко, Я. К. Тосунов, А. Я. Барчукова, Ю. В. Подушин, Л. А. Оберюхтина. – Краснодар, 2015. – 89 с.
13. Щупак, К. Д. Опадение органов плодообразования у помидор и баклажан в МССР и меры по предупреждению этого явления / К. Д. Щупак // Тр. Молд. Филиала АН СССР. – 1959. – Т. 1. – С. 39-44.
14. Ягодин, Б. А. Агрохимия / Б. А. Ягодин, Ю. П. Жуков, В. А. Кобзаренко. – М.: Колос, 2002. – 584 с.

Алла Яковлевна Барчукова

Профессор кафедры физиологии и биохимии растений, факультет агрохимии и защиты растений,
E-mail: nv.chernisheva@yandex.ru

Alla Y. Barchukova

Professor, Department of physiology and biochemistry of plants, faculty of agricultural chemistry and plant protection,

Янис Константинович Тосунов

Доцент кафедры физиологии и биохимии растений, факультет агрохимии и защиты растений,
E-mail: tosuniyanis@yandex.ru

Janis K. Tosunov

Associate Professor, Department of physiology and biochemistry of plants, faculty of agricultural chemistry and plant protection,

Наталья Викторовна Чернышева

Профессор кафедры прикладной экологии, факультет агрономии и экологии,
E-mail: nv.chernisheva@yandex.ru

Natalya V. Chernisheva

Professor, Department of applied ecology, faculty of agronomy and ecology,

Все: ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина», ул. Калинина, 13, г. Краснодар, 350044, Россия

All: FSBEI of Higher Education «Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin», 13 Kalinina, Krasnodar, 350044, Russia

УДК: 635.262:631.518:631.559

В. Э. Лазько, канд. с.-х. наук,
О. В. Якимова,
Е. Н. Благородова, канд. с.-х. наук,
г. Краснодар, Россия

ВЛИЯНИЕ ОКУЧИВАНИЯ РАСТЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО ЧЕСНОКА

Представлены результаты по изучению влияния окучивания растений на урожайность ярового чеснока. В Центральной зоне Краснодарского края рост и созревание луковиц ярового чеснока приходится на период высоких температур. При повышении температуры свыше 30 °С, на глубине роста луковицы, процессы формирования и вызревания ускоряются. Луковицы чеснока в таких условиях преждевременно переходят в состояние биологического покоя. Размер зубков и луковиц остаются мелкими, снижается товарность и урожайность. Качество и лежкость чеснока снижается. На неорошаемых участках применение окучивания растений чеснока позволяет значительно улучшить температурный баланс и создать благоприятные условия для роста луковицы.

Благодаря агроприему на участке размножения яровых сортов Еленовский и клон Ус-601 было собрано луковиц на 210-350 кг больше, чем на контрольных делянках. Применение капельного полива значительно увеличивает теплопроводность почвы. Температура быстрее перераспределяется по почвенному профилю, не достигая критических значений в зоне формирования луковиц и функционирования основной массы корневой системы чеснока. Урожайность чеснока поливного значительно превышает урожайность на богаре. Применение окучивания не обеспечивает значительной прибавки урожая. Полив исключает необходимость проведения окучивания растений чеснока.

Ключевые слова: яровой чеснок, орошение, окучивание, температурный баланс, урожайность.

THE INFLUENCE OF PLANT HILLING ON THE YIELD OF SPRING GARLIC

The results of studying the effect of plant hilling on the yield of spring garlic are presented. In the Central zone of Krasnodar region, the growth and ripening of bulbs of spring garlic occurs during a period of high temperatures. When the temperature rises above 30 °C, at the growth depth of the bulb, the formation and aging processes are accelerated. The bulbs of garlic in these conditions prematurely go into a state of biological dormancy. The size of the chives and bulbs remains shallow, the marketability and yield decreases. The quality and keeping quality of garlic is reduced. On non-irrigated plots, the application of hilling of garlic plants can significantly improve the temperature balance and create favorable conditions for bulb growth.

Thanks to agronomic practice on the breeding site of spring varieties Yelenovsky and clone Us-601, bulbs were collected 210-350 kg more than in the control plots. The use of drip irrigation significantly increases the thermal conductivity of the soil. The temperature is more quickly redistributed along the soil profile, not reaching critical values in the bulb forming zone and zone of functioning of the main mass of the root system of garlic. The yield of irrigated garlic is much higher than the yield on the dry farming. The application of hilling does not provide a significant increase in yield. Watering eliminates the need for hilling of garlic plants.

Key words: spring garlic, irrigation, hilling, temperature balance, yield.

Выращивание ярового чеснока для семеноводческих целей мало чем отличается от выращивания его на продовольствие. Особое внимание при выращивании семенного чеснока обращают на получение выровненного, хорошо вызревшего, однородного посадочного материала. Этому способствуют оптимальные погодные условия и проведение всех агротехнических мероприятий от посадки до уборки в срок [3].

В центральной зоне Краснодарского края период активного роста и созревания луковиц чес-

нока совпадает с повышенными температурами, значительным недобором осадков, дефицитом влаги и большой сухостью воздуха. Оптимальная температура воздуха для роста чеснока – 19±7 °С. Высокие температуры и перегрев почвы в период формирования луковиц способствуют ускорению и завершению этого процесса, вызреванию и переходу в состояние биологического покоя. Размеры зубков и луковицы остаются мелкими, падает урожайность и его товарность. Приостанавливается перевод усвояемых углеводов в инулин [1, 5].

Эффективным приемом уменьшения амплитуды температур и «сглаживания» ее динамики на глубине развития луковицы и функционирования корневой системы чеснока является окучивание растений. В Средней Азии применение окучивания на посадках озимого чеснока увеличивает урожайность [1]. На Кубани при выращивании озимых сортов чеснока для лучшего сохранения влаги и защиты подземных органов от высоких температур в начале появления стрелок проводят окучивание растений [2]. В литературе нет рекомендаций по окучиванию растений при выращивании яровых сортов чеснока.

го температурного режима в почве на глубине зоны роста и повышения урожайности.

Материал и методы

Исследования проводили на участке размножения ярового чеснока сорта Еленовский и перспективного клона Ус-601 на богаре и капельном орошении. Площадь опытной делянки – 7 м², повторность – трехкратная. Схема посадки – 90+50х10 см. Глубина посадки зубков – 6-8 см. На орошаемых участках – капельный полив. Поливные ленты раскладывали под каждый ряд. При повышении температуры воздуха до 30 °С, для защиты подземных органов растений, проводили окучивание вруч-

