

РИСОВОДСТВО

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 1684-2464

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр риса»

Издается с 2002 года

Периодичность – 4 выпуска в год

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

Главный редактор

С.В. ГАРКУША (ФНЦ риса),

д-р с.-х. наук, профессор

Заместитель главного редактора

В. С. КОВАЛЕВ (ФНЦ риса)

д-р с.-х. наук, профессор

Научный редактор

Н. Г. ТУМАНЬЯН (ФНЦ 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)

В. А. ДЗЮБА (ФНЦ риса), д-р биол. наук, профессор

Л. В. ЕСАУЛОВА (ФНЦ 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 (ФНЦ риса), канд. с.-х. наук

П. И. КОСТЫЛЕВ (ФГБНУ «Аграрный научный центр

«Донской»»), д-р с.-х. наук, профессор

В. А. ЛАДАТКО (ФНЦ риса), канд. с.-х. наук

Ж. М. МУХИНА (ФНЦ риса), д-р биол. наук

А. Н. ПОДОЛЬСКИХ (Казахский НИИ рисоводства

им. И. Жахаева), д-р с.-х. наук

М. А. СКАЖЕННИК (ФНЦ риса), д-р биол. наук

А. И. СУПРУНОВ (КНИИСХ им. П. П. Лукьяненко), д-р с.-х. наук

Н. Г. ТУМАНЬЯН (ФНЦ риса), д-р биол. наук, профессор

Е. М. ХАРИТОНОВ (ФНЦ риса), академик РАН, профессор

М. И. ЧЕБОТАРЕВ (КубГАУ), д-р техн. наук, профессор

А. Х. ШЕУДЖЕН (ФНЦ риса), академик РАН, профессор

Переводчик: **И.С. ПАНКОВА** (ФНЦ риса)

Корректор: **С.С. Чижикова**

Адрес редакции:

Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия

arrri_kub@mail.ru, «В редакцию журнала».

Научный редактор: тел.: (861) 229-41-49

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 ` Federal Scientific Rice Centre

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 (FSC of rice),

Dr. Sc. {Agriculture}, professor

Deputy Chief Editor

V. S. KOVALYOV (FSC of rice)

Doctor of Agricultural Sciences, professor

Scientific Editor

N. G. TUMANIAN (FSC of rice)

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, Liaoning Academy of Agricultural

Science), Ph. D

V. A. DZUBA (FSC of rice), Dr. Sc. {Biology}, professor

L. V. ESAULOVA (FSC of rice), 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 (FSC of rice), Cand. Sc. {Agriculture}

P. I. KOSTYLEV (SSE «ARC «Donskoy»), Dr. Sc. {Agriculture},

professor

V. A. LADATKO (FSC of rice), Cand. Sc. {Agriculture}

Zh. M. MUKHINA (FSC of rice), Dr. Sc. {Biology}

A. N. PODOLSKIKH (Kazakh Scientific Research Institute of Rice

Growing named after I. Zhakhaev), Dr. Sc. {Agriculture}

M. A. SKAZHENNIK (FSC of rice), Dr. Sc. {Biology}

A. I. SUPRUNOV (Krasnodar Research Institute of Agriculture

named after P. P. Lukianenko), Dr. Sc. {Agriculture}

N. G. TUMANIAN (FSC of rice), Dr. Sc. {Biology}, professor

E. M. KHARITONOV (FSC of rice), Academician of Russian

Academy of Sciences, professor

M. I. CHEBOTAREV (KubSAU), Dr. Sc. {Engineering}, professor

A. KH. SHEUDZHEN (FSC of rice), Academician of Russian

Academy of Sciences, professor

Interpreter: **I. S. PANKOVA** (FSC of rice)

Proofreader: **S.S. Chizhikova**

Address:

3 Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia

arrri_kub@mail.ru, «Attn. Editors of the Magazine» Scientific

Editor: tel. (861) 229-42-66

Mass Media Registration Certificate

#019255 dd. 29.09.1999, issued by National Press Committee of the Russian Federation.

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

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

В. А. Дзюба, Л. В. Есаулова, И. Н. Чухирь, А. Г. Зеленский Характеристика растений риса, в связи с генами, контролирующими структуру листа	4
Ю. В. Ткаченко, А. Г. Зеленский, Г. Л. Зеленский Сравнительная оценка сортов и образцов риса с разной архитектоникой растений при воздушной засухе	11
А. О. Князева, Н. В. Чернышева Влияние обработки семян и растений риса гуминовыми препаратами на урожайность и качество зерна	18
И. Е. Белоусов Эффективность некорневой подкормки молибденом на сортах, различающихся требовательностью и уровнем азотного питания	23
А. Я. Барчукова, Я. К. Тосунов, Н. В. Чернышева Влияние некорневой подкормки озимой пшеницы жидким минеральным удобрением актив марки азот на ростовые и формообразовательные процессы, урожайность и качество зерна	28
Е. Н. Киселев, А. В. Погорелов, С. В. Гаркуша, М. А. Скаженник, В. С. Ковалев, Е. М. Харитонов, С. В. Кизинек, В. Н. Чижилов Исследование посевов риса в Краснодарском крае по данным дистанционного зондирования (предварительный анализ)	34
С. Н. Болотин, Т. Ф. Бочко, Л. С. Федючок Исследование трансформированности почв земель сельскохозяйственного назначения методом ЭПР спектроскопии	44
В. Н. Паращенко, А. В. Осипов, В. Н. Слюсарев, В. Н. Чижилов, И. И. Суминский Водно-физические свойства аллювиальных луговых и перегнойно-глеевых почв западного предкавказья при возделывании риса	50
И. В. Козлова Влияние уровня минерального питания и применения полива на продуктивность и урожайность зерновой фасоли	54
Г. Л. Зеленский, О. В. Зеленская Международная конференция по рисоводству стран умеренного климата (7th ITRC-2020): наука и инновации	59
В. Н. Чижилов, Р. С. Шарифуллин, И. В. Козлова, О. И. Слепцова Эффективность применения некорневых подкормок молибденовым и фосфорно-калийным удобрениями при капельном поливе на посевах лущильной фасоли	66
С. В. Королева, В. Э. Лазько, И. В. Козлова, О. В. Якимова, Н. В. Шуляк Применение мульчирующей черной полимерной биоразрушаемой пленкой фирмы BASF на овощебахчевых культурах	71
О. В. Зеленская Сорные растения рода <i>Lindernia</i> ALL. на рисовых полях Краснодарского края	78
Д. Е. Зима, А. В. Кочегура Взаимосвязь между урожайностью и содержанием белка в семенах сои	85
С. А. Дякунчак, В. Э. Лазько Болезни и вредители чеснока на Кубани и создание устойчивых к ним сортов	90

TABLE OF CONTENTS

SCIENTIFIC PUBLICATIONS

V. A. Dzuba, L. V. Esaulova, I. N. Chukhir, A. G. Zelenskiy Characteristic of rice plants in connection with genes, controlling leaf structure	4
Y. V. Tkachenko, A. G. Zelensky, G. L. Zelensky Comparative evaluation of varieties and samples of rice with different plant architectonics at air drought	11
A. O. Knyazeva, N. V. Chernisheva The effect of treatment of seeds and plants of rice humic preparations on productivity and quality of grain	18
I. E. Belousov Effectiveness of non-root feeding molybdenus on varieties of rice, varying reaction to the level of nitrogen nutrition	23
A. Y. Barchukova, J. K. Tosunov, N. V. Chernisheva Effect of foliar feeding of winter wheat liquid mineral fertilizer activ brand nitrogen on growth and formative processes, grain yield and quality	28
E. N. Kiselev, A. V. Pogorelov, S. V. Garkusha, M. A. Skazhennik, V. S. Kovalyov, E. M. Kharitonov, S. V. Kizinek, V. N. Chizhikov, T. S. Pshenitsyna Research of rice crops in krasnodar region by remote sensing data (preliminary analysis)	34
S. N. Bolotin, T. F. Bochko, L. S. Fedyuchok Exploring the transforming of soils agricultural use method epr spectroscopy	44
V. N. Parashenko, A. V. Osipov, V. N. Slyusarev, V. N. Chizhikov, I. I. Suminsky Water-physical properties of alluvial meadow and humic-gley soils of the western caucasus in rice cultivation	50
I. V. Kozlova Effect of mineral nutrition level and application of irrigation on productivity and yield of grain bean	54
G. L. Zelensky, O. V. Zelenskaya International Conference on rice growing of temperate climate country (7th ITRC-2020): science and innovation	59
V. N. Chizhikov, R. S. Sharifullin, I. V. Kozlova, O. I. Sleptsova Efficiency of foliar application with molybdenum and phosphorus-potassium fertilizers for drip irrigation on seeds of haricot bean	66
S. V. Koroleva, V. E. Lazko, I. V. Kozlova, O. V. Yakimova, N. V. Shulyak Application of the mulching black polymeric biodegradable basf film on vegetable and melon crops	71
O. V. Zelenskaya Weeds lindernia all. On the rice fields of krasnodar region	78
D. E. Zima, A. V. Kochegura The relationship between yield and protein content in soybean seeds	85
S. A. Dyakunchak, V. E. Lazko Garlic diseases and pests in Kuban and development of resistant varieties	90

DOI 10.33775/1684-2464-2020-46-1-4-10
УДК 633.18:575.1:631.559

В. А. Дзюба, д-р. биол. наук,
Л. В. Есаулова, канд. биол. наук,
И. Н. Чухирь, канд. с.-х. наук,
А. Г. Зеленский, канд. биол. наук
г. Краснодар, Россия

ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТЕНИЙ РИСА, В СВЯЗИ С ГЕНАМИ, КОНТРОЛИРУЮЩИМИ СТРУКТУРУ ЛИСТА

Успех селекции культурных растений, в частности риса, в значительной степени зависит от наличия генетически разнообразного исходного материала, его изученности и правильного подбора, а также выявления новых источников ценных признаков и свойств среди экологически отдаленных агроэко-типов, которые обогащают генетический потенциал отечественных сортов. Одна из наиболее важных задач, решение которой необходимо для ускорения селекционного процесса – изучение наследования количественных признаков, составляющих основные элементы структуры урожая. На создание высоко-коурожайного сорта огромное влияние оказывают хозяйственно важные признаки: высота растений, общая и продуктивная кустистость, число колосков и зёрен в метёлке, крупность зерна, масса 1000 зёрен и т.д., однако немаловажное значение имеют признаки, которые контролируются генетическими факторами. Структура листа растений риса включает: длину, ширину, наличие или отсутствие лигулы (язычка)-Ligula(Lg), lg- ligulaless, развитые ушки Aul- Auricle, их отсутствие aul-auricle, присутствие места соединения листовой пластинки и влагалища листа Ju-Junctura, отсутствие его ju –junctura, эректоид-ное расположение листьев на растении (Er- Erect leaf), вертикальный или эректоидный лист (Er- Erect leaf habit), развесистый(er-erect leaf). В селекции новых сортов риса используют признак эректоидного (вертикального) расположения листьев растения. Наследование любого признака часто определяется исследователями по величине коэффициента доминантности. В отделе селекции Федерального научного центра риса создано более 20 образцов и линий с эректоидным расположением листьев. Была изучена генетика этого признака, который в гибридных комбинациях проявляет доминантный эффект. Отселекти-ровали 18 линий с различными генотипами.

Ключевые слова: рис, лист, гибрид, образец, ген, генотип, фенотип, гибридологический анализ, габитус, эректоидный, безлигульность.

CHARACTERISTIC OF RICE PLANTS IN CONNECTION WITH GENES, CONTROLLING LEAF STRUCTURE

The success of breeding cultivated plants, in particular rice, largely depends on the presence of a genetically diverse source material, its knowledge and proper selection, as well as the identification of new sources of valuable traits and properties among ecologically distant agroecotypes that enrich the genetic potential of domestic varieties. One of the most important tasks, the solution of which is necessary to accelerate the breeding process, is to study the inheritance of quantitative traits that make up the basic elements of the yield structure. Development of a high-yielding variety is greatly influenced by economically valuable traits: plant height, total and productive tillering, the number of spikelets and grains in a panicle, grain size, weight of 1000 grains, etc., however, traits that are controlled by genetic factors are of no less importance. Traits of leaves in rice plants show morphological characteristics that are controlled by genetic factors in the ontogenesis of their development. The leaf structure of rice plants includes the length, width, presence or absence of a ligula (tongue) -Ligula (Lg), lg-ligulaless, developed Aul-Auricle ears, their absence aul-auricle. If there is a junction of the leaf blade and axil Ju-Junctura, its absence ju-junctura, the erectoid arrangement of the leaves on the plant (Er-Erect leaf). Vertical or erectoid leaf (Er-Erect leaf habit), loose (er-erect leaf). When breeding new rice varieties, they often use trait of erectoid (vertical) location of the leaves on the plant. Inheritance of any trait is often determined by researchers by the value of the dominance coefficient [11, 12, 13]. More than 20 samples and lines with an erectoid arrangement of leaves have been developed in breeding department of the Federal Scientific Rice Centre. We studied the genetics of this trait, which in hybrid combinations exhibits a dominant effect. 18 lines with different genotypes were selected.

Key words: rice, leaf, hybrid, sample, gene, genotype, phenotype, hybridological analysis, habitus, erectoid, ligulaless.