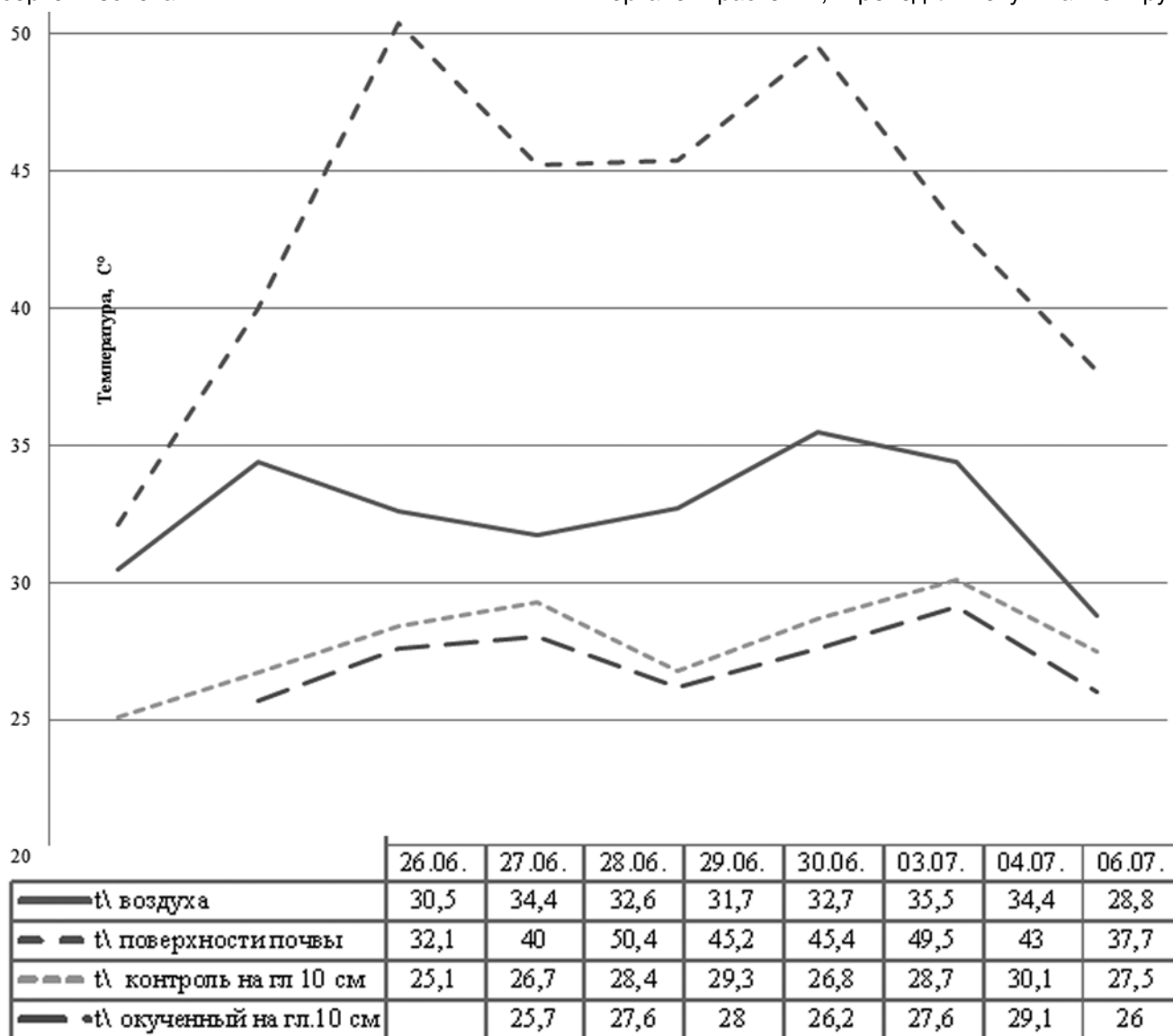


Рисунок 1. Воздушно-почвенный температурный баланс на богаре, 2017 г.

Цель исследований

Определить целесообразность применения окучивания в период активного формирования луковиц растений чеснока для создания благоприятно-

ную. Высота почвенного гребня – 5-7 см. Воздушно-почвенный температурный баланс определяли: воздуха на высоте 50 см, почвы на поверхности и глубине 10 см, в зоне роста луковицы. Признаком

готовности к уборке сортов являлось пожелтение листьев, увядание и полегание стебля более, чем у 50% растений чеснока. Исследовательская работа, учеты и наблюдения проводились в соответствии с «Методикой полевого опыта в овощеводстве» [4].

Результаты исследований

Растения чеснока слабо затеняют почву, так как листовой коэффициент чеснока составляет 0,6-0,8. Солнечные лучи практически беспрепятственно попадают на поверхность почвы, вызывая ее перегрев. Разница температур воздуха и поверхности почвы составляла от 5,6 до 14,0 °С. На глубине 10 см почва имела температурные показатели ниже на 10,2-22,0 °С (в среднем на 16,2 °С), чем на поверхности почвы, и находилась в диапазоне пограничной для растения температуре от 26,7 до 30,1 °С. Перераспределяясь в глубину по профилю почвы, температура уменьшалась на 1,0-2,2 °С/см (рис. 1). При таком температурном балансе процесс формирования и созревания луковиц ускорялся.

Окучивание увеличивало амплитуду температур на глубине 10 см от 11,7 до 22,8 °С (в среднем на 17,4 °С), по отношению к показателям на поверхности почвы, что на 1,2 °С больше, чем на неокученных вариантах. Температурный баланс на глубине роста луковиц чеснока находился в комфортном диапазоне. Это способствовало продлению периода вегетации, увеличению биометрических показателей луковиц и получению дополнительного урожая.

Уборку чеснока начинали при полегании более 50% растений. Разница между вариантами свидетельствовала о влиянии окучивания на созревание луковиц чеснока. У сорта Еленовский в момент уборки без окучивания процент полегших растений составлял 55,4%, а у окученных – 47,9% (на 7,4% меньше). Полегших растений у клона Ус-601 на момент уборки было 54,7%, на окученных вариантах – на 3,9% меньше. Более благоприятный темпера-

турный баланс способствовал увеличению массы луковиц по сортам в среднем на 14,0 и 21,1%. Снижение температуры задерживало физиологические процессы, обуславливающие формирование и созревание луковиц чеснока. Данные математического анализа урожайности показали, что критерий Фишера $F_{\text{факт.}}$ превышает $F_{\text{теор.}}$. Это обусловлено тем, что агроприем окучивание достоверно влияет на урожайность чеснока на неорошаемых участках. Собрано луковиц на окученных участках по сортам больше: Еленовского – на 0,21 т/га и Ус-601 – на 0,35 т/га. Таким образом, окучивание оказалось эффективным агроприемом улучшения температурного баланса на глубине роста луковиц и повышения урожайности при выращивании ярового чеснока на участках без орошения (табл. 1).

Как показали исследования, увлажнение поверхности почвы при орошении способствовало более интенсивному нагреву, чем на неорошаемом участке. Разница температур воздуха и на поверхности почвы составляла от 6,2 °С до 22,2 °С, что почти в два раза выше, чем на богаре. На глубине 10 см температурный баланс находился в благоприятном для растения чеснока диапазоне от 22,1 °С до 28,3 °С. С глубиной температура снижалась от 0,9 °С до 2,6 °С на каждый сантиметр глубины, в среднем на 1,8 °С/см, что значительно больше, чем на богаре. Окучивание на орошаемом участке не оказало значительного влияния на температурный баланс почвы на глубине развития луковицы. Разница температур между вариантами составляла от 0,1 °С до 0,9 °С, а в отдельные дни была одинаковой (рис. 2). Применение полива значительно увеличило теплопроводность почвы, что повлияло на более активное перераспределение тепла по почвенному горизонту в сравнении с участками на богаре, создавая благоприятные температурные условия для роста и созревания луковиц чеснока.

Уборку чеснока на орошаемых участках начина-

Таблица 1. Масса луковиц и урожайность ярового чеснока в зависимости от окучивания на богаре, среднее за 2 года (2017-2018 гг.)

Вариант/ сорт	Масса луковицы, г			% растений		Урожай- ность, т/га
	min	max	средняя	не полегших	полегших	
Еленовский						
Контроль	23,5	26,1	25,1	44,6	55,4	1,01
Окучивание	27,9	32,2	30,4	52,1	47,9	1,22
Для урожайности $F_{\text{факт.}} 35,21 > F_{\text{теор.}} 7,71$ $HCP_{05} = 0,18$						
Ус-601 (перспективный клон)						
Контроль	29,5	30,8	30,1	45,3	54,7	1,20
Окучивание	35,2	33,4	34,3	49,2	50,8	1,55
Для урожайности $F_{\text{факт.}} 40,33 > F_{\text{теор.}} 7,71$ $HCP_{05} = 0,24$						

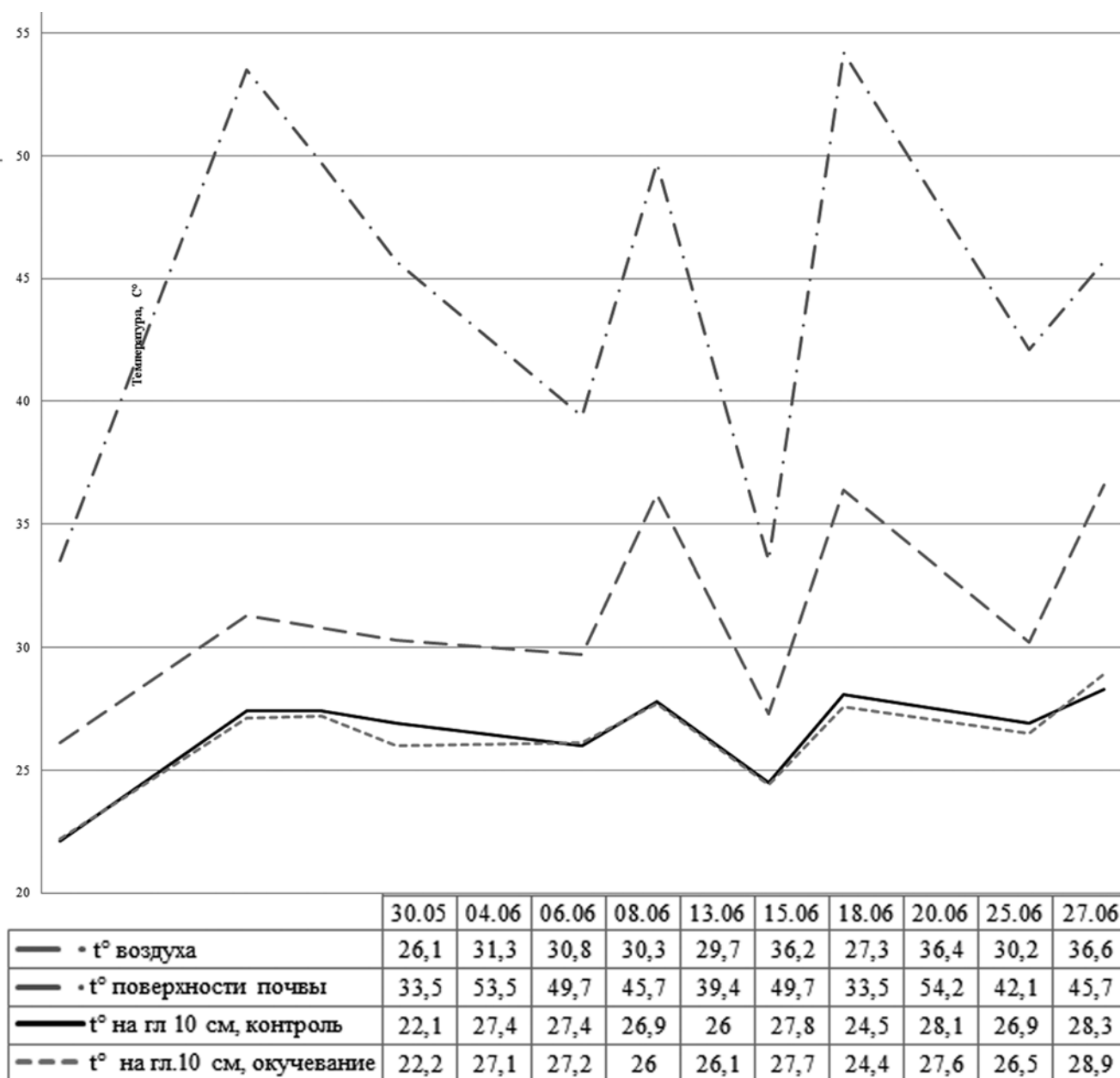


Рисунок 2. Воздушно-почвенный температурный баланс на капельном орошении, 2018 г.

ли при полегании более 50% растений. Окучивание на поливном участке размножения сорта Еленовский не оказало влияния на сроки созревания луковиц по вариантам опыта. Растения чеснока созрели одновременно. Обработка результатов по урожайности показала отсутствие разницы между вариантами опыта на сорте Еленовский. За два года испытаний критерий Фишера $F_{\text{факт}}$ не превышает $F_{\text{теор}}$, что исключает необходимость проведения окучивания при поливе (табл. 2). Реакция клона Ус-601 на агроприем отличалась от реакции сорта Еленовский. Окучивание способствовало более позднему созреванию на 5-7 дней, увеличению размера луковиц чеснока на 12-14% и повыше-

нию урожайности до 20%. Однако, если окучивать вручную, то дополнительно полученный урожай не компенсирует затраты на оплату труда по выполнению данного агроприема. При размножении чеснока, для получения максимального количества посадочного материала, необходимо использовать все агромероприятия, которые позволяют реализовать биологический потенциал сортов. На участках размножения целесообразно применять механизированное окучивание растений.

Полученные результаты исследований показали, что важными звеньями в технологии выращивания ярового чеснока является полив и окучивание растений в период роста луковиц. Были определе-

Таблица 2. Масса луковиц и урожайность ярового чеснока в зависимости от окучивания на орошении, среднее за 2 года (2017-2018 гг.)

Вариант/ сорт	Масса луковицы, г			% растений		Урожай- ность, т/га
	min	max	средняя	не полегших	полегших	
Еленовский						
Контроль	23	24	23,5	42,3	57,7	1,94
Окученный	26	28	25,1	43,2	56,8	2,06
Для урожайности $F_{\text{факт.}} 5,9 < F_{\text{теор.}} 161,4$						
Ус-601 (перспективный клон)						
Контроль	35	39	37,9	40,3	59,7	4,01
Окученный	40	45	42,5	44,2	55,8	4,82
Для урожайности $F_{\text{факт.}} 416,6 > F_{\text{теор.}} 161,4$ $HCP_{05} = 0,8$						