Введение

В литературе описано и изучено более 20 генов, контролирующих структуру и морфологию расте-ний (В.А. Дзюба, 2000; 2004; Т.Т. Chang, 1964). Мно-

гие признаки, которые контролируются генетиче-скими факторами, детерминирующие структуру листьев растений риса, используются в селекции при создании новых сортов. При описании генов

мы расположили их в алфавитном порядке по названию и символу T. Kinoshita (1997) на английском языке и в русской транскрипции:

Ad-adherent- срастание верхнего листа с нижней частью метелки. Образцы с такими генами могут использоваться для генетических исследований;

aul-auricleless- отсутствие ушек, начиная с первого листа. Этот ген связан во взаимодействии с lg- ligulaless- безлигульностью (отсутствие лигулы у всех листьев растения);

Aul- Auricle- наличие ушек у всех листьев растения;

dl- drooping- пониклый лист, локализован в хромосоме 3;

drp-dripping leaf- падающий (наклонный) влажный лист, локализован в хромосоме 4;

drp-2-dripping wet leaf 2- падающий влажный лист, но не ломается, локализован в хромосоме 9;

gl-1-glabrous leaf and hull- неопушенные (гладкие) листья и цветковые чешуи, локализован в хромосоме 5;

HI-a-Hairy leaf- опушенный лист, локализован в хромосоме 6

Er- Erect leaf habit- эректоидный (прямостоячий) лист;

er-erect leaf-развесистый лист;

Lg –Ligula of leaf-лигула листа, альтернативный lg (рецессивный);

lg- ligulaless- безлигульный лист, альтернативный доминантному гену Lg. Этот аллель связан во взаимодействии с генами aul (auricleless) и ju (juntura). Триплет генов aul, lg и ju контролирует отсутствие ушек, лигулы и места соединения листа с его влагалищем;

Мутация cr-crindly leaf- определяет морщинистую листовую пластинку. Её можно использовать только для исследований по генетике риса;

nl-neck leaf- контролирует приметёлочный (рудиментарный) лист. В гибридных комбинациях F1 проявляется аналогично мутации ad(adherent).

Ген nal-narrow leaf – узкий лист, локализован в хромосоме 4. Размер листовой пластинки контролируется двумя аллеломорфными генами. Образцы с такими генами часто используются в селекции.

Ген Nal-6 – узкий лист (доминант), локализован в хромосоме 3. Образцы типа Anaо с широким листом используются в селекции. Широкий лист обладает хорошей фотосинтетической активностью, связываются синтезом повышенной продуктивности. При подборе родительских пар для гибридизации необходимо отдавать предпочтение формам с широким и гладким листом.

Мутация vi-virticillata arrangement of rachis- проявляет мутовчатое расположение листьев. Образцы с геном «vi» могут быть использованы при постановке исследований по генетике риса.

Два гена rl- rolled leaf и tl- twisted leaves контролируют скрученную листовую пластинку. Ген

rl детерминирует скручивание листа по спирали, а tl – только вокруг средней жилки листа. Оба гена вызывают полную или частичную стерильность колосков. Поэтому образцы с рецессивными генами rl и tl не следует использовать в селекции в качестве родительских особей.

Ген RI-Rolled leaf контролирует прямой лист.

Цель исследований

Описать гены растений риса, контролирующие структуру листа, показать наследование признаков растений по структуре листа, имеющих практическое значение для селекции при создании новых образцов, линий и сортов.

Материалы и методы

Для проведения исследований использовали сорта Альфа, Австрал и сортообразец риса СПу-78. В качестве стандарта был использован сорт Лиман.

Сорт **Альфа** создан из сложной гибридной комбинации. Продуктивность растений варьирует от 75 до 80 ц/га. Ботаническая разновидность *gilanica* Gust. Зерновка длинная без остей, слабо опушена. Листья длинные, широкие слегка наклонены. Нами был составлен примерный генотип по фенотипическому проявлению признаков: sd, an, Wh, Lp, Lx, lk, Anl, Lg, J, RI, er.

Сорт **Австрал** отобран в гибридном питомнике, период вегетации составляет 120 дней, высота растений варьирует от 88 до 95 см, листья короткие, при высокой температуре более 30°C сворачиваются в трубку. По литературным данным (Зеленский А.Г., 2005; 2006; 2007; 2008) скрученный лист проявляет рецессивный эффект по отношению к прямой листовой пластинке. Для сорта Австрал составлен примерный генотип: sd, an, Wh, Lp, Lx, Aul, lk, Lg, J, rl, er.

Образец **СПу-78** – растение риса с эректоидными листьями и с рыхлой поникающей метелкой. Источник эректоидности листьев растений риса был синтезирован методом химического мутагенеза. Из мутантной популяции М 3 было отобрано полукарликовое растение высотой 55 см, после его размножения ему дали название «остролистный». Этот сорт был включен в гибридизацию, в результате чего был получен гибридный материал, из которого отобрали образец КПУ-162-90 с высокой продуктивностью метелки и вертикальным расположением листьев. В результате последующей селекционной работы была выделена группа образцов с эректоидной листовой пластинкой, примером которой и является **СПу-78**. Был составлен следующий примерный его генотип: sd, an, Wh, Lp, Lx, Lk, Aul, Lg, J, RI, Er

После изучения исходного материала был установлен тип (структура) листа и генетическая детерминация признаков:

вертикальный лист (Er- Erect leaf);

развесистый лист (er-erect leaf);

скрученный лист (rl- rolled leaf);

прямой лист (RI-Rolled leaf).

Подобрав родительские формы с разной структурой листьев, провели гибридизацию по методике, принятой в ФНЦ риса (Сметанин А.П., 1972, Лось Г.Д., 1987, Чухирь И.Н., 2007, Чухирь И.Н., 2008, Зеленский Г.Л., 2010, Дзюба В.А., 2012).

Результаты и обсуждение

В качестве маркера служил сорт Австрал с удлиненной зерновкой (lk-long kernel). Получены следующие гибридные комбинации: СПу-78/Альфа; СПу-78/Австрал; Альфа/Австрал (табл. 1).

После гибридизации на материнских растениях, суммарное количество зерновок F₁ варьировало в среднем от 713 шт. (СПу-78/Австрал) до 845 шт. (Альфа/Австрал), что вполне достаточно для генетического и гибридологического анализов.

Весной 2018 года все гибридные зерновки и их родительские формы (по 20 штук для контроля) были пророщены в чашках Петри при комнатной температуре (табл. 2).

Проростки семян гибридов и родительских особей в возрасте 2-3 листьев были высажены в сосуды, объемом 8 кг почвы, по 10 штук. В дальнейшем все растения выращивали в соответствии с методикой вегетационных опытов (А.П. Сметанин, В.А. Дзюба, А.И. АPROD, 1972).

При созревании семян гибридных особей и родительских форм все растения убрали с корнями, отмыли, высушили до воздушно-сухого состояния, затем провели биометрический анализ по ко-

личественным признакам, ценным для селекции (табл. 3).

Результаты таблицы 3 показывают, что все гибриды F₁ по количественным признакам проявляют доминантный и сверхдоминантный эффект. Родительские особи и гибриды можно использовать для скрещивания при селекции новых сортов риса.

На примере гибрида СПу-78/Австрал провели генетический и гибридологический анализы признаков: эректоидный лист (Er – доминант), развесистый лист (er – рецессив), прямая листовая пластинка (Rl – доминант), скрученная листовая пластинка (rl – рецессив). Мы составили генетическую формулу гибрида СПу-78/Австрал (Er Rl / er rl = Er er / Rl rl). Гибрид F₁ проявил эректоидность листьев и прямые листовые пластинки. В F₂ с использованием решетки Пеннета по сформированному пыльцевым зёрнам растений получили формулы генотипов гетерозигот по изучаемым признакам.

Во втором поколении изучаемый гибрид на основе дигенного наследования формулирует 16 типов зигот, растения которых при гибридологическом анализе расщепляются на 4 класса в отношении 9:3:3:1 в следующей структуре:

- лист эректоидный, листовая пластинка прямая;
- лист эректоидный, листовая пластинка скрученная;
- лист развесистый, листовая пластинка прямая;

Таблица 1. Эффективность гибридизации между образцами с различными признаками (2014-2018 гг.)

Гибридная комбинация	Количество кастрированных метёлок, шт	Среднее количество кастрированных колосков на метёлке, шт	Число кастрированных и опылённых колосков всего, шт	Количество завязавшихся зерен F ₁ , шт	Эффективность гибридизации
СПу-78/Альфа	35	53	1855	787	42,4
СПу-78/Австрал	32	51	1632	713	43,7
Альфа/Австрал	37	63	2257	845	37,4

Таблица 2. Жизнеспособность семян и растений в F₁

Гибридные комбинации и родительские формы	Число завязавшихся зерен F ₁ , шт	Количество проростков, шт	Жизнеспособность зерновок F ₁ , %	Число созревших растений F ₁ , шт	Соотношение проростков и растений F ₁ , %
СПу-78/Альфа	787	638	81,1	592	92,8
СПу-78/Австрал	713	623	87,4	583	93,5
Альфа/Австрал	845	721	85,3	686	95,1
СПу-78	20	17	85,0	15	88,2
Австрал	20	16	80,0	14	87,5
Альфа	20	16	80,0	13	81,2

Таблица 3. Характеристика гибридов F_1 и родительских форм растений риса по количественным признакам

Гибридные комбинации и родительские формы	Продуктивная кустистость, стеблей на растении, шт	Высота растений, см	Длина главной метёлки, см	Количество колосков с главной метёлки, шт	Количество колосков с главной метёлки, шт	Число пустых колосков в главной метёлке, шт	Стерильность (пустозёрность), %	Масса зерна с метелки, г	Масса зерна с растения, г	Масса 1000 зерен, г	Плотность метёлки, шт/см
СПу-78/Альфа	2,7	98	20	127	120	7	5,6	3,7	9,6	29,7	6,3
СПу-78/Австрал	2,6	99	21	141	130	11	7,8	3,9	10,2	30,2	6,7
Альфа/Австрал	2,6	100	23	130	122	8	6,1	3,7	9,7	30,5	5,6
СПу-78	2,4	95	15	129	122	8	5,4	3,5	8,5	28,9	8,6
Австрал	2,3	97	18	124	118	6	4,8	3,4	8,1	29,8	6,9
Альфа	2,4	94	17	117	112	5	4,3	3,2	7,4	28,8	6,9
НСР ₀₅	0,13	1,2	0,18	2,32	1,23	0,12	0,15	0,14	0,15	0,97	0,16

Таблица 4. Характеристика гибридов риса F_1 по коэффициентам доминантности

Гибрид F_1	Коэффициент доминантности		
	Продуктивная кустистость растения F_1 , стебл/растен.	Высота растений, см	Длина главной метёлки, см
СПу-78/Альфа	7,0	7,0	4,0
СПу-78/Австрал	5,0	1,8	2,5
Альфа/Австрал	5,0	3,0	1,1

Таблица 5. Характеристика количественных признаков гибридов риса F_1 по коэффициентам доминантности

Количественные признаки гибридов F_1	Коэффициенты доминантности гибридов F_1		
	СПу-78/Альфа	СПу-78/Австрал	Альфа/Австрал
Количество колосков в главной метёлке, шт	0,66	5,8	2,71
Количество зерен в главной метёлке, шт	0,60	5,0	2,33
Число пустых колосков в главной метёлке, шт	0,33	4,0	5,0
Стерильность (пустозёрность), %	1,36	9,0	7,0
Масса зерна с главной метёлки, г	2,33	9,0	4,0
Масса зерна с растения, г	3,0	9,5	5,57
Масса 1000 зерен, г	0,92	1,88	2,4
Плотность метёлки, шт/см	- 1,7	- 1,23	- 1,31

Таблица 6. Формирование гетерозигот гибрида F₂ Павловский/Австрал по структуре листа

Гаметы	Er RI	Er rl	Er RI	Er rl
Er RI	Er Er RI RI	Er Er RI rl	Er er RI RI	Er er RI rl
Er RI	Er Er RI rl	Er er rl rl	Er er RI rl	Er er rl rl
Er RI	Er er RI RI	Er er RI rl	er er RI RI	er er RI rl
Er rl	Er er RI rl	Er er rl rl	er er RI rl	er er rl rl

Таблица 7. Результаты гибридологического анализа растений во втором поколении гибрида СПу-78/Австрал по признаку структуры листа (2017 г.)

Фенотипический признак	Частота встречаемости в классе, шт.	Количество растений, шт.		Х ² (9:3:3:1)	Вероятность, %
		Фактическое	Теоретическое		
Лист эректоидный, листовая пластинка прямая	9	1187	1215	0,65	0,75> 0,50
Лист эректоидный, листовая пластинка скрученная	3	425	405	0,98	0,75>0,50
Лист развесистый, листовая пластинка прямая	3	417	405	0,35	0,95>0,75
Лист развесистый, листовая пластинка скрученная	1	131	135	0,12	0,95>0,50
ВСЕГО	16	2160	2160	2,1	0,75>0,50

- лист развесистый, листовая пластинка, скрученная по типу Roller leaf.

Показываем формулы генотипов в F₂ при гибридологическом анализе по частоте их встречаемости:

9. Er Er RI RI: Er Er RI rl: Er er RI RI: Er er RI rl: Er Er RI rl: Er er RI rl: Er er RI RI: Er er RI rl: Er er RI rl: лист эректоидный, листовая пластинка прямая.

3. Er Er rl rl: Er er rl rl: Er er rl rl: лист эректоидный, листовая пластинка скрученная.

3. er er RI RI: er er RI rl: er er RI rl: лист развесистый, листовая пластинка прямая.

1. er er rl rl: Лист развесистый, листовая пластинка скрученная.