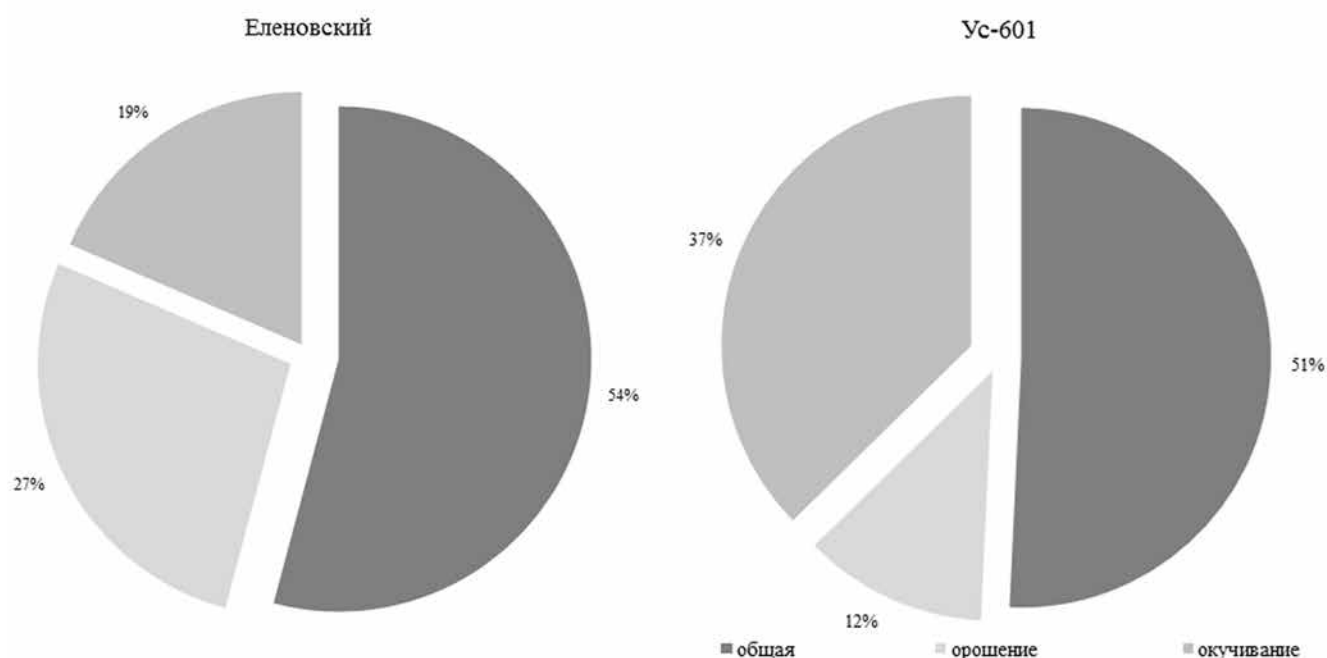


Рисунок 3. Доли влияния агротехнических приемов на урожайность ярового чеснока, среднее за 2 года

ны доли влияния каждого фактора на урожайность. Доля влияния окучивания на урожайность сорта Еленовский составляет 19%, у перспективного клона Ус-601 – в два раза больше (рис. 3). У сорта Еленовский окучивание растений не оказало существенного увеличения урожайности на орошаемых участках, в то время как у клона Ус-601 была отмечена значительная прибавка в урожае луковиц. Доминирующая роль в формировании урожая принадлежит общей дисперсии от 51% до 54%. На этапе конкурсного испытания необходимо оценивать сортовую реакцию на применение агроприемов, позволяющих максимально использовать биологический потенциал перспективных сортоклонов и включать их в регламент мероприятий по выращи-

ванию.

Выводы

Для получения высокого урожая ярового чеснока на суходольных участках необходимо применять окучивание растений в период активного роста луковиц.

На поливных участках применение окучивания необязательно, однако следует учитывать реакцию сортов на увеличение слоя почвы над зоной роста луковицы.

Если у сорта наблюдается положительная реакция на окучивание, то следует включать данный агроприем в регламента работ по уходу за растениями.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Алексеева, М. В. Культурные луки / М. В. Алексеева. – М., 1960. – 304 с.
2. Гиш, Р. А. Овощеводство юга России / Р. А. Гиш, Г. С. Гикало. – Краснодар: ЭДВИ, 2012. – 632 с.
3. Ершов, И. Лук. Чеснок / И. Ершов. – М., 1978. – 128 с.
4. Литвинов, С. С. Методика опытного дела в овощеводстве / С. С. Литвинов. – М., 2011. – 648 с.
5. Марков, В. М. Овощеводство / В. М. Марков. – М.: «Колос», 1974. – 512 с.

Виктор Эдуардович Лазько

Зав. отделом бахчевых и луковых культур,
E-mail: arrri_kub@mail.ru,

Ольга Владимировна Якимова

Научн. сотр. отдела
овощекартофелеводства,
E-mail: belyaeva12092013@yandex.ru,

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

Елена Николаевна Благородова

Доцент кафедры овощеводства

ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный
аграрный университет»,
ул. Калинина, 13, г. Краснодар, 350044, Россия

Viktor E. Lazko

Head of department of melon and onion crops,

Olga V. Yakimova

**Junior scientist of laboratory of melon and onion
crops, department of vegetable and potato
production**

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

Elena N. Blagorodova

Associate professor of chair of vegetable growing

FSBEI HPE «Kuban State Agricultural University»
13 St. Kalinina, Krasnodar, 350044, Russia

ВСЕРОССИЙСКИЙ ДЕНЬ ПОЛЯ – 2018

Директор ВНИИ риса д-р с.-х. наук, профессор С. В. Гаркуша принял участие во Всероссийском Дне поля–2018, который проходил в Липецкой области. В рамках деловой программы состоялось совещание под председательством Министра сельского хозяйства РФ Д. Н. Патрушева «О ходе уборки урожая и стратегии развития отрасли растениеводства».

Как заявил Дмитрий Патрушев, в текущем году неблагоприятные погодные условия оказали влияние на урожайность сельскохозяйственных культур. Вследствие засухи в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах аграрии приступили к уборочной кампании раньше традиционных сроков, и урожайность в этих регионах в среднем на 6 центнеров с гектара ниже, чем в прошлом году.

В ходе конференции с докладами также выступили директор Департамента растениеводства, механизации, химизации и защиты растений Минсельхоза Петр Чекмарев, директор ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» Андрей Алабушев, директор департамента сельскохозяйственного, пищевого и строительно-дорожного машиностроения Минпромторга Евгений Корчевой.

Подводя итоги мероприятия, Дмитрий Патрушев подчеркнул необходимость системного наращивания эффективности, продуктивности и конкурентоспособности российского АПК, готовности отрасли к конкурентной борьбе на внешних рынках.

На общем собрании НССиС, директора С. В. Гаркушу включили в члены Совета. Труды и достижения ученых института риса в области селекции были неоднократно отмечены на площадке Всероссийского дня поля–2018.



КУБАНСКИЕ ОВОЩЕВОДЫ – В АСТРАХАНИ

День Астраханского поля прошел 30 июля 2018 года на базе агропромышленного парка «Агрополис» Астраханского государственного архитектурно-строительного университета (АГАСУ). В мероприятии приняли участие специалисты министерства сельского хозяйства и рыбной промышленности Астраханской области, представители органов местного самоуправления, сотрудники научных институтов, работники фермерских хозяйств, преподаватели и студенты вузов и сузов.

На выставке инновационных сельскохозяйственных технологий были представлены более 56 новых сортов отечественной и зарубежной селекции растениеводческой продукции: томатов, перца и баклажан. Гости мероприятия осмотрели демонстрационные посевы и посадки сортов и гибридов томатов, перца и баклажан различной селекции, обсудили вопросы производства овощной продукции для перерабатывающих предприятий и перспективу сотрудничества с семеноводческими хозяйствами.

Среди участников выставки – отдел овощекртофелеводства ВНИИ риса. Наши ученые представили новые сорта сладкого перца и бахчевых культур.



Заведующий отделом бахчевых и луковых культур В.Э. Лазько



ДЕНЬ ПОЛЯ РИСА

День поля риса прошел 22 августа 2018 г. во Всероссийском научно-исследовательском институте риса. В совещании приняли участие: заместитель министра сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края М. Н. Тимофеев, начальники управлений сельского хозяйства муниципальных рисосеющих образований Краснодарского края, руководители, инженеры, гидротехники и агрономы рисосеющих, крестьянских (фермерских) хозяйств Краснодарского края и Ростовской области; руководители обслуживающих предприятий.