Группу растений гибрида Павловский/Австрал можно использовать для создания исходного материала при селекции новых сортов с эректоидными листьями и прямой листовой пластинкой. После гибридологического анализа растений F₂ этого гибрида мы отобрали из 2169 особей 1187 линий с эректоидными листьями и прямыми листовыми пластинками, что составляет 54,9 % или почти 2/3 части. Мы провели статистическую обработку отобранных 1187 растений по массе зерна с растения. Были использованы статистические значения: среднее арифметическое и средняя квадратическая величина признака. Было полу-

чено $= 6,9 \pm 2,14$ г и $\sigma = 1,21$. В качестве отбора лучших растений по их массе использовали значения σ (сигмы) 1,21 и среднего арифметического отклонения признака $= 6,9$ г. Удвоенная величина среднего квадратического отклонения признака ($1,21+1,21=2,42$) плюс среднее значение массы растений отобранных генотипов (6,9 г) составляет 9,32 г. Величина 9,32 г является критерием отбора лучших растений из популяции СПу-78/Австрал по массе зерна с растения. Таких растений в нашем эксперименте оказалось 18 из выборки 1187 особей, что составляет 1,52 %. Эффективность отбора лучших растений для использования в селекции составляет 1,52 %. Это низкая эффективность отбора, но она вполне результативна для использования отобранных растений в селекции.

Выводы

1. Гибридологический анализ гибрида F₂ СПу-78/Австрал показал, что структура листа растений риса контролируется двумя парами генов: эректоидность (Erect leaf) и прямая листовая пластинка (Rolled leaf) проявляют доминантный эффект. Развесистый лист (erect leaf) и скрученный лист (rolled leaf) детерминируются рецессивно.

2. При использовании образцов с доминантными генами Er (Erect leaf habit) и RI (Rolled leaf)

в качестве родительских особей возможно отобрать из гибридных популяций гомозиготные формы с доминантными генами для создания сортов с эректоидными листьями и прямыми листовыми пластинками.

3. Эффективность отбора нужных генотипов низка (1,52 %), но она указывает на вероятную возможность рекомбинации генов, и возможность получить нужные особи для селекционных целей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сметанин, А.П. Методика опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса / А.П. Сметанин, В.А. Дзюба, А.И. Апрод – Краснодар, 1972. – 40 с.
2. Лось, Г.Д. Перспективный способ гибридизации риса // Лось Г.Д. // Сельскохозяйственная биология. – 1987. - № 12. – С.107-109.
3. Чухирь, И.Н. Подбор родительских пар для гибридизации при выведении новых сортов риса // И.Н. Чухирь, Н.Н. Малышева, В.А. Дзюба – материалы XVII международного симпозиума «Нетрадиционное растениеводство. Селекция. Охрана природы. Эниология. Экология и здоровье» – Симферополь – 2008 г. – С.528-529
4. Чухирь, И.Н. Гибридизация – основной метод селекции // И.Н. Чухирь, Г.Д. Лось – Материалы XVII международного симпозиума «Нетрадиционное растениеводство. Селекция. Охрана природы. Эниология. Экология и здоровье» – Симферополь – 2008 г. – С. 474 – 475
5. Чухирь, И.Н. Гибридизация как основной метод создания исходного материала в селекции риса / И.Н. Чухирь – материалы международной конференции «Научное наследие Н.И. Вавилова – фундамент развития отечественного и мирового сельского хозяйства», 27 – 28 ноября 2007 г. – Москва – С. 129 – 130.
6. Зеленский, Г.Л. Эффективность отдаленной и сложной гибридизации в селекции растений / Г.Л. Зеленский, Н.Н. Малышева, И.Н. Чухирь, А.Г. Зеленский, А.Р. Третьяков // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2010. - №2. – С.89 – 95
7. Дзюба, В.А. К методике проведения гибридологического анализа гибридов зерновых культур / В.А. Дзюба, Л.В. Есаулова, И.Н. Чухирь // Зерновое хозяйство России. - 2012 - №3(21). - С. 8 – 13.
8. Чухирь, И.Н. Гибридизация – путь создания новых сортов риса / И.Н. Чухирь // Рисоводство. – 2013. - №2. - С. 12.
9. Чухирь, И. Н. Сложные скрещивания и подбор родительских пар важный этап при создании новых сортов риса / И.Н. Чухирь, Л.В. Есаулова-Материалы Международной научно- практической конференции «Научное обеспечение производства сельскохозяйственных культур в современных условиях» - Краснодар – 2016г.- С.252-254
10. Чухирь, И.Н. К методике проведения гибридизации риса / И.Н. Чухирь, Н.П. Чухирь / Материалы Международной научно-практической конференции «Научные приоритеты адаптивной интенсификации сельскохозяйственного производства» - Краснодар. – 2019 г.- С. 77-80.
11. Чухирь, И.Н. Признаки продуктивности и их наследование в гибридах риса / И.Н. Чухирь, Л.В. Есаулова, Н.П. Чухирь // Рисоводство. – №2 – 2019 г. - С. 12-15.
12. Чухирь, И.Н. Количественные признаки риса, контролируемые урожайность и их наследование / И.Н. Чухирь, Л.В. Есаулова, Н.П. Чухирь // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – 2019. - № 151. - с. 15-23

REFERENCES

1. Smetanin, A.P. Methods of experimental work on breeding, seed production, seed studies and quality control of rice seeds / A.P. Smetanin, V.A. Dzuba, A.I. Aprod. - Krasnodar, 1972. - 40 p.
2. Los, G.D. A promising method of rice hybridization / G.D. Los // Agricultural biology. – 1987. - № 12. - p. 107 -109.
3. Chukhir, I.N. Selection of parental pairs for hybridization in breeding new rice varieties / I.N. Chukhir, N.N. Malysheva, V.A. Dzuba // materials of the XVII international symposium “Unconventional crop production. Breeding. Protection of Nature. Eniology, Ecology and Health”. – Simferopol. – 2008. –p.528-529.
4. Chukhir, I.N. Hybridization - the main breeding method / I.N. Chukhir, G.D. Los // Materials of the 17th International Symposium “Unconventional crop production. Breeding. Protection of Nature. Eniology Ecology and Health ”. – Simferopol. – 2008. – p.474 – 475.
5. Chukhir, I.N. Hybridization as the main method of developing source material in rice breeding / I.N. Chukhir // materials of the international conference “Scientific heritage of N. I. Vavilov - the foundation for the development of domestic and world agriculture”, November 27 - 28, 2007. - Moscow 2007. -129 - 130 p.
6. Zelensky, G.L. Efficiency of distant and complex hybridization in plant breeding / G.L. Zelensky, N.N. Malysheva, I.N. Chukhir, A.G. Zelensky, A.R. Tretyakov // Proceedings of Kuban State Agrarian University. - № 2. -2010. – P. 89 – 95.
7. Dzuba, V.A. On the methodology of hybridological analysis of cereal hybrids / V.A. Dzuba, L.V. Esaulova, I.N. Chukhir // Grain Economy of Russia. – 2012. - №3 (21). - p.8 – 13.
8. Chukhir, I.N. Hybridization - the way to develop new rice varieties / I.N. Chukhir // Rice growing. - № 2. – 2013. - P.12.
9. Chukhir, I.N. Complex crosses and selection of parental pairs is an important stage in development of new rice varieties / I.N. Chukhir, L.V. Esaulova // Materials of the International scientific and practical conference “Scientific support for the production of agricultural crops in modern conditions” – Krasnodar, 2016.- p.252 -254.

10. Chukhir, I.N. On the method of rice hybridization / I.N. Chukhir, N.P. Chukhir // Materials of the International scientific and practical conference "Scientific priorities of adaptive intensification of agricultural production". – Krasnodar, 2019.- p. 77-80.

11. Chukhir, I.N. Productivity traits and their inheritance in rice hybrids / I.N. Chukhir, L.V. Esaulova, N.P. Chukhir // Rice growing. – 2019. -№2. - p. 12-15.

12. Chukhir, I.N. Quantitative traits of rice controlling yield and their inheritance / I.N. Chukhir, L.V. Esaulova, N.P. Chukhir // Polythematic Digital Scientific Journal KubSAU. – 2019. - №. 151. - p. 15-23.

Владимир Алексеевич Дзюба

Главный научный сотрудник

Любовь Владимировна Есаулова

Ведущий научный сотрудник

Ирина Николаевна Чухирь

Ведущий научный сотрудник, руководитель группы исходного материала отдела селекции

Алексей Григорьевич Зеленский

Старший научный сотрудник отдела селекции

Все: ФГБНУ «ФНЦ риса»

Белозёрный, 3, Краснодар, 350921, Россия,

E-mail: arri_kub@mail.ru

Vladimir A. Dzuba

Principal researcher

Lubov V. Esaulova

Leading researcher

Irina N. Chukhir

Leading researcher, group of hybridization, breeding department

Aleksey G. Zelenskiy

Senior researcher, breeding department

All: FSBSI "FSC of rice"

Krasnodar, 350921, Russia, 3 Belozerny,

E-mail: arri_kub@mail.ru

DOI 10.33775/1684-2464-2020-46-1-11-17
УДК 633.18 : 631.526.321] : 632.112

Ю. В. Ткаченко,
А. Г. Зеленский, канд. биол. наук,
И. Н. Чухирь, канд. с.-х. наук,
Г. Л. Зеленский, д-р с.-х. наук
г. Краснодар, Россия

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ И ОБРАЗЦОВ РИСА С РАЗНОЙ АРХИТЕКТОНИКОЙ РАСТЕНИЙ ПРИ ВОЗДУШНОЙ ЗАСУХЕ

В условиях Краснодарского края при восточных и северо-восточных ветрах и температуре воздуха выше 30 °С возникает воздушная засуха, которая негативно влияет на растения риса, особенно в период цветения и налива зерна. В метелках увеличивается количество стерильных колосков и формируется щуплое зерно. От воздушной засухи особенно страдают сорта риса, имеющие крупные широкие листья. В результате гибридизации сорта Австрал, обладающего признаком сворачивания листьев в трубку при температуре выше 28 °С, и форм риса с эректоидным (вертикальным) расположением листьев на стебле, получен новый исходный материал, у растений которого вертикальные листья сворачиваются при высокой температуре, что способствует повышению устойчивости риса к засухе. В питомнике конкурсного испытания 2016 – 2018 гг. изучены 7 разнотипных образцов риса: ЮГ-1 и ЮГ-3 имеют вертикальные сворачивающиеся листья, ЮГ-2 – обычные, но сворачивающиеся (как у сорта Австрал), ЮГ-4, ЮГ-5, ЮГ-6, Рубикон – вертикальные не сворачивающиеся листья, а также стандартный сорт Рапан, у которого листья обычные. В условиях засухи лучшими по признаку «стерильность колосков» оказались образцы ЮГ-1, ЮГ-3, ЮГ-6 и сорт Рубикон на 3,2; 5,1; 2,1 и 2,9 %, у которых в 2018 г. стерильность была меньше на 3,2; 5,1; 2,1 и 2,9 соответственно, чем в предыдущие годы. Все изучаемые новые образцы риса по результатам трехлетней оценки превысили по урожайности стандартный сорт Рапан на 3,4-5,3 ц/га.

Ключевые слова: рис, урожайность, эректоидные листья, сворачивающиеся в трубку листья, стерильность, воздушная засуха, устойчивость к засухе.

COMPARATIVE EVALUATION OF VARIETIES AND SAMPLES OF RICE WITH DIFFERENT PLANT ARCHITECTONICS AT AIR DROUGHT

In the conditions of the Krasnodar Territory with eastern and northeastern winds and air temperatures above 30 °C, air drought occurs. Such weather was observed in 2017 – 2018. It negatively affects rice plants. In panicles, the number of sterile spikelets increases and a puny grain is formed. Large airy leaves. As a result of hybridization, an Australian, with the sign of folding leaves in a pipe at a temperature above 28 °C and the formation of rice with an erectoid (vertical) effect on drought. In the nursery of the competitive test 2016 – 2018. We studied 7 types of different types of rice: YuG-1 and YuG-3 have vertical folding leaves, YuG-2 - ordinary, but folding (as in the Australian variety), YuG-4, YuG-5, YuG-6, Rubikon - vertical not folding leaves of the usual type. Under drought conditions, the best in terms of "spikelet sterility" were found to be YG-1, YG-3, Yug-6 and Rubicon variety 3.2, 5.1, 2.1 and 2.9%, in which In 2018, sterility was less by 3.2, 5.1, 2.1 and 2.9 so obvious than in previous years. According to the results of a three-year evaluation, all the studied new rice samples exceeded the yield of the standard Rapan variety by 3.4-5.3 c / ha.

Key words: rice, yield, erectoid leaves, leaves folded into a tube, sterility, air drought, drought resistance.

Введение

Воздушная засуха является одним из негативных факторов внешней среды, которые воздействуют на растения в период вегетации риса. Практика показывает, что растения риса даже при слое воды страдают от воздушной засухи. В условиях Краснодарского края засуха практически ежегодно наблюдается с середины июля и до конца августа. Уровень негативного влияния во многом зависит от фазы вегетации риса и температуры воздуха, при которой дует суховей, а также скорости воздушных потоков [1].

При воздушной засухе растения риса увеличивают транспирацию для охлаждения и постепенно теряют тургор, что резко отрицательно влияет на все физиологические процессы [7].

Если засуха наблюдается в фазе выметывания-цветения риса и в начальный период налива зерна, то в метелках значительно увеличивается число стерильных колосков [2]. Воздушная засуха в фазе молочной-восковой спелости приводит к формированию щуплого зерна. К примеру, в 2017 г. от суховея в период налива зерна сильно пострадал короткостебельный сорт риса Сонет, который имеет широкие листья и эректоидный флаговый лист. В результате у сорта сформировалось щуплое зерно и снизилась урожайность по сравнению с предыдущим годом. Подобное наблюдалось и на других сортах с крупными широкими листьями.

В 2013 г. в Госреестр охраняемых селекционных достижений включен сорт риса Австрал, обладающий признаком сворачивания листьев в трубку при

температуре выше 28 °С. При этом уменьшается площадь испарения, растения меньше тратят энергии на охлаждение и не страдают от суховея [5]. Однако Австрал имеет листья с углом отклонения, превышающим 30°, поэтому при загущении продуктивность его растений значительно снижается.

Ранее были созданы образцы риса с эректоидным (вертикальным) расположением листьев на стебле, которые позволяют уменьшить конкуренцию растений за свет при загущении, не снижая продуктивности [4].

Сорт Австрал был взят в качестве донора признака сворачиваемости листьев и скрещен с образцами, имеющими эректоидные листья. В результате получен новый исходный материал, у растений которого вертикальные листья сворачиваются при высокой температуре, что способствует повышению устойчивости риса к засухе.

Цель исследований

Морфобиологическое изучение образцов риса с разной архитектурой растений в условиях воздушной засухи.

Материалы и методы

Опыты проведены в ФНЦ риса в 2016-2018 гг. В Краснодарском крае отрицательной стороной климата является наличие суховея в летний период. При сильном ветре и низкой относительной влажности воздуха растения риса увеличивают транспирацию и иссушаются на корню за счет сильного испарения. Судя по агрометеорологическим данным, 2018 год по сравнению с 2016 и 2017 гг. был более засушливый. За июль, август и две декады сентября (время формирования, налива и созревания зерна риса) в 2016 г. было 55 дней с температурой выше 30 °С, 44 дня с относительной влажностью ниже 30 % и средней скоростью ветра 12,7 м/с. В 2017 г. за этот период было 56 дней с температурой выше 30 °С, 43 дня с относительной влажностью ниже 30 % и средней скоростью ветра 18 м/с. В 2018 г. было 52 дня с температурой выше 30 °С, 42 дня с относительной влажностью воздуха ниже 30 % и средней скоростью ветра 15 м/с. Из этого следует, что по годам примерно равное количество дней с факторами, которые неблагоприятно воздействуют на растения риса. Однако отдельные декады августа 2018 г. средний показатель относительной влажности воздуха составлял 36-38 %, что значительно ниже, чем в 2016 г. (45 %) и 2017 г. (42 %). Такие условия явились хорошим провокационным фоном для оценки сортов и селекционных образцов риса на устойчивость к засухе.

Объектом для изучения послужило 7 сортообразцов, проходящих конкурсное испытание: ЮГ-1 (КСИ-1-д-7), ЮГ-2 (КСИ-1-д-67), ЮГ-3 (КСИ-2-д-74), ЮГ-4 (КСИ-2 -д- 52), ЮГ-5 (КСИ-2-д-58), ЮГ-6 (КСИ-2-д-77), Рубикон, а также сорт Рапан, взятый в качестве стандарта. При этом образцы ЮГ-1 и ЮГ-3 имеют вертикальные сворачивающиеся листья, ЮГ-2 – обычные, но сворачивающиеся

(как у сорта Австрал), ЮГ-4, ЮГ-5, ЮГ-6, Рубикон – вертикальные не сворачивающиеся листья, а у сорта Рапан листья обычные.

Опыты проведены в питомнике конкурсного испытания. Фон минерального питания 150 кг/га (NPK). Норма высева 6 млн. семян на 1 га. При проведении исследований мы использовали базовые методики, которые уточняли в соответствии с поставленной задачей и применением малогабаритной техники [9]. Подготовку почвы, уход за растениями осуществляли с учетом рекомендаций по возделыванию риса, принятых для зоны. Водный режим выдерживали согласно варианта укороченного затопления [8].

Перед уборкой, в фазе полной спелости, в каждой делянке отбирали по 25 растений для биометрического анализа. Уборку делянок проводили раздельным способом: сжинали вручную и после подсыхания стеблевой массы обмолачивали в поле молотилкой МПСУ – 500, навешенной на самоходное шасси. После обмолота зерно чистили, сушили, определяли амбарную урожайность. Полученные данные обрабатывали статистически [3].

Результаты и обсуждение

Посев в 2016 – 2017 годах провели 8 мая, а залив завершили 11 мая. В 2018 г. посев был 6 мая, залив – 21 мая. Фенологические наблюдения, позволяют установить различия в росте и развитии растений по отдельным вариантам опыта. Всходы изучаемых образцов получены на 12-16 день, причем быстрее всех у стандартного сорта Рапан. По продолжительности межфазных периодов можно проследить реакцию растений риса на изменения погодных условий в течение вегетации (табл.1).

В 2016 – 2017 годах период посев (залив)-всходы длился от 12 (Рапан) до 16 дней (ЮГ-2, ЮГ-6), всходы-кущение – от 29 (Рубикон) до 34 дней (ЮГ-5), кущение-выметывание от 33 (ЮГ-3, ЮГ-5) до 38 дней (Рубикон). В 2018 году продолжительность фаз вегетации изменилась. Период посев (залив)-всходы длился от 10 (Рапан) до 16 дней (ЮГ-2, ЮГ-6), всходы-кущение – от 20 (Рубикон) до 26 дней (ЮГ-5, ЮГ-4), кущение-выметывание от 40 (Рапан) до 50 дней (Рубикон, ЮГ-4, ЮГ-5). Остальные фазы у всех образцов проходили примерно одинаково: выметывание-молочная спелость – 10 дней, молочная-восковая спелость и восковая-полная спелость – по 12-14 дней.

Вегетационный период варьировал от 115 дней у ЮГ-3 до 121 дня у ЮГ-1.

В период роста и развития растений риса отмечали морфобиологические особенности каждого образца. Листовая пластинка растений риса играет очень важную роль в формировании урожая и загущенности посева. Так, например, растения, имеющие длинный флаговый или же широкий лист, в период воздушной засухи могут страдать из-за интенсивного испарения. Такие растения теряют тургор и не могут нормально развиваться, а со свора-

Таблица 1. Продолжительность межфазных периодов образцов риса, 2016-2018 гг.

Период, дней	Образец, сорт							
	ЮГ-1	ЮГ-2	ЮГ-3	ЮГ-4	ЮГ-5	ЮГ-6	Рубикон	Рапан (st)
Посев (залив)-всходы	14	16	13-15	12-15	13-15	16	15	10-12
Всходы-кущение	29	21-33	22-31	26-33	25-34	21-33	20-29	24-32
Кущение-выметывание	41	38-47	33-45	37-49	33-50	35-47	38-49	37-40
Выметывание-молочная спелость	10	10	10	10	10	10	10	10
Молочная спелость – восковая спелость	13	14	13	12	12	13	13	12
Восковая спелость – полная спелость	14	13	13	13	13	12	13	13
Продолжительность вегетации	121	120	115	120	117	119	118	116

Таблица 2. Угол отклонения листа от стебля, длина и ширина листьев растений риса разного морфотипа в фазе выметывания, 2016-2018 гг.

Сорт, образец	Лист			
	Параметры	первый сверху	второй	Третий
ЮГ-1	угол откл. листа, градусы	1	8	10
	длина (l), см	33,1	43,2	40,9
	ширина (b ₁), см	1,2	1,2	1,1
	ширина (b ₂), см	0,5	0,5	0,5
ЮГ-2	угол откл. листа, градусы	38	42	48
	длина (l), см	34,4	42,2	44,3
	ширина (b ₁), см	1,5	1,2	1,1
	ширина (b ₂), см	1,0	0,8	0,8
ЮГ-3	угол откл. листа, градусы	4	9	12
	длина (l), см	40,7	51,0	55,4
	ширина (b ₁), см	1,7	1,6	1,5
	ширина (b ₂), см	0,7	0,6	0,9
ЮГ-4	угол откл. листа, градусы	5	9	11
	длина (l), см	44,5	49,7	50,6
	ширина (b ₁), см	1,5	1,1	1,1
ЮГ-5	угол откл. листа, градусы	3	7	9
	длина (l), см	31,7	44,8	47,2
	ширина (b ₁), см	1,7	1,4	1,2
ЮГ-6	угол откл. листа, градусы	3	8	10
	длина (l), см	30,6	42,2	44,3
	ширина (b ₁), см	1,9	2,0	2,0
Рубикон	угол откл. листа, градусы	4	8	10
	длина (l), см	35,0	44,5	46,8
	ширина (b ₁), см	1,4	1,1	1,1
Рапан (st)	угол откл. листа, градусы	35	40	46
	длина (l), см	26,5	33,8	38,1
	ширина (b ₁), см	1,5	1,9	1,3

Примечание: b₁ – в развернутом виде, b₂ – в свернутом виде.

чивающимися в трубку листьями сохраняют влагу и значительно меньше страдают от засухи.

Образцы, имеющие вертикальный лист, можно высевать с повышенной нормой, так как они не затеняют друг друга и не снижают фотосинтетическую деятельность, в то время, как при горизон-

тальном расположении листьев на третий сверху лист попадает всего 1 % солнечной радиации по сравнению с первым листом [10].

В фазе выметывания у растений измеряли угол отклонения листьев от стебля, длину и ширину листьев (табл. 2).

Из таблицы 2 видно, что образцы ЮГ-1, ЮГ-3, ЮГ-4, ЮГ-5, ЮГ-6 и Рубикон имеют вертикальные листья с незначительным углом отклонения (1-5° у флага и 8-9° у подфлага). При этом у ЮГ-1 и ЮГ-3 листья сворачиваются в трубку. У образца ЮГ-2 и сорта Рапан листья отвернуты на 38° и 35° соответственно. При этом у ЮГ-2 листья сворачиваются, а у Рапана – нет. Наиболее короткие листья имеет стандарт – сорт Рапан, а самые длинные ЮГ-3. Размеры листьев у образцов варьируют: длина первого листа (флагового) – от 26,5 до 44,5 см, второго листа (подфлагового) – от 33,8 до 51,0 см, третьего листа от 38,1 до 55,4 см.

Исследуемые образцы различаются по морфотипу: с обычными горизонтальными и вертикальными листьями, со сворачивающимися в желоб листьями. Например, ЮГ-1 и ЮГ-3 имеют эректоидные сворачивающиеся в трубку листья, ширина флагового листа в развернутом виде 1,2 см и 1,7 см,

в свернутом - 0,5 см и 1,0 см соответственно. Ширина подфлагового листа в развернутом виде 1,2 см и 1,6 см, в свернутом - 0,5 см и 0,6 см соответственно. ЮГ-2 имеет горизонтальные сворачивающиеся листья, ширина флагового листа в развернутом и свернутом виде 1,5 и 1,0 см соответственно, ширина подфлагового листа в развернутом и свернутом виде 1,2 и 0,8 см. Из этого следует, что среди образцов, имеющих сворачивающийся в трубку лист, самый узкий с развернутом и свернутом виде имеет ЮГ-1. Остальные образцы и стандартный сорт имеют более широкие листья, так у Рапана флаговый – 1,5 см и подфлаговый – 1,9 см.

По результатам биометрического анализа можно оценить зависимость параметров растения от тех или иных условий (агрометеорологических, агротехнических), сделать выводы о продуктивных возможностях и дать характеристику каждого образца (табл. 3).

Таблица 3. Характеристика растений гибридов по количественным признакам, 2016-2018 гг.

Признак	Год	Образец, сорт							
		ЮГ-1	ЮГ-2	ЮГ-3	ЮГ-4	ЮГ-5	ЮГ-6	Рубикон	Рапан (st)
Высота растений, см	2016	78,0	92,3	80,7	65,8	77,2	84,6	78,0	92,0
	2017	88,2	100,3	81,0	79,6	87,3	84,8	80,4	86,7
	2018	87,6	90,2	86,7	88,2	76,6	85,1	84,2	93,9
Продуктивная кустистость	2016	4	3	2	2	3	2	2	5
	2017	2	3	1	2	3	3	1	2
	2018	2	5	1	4	2	1	1	3
Длина главной метелки, см	2016	17,2	21,0	18,8	19,0	19,9	20,0	20,1	16,8
	2017	23,2	21,6	19,4	22,8	23,5	22,2	21,4	18,6
	2018	23,1	19	24,1	17,2	24,0	23,8	26,3	18,3
Число колосков в метелке, шт.	2016	98	82	80	92	93	114	154	156
	2017	199	128	143	147	225	229	199	206
	2018	144	95	190	235	265	208,7	246	205
Число выполненных зерновок в метелке, шт.	2016	86	71	65	82	81	96	132	142
	2017	173	109	115	135	225	187	146	157
	2018	129	71	163	135	183	175	188	132
Стерильность, %	2016	14,0	12,5	18,8	10,9	12,9	15,8	14,3	9,0
	2017	13,0	14,8	19,6	8,2	23,7	18,3	26,6	23,8
	2018	10,2	24,8	14,5	42,7	30,8	16,1	23,7	35,5
Масса зерна с главной метелки, г	2016	2,30	1,77	1,58	2,04	2,31	2,76	3,88	3,70
	2017	3,77	3,34	3,26	3,95	5,36	3,89	3,88	4,41
	2018	3,04	1,18	3,42	3,68	4,43	4,56	4,73	3,53
Масса зерна с растения, г	2016	6,84	4,12	3,05	3,10	4,96	3,77	5,79	19,09
	2017	5,31	9,10	3,26	6,38	10,97	9,29	3,88	8,20
	2018	4,51	7,65	3,42	11,50	7,04	4,56	4,73	7,57
Масса соломы с растения, г	2016	7,92	4,40	3,19	2,76	4,71	3,95	5,79	15,23
	2017	4,88	6,61	3,29	5,11	10,49	8,78	4,47	7,63
	2018	3,95	6,05	2,83	8,61	5,82	6,03	4,08	4,95
Масса 1000 зерен, г	2016	22,8	29,5	22,0	23,8	28,4	26,2	23,4	28,9
	2017	22,6	29,5	21,9	23,0	27,0	25,6	22,2	26,0
	2018	22,3	29,4	21,8	23,5	27,0	25,6	23,8	27,9

Как видно из таблицы 3, образцы, выращенные в 2017 г., по ряду биометрических показателей превысили данные 2016 г. Несмотря на снижение продуктивной кустистости, увеличилась вегетативная масса растений за счет интенсивного потребления азота, что связано с погодными условиями (2016 г. был более прохладный, а 2017 г. – более засушливый). Так, у большинства образцов увеличились следующие показатели: высота растений, длина метелки, количество выполненных зерновок, масса зерна и масса соломы.