Основная цель проводимого мероприятия – продвижение сортов риса селекции института на рынок, возможность привлечь сельскохозяйственные предприятия, научные учреждения к сотрудничеству по вопросам селекции, семеноводства и технологии возделывания риса.

Участники Дня поля смогли посетить научные и семеноводческие посевы на экспериментальном орошаемом участке ВНИИ риса, ознакомиться с ярмаркой 16 сортов риса, где были представлены не только районированные, но и перспективные сорта кубанской селекции. Демонстрационный участок включал 65 сортов ведущих селекционных центров Краснодарского края, Ростовской области, Приморского края, республик Украина, Казахстан, Узбекистан, стран дальнего зарубежья – Италии и Турции. Посещение демонстрационного поля риса вызвало оживленный интерес у сельхозтоваропроизводителей. Селекционеры дали оценку своим сортам и рекомендации по целесообразности их выращивания в условиях Кубани.

Кроме того, в программе мероприятия был предусмотрен осмотр техники для возделывании риса. Компания Югпром на



мероприятии представила комбайн Torum 785, а также трактор Ростсельмаш 2375. Данные модели техники отлично зарекомендовали себя в этой отрасли сельского хозяйства.

По традиции после посещения экспериментального поля участники смогли попробовать разнообразные блюда из риса.

После этого состоялось пленарное заседание. Директор ФГБНУ «ВНИИ риса» д-р с.-х. наук, профессор С. В. Гаркуша выступил с докладом «Состояние и перспективы развития рисоводческой отрасли в Российской Федерации». Заместитель директора по научной работе ФГБНУ «ВНИИ риса» д-р с.-х. наук, профессор В. С. Ковалев рассказал о реализации селекционных программ и внедрение новых сортов ФГБНУ «ВНИИ риса» в Краснодарском крае.

Прозвучали также доклады: «Основные направления научного обеспечения рисоводства в Казахстане» (генеральный директор ТОО «КазНИИ рисоводства им. Жахаева», Республика Казахстан, С. И. Умирзаков); «Новые достижения селекции риса в Ростовской области» (зав. лабораторией ФГБНУ «Аграрный научный центр Донской», д-р с.-х. наук, профессор П. И. Костылев); «Опыт применения БПЛА для мониторинга состояния рисовых посевов в Краснодарском крае» (директор Научно-производственного института «Земинформ», канд. экон. наук С. И. Скубиев) и другие.

При подведении итогов Дня поля риса участники отметили, что состоялась интересная и актуальная дискуссия по различным вопросам селекции, семеноводства и технологии возделывания риса.





НУЖНО ВОЗРОЖДАТЬ СОБСТВЕННОЕ СЕМЕНОВОДСТВО ОВОЩЕЙ

День поля овощных и бахчевых культур «Достижения и перспективы региональной селекции овощных и бахчевых культур в программе импортозамещения» прошел 27 июля 2018 года во Всероссийском научно-исследовательском институте риса. В совещании приняли участие ученые ведущих научно-исследовательских и образовательных учреждений России; представители селекционно-семеноводческих фирм; руководители, главные агрономы, специалисты овощеводческих хозяйств Краснодарского и Ставропольского края, Астраханской области; руководитель и представители ФГБУ Россельхозцентра по Краснодарскому краю.

Цель проводимого мероприятия – знакомство с достижениями отечественных ученых-селекционеров в области селекции и семеноводства овощных и бахчевых культур для открытого грунта, продвижение сортов и гибридов овощебахчевых культур селекции института на рынок, возможность привлечь сельскохозяйственные предприятия, научные учреждения к сотрудничеству по вопросам семеноводства овощебахчевых культур.

Открыл совещание директор ФГБНУ «ВНИИ риса» д-р с.-х. наук С. В. Гаркуша. В своем вступительном слове он отметил, что Юг России является уникальным регионом для овощеводства. Здесь на площади 240-250 тыс. га ежегодно получают 3,50-4,3 млн тонн овощей, что составляет 30-35% валовых сборов по России. Он отметил, что проблемой в Российской Федерации остается ассортимент и семеноводство овощных культур в некоторых сегментах, к примеру, в семеноводстве моркови или сахарной свеклы, где еще очень весом импорт, а также выстраивание взаимосвязи между научными учреждениями, селекционерами и фермерскими





хозяйствами, стремящимися заниматься семеноводством. Главной задачей является создание конкурентоспособных сортов и гибридов с комплексной устойчивостью к абиотическим и биотическим факторам, а также требования рынка по улучшению качества товара.

Селекционерам-семеноводам Кубани есть что предложить сельхозпредприятиям и крестьянско-фермерским хозяйствам, считает заведомомен овощекртофелеводства канд. с.-х. наук С. В. Королева. В этом смогли убедиться участники Дня поля при осмотре демонстрационных участков отечественных сортов и гибридов: томаты, перец сладкий, капуста белокочанная, чеснок, фасоль, арбуз, дыня, тыква селекции ВНИИ риса, а также продегустировать понравившийся продукт. Агрономы, фермеры, представители торгующих фирм договорились о более тесном сотрудничестве с учеными-селекционерами.

Огромный спрос – на дыни кубанской селекции, рассказал заведомомен бахчевых и луковых культур канд. с.-х. наук В. Э. Лазько. К примеру, среднеспелый сорт Темрючанка дает с гектара до 35 тонн сочных плодов с очень сладкой мякотью и нежным ароматом. Кроме того, он устойчив к экстремальным условиям среды.

Что касается тыквы, то наши сорта Вита-



минная и Прикорневая способны показать урожайность от 40 до 60 тонн. Семена последней к тому же используются для получения масла и в кондитерской промышленности. Ареал ее возделывания – не только вся Россия, но и страны ближнего и дальнего зарубежья.

В рамках Дня поля овощных и бахчевых культур БОЗОН АЭРО представил свои дроны-опрыскиватели ОСА и провел демонстрационные полеты и обработки. Дроны вызвали живой интерес среди участников. Были достигнуты договоренности о сотрудничестве и внедрении технологии беспилотного опрыскивания в ряде хозяйств Краснодарского края, Астраханской области и других регионов.

На пленарном заседании выступили: заведомомен овощекртофелеводства ВНИИ риса Светлана Королева; заведующий лабораторией бахчевых и луковых культур Виктор Лазько; директор Селекционной станции им. Н. Н. Тимофеева РГАУ МСХА им. К. А. Тимирязева Григорий Монахос; предприниматель из Брюховецкого района Денис Бобров и другие. Выступившие подчеркнули значимость отечественной селекции овощных культур и необходимость возрождения своего собственного семеноводства овощей для потребительского рынка и перерабатывающей промышленности.





КОНФЕРЕНЦИЯ МЕЛИОРАТОРОВ РОССИИ

Восьмого июня на базе ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса» мелиораторы России определили ключевые направления развития отрасли на научно-практической конференции «Развитие мелиоративного комплекса на примере Краснодарского края». В мероприятии приняли участие более 100 представителей отраслевых учреждений, а также научного и бизнес-сообществ.

Приветственный адрес участникам совещания направил Министр сельского хозяйства России Дмитрий Патрушев.

«Мелиорация сегодня имеет большое значение в развитии агропромышленного комплекса страны. На мелиорированных землях производится весь российский рис, до 65% овощной продукции и картофеля, около 20% кормов для животноводства и другая продукция. Именно поэтому на мелиораторов возлагается особая ответственность по созданию благоприятных условий для расширения и использования сельскохозяйственных земель», – сказано в приветствии министра, которое зачитал директор Департамента мелиорации Минсельхоза России Валерий Жуков.