При сравнении данных за 2018 г. с таковыми предыдущего 2017 г., было отмечено, что биометрические показатели варьировали по всем признакам. Так, в 2018 г. количество выполненных зерновок в метелке уменьшилось у образцов ЮГ-1, ЮГ-2, ЮГ-5, ЮГ-6 и сорта Рапан соответственно на 25 % (44 шт.), 34,9 % (38 шт.), 18,7 % (42 шт.), 6,4 % (12 шт.) и 15,9 % (25 шт.), увеличилось у образца ЮГ-3 на 41,7 % (48 шт.) и сорта Рубикон на 28,8 % (42 шт.).

Наглядным показателем реакции растений риса на воздушную засуху в период цветения и налива зерна является признак «стерильность колосков». В 2018 г. она резко возросла на 34,5 % у образца ЮГ-4. Так же наблюдалось увеличение стерильности у ЮГ-2, ЮГ-5 на 10,0 и 7,1 % соответственно и сорта Рапан на 11,7 %. Уменьшилось количество стерильных колосков на образцах ЮГ-1, ЮГ-3, ЮГ-6 и сорте Рубикон на 3,2., 5,1., 2,1 и 2,9 %.

Таким образом, образец ЮГ – 3 с вертикальным сворачивающимся листом показал наилучшие результаты.

Для отбора наиболее продуктивных образцов рассчитывали индекс «OMS» [6]. Для его расчета в

фазе цветения у выделенных растений на главном побеге измеряют длину и ширину листовой пластины флагового и подфлагового листьев. Перемножая эти величины и коэффициент 0,802, получают площадь флагового и подфлагового листьев, их средняя сумма дает среднюю площадь (S_{cp}). В фазе полной спелости с этих растений срезается главная метелка, обмолачивается и определяется средняя масса зерна с метелки (M_{cp}). По формуле $OMS = S_{cp} / M_{cp}$ высчитывается показатель продуктивности образца. Чем меньше числовое значение OMS, тем продуктивнее растение, так как на образование единицы массы зерна работает меньшая площадь листа. Расчеты показали, что показатель OMS дает более точную оценку продуктивности растений риса, чем $K_{хоз}$ (табл. 4).

OMS рассчитывали в обычном и свернутом в трубку положении листа. Из таблицы 4 видно, что среди образцов в обычном положении листа ЮГ-5 занимает первое место в рейтинге с индексом OMS – 8,7, следовательно, у него самая высокая продуктивность. Стандартный сорт Рапан занимает второе место, его индекс составляет 9,5. Самый высокий OMS – 18,6 имеет образец ЮГ-3, однако при свернутом в трубку листе, его OMS уменьшается до 7,3, и он занимает в рейтинге второе место среди образцов, имеющих сворачивающийся лист. На первом месте среди изученных образцов ЮГ-1 с индексом равным 4,1 при свернутом листе и 9,8 при развернутом.

На формирование урожая сортов риса влияет ряд факторов как регулируемых, так и нерегулируемых. Подбор оптимальной технологии для каждого сорта – это мощный инструмент для ре-

Таблица 4. Коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза ($K_{хоз}$) и индекс «OMS» изучаемых сортов и сортообразцов, 2017 г.

Сорт, образец	Масса зерна с главной метелки, M_{cp} , г	Площадь флагового и подфлагового листьев, S_{cp} , cm^2		$K_{хоз}$, %	OMS, $cm^2/г$		Рейтинг по OMS	
		S_1	S_2		1	2	1	2
ЮГ-1	3,77	36,8	15,3	52,1	9,8	4,1	3	1
ЮГ-2	3,34	41,0	27,4	51,3	12,3	8,2	5	3
ЮГ-3	3,26	60,5	23,7	49,8	18,6	7,3	8	2
ЮГ-4	3,95	48,8	-	52,5	12,4	-	6	-
ЮГ-5	5,36	46,8	-	51,1	8,7	-	1	-
ЮГ-6	3,89	57,3	-	53,9	14,7	-	7	-
Рубикон	3,88	39,3	-	46,5	10,1	-	4	-
Рапан (st)	4,41	41,7	-	51,8	9,5	-	2	-

Примечание: S_1 – площадь обычного листа, cm^2 ; S_2 – площадь свернутого листа, cm^2 ; 1 – обычный лист; 2 – сворачивающийся лист.

Таблица 5. Урожайность образцов риса в сравнении со стандартным сортом Рапан в условиях конкурсного испытания 2016-2018 гг.

Сорт, Образец	2016 г.		2017 г.		2018 г.		Среднее за три года	
	ц/га	± к st.	ц/га	± к st.	ц/га	± к st.	ц/га	± к st.
ЮГ-1	78,1	3,8	77,8	5,6	79,2	5,5	78,4	5,0
ЮГ-2	77,6	3,3	77,7	5,5	78,6	4,9	78,0	4,6
ЮГ-3	78,0	3,7	78,4	5,8	79,7	6,0	78,7	5,3
ЮГ-4	78,8	4,5	74,5	2,3	77,9	4,2	77,1	3,7
ЮГ-5	79,2	4,9	75,1	2,9	77,4	0,7	77,2	3,8
ЮГ-6	80,0	5,7	75,9	3,7	79,3	5,6	78,4	5,0
Рубикон	77,5	3,2	75,0	2,8	77,9	4,2	76,8	3,4
Рапан (st.)	74,3	-	72,2	-	73,7		73,4	-
НСР ₀₅	1,78		1,47		1,39			

гулирования уровня урожайности. В современных экономических условиях на первый план выходит задача получить не максимальный урожай, а экономически обоснованный. Поэтому очень важно определить урожайные возможности сорта в конкретных условиях выращивания.

В условиях конкурсного испытания урожайность изучаемых образцов риса варьировала в зависимости от условий года (табл. 5).

При сравнении урожайности изучаемых образцов со стандартом видно, что они все его существенно превышают. В 2016 г. лучшую урожайность показал образец ЮГ-6 – 80,0 ц/га, превысив стандарт на 5,7 ц/га. В 2017 и 2018 г. лучшим по урожайности оказался ЮГ-3 – 78,0 и 79,7 ц/га, что на 5,8 и 6,0 ц/га соответственно выше стандарта. Этот же образец занял первое место и в среднем за три года с урожайностью 78,7 ц/га, а на втором оказались ЮГ-1 и ЮГ-6 – 78,4 ц/га, что на 5,0 ц/га выше стандарта Рапан.

Выводы

1. Изученные образцы риса по морфотипу листьев значительно отличаются от стандартного сорта Рапан: ЮГ-1, ЮГ-3, ЮГ-4, ЮГ-5, ЮГ-6 и Рубикон имеют эректоидные листья с углом отклонения 1-5° у флага и 8-9° у подфлага. При этом листья растений ЮГ-1 и ЮГ-3 с наступлением температуры воздуха выше 30 °С скручиваются в трубку. Таким же признаком обладают растения образца ЮГ-2.

2. В период от выметывания до созревания риса наблюдался сильный восточный и северо-восточный ветер и низкая относительная влажность воздуха. Наглядным показателем реакции растений риса на воздушную засуху в период цветения и налива зерна является признак «стерильность колосков». В 2018 г. она резко возросла на 34,5 % у образца ЮГ-4. Так же наблюдалось увеличение стерильности у ЮГ-2, ЮГ-5 на 10,0 и 7,1 % соответственно и сорта Рапан на 11,7 %. Уменьшилось количество стерильных колосков на образцах ЮГ-1, ЮГ-3, ЮГ-6 и сорте Рубикон на 3,2, 5,1, 2,1 и 2,9 %.

Таким образом, образец ЮГ-3 с вертикальным сворачивающимся листом показал наилучшие результаты морфобиологических признаков.

3. Все изучаемые новые образцы риса по результатам трехлетней оценки по урожайности превысили стандартный сорт Рапан на 3,4-5,3 ц/га. Наибольшую урожайность в среднем за три года показал образец ЮГ-3 – 78,7 ц/га.

Полученные данные свидетельствуют, что новые образцы риса ЮГ-1, ЮГ-2, ЮГ-3, ЮГ-4, ЮГ-6 с измененным морфотипом листьев являются ценным исходным материалом для создания сортов с повышенной адаптивной способностью к стрессовым факторам среды, в частности к воздушной засухе. Поэтому целесообразно продолжить их изучение с разработкой элементов сортовой агротехники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агроклиматические ресурсы Краснодарского края. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 276 с.
2. Алешин, Е. П. О физиологических основах интенсивных технологий в растениеводстве. / Е.П. Алешин, Н.Е. Алешин // С.-х. биология. – 1987. – №11 – С. 42-47.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследования. 5-е изд., доп. и перераб. / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Зеленский, Г. Л. Реакция форм риса с эректоидными листьями на загущение / Г. Л. Зеленский, И. Н. Бегун, А. Г. Зеленский // Рисоводство. – 2005. – № 7. – С. 21-25.
5. Зеленский, Г.Л. Рис: биологические основы селекции и агротехники: монография / Г. Л. Зеленский. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 236 с.
6. Зеленский, Г. Л. Новый метод оценки растений риса при селекции на повышение продуктивности / Г. Л. Зеленский, М. В. Шаталова, А. Г. Зеленский // Рисоводство. – 2018. – № 1 (38). – С. 15-18.

7. Зеленский, Г.Л. Перспективы создания сортов риса с высокой продуктивностью и адаптивными качествами / Г.Л. Зеленский // Рисоводство. – Вып. 3. – Краснодар, 2003.
8. Авакян, К. М. Система рисоводства Краснодарского края: рекомендации / под общ. ред. Е. М. Харитонов. – 2-е изд. перераб. и доп. – Краснодар: ВНИИ риса, 2011. – 316 с.
9. Сметанин, А. П. Методика опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян / А. П. Сметанин, В. А. Дзюба, А. И. Аprod. – Краснодар, 1972. – 156 с.
10. Dambroth, M. Lou input varieties: definition, ecological requirements and selection / M. Dambroth, N. El Bassam // Plant and Soil. – 1983. – Vol. 72. – № 2-3. – P. 365-377.

REFERENCES

1. Agroclimatic resources of the Krasnodar Territory. - L.: Gidrometeoizdat, 1975. - 276 p.
2. Aleshin, E. P. On the physiological basis of intensive technologies in crop production. / E.P. Aleshin, N.E. Aleshin // S.-kh. biology. – 1987. - № 11. - P. 42-47
3. Armor, B. A. The methodology of field experience with the basics of statistical processing of research results. 5th ed. and reslave. / B. A. Dospekhov. - M.: Agropromizdat, 1985. - 351 p.
4. Zelensky, G. L. Reaction of forms of rice with erectoid leaves to thicken / G. L. Zelensky, I. N. Begun, A. G. Zelensky // Rice growing. - 2005. - № 7. - S. 21-25.
5. Zelensky, G.L. Rice: biological foundations of breeding and agricultural technology: monograph / G. L. Zelensky. - Krasnodar: KubSAU, 2016. - 236 p.
6. Zelensky, G. L. A new method for evaluating rice plants when breeding to increase productivity / G. L. Zelensky, M. V. Shatalova, A. G. Zelensky // Rice growing. – 2018. - № 1 (38). - P. 15-18.
7. Zelensky, G.L. Prospects for creating rice varieties with high productivity and adaptive qualities / G.L. Zelensky // Rice growing. - Vol. 3. - Krasnodar, 2003.
8. The system of rice growing in the Krasnodar Territory: recommendations / under total. ed. E.M. Kharitonova. - 2nd ed. reslave. and add. - Krasnodar: All-Russian Research Institute of Rice, 2011.- 316 p.
9. Smetanin, A. P. Methods of experimental work on selection, seed production, seed management and seed quality control / A. P. Smetanin, V. A. Dzyuba, A. I. Aprod. - Krasnodar, 1972. - 156 p.
10. Dambroth, M. Lou input varieties: definition, ecological requirements and selection / M. Dambroth, N. El Bassam // Plant and Soil. - 1983. - Vol. 72. - No. 2-3. - P. 365-377.

Юлия Владимировна Ткаченко

Младший научный сотрудник
отдела селекции,
аспирант
E-mail: ylen-ka01@mail.ru

Алексей Григорьевич Зеленский

Старший научный сотрудник
отдела селекции
E-mail: odin165@rambler.ru

Григорий Леонидович Зеленский

Ведущий научный сотрудник отдела селекции
E-mail: zelensky08@mail.ru

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

Ylia Vladimirovna Tkachenko

Junior Researcher
selection department,
Graduate student
E-mail: ylen-ka01@mail.ru

Alexey Grigorievich Zelensky

Senior Researcher
selection department
E-mail: odin165@rambler.ru

Grigory Leonidovich Zelensky

Leading Researcher, Breeding Department
E-mail: zelensky08@mail.ru

All: FSBSI "FSC of rice" Belozerny, 3, Krasnodar,
350921, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2020-46-1-18-22
УДК 631.147:633.18:631.811

А. О. Князева, аспирант,
Н. В. Чернышева, канд. биол. наук,
г. Краснодар, Россия

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ СЕМЯН И РАСТЕНИЙ РИСА ГУМИНОВЫМИ ПРЕПАРАТАМИ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА

Рис является одной из важнейших зерновых культур в мире. Он прочно занимает второе место после озимой пшеницы как по площади посева, так и по использованию в пищу населением земного шара. Перво-степенной задачей в настоящее время является повышение урожайности риса, наряду с этим – улучшение качества получаемой продукции. Большую роль в решении этих задач играют регуляторы роста растений гуминовой природы. Они обладают способностью положительного действия на протекание физиологических и биохимических процессов в растении, повышают устойчивость растений к стрессам, в том числе климатическим и химическим (обработки пестицидами). Результаты исследований показали, что обработка семян перед посевом и растений риса в фазу кущения испытуемыми гуминовыми препаратами (Лигногумат, Гидрогумин, Бигус) усиливает процесс побегообразования (продуктивных стеблей – 1,4-1,8, в контроле – 1,1 шт.) и формирования структурных элементов урожая (озерненность – 130,9-165,5, в контроле – 114,4 шт./растение; масса зерна с растения – 3,10 – 4,29, в контроле – 2,54 г). В опытных вариантах формировалось более крупное и выполненное зерно (натура – 565,9-586,8 г/л, масса 1000 зерен – 27,9-29,0 г, в контроле – 541,3 г/л и 27,0 г соответственно) с высокой стекловидной консистенцией (93,2-97,5, в контроле – 89,1 %). Более высокие значения показателей элементов структуры урожая и технологических свойств зерна риса отмечены в варианте с обработкой семян и последующей обработкой растений в фазу кущения препаратом Бигус (расход препарата – 500 мл(г)/га, расход рабочего раствора – 10 л/г и 200 л/га). В указанном варианте получена максимальная прибавка урожая – 17,1 %, при урожайности в контроле – 61,9 ц/га.