В рамках большого мелиоративного совещания руководители учреждений, подведомственных отраслевому департаменту, обсудили реализацию подпрограммы по развитию мелиорации, способы наращивания экспорта сельхозпродукции, научное обеспечение отрасли в условиях импортозамещения, а также вопросы безопасной эксплуатации гидромелиоративных объектов.

Подводя итоги 2017 года, мелиораторы отметили стабильный рост отрасли. Благодаря совместной и слаженной работе специалистов введены в эксплуатацию свыше 101 тыс. га мелиорируемых земель, с помощью противопаводковых мероприятий обеспечена защита более 131 тыс. га земель от водной эрозии,

затопления и подтопления; проведены необходимые мероприятия на 401 гидротехническом объекте, осуществлены работы по расчистке каналов и многое другое.

Кроме того, изменена структура капитальных вложений в мелиоративные объекты сельхозпроизводителей. Новое строительство этих объектов с применением широкозахватных дождевальных машин составило 49,5%, что на 22% выше уровня предыдущего года; обеспечены мероприятия по техническому оснащению учреждений, которые приобрели 222 единицы техники и оборудования. Это в два раза больше, чем в 2016 году (109 единиц).

Участники совещания также отметили рост инвестиционной привлекательности мелиорации для аграриев. По итогам 2017 года число регионов-участников отраслевой программы выросло на 20% до 62 регионов, а объем инвестиций сельхозтоваропроизводителей составил свыше 14 млрд рублей.

В 2018 году финансирование подпрограммы по развитию мелиорации сохранено на уровне 2017 года и составляет порядка 11,426 млрд рублей.

По словам директора Департамента мелиорации Минсельхоза России Валерия Жукова, Краснодарский край является ярким примером развития мелиорации в России. На Кубани активно наращиваются объемы производства риса и его экспортный потенциал. Важно отметить, что почти 100% выращиваемых сортов – собственного производства.

В рамках программы конференции мелиораторы России ознакомились с научными и производственными посевами на рисовой оросительной системе ВНИИ риса, посетили лаборатории института, оценили селекционные, семеноводческие и демонстрационные посевы сортов риса, обсудили разработку агротехники новых сортов риса и элементов интенсивной технологии возделывания данной культуры.

МИКРОКЛОНАЛЬНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ *BRASSICA OLERACEA* L.

В лаборатории биотехнологии и молекулярной биологии ВНИИ риса проведены исследования, целью которых стала разработка эффективного регламента для стимуляции процессов морфогенеза в культуре соматических тканей *in vitro* капусты белокочанной.

Материалом исследований послужили вегетирующие растения гибрида капусты белокочанной № 24, выращенные в условиях теплицы. Перед введением в культуру *in vitro* экспланты хранили в условиях *in situ* (в холодильной камере) при температуре 8-10 °С в течение 1-2 суток.

Микроклональное размножение используют для быстрого получения неполовым путем растений, идентичных исходным, за счет высокого коэффициента размножения. В экспериментах выявлены продуктивные экспланты вегетирующих растений капусты белокочанной *Brassica oleracea* L. для микроклонального размножения.

Экспериментально подобраны стерилизующие агенты, эффективно освобождающие экспланты от бактериальной и грибковой инфекции с сохранением их жизнеспособности. Детализирован состав питательных сред, стимулирующих индукцию процессов каллусо-, органогенеза и соматического эмбриогенеза с последующей регенерацией растений.

Получены и адаптированы к условиям *ex vitro* пробирочные растения.

(Материалы исследований – на стр. 72)



Образование каллуса на концах эксплантов



Каллусообразование на сегментах соцветий



Каллусообразование на сегментах соцветий



Каллусообразование на сегментах соцветий



Каллусообразование на молодых соцветиях с бутонами 2-3 мм



Образование каллуса на цветоножке



Морфогенез в культуре соматических тканей



Укоренение микропобегов (А); адаптация к условиям *ex vitro* (Б)

ВЛИЯНИЕ ОКУЧИВАНИЯ РАСТЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО ЧЕСНОКА

Селекционеры отдела овощекартофелеводства ФГБНУ «ВНИИ риса» провели исследования, целью которых было определить целесообразность применения окучивания в период активного формирования луковиц растений чеснока для создания благоприятного температурного режима в почве на глубине зоны роста и повышения урожайности. Исследования проводили на участке размножения ярового чеснока сорта Еленовский и перспективного клона Ус-601 на богаре и капельном орошении.

Полученные результаты исследований показали, что для получения высокого урожая ярового чеснока на суходольных участках необходимо применять окучивание растений в период активного роста луковиц. На поливных участках применение окучивания необязательно, однако следует учитывать реакцию сортов на увеличение слоя почвы над зоной роста луковицы.

Если у сорта наблюдается положительная реакция на окучивание, то следует включать данный агроприем в регламента работ по уходу за растениями.

(Материалы исследований – на стр.81)



Опытное поле



Перспективный образец



Сорт «Триумф»



Сорт «Яросвет»



Участок ярового чеснока



Урожай нового сорта



Новый сорт чеснока

ПАМЯТИ УЧЕНОГО Н. Б. НАТАЛЬИНА

Основополагающий вклад в развитие исследований в области агротехники риса, повышение эффективности использования земель рисовых оросительных систем внес профессор Н. Б. Натальин.

Натальин Николай Борисович родился 29 октября 1903 года в г. Петербурге. В 1918 г. он поступил учиться в Песочинский сельскохозяйственный техникум в Рязанской губернии, а в 1921 г. стал студентом агрономического факультета Тимирязевской сельскохозяйственной академии (отделение растениеводства). После окончания академии служил в Красной Армии. С мая 1927 г. Н. Б. Натальин работает ассистентом отдела растениеводства Узбекской сельскохозяйственной опытной станции им. проф. Р. И. Шредера. Здесь под руководством старейшего рисовода Марии Ильиничны Уклонской Николай Борисович начал осваивать культуру риса. В 1929 г. он был приглашен профессором Д. Д. Букинич для работы в Рисовой экспедиции НКЗ РСФСР в качестве агронома Каратальского гидромодульного участка. С 1930 г. этот участок был реорганизован в Каратальское рисовое опытное поле, а Н. Б. Натальин был назначен его заведующим.



Н. Б. Натальин (справа) и В. Ф. Щупаковский

В 1934 г. Н. Б. Натальина приглашают на работу на Всесоюзную рисовую опытную станцию (г. Краснодар), где он проработал в общей сложности около 30 лет, сначала научным сотрудником сектора полеводства, затем заведующим этим сектором, а с 1944 по 1963 гг. – заведомом агротехники, замдиректора ВРОС по научной части.

29 октября 1941 г. на заседании Специализиро-

ванного совета Краснодарского института виноградарства и виноделия Н. Б. Натальин защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по теме «Люцерна и клевер в травяном клину рисового севооборота».

В период временной оккупации Н. Б. Натальин находился в эвакуации в Казахстане. После освобождения города возвращается и сразу же раз-



Н. Б. Натальин на заседании совета (1951 г.)

ворачивает активную научную и общественную деятельность на Всесоюзной рисовой опытной станции. Из характеристики, которую подготовил 5.05. 1953 г. директор станции А. П. Джулай: «С декабря 1944 г. Н. Б. Натальин является научным руководителем Всесоюзной рисовой опытной станции. При его научном руководстве коллектив станции проделал большую работу по восстановлению рисосеяния в районах, подвергшихся оккупации, опубликовал ряд научных работ. Под его руководством разработаны основные положения по развитию рисосеяния в СССР, одобренные в 1946 г. Техническим советом МСК СССР».