Ключевые слова: рис, сорт, препараты – Лигногумат, Гидрогумин, Бигус, обработка семян и растений, продуктивный стеблестой, озерненность, зерновая продуктивность, натура, стекловидность, урожайность.

THE EFFECT OF TREATMENT OF SEEDS AND PLANTS OF RICE HUMIC PREPARATIONS ON PRODUCTIVITY AND QUALITY OF GRAIN

Rice is one of the most important grain crops in the world. It is firmly in second place after winter wheat both in terms of area sown and in terms of food use by the world's population. The primary task at present is to increase the yield of rice, along with improving the quality of products. Growth regulators of humic plants play an important role in solving these problems. They have the ability to have a positive effect on the course of physiological and biochemical processes in the plant, increase the resistance of plants to stress, including climatic and chemical (pesticide treatment). The results showed that treatment of seeds before sowing and plants of rice at the tillering stage, the subjects of humic preparations (Lignohumate, Hydrogumin, Bigus) enhances the process of shoots (productive stems – 1,4-1,8, in control and 1.1 units) and the formation of structural elements of the crop (grain content – 130,9-is 165.5, control – 114,4 PCs/plant; grain weight plant – 3,10 – 4,29 in control of 2.54 g). In the experimental variants, a larger and made grain was formed (nature – 565,9-586,8 g/l, weight of 1000 grains – 27,9-29,0 g, in the control – 541,3 g/l and 27,0 g, respectively) with a high vitreous consistency (93,2-97,5, in the control – 89,1 %). Higher values of indicators of yield structure elements and the technological properties of grain of rice noted in the variant with seeds treatment and post-treatment of plants at the tillering stage drug Bigus (consumption of the drug – 500 ml(t)/ha, working solution consumption – 10 l/h and 200 l/ha). In the specified embodiment, the maximum yield increase will be 17.1 %, with a yield to the control of 61.9 kg/ha.

Key words: rice, grade, products – Lignohumate, Hydrogumin, Bigus, seed treatment and plant productive plant stand, grain number in ear, grain productivity, nature, hardness, yield.

Введение

Научное обоснование прогнозирования урожайности достоверно в том случае, если будет установлено влияние на ее формирование факторов внешних, связанных со средой возделывания и внутренних (генотипических), как каждого в отдельности, так и во взаимосвязи. Значительное место в растениеводстве для повышения урожая сельскохозяйственных культур, в том числе и риса, отводится физиологически активным веществам [3, 8].

Испытуемые препараты Гидрогумин, Лигногумат, Бигус относятся к гуминовым веществам, которые, согласно механизма действия, усиливают не только рост и развитие растений, но и стимулируют цветение, плодообразование, созревание, повышают устойчивость и качество сельскохозяйственной продукции [1, 2, 6, 7]. С учетом изложенного, исследования, направленные на изучение эффективности применения гуминовых препаратов в технологии возделывания риса, являются актуальными.

Цель исследований

Изучить влияние испытуемых гуминовых препаратов (Гидрогумин, Лигногумат, Бигус) на формирование элементов структуры урожая, урожайность и технологические показатели качества зерна.

Материалы и методы

Исследования проводились в условиях полевого опыта на рисовой системе ФНЦ риса.

Схема опыта включала следующие варианты.

1. Контроль – без обработки семян и растений.
2. Лигногумат – обработка семян.
3. Гидрогумин – обработка семян.
4. Бигус – обработка семян.
5. Лигногумат – обработка семян + обработка растений в фазу кушения.
6. Гидрогумин – обработка семян + обработка растений в фазу кушения.
7. Бигус – обработка семян + обработка растений в фазу кушения.

Расход препаратов: на семенах – 500 мл/т, на растениях – 500 мл/га; расход рабочего раствора – 10 л/т и 100 л/га соответственно. Учетная площадь делянок – 25 м², повторность – четырехкратная.

Объект исследований – рис сорта Флагман, предшественник – рис.

Агротехника и водный режим – общепринятые в хозяйстве. Обработку семян риса испытуемыми гуминовыми препаратами проводили влажно-сухим способом из расчета 2,0 % увлажнения вручную в день посева, согласно схеме опыта.

Обработку посевов (растений) проводили, согласно схеме опыта, в фазу кушения (5-6 листьев) ранцевым опрыскивателем.

Отбор модельных снопов для проведения структурного анализа урожая проводили перед уборкой урожая.

Уборку урожая проводили в фазу полной спелости сплошным обмолотом каждой делянки комбайном KUBOTA 1300. Учет урожая – общего вала зер-

на с учетной площади – проводили с пересчетом на стандартные влажность и чистоту.

В средних пробах зерна, отобранных при уборке, определяли технологические показатели качества по имеющимся ГОСТам (натуру, массу 1000 зерен, пленчатость, стекловидность, трещиноватость).

Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985).

Результаты и обсуждение

Основными элементами структуры урожая риса являются: кустистость, озерненность метелок, масса зерна и соломы, уборочный индекс, масса 1000 зерен. Причем на урожайность оказывает влияние не общая кустистость, а продуктивная. Недостаток продуктивных побегов может быть компенсирован за счет большего числа фертильных колосков, а меньшее число за счет большего числа развитых зерен (повышение массы 1000 зерен). С течением времени максимальной численности достигают вначале стебли, затем колоски и, наконец, зерновки. В период от оплодотворения до полной спелости в зерне идет накопление запасных веществ и происходят качественные изменения. При неудовлетворительном состоянии растений отток ассимилятов к зерновкам нарушается, что приводит к появлению щуплых зерен и повышению пустоозерности.

Обработка семян и растений испытуемыми гуминовыми препаратами усилила процесс побегообразования, способствовала формированию более крупных метелок по длине и озерненности.

Из данных таблицы 1 видно, что во всех опытных вариантах абсолютные значения рассматриваемых в таблице показателей существенно превышают таковые контрольного варианта. Отмеченное указывает на тот факт, что испытуемые препараты способствуют реализации потенциальных возможностей растений риса в репродуктивную фазу развития. При этом степень воздействия

Таблица 1. Влияние испытуемых гуминовых препаратов на формирование элементов структуры урожая (Краснодар, 2016-2018 гг.)

Вариант	Кустистость, шт. стеблей/растение		Длина метелки, см	Озерненность, шт./растение		Масса, г/растение		Отношение m_s/m_c
	общая	в т.ч. продуктивная		общая	в т.ч. стерильных колосков	зерна m_s	соломы m_c	
1	1,3	1,1	14,7	114,4	21,2	2,54	2,94	0,86
2	1,6	1,4	15,4	130,9	20,6	3,10	3,51	0,88
3	1,7	1,5	15,7	141,2	19,5	3,44	3,77	0,91
4	1,9	1,7	16,0	157,4	19,1	3,88	4,13	0,94
5	1,7	1,5	15,6	136,2	19,8	3,34	3,71	0,90
6	1,9	1,6	15,9	148,0	20,3	3,78	4,07	0,93
7	2,0	1,8	16,3	165,5	19,6	4,29	4,47	0,96
НСП ₀₅	0,06	0,06	6,4	0,9	0,9	0,1	0,18	

препаратов значительно зависит от вида препарата и способа его применения.

Большее число продуктивных побегов (1,8, в контроле – 1,1 шт.), более крупных по длине (16,3 и 14,7 см) и озерненности (165,5 и 114,4 шт. соответственно) формировалось в варианте с обработкой семян и растений в фазу кущения препаратом Бигус. Важно отметить, что в указанном варианте наряду с увеличением общей озерненности снизился процент пустозерности (11,8 %, в контроле – 18,5 %). Наличие на метелке стерильных колосков связано с нарушением процессов опыления и оплодотворения, причиной чего может быть воздушная засуха. Однако установлено, что многие регуляторы роста повышают устойчивость к климатическим стрессам, в том числе и к засухе [4, 5].

В опытных вариантах, особенно при применении препарата Бигус на семенах и растениях, наиболее активно происходит накопление ассимилятов и их направленный транспорт в запасающие органы, что, в конечном итоге, существенно увеличивает зерновую продуктивность (масса зерна с растения – 4,29 г, в контроле – 2,54 г).

Существенное увеличение основных элементов структуры урожая (продуктивная кустистость, озерненность, масса зерна с растения) под действием испытываемых препаратов обеспечило значительное повышение урожайности зерна риса (табл. 2).

Прибавка урожая в опытных вариантах составила 7,3-10,6 ц/га, при урожайности в контроле 61,9 ц/га. Исходя из данных таблицы 2 очевидно, что, независимо от вида препарата, наиболее высокие прибавки урожая получены при применении их двукратно на семенах и растениях, нежели на семенах (Лигногумат – 8,9 ц/га, на семенах – 7,3 ц/га, Гидрогумин – 9,9 и 8,3 ц/га, Бигус – 10,6 и 9,7 ц/га соответственно). Что же касается препарата, то наиболее высокая урожайность риса получена в варианте с обработкой семян и растений препаратом Бигус (72,5 ц/га, в контроле – 61,9, НСР₀₅ – 3,1 ц/га).

Одной из центральных проблем производства риса является качество зерна, от которого в значительной степени зависит выход крупы при пе-

реработке зерна риса на крупозаводах. Правила организации и ведения технологического процесса на крупных предприятиях показывают, что содержание дробленого ядра в массе крупы в значительной степени зависит от качества риса-зерна. К основным показателям качества зерна риса, характеризующим его технологические свойства, относят: массу 1000 зерен, пленчатость, стекловидность и трещиноватость.

Известно, что более высокую прочность против разрушения (дробления) имеют зерна стекловидной консистенции. С увеличением стекловидности зерна риса уменьшается количество дробленого ядра. К получению повышенного количества дробленой крупы в ее общей массе, приводит переработка партий риса с наличием в ней трещиноватых зерен. Вызвать появление трещин в зернах или их разрушение, как показали О.Р. Кунце и С.В. Холл, Р.А. Стермер, может быстрое изменение внешних условий [9, 10].

Крупность зерна, характеризующаяся массой 1000 зерен и натурой, тесно связана с таким показателем качества, как пленчатость. Установлено, что крупные фракции риса имеют меньшую пленчатость, чем мелкие.

Испытуемые гуминовые препараты оказывают значительное влияние на технологические свойства зерна риса (табл. 3).

Данные таблицы 3 показывают, что в опытных вариантах формировалось более крупное и выполненное зерно (натура – 568,9-586,8, в контроле – 541,3 г/л; масса 1000 зерен – 27,9-29,0, в контроле – 27,0 г) с меньшей пленчатостью (16,9-15,7, в контроле – 17,4 %) и высокой стекловидной консистенцией (93,2-97,5 %, в контроле – 89,1 %), что обусловило существенное уменьшение его трещиноватости (7,1-4,5 %, в контроле – 9,2 %). При этом следует отметить, что испытываемые препараты, особенно Бигус, повышают качество зерна в большей мере при их двукратном применении – на семенах и растениях.

Выводы

1. Испытуемые гуминовые препараты (Лигногумат, Гидрогумин, Бигус) оказывают существенное влияние на формирование структурных элементов

Таблица 2. Влияние испытываемых гуминовых препаратов на урожайность риса (Краснодар, 2016 г.)

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю	
		ц/га	%
1	61,9	-	-
2	69,2	7,3	11,8
3	70,2	8,3	13,4
4	71,6	9,7	15,7
5	70,8	8,9	14,4
6	71,8	9,9	16,0
7	72,5	10,6	17,1
НСР ₀₅	3,1		

Таблица 3. Влияние испытываемых гуминовых препаратов на качество зерна риса (Краснодар, 2016-2018 гг.)

Вариант	Натура, г/л	Масса 1000 зерен, г	Пленчатость, %	Стекловидность, %	Трещиноватость, %
1	541,3	27,0	17,4	89,1	9,2
2	568,9	27,9	16,9	93,2	7,1
3	572,1	28,3	16,7	94,9	6,2
4	580,0	28,6	16,5	96,6	5,2
5	573,0	28,0	16,4	94,6	6,2
6	580,6	28,7	16,1	97,0	4,9
7	586,8	29,0	15,7	97,5	4,5
НСР ₀₅	25,2	1,2			

урожаю, особенно при двукратном их применении (обработка семян перед посевом и вегетирующих растений риса в фазе кущения). По сравнению с контрольным вариантом, в опытных вариантах возрастают число продуктивных побегов (1,5-1,8, в контроле 1,1 шт.), озерненность (136,2-165,5, в контроле – 114,4 шт.), масса 1000 зерен с растения (3,34-4,29, в контроле – 2,54 г), уборочный индекс (0,90-0,96, в контроле – 0,86).