В 1946 г. в «Сельхозиздате» выходят две работы Николая Борисовича «Агротехнические основы рисового севооборота» и «Зеленые удобрения под рис», а в Краснодарском краевом книжном издательстве – монография «Рис в Краснодарском крае», в котором большинство разделов написано Н. Б. Натальиным. В 1947 г. он публикует работу «Многолетние травы как предшественники в рисовом севообороте». В последующие годы Н. Б. Натальин работает еще с большей продуктивностью. Выполненные в послевоенный период работы характеризуются оригинальностью и широким охватом предмета исследований. Работая на Всесоюзной рисовой опытной станции, Н. Б. Натальин направлялся в заграничные командировки в Бирму

и Индонезию для оказания помощи в организации этих странах государственных рисовых предприятий.

Несомненный интерес представляет извлеченная из архивных источников характеристика, подготовленная директором Всесоюзной рисовой опытной станции В. П. Доценко и направленная 13.11.1947 г. на имя президента Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук Т. Д. Лысенко с ходатайством о присуждении Николаю Борисовичу звания «член-корреспондент ВАСХНИЛ».

В ней, в частности, говорится: «Вся научная деятельность Натальина Н. Б. показывает его высокую квалификацию, эрудированность, большие способности в области избранной специальности. Он является ценным научным работником, способным нести обязанности члена-корреспондента Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук им. В. И. Ленина».

В 1963 г. Н. Б. Натальин начинает педагогическую деятельность в Кубанском СХИ: в 1963-1964 гг. – доцент кафедры сельскохозяйственной мелиорации, 1964-1965 гг. – доцент кафедры орошаемого земледелия, а затем до октября 1969 г. – профессор той же кафедры. В 1964 г. на заседании специализированного Совета во Всесоюзном институте растениеводства им. Н. И. Вавилова (г. Ленинград) им была защищена диссертация на соискание ученой

степени доктора сельскохозяйственных наук по теме «Возделываемые растения Бирмы». В ноябре 1966 г. Н. Б. Натальину присваивается ученое звание «профессор». С октября 1969 г. по июнь 1975 г. он возглавляет кафедру тропического растениеводства. С июня 1975 г. до последних лет своей жизни он оставался профессором этой кафедры.

Научная деятельность профессора Н. Б. Натальина многогранна. Она посвящена разработке основных вопросов агротехники риса и сопутствующих ему севооборотных культур. В результате многолетней работы профессором Н. Б. Натальиным совместно с другими сотрудниками Всесоюзной (позже – Кубанской) рисовой опытной станции разработаны основы агротехники риса для новых регионов рисосеяния, получивших всеобщее признание и широкое применение. В его работах дается полная характеристика и оценка отдельных агроприемов и их роль в рисовых севооборотах. Им проведены исследования по вопросам сидерации и совершенствованию структурных рисовых севооборотов. Н. Б. Натальин в своей работе большое внимание уделял методическим аспектам проведения полевых опытов с рисом. Четкости постановки задачи, чистоте эксперимента, правильному выбору методов он придавал первостепенное значение. Работы ученого по совершенствованию полевого,

вегетационного и лабораторного методов получили одобрение 2-го Всесоюзного совещания по рису (16-23 марта 1937 г.). Результаты исследований профессора Н. Б. Натальина обобщены в книгах «Рис» (1965, 1968), а также в учебнике «Рисоводство» (1973), которые до настоящего времени являются уникальным пособием для всех рисоводов – ученых и практиков. Под его непосредственным руководством защищено более 15 кандидатских диссертаций. Многочисленные его ученики работают на кафедрах и в лабораториях учебных и научных учреждениях нашей страны и за рубежом.

Николай Борисович был всесторонне развитым, высокообразованным человеком, трудолюбивым практиком, тонким наблюдателем и экспериментатором. Достижения науки он всегда стремился воплотить в производство, поэтому труды ученого пользовались известностью и признанием специалистов рисосеющих хозяйств Кубани.

Был награжден орденом «Знак Почета» (1949) и медалями «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.» (1946), «В память 100-летия со дня рождения И. В. Мичурина» (1955).

А. Х. Шеуджен

(«Флагман рисоводства России»)



Н. Б. Натальин с коллегами (1946 г.)

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ АВТОРСКИХ ОРИГИНАЛОВ

К публикации принимаются ранее не опубликованные статьи на русском и английском языках. Рукописи представляются на твердом и электронном носителях или по e-mail на адрес **arri_kub@mail.ru** с пометкой «**В редакцию журнала**». Название файла должно содержать указание полугодия и года выпуска номера и фамилию автора латиницей, например, «**1(2014)Ivanova.doc**». Допустимые форматы файлов: **.doc, .docx, .rtf**. В отдельных случаях редакция может попросить представить отдельные файлы изображений или текст также в формате **.pdf**, либо в печатном варианте.

Структура статьи

- УДК;
- инициалы и фамилия, ученая степень автора/авторов и указание города и страны;
- название статьи, аннотация и ключевые слова на русском и английском языках;
- текст статьи;
- список литературы;
- информация об авторе/авторах с указанием их фамилии, имени и отчества (полностью), должности и контактных данных (информация о месте работы, почтовый адрес, e-mail, контактный телефон) на русском и английском языках.

Статью рекомендуется чётко структурировать. Примерная структура: обзор, проблема, гипотезы, материал и методы, изложение, аргументация, обсуждение, выводы. Формально структуру статьи желательно отразить в заголовках внутри текста, выделенных **полужирным** шрифтом.

В случае необходимости перевод редактируется или осуществляется редакцией журнала.

Форматирование текста

Пожалуйста, избегайте собственного форматирования. Окончательное форматирование осуществляется редакцией.

- поля: верхнее, нижнее, правое – 1,5 см, левое – 2 см; шрифт – Times New Roman, 12 кегль; интервал полуторный; абзацный отступ – 1,25 см; без переносов;
- используйте *курсив* или **полужирный курсив** для примеров, а также наиболее важных терминов и понятий;
- избегайте использования подчёркиваний;
- таблицы и рисунки должны иметь отдельную нумерацию (например, **Таблица 1**, **Рисунок 1**) и быть озаглавлены, ссылки на них обязательны в тексте статьи. Название таблиц размещается над левым верхним углом таблицы, название рисунка – под рисунком по центру;
- в случае необходимости можно использовать обычные (не концевые!) пронумерованные сноски

Оформление ссылок и списка литературы

Библиографический список приводится в конце статьи в алфавитном порядке в виде пронумерованного списка источников под названием **ЛИТЕРАТУРА**. Библиографический список оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание».