2. Применение в технологии возделывания риса испытываемых препаратов приводит к получе-

нию более качественного зерна; возрастают масса 1000 зерен и натура, стекловидность, снижается пленчатость и трещиноватость зерен.

3. Наиболее высокая урожайность высококачественного зерна риса получена в варианте с применением в технологии его возделывания гуминового препарата Бигус (обработка семян + обработка растений в фазу кущения, расход препарата 500 мл/т/га, рабочего раствора 10 л/т и 100 л/га). Прибавка урожая в указанном варианте составила 10,6 % (урожайность – 72,5 ц/га, в контроле – 61,9 ц/га).

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 Кубанского аграрного университета, 2009. – № 19. – С. 69-72.
2. Косулина, Т.П. Создание и применение регуляторов роста растений на Кубани (обзор) / Т.П. Косулина, В.Г. Калашникова, С.В. Маслов, А.Я. Барчукова, Н.В. Чернышева, Т.В. Воскобойникова // Плодородие, 2007. – № 1(34). – С. 26-28.
3. Пат. 2178246 С1 Российская Федерация, МПК А 01 N 43/32, А 01 С 1/00, А 01 N 43/28, А 01 Р 21/00. Средство для повышения всхожести семян, увеличения урожайности пшеницы, риса и сахарной свеклы [Текст] / Косулина Т.П., Калашникова В.Г., Барчукова А.Я., Ненько Н.Н., Гоник Г.Е., Смоляков В.П., Кульневич В.Г., Чернышева Н.В.; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный технологический университет. – № 2000113030/13; заявл. 24.05.00; опубл. 20.01.02. – 14 с.
4. Пат. 2133092 Российская Федерация, МПК А 01 N 37/02, А 01 N 37/06, А 01 Р 14/00, А 01 Р 21/00. Средство, одновременно стимулирующее рост растений и повышающее их устойчивость к засухе [Текст] / Посконин В.В., Бадовская В.А., Ненько Н.И., Барчукова А.Я., Ковалев В.М.; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный технологический университет. – № 37106262/13; заявл. 10.04.97; опубл. 20.07.99. – 11 с.
5. 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.
6. 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 Кубанского аграрного университета, 2016. – № 62. – С. 127-132.
7. Чернышева, Н. В. Влияние препарата Гидрогумин на рост, урожайность и качество зерна риса / Н. В. Чернышева, А. Я. Барчукова, В. А. Ладатко // Рисоводство, 2018. – № 3(40). – С. 42-46.
8. Шаповал, О.А. Влияние кремнийорганических соединений на рост, развитие и продуктивность сельскохозяйственных культур / О.А. Шаповал, С.В. Логинов, В.В. Вакуленко, А.Я. Барчукова / В сб.: «Инновационные решения регулирования плодородия почв сельскохозяйственных угодий (к 80-летию ВНИИА). Под ред. акад. РАСХН В. Г. Сычева. – М.: РАСХН, ВНИИА, 2011. – С. 189-204.
9. Kunze, O.R. Relative humidity changes that cause brown rice to crack / O.R. Kunze, C.W. Hall // TransASAE, 1977.
10. Stermer, R.A. Environ conditions and cracks in milled rice / R.A. Stermer // Cereal. Chem., 1968. – 45:365.

REFERENCES

1. Barchukova, A. Ya. Efficiency of application of growth regulators in the technology of winter wheat cultivation / A. Ya. Barchukova, Ya. K. Tosunov, N. V. Chernysheva, S. G. Fattakhov, V. S. Reznik, A. I. Konovalov, O. A. Shapoval // Proceedings of the Kuban agrarian University, 2009. – № 19. – Pp. 69-72.
2. Kosulina, T. P. Creation and application of plant growth regulators in Kuban (review) / T. P. Kosulina, V. G. Kalashnikova, S. V. Maslov, A. Ya. Barchukova, N. V. Chernysheva, T. V. Voskoboynikova // Fertility, 2007. – № 1(34). – Pp. 26-28.
3. Pat. 2178246 C1 Russian Federation, IPCA01 N 43/32, A01 C 1/00, A01 N 43/28, A01 P 21/00. Means for increasing the germination of seeds, increasing the yield of wheat, rice and sugar beet [Text] / Kosulina T. P., Kalashnikova V. G., Barchukova A. Y., Nenko N. N., Gonik G. E., Smolyakov V. P., Kulnevich V. G., Chernysheva N. V.; applicant and patentee Kuban state technological University. – №. 2000113030/13; decl. 24.05.00; publ. 20.01.02. – 14 p.
4. Pat. 2133092 Russian Federation, IPCA01 N 37/02, A01 N 37/06, A01 P 14/00, A01 P 21/00. A tool that simultaneously stimulates the growth of plants and increases their resistance to drought [Text] / Poskonin V. V., Badovskaya V. A., Barchukova A. Y., Kovalev V. M.; applicant and patentee Kuban state technological University. – №. 37106262/13; decl. 10.04.97; publ. 20.07.99. – 11 p.
5. Fedulov, Yu. P. Plant Resistance to adverse environmental factors: a textbook / Yu. P. Fedulov, V. V. Kotlyarov, K. A. Dotsenko, Ya. K. Tosunov, A. Ya. Barchukova, Yu. V. Podushin, L. A. Oberyukhtina. – Krasnodar: KSAU, 2015.
6. Chernysheva, N. V. Influence of the drug Hydrogumin on the growth and development of rice plants, productivity and quality of its grain / N. V. Chernysheva, A. Ya. Barchukova, V. V. Dirin // Proceedings of the Kuban agrarian University, 2016. – № 62. – Pp. 127-132.
7. Chernysheva, N. V. Influence of the drug Hydrogumin on the growth, productivity and quality of rice grains / N. V. Chernysheva, A. Ya. Barchukova, V. A. Ladatko // Rice Farming, 2018. – № 3(40). – Pp. 42-46.
8. Shapoval, O. A. Influence of organosilicon compounds on the growth, development and productivity of agricultural crops / O. A. Shapoval, S. V. Loginov, V. V. Vakulenko, A. Ya. Barchukova / in SB.: «Innovative solutions for regulating soil fertility of agricultural lands (for the 80th anniversary of VNIIA)». Edited by Acad. RASKHN V. G. Sychev. – Moscow: RASKHN, VNIIA, 2011. – Pp. 189-204.
9. Kunze, O.R. Relative humidity changes that cause brown rice to crack / O.R. Kunze, C.W. Hall // TransASAE, 1977.
10. Stermer, R.A. Environ conditions and cracks in milled rice / R.A. Stermer // Cereal. Chem., 1968. – 45:365.

Анастасия Олеговна Князева

Аспирант кафедры биотехнологии, биохимии и биофизики факультета перерабатывающих технологий,
E-mail: nastya1313131@mail.ru

Наталья Викторовна Чернышева

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

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

Anastasia O. Knyazeva

Postgraduate student of the Department of biotechnology, biochemistry and biophysics, faculty of processing technologies
E-mail: nastya1313131@mail.ru

Natalya V. Chernisheva

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

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

DOI 10.33775/1684-2464-2020-46-1-23-27
УДК 631.8: 633.18

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

ЭФФЕКТИВНОСТЬ НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ МОЛИБДЕНОМ НА СОРТАХ РИСА, РАЗЛИЧАЮЩИХСЯ ТРЕБОВАТЕЛЬНОСТЬЮ К УРОВНЮ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ

Внедрение в производство сортов риса с высокой потенциальной продуктивностью позволило значительно повысить урожайность и валовые сборы этой культуры. Высокопродуктивные сорта предназначены для различных технологий возделывания, что обусловлено их сортовыми особенностями, и, прежде всего, отзывчивостью на уровень минерального питания. Данный фактор необходимо учитывать при планировании проведения некорневых подкормок для выбора оптимального срока их внесения и применяемого удобрения, что позволит максимально реализовать потенциал сорта. Поэтому необходимо учитывать потребности растений не только в макроэлементах, но и в мезо- и микроэлементах, т.к. их недостаток может быть лимитирующим фактором, не позволяющим в полной мере раскрыть потенциал сорта. В условиях полевого опыта изучали эффективность некорневых подкормок молибденом на сортах риса, различающихся реакцией на уровень азотного питания, определяли оптимальные сроки их проведения. Определено влияние некорневых подкормок на азотный статус растений (по результатам листовой диагностики) и урожайность сортов риса, выявлен оптимальный срок их проведения. Установлено, что оптимальный срок проведения некорневой подкормки молибденовым удобрением – 4-5 листьев у риса. Внесение молибдена в более поздние сроки (в возрасте 7-8 листьев) недостаточно эффективно. Применять молибденовое удобрение для некорневой подкормки рекомендуется на сортах универсального типа на оптимальном азотном фоне. Их внесение на полунтенсивных сортах малоэффективно, что связано с невысокой отзывчивостью этой группы сортов на изменение уровня минерального питания.

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

EFFECTIVENESS OF NON-ROOT FEEDING MOLYBDENUS ON VARIETIES OF RICE, VARYING REACTION TO THE LEVEL OF NITROGEN NUTRITION

The introduction of highly potential rice varieties has significantly increased the yields and gross collections of this crop. They are designed for different technologies of cultivation, which is due to their varieuse features, and, above all, responsiveness to the level of mineral nutrition. This factor should be taken into account the planning of non-root fertilization to choose the optimal time for their introduction and fertilizer applied, which will allow to maximize the potential of the variety. Therefore, it is necessary to take into account the needs of plants not only in macronutrients, but also in meso- and micronutrients, because if they are not enough, this may be a limiting factor, which does not allow to fully reveal the potential of the variety. In the conditions of field experience studied the effectiveness of non-root feeding molybdenus on varieties of rice, varying reaction to the level of nitrogen nutrition, determined the optimal timing of their implementation. The influence of non-root fertilization on the nitrogen status of plants (based on leaf diagnostics) and the yield of rice varieties has been determind, the optimal period of conduct has been revealed. It has been established that the optimal period of non-root feeding of molybdenum fertilizer – 4-5 leaves in rice. The introduction of molybdenum at a later date (aged 7-8 leaves) is not effective enough. The use of molybdenum fertilizer for non-root feeding is recommended on varieties of universal type on the optimal nitrogen background. Their introduction in semi-intensive varieties is ineffective, which is due to the low responsiveness of this group of varieties to change the level of mineral nutrition.

Key words: ris, variety, mineral power, security soot, unoriginal, right.

Введение

Одним из важнейших факторов получения стабильно высоких урожаев риса является обеспечение полного и сбалансированного минерального питания растений. Районированные в производстве интенсивные сорта риса характеризуются высокой отзывчивостью на уровень минерального питания, остро реагируя при этом на дефицит того или иного элемента. Особое значение имеют при этом азот, фосфор и калий [1, 10].

Однако, обеспечение сбалансированности минерального питания растений по макроэлементам не является единственным путем повышения уро-

жайности риса. В условиях отсутствия их дефицита важнейшую роль играет обеспеченность растений различными микроэлементами. В предыдущие годы были разработаны технологии внесения микроудобрений в почву, но эффект от этого приема, прежде всего, экономический, был невелик. Включение микроэлементов в состав комплексных удобрений более эффективно при правильном определении срока их применения, кратности обработок и дозировок. К числу наиболее важных для растений риса микроэлементов относится молибден.

Молибден играет важную роль в азотном питании растений. Он участвует в процессах фиксации

молекулярного азота и восстановлении нитратов в растении. Этот элемент, изменяя свою валентность, участвует в окислительно-восстановительных реакциях и является важным звеном в цепи переноса электронов; выполняет защитную роль в отношении токсичного воздействия на растения подвижного алюминия. Под влиянием молибдена повышается устойчивость хлорофилл-белково-липидного комплекса, тем самым усиливается интенсивность фотосинтеза. При недостатке молибдена снижается содержание хлорофилла в листьях [10].

Проведенными ранее исследованиями показано, что районированные сорта риса по-разному реагируют на внесение удобрений, в т.ч. в некорневую подкормку, что обусловлено их реакцией на уровень минерального питания [2-7]. Универсальные сорта дают наибольшую прибавку урожайности при проведении некорневой подкормки в возрасте 6-7 листьев практически на всех уровнях азотного питания. Для сортов полунтенсивного типа более эффективно проведение некорневых подкормок на сравнительно невысоком фоне азотного питания. В то же время некорневую подкормку удобрениями, стимулирующими потребление азота растениями, целесообразно проводить в более ранние сроки, в возрасте 4-5 листьев [7]. Следовательно, при определении эффективности того или иного удобрения для некорневой подкормки необходимо учитывать не только особенности выращиваемого сорта, но и срок проведения подкормки.

Цель исследований

Изучить эффективность некорневых подкормок молибденовым удобрением сортов риса, различающихся по отзывчивости на уровень минерального питания.

Материалы и методы

Исследования проводили в условиях полевого опыта на РОС ОПУ ФГБНУ «ВНИИ риса». Почва лугово-черноземная слабосолонцеватая тяжелосуглинистая. Её характеристика: гумус – 2,48 %; общие: азот – 0,24 %, фосфор – 0,23 %, калий – 0,91 %; азот легкогидролизуемый – 8,80; фосфор подвижный – 11,43; калий подвижный – 21,8 мг/100 г, pH – 7,5.

Схема опыта:

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

Повторность в опыте 4-х кратная. Площадь делянки: общая – 15 м², учетная – 11,4 м², предшественник – пар. Сорта риса – Полевик, Фаворит. Нормы высева – 7 млн. всхожих зерен/га.

Используемые минеральные удобрения: карбамид (46 % д.в.), двойной суперфосфат (46 % д.в.). В некорневую подкормку вносили молибденовое жидкое удобрение, содержащее 8 % молибдена в хелатной форме.