- Книги Сметанин, А. П. Методики опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса / А. П. Сметанин, В. А. Дзюба, А. И. Аprod. – Краснодар, 1972. – 156 с.
Жученко, А. А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы): в 2 т. / А. А. Жученко. – М.: Изд-во РУДН, 2001. – Т. 1. – 780 с; Т. 2. – 785 с.
Ерыгин, П. С. Физиология риса / П. С. Ерыгин. – М.: Колос, 1981. – 208 с.
Система рисоводства Краснодарского края / под. ред. Е. М. Харитоновой. – Краснодар, 2011. – 316 с.
- Авторефераты Ляховкин, А. Г. Мировой генофонд риса (*Oryza sativa* L.) в связи с проблемами селекции: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / А. Г. Ляховкин. – Ленинград, 1989. – 58 с.
- Диссертации Ковалев, В. С. Селекция сортов риса для Краснодарского края и Адыгеи и разработка принципов их рационального использования: дис. ... д-ра с.-х. наук в форме научного доклада : 06.01.05 : защищена 25.03.1999 / В. С. Ковалев. – Краснодар, 1999. – 49 с.
- Газеты, журналы Рисоводство: научно-производственный журнал / учредитель: ГНУ «ВНИИ риса» Россельхозакадемии. – 2013, № 1 (22). – Краснодар: Просвещение-Юг, 2013. – ISSN 1684-2464.
- Статьи Кумейко, Ю. В. Влияние ингибитора нитрификации на показатели, характеризующие режим азотного питания растений риса / Ю. В. Кумейко // Рисоводство. – Краснодар, 2013. – № 1 (22). – С. 66-70.
Чижикина, Н. П. Эволюция минералогического состава и микростроения основных типов почв Кубани при рисосеянии / Н. П. Чижикина, М. П. Верба // Почвы и их плодородие на рубеже столетий: Материалы 2-го съезда Белорусского общества почвоведов. – Минск, 2001. – Кн. 1. – С. 232-233.
- Электронные ресурсы Зеленский, Г. Л. Российские сорта риса для детского и лечебного питания [Электронный ресурс] / Г. Л. Зеленский // Научный журнал КубГАУ. – Краснодар, 2011. – № 72 (08). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/08/pdf/01.pdf> (Дата обращения: 1.10.2014).
- Зарубежные издания Satake, T. High Temperature-Induced Sterility in Indica Rice in the Flowering Stage / T. Satake, S. Yoshida // Japanese Journal of Crop Science. – 1978. – № 47. – P. 6-17.

Ссылки на зарубежные издания размещаются в алфавитном порядке, после отечественных. В тексте статьи ссылка на источник делается путем указания в квадратных скобках порядкового номера цитируемой литературы, например, **[1]**.

Возвращение рукописи автору на доработку не означает, что статья принята к печати. После получения доработанного текста рукопись вновь рассматривается редколлегией. Доработанный текст необходимо вернуть вместе с ответом на все замечания рецензента. Датой поступления считается день получения редакцией финального варианта статьи.

Редколлегия сборника оставляет за собой право отклонять статьи, оформление и/или содержание которых не соответствует изложенным требованиям, а также статьи, получившие отрицательные оценки рецензентов.

Очередность публикации принятых материалов устанавливается в соответствии с внутренним планом редакции.

FORMATTING REQUIREMENTS

Preparing the manuscript

Editorial address

Please send your manuscripts as an e-mail attachment to the following address: **arri_kub@mail.ru**,
“Attn. Editors of the Magazine”.

Languages

Manuscripts can be written in English or in Russian. In view of academic globalization, English articles are especially welcome.

File format

Please prepare the text of your manuscript and submit it as a **.doc, .docx, .rtf file**. Sometimes we may ask for a **.pdf** file for our reference, or for separate **.jpg** files.

Manuscript materials should be ordered as follows:

- authors' names, academic credentials, city and country;
- abstract of approximately 100 words and its Russian translation 5-7 key words;
- body of work;
- list of references and sources;
- information about the authors including full names, affiliation and contacts including mailing and e-mail addresses;
- If needed, translation can be effected by the editors.

Basic formatting

- Do not format the text, use standard paper size to A4
- Set line spacing to 1.5
- Use the same font (Times New Roman, point 12) throughout the document
- Use *italics* or **boldface italics** to draw the readers' attention to particular aspects of the text
- Tables and figures should be numbered separately (**Table 1, Figure 1, etc.**)
- Use footnotes

Final formatting will be done by the editors.

Bibliographical references

At the end of the manuscript, provide a full bibliography with the heading: **REFERENCES**.

Arrange the entries **alphabetically** by surnames of authors.

Some examples of references are given below.

Books and monographs Modeling the Impact of Climate Change on Rice Production in Asia / edited by R. B. Matthews, M. J. Kroppf, D. Bachelet, H. H. van Laar. – Wallingford: CAB INTERNATIONAL. – 289 p.
 Yoshida, S. Fundamentals of Rice Crop Science / S. Yoshida. – Los Banos, 1981. – 269 pp.

Journal articles Satake, T. High Temperature-Induced Sterility in Indica Rice in the Flowering Stage / T. Satake, S. Yoshida // Japanese Journal of Crop Science. – 1978. – № 47. – P. 6-17

Online sources Vaghefi, N. The Economic Impacts of Climate Change on the Rice Production in Malaysia [Electronic source] / N. Vaghefi, M. Nasir Shamsudin, A. Makmom, M. Bagheri // International Journal of Agricultural Research. – 2011. – Vol. 6, Issue 1. – Pp. 67-74. – Access mode: <http://scialert.net/abstract/?doi=ijar.2011.67.74> (Accessed 1.10.2014).

References in the text and in the footnotes should include the number of the publication as in the references list enclosed in square brackets, Eg.: **[1]**.

РИСОВОДСТВО / RICE GROWING

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ / SCIENTIFIC RESEARCH AND PRODUCTION MAGAZINE

ISSN 1684-2464

3 (40) 2018

Подписано в печать	Тираж изготовлен в типографии
27.09.2018	ООО «НОВЫЙ ВЗГЛЯД»
Формат 62х94	394016, г. Воронеж,
Бумага офсетная	ул.Славы, д.13а, оф.201
Усл. печатн. листов 16.8	
Заказ № 9455. Тираж 300 экз.	

ВНИМАНИЕ! УСПЕЙТЕ ПОДПИСАТЬСЯ!

Уважаемые подписчики! Обращаем ваше внимание на то, что у нас продолжается ПОДПИСНАЯ КАМПАНИЯ на журнал

«РИСОВОДСТВО» на I полугодие 2019 года



- Свежие новости отрасли
- Актуальные темы
- Полезная информация и методические рекомендации рисоводу
- Результаты научных исследований
- Новая рубрика: овощеводство

Журнал «Рисоводство» объемом 100 полос выходит 4 раза в год.

Оформить подписку на журнал вы можете в любом отделении Почты России.

Подписной индекс на I полугодие 2019 года по каталогу российской прессы «Почта России» – 60625.



Подробнее о подписных ценах в вашем регионе вы можете узнать в своем отделении Почты России.

Федеральное государственное унитарное предприятие «ПОЧТА РОССИИ»
Бланк заказа периодических изданий

Ф. СП-1

АБОНЕМЕНТ на газету-журнал **РИСОВОДСТВО** (наименование издания)

Индекс издания: **60625**

Количество комплектов: _____

на 20 19 год по месяцам:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
X	X	X	X	X	X						

Куда: _____ (почтовый индекс) _____ (адрес)

Кому: _____

линия отреза

ДОСТАВочная КАРТОЧКА **60625** (индекс издания)

пв место литер

На газету-журнал **РИСОВОДСТВО** (наименование издания)

Стоимость	подписки	руб.	коп.	Количество комплектов
	каталожная	руб.	коп.	
	переадресовки	руб.	коп.	

на 20 19 год по месяцам:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
X	X	X	X	X	X						

_____	_____	_____	_____	_____
(почтовый индекс)				
код улицы		_____		
_____	_____	_____	_____	_____
дом	корпус	квартира	Фамилия, и., о.	

город
село
область
район
улица



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