Минеральные удобрения вносили: фосфорное – до посева полной дозой, азотное – дробно: N_{46} в основной прием (до посева) и в подкормки: N_{46} в возрасте 3-4 листьев (варианты 3-4) и N_{46} в возрасте 5-6 листьев. Молибденовое удобрение вносили в некорневую подкормку в фазу кущения (4-5 листьев) малообъемным ранцевым опрыскивателем с нормой расхода рабочей жидкости 2 л/делянку.

Технология возделывания – согласно рекомендациям ВНИИ риса [8].

Проводили:

- экспресс-контроль азотного питания растений с помощью прибора «N-тестер» [9];
- учет урожайности зерна риса.

Экспресс-контроль проводили в следующие сроки: через 7 дней после некорневой подкормки, через 7 и 14 дней после второй корневой подкормки.

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

Результаты и обсуждение

Для оценки эффективности применения новых видов удобрения важно определить кратность его применения и оптимальные сроки, т.к. эти параметры в большинстве случаев являются ключевыми. Если для большинства удобрений для некорневой подкормки риса лучшее время внесения – в возрасте 6-7 листьев и позднее, то для удобрений, оказывающих влияние на азотное питание растений, максимальный эффект может быть получен в более раннем возрасте, т.е. в период высокой потребности растений риса в азотном питании. В этом случае необходимо учитывать возможность увеличения прибавки урожая в результате повышения кратности обработки, и биологические особенности выращиваемых сортов, прежде всего, их реакцию на уровень минерального питания. Только в этом случае можно дать всестороннюю объективную оценку предлагаемого приема и определить условия при которых он максимально эффективен.

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

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

Таблица 1. Обеспеченность растений риса азотным питанием при некорневой подкормке молибденовым удобрением, ед.

Вариант	Возраст растений		
	5-6 листьев	6-7 листьев	7-8 листьев
Сорт Полевик			
$N_{92}P_{50}$	544	495	492
$N_{92}P_{50} + Mo$	558	480	480
$N_{138}P_{50}$	549	512	504
$N_{138}P_{50} + Mo$	561	495	488
Сорт Фаворит			
$N_{92}P_{50}$	460	465	469
$N_{92}P_{50} + Mo$	498	480	474
$N_{138}P_{50}$	471	480	485
$N_{138}P_{50} + Mo$	506	495	484

Как было сказано выше молибден играет важную роль в азотном питании растений, влияя в том числе на содержание хлорофилла в листьях. Через неделю после проведения некорневой подкормки обеспеченность растений риса сорта Полевик на опытных вариантах на 12-14 ед. превышала показатели фоновых вариантов. Это указывает на положительное влияние проведенной подкормки на азотное питание растений. В дальнейшие сроки наблюдения обеспеченность растений на опытных вариантах снижалась из-за эффекта биологического разбавления и была ниже, чем на контроле, что объясняется активной утилизацией поступившего в них азота. Таким образом, некорневая подкормка молибденом в возрасте 4-5 листьев активизирует азотное питание растений с последующим использованием ими дополнительно поступившего азота (табл. 1).

Аналогичные результаты были получены и для сорта Фаворит. Через неделю после проведения некорневой подкормки обеспеченность растений возросла на 28 и 35 ед. для доз N_{92} и N_{138} (на 6,1 и 7,4 %). В последующие сроки определения она также постепенно снижалась, хотя, в отличие от сорта Полевик, и была выше, чем на контроле. Следует отметить, что по мере увеличения возраста растений, различия по обеспеченности азотом

между контрольным и опытным вариантами постепенно сглаживалась.

Таким образом, некорневая подкормка молибденовым удобрением оказала влияние на обеспеченность растений изучаемых сортов азотным питанием, что в конечном итоге обусловило величину сформированного урожая (табл. 2).

Полученные в опыте результаты показывают, что урожайность риса при внесении в некорневую подкормку молибденового удобрения в значительной степени определялась реакцией сорта на уровень азотного питания. Так, на полунтенсивном сорте Фаворит положительный эффект от некорневой подкормки наблюдался на фоне внесения N_{92} . Была получена достоверная прибавка урожайности 0,43 т/га (5,42 %).

Увеличение дозы внесенного азотного удобрения с N_{92} до N_{138} привело к некоторому росту урожайности на фоновом варианте (на 4,16 %), зато эффект от некорневой подкормки был незначительным. Как уже указывалось ранее, доза N_{138} для сорта Фаворит является избыточной, в таких условиях эффект от проводимых некорневых подкормок в лучшем случае минимален [2].

На универсальном сорте Полевик некорневая подкормка молибденом обеспечила получение математически достоверной прибавки урожайности.

Таблица 2. Урожайность сортов риса, т/га

Вариант	$N_{92}P_{50}$ - фон		$N_{138}P_{50}$	
	т/га	прибавка	т/га	прибавка
Сорт Фаворит				
фон	7,94	-	8,27	-
Фон + Мо	8,37	+ 0,43	8,61	+ 0,35
HCP_{05}	0,374		0,565	
Сорт Полевик				
фон	8,45	-	9,17	-
Фон + Мо	8,81	+ 0,36	9,67	+ 0,50
HCP_{05}	0,311		0,283	

Так, при внесении N_{92} она составила 0,36 т/га. Напротив, на оптимальной для сорта дозе N_{138} прибавка, полученная от некорневой подкормки молибденом, была значительно выше (0,50 т/га). Это указывает на то, что при оптимальной обеспеченности азотом активизация азотного питания растений в результате проведенной некорневой подкормки молибденом обуславливает получение дополнительного урожая. При более низкой обеспеченности растений азотом эффект от проведенной подкормки не реализуется в полной мере.

Определенный интерес представляют результаты, полученные при проведении некорневой подкормки молибденом в более поздний срок (7-8 листьев). В качестве объекта исследования в данном опыте был выбран сорт интенсивного типа Привольный-4. Полученные результаты приведены в таблице 3.

Как следует из полученных данных, эффективность проведения некорневой подкормки молибденом, несмотря на достоверность полученной прибавки, в этот срок сравнительно невысокая. Известно, что молибден усиливает поступление азота в растения и ускоряет синтез амидов, аминокислот и белков, тем самым увеличивая содержание хлорофилла в листьях и усиливая интенсивность фотосинтеза. Кроме того, молибден оказывает влияние на поглощение растениями элементов минерального питания, прежде всего – фосфора, калия и марганца. Поэтому некорневая подкормка такими удобрениями должна оказывать более сильный эффект в фазы активного поглощения растениями элементов минерального питания, т.е. в возрасте 4-5 листьев у риса. В более поздние сроки эффект от внесения молибдена снижается в связи с тем, что большая часть необходимых элементов минерального питания уже поглощена растением, начинается их переход из вегетативной фазы в генеративную, поэтому потребность в стимулировании минерального питания уже не так необходима.

Таким образом, при применении удобрений, стимулирующих потребление азота растениями, следует учитывать биологические особенности выращиваемого сорта. Их внесение на полуинтенсивных сортах малоэффективно, т.к. величина дополнительно полученного урожая, как правило, недостоверна или же незначительно превышает уровень достоверности. Это связано с невысокой отзывчивостью этой группы сортов на изменение

уровня минерального питания: для удовлетворения их потребностей в азоте достаточно внесения азотного удобрения в одну или две подкормки.

На сортах универсального типа эффективность таких удобрений определяется дозой внесенного азота. На низком азотном фоне (N_{92}) прибавки от внесения молибдена не высоки, в то время как на оптимальном азотном фоне обеспечивается существенный рост урожайности.

Выводы

В результате проведенных исследований установлено:

1. Некорневые подкормки азотными удобрениями оказали влияние на обеспеченность растений азотным питанием. Рост обеспеченности растений азотом на вариантах с обработкой в 4-5 листа составил 12-14 ед. на сорте Полевик и 28-35 ед. на сорте Фаворит, что указывает на активизацию азотного питания растений с последующим использованием ими дополнительно поступившего азота.

2. Урожайность риса при внесении в некорневую подкормку молибденового удобрения в значительной степени определялась реакцией сорта на уровень азотного питания. На полуинтенсивном сорте Фаворит положительный эффект от некорневой подкормки наблюдался на фоне внесения N_{92} , была получена достоверная прибавка урожайности 0,43 т/га (5,42 %). Увеличение дозы азотного удобрения до N_{138} не обеспечило достоверного роста урожайности.

3. На универсальном сорте Полевик некорневая подкормка молибденом обеспечила получение математически достоверной прибавки урожайности. При внесении N_{92} она составила 0,36 т/га, а на оптимальной для сорта дозе N_{138} – 0,50 т/га.

4. Внесение молибдена в более поздние сроки (в возрасте 7-8 листьев) недостаточно эффективно. Это связано с тем, что большая часть необходимых элементов минерального питания уже поглощена растением, начинается их переход из вегетативной фазы в генеративную, поэтому потребность в стимулировании минерального питания (прежде всего, азотного), уже не так необходима.

5. Применять молибденовое удобрение для некорневой подкормки рекомендуется в возрасте 4-5 листьев на сортах универсального типа на оптимальном азотном фоне. На низком азотном фоне эффект от проведенной подкормки не реализуется в полной мере.

Таблица 3. Эффективность некорневой подкормки молибденом на сортах интенсивного типа

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка	
		т/га	%
$N_{115}P_{50}$	6,88	-	-
$N_{115}P_{50} + Mo$	7,23	+ 0,35	5,09
HCP_{05}	0,217		

ЛИТЕРАТУРА

1. Алешин, Е.П. Минеральное питание риса. /Е.П. Алешин, А.П. Сметанин - Краснодар, 1965. – 207 с.
2. Белоусов, И.Е. Эффективность некорневых подкормок риса как элемента сортовой агротехники - /И.Е. Белоусов, Н.М. Кремзин //Рисоводство, - 2017. – № 1 (34). – С. 20 – 26.
3. Белоусов, И.Е., Кремзин, Н.М. Эффективность некорневых подкормок риса в зависимости от реакции сорта на уровень азотного питания - /И.Е. Белоусов, Н.М. Кремзин //Рисоводство, - 2018. – № 1 (38). – С. 44 – 51.
4. Чижиков, В.Н., Белоусов, И.Е. Реакция сортов риса на некорневую подкормку кремнийсодержащим комплексным удобрением в зависимости от уровня азотного питания //В.Н. Чижиков, И.Е. Белоусов в сборнике «Теоретические и технологические основы биогеохимических потоков веществ в агроландшафтах» - Международная конференция - Ставрополь, Ставропольский ГАУ, 4-5 октября 2018 г. – С. 117-121
5. Белоусов, И.Е. Эффективность некорневых подкормок борсодержащими комплексными удобрениями растений риса в зависимости от срока их проведения - //И.Е. Белоусов в сборнике «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования» - Международная научно-практическая Интернет-конференция - с. Солёное Займище, ФГБНУ ПНИАЗ, 28 февраля 2019 г. – С. 405-10
6. Белоусов, И.Е., Чижиков, В.Н. Эффективность некорневых подкормок кремниевым комплексным удобрением растений риса в зависимости от срока их проведения - //И.Е. Белоусов, В.Н. Чижиков в сборнике «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования» - Международная научно-практическая Интернет-конференция - с. Солёное Займище, ФГБНУ ПНИАЗ, 28 февраля 2019 г. – С. 411-15
7. Белоусов, И.Е. Реакция сортов риса на некорневую подкормку азотом в зависимости от уровня азотного питания -/И.Е. Белоусов //Рисоводство, - 2019. – № 2 (43). – С. 52-56
8. Система рисоводства Краснодарского края /под ред. Харитонов Е.М. - Краснодар, 2011. -316 с.
9. Точное внесение азотных удобрений /Обобщенные рекомендации по использованию прибора «N-тестер» на посевах зерновых культур. -Краснодар, 2003. -32 с.
10. Шеуджен, А.Х. Агрохимия. ч. 2 Методика агрохимических исследований / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева. – Краснодар: КубГАУ. 2015. – 703 с.

REFERENCES

1. Aleshin, E.P. Mineral Rice Nutrition. /E.P. Aleshin, A.P. Smetanin - Krasnodar, 1965. – 207 p.
2. Belousov, I.E. Efficiency of non-root feeding of rice as an element of grade agricultural engineering - /I.E. Belousov, N.M. Kremzin // Rice, - 2017. No 1 (34). - S. 20 – 26
3. Belousov, I.E., Kremzin, N.M. Efficiency of non-root feeding of rice depending on the reaction of the variety to the level of nitrogen nutrition - /I.E. Belousov, N.M. Kremzin //Rice, - 2018. No 1 (38). - S. 44 - 51.
4. Chizhikov, V.N., Belousov, I.E. Reaction of rice varieties to non-root feeding of silicon-containing complex fertilizer depending on the level of nitrogen nutrition /V.N. Chizhikov, I.E. Belousov in the collection “Theoretical and technological basis of biogeochemical flows in agro-landscapes” - International Conference - Stavropol, October 4- 5.- 2018– S. 117-121
5. Belousov, I.E. Effectiveness of non-root feedings of boron-containing complex fertilizers of rice plants depending on the duration of their holding - /I.E. Belousov in the collection “Modern ecological state of the natural environment and scientific and practical aspects of environmental management” - International Scientific and Practical Internet Conference - Solenoe Zaymiche, FGBNU PNIAZ, February 28 - 2019 – S. 405-10
6. Belousov, I.E., Chizhikov V.N. The effectiveness of non-root feeding silicon complex fertilizer of rice plants depending on the duration of their holding - /I.E. Belousov, V.N. Chizhikov in the collection “Modern environmental state of the natural environment and scientific and practical aspects of environmental management” - International Scientific and Practical Internet Conference - Solenoe Zaymiche, FGBNU PNIAZ, February 28 - 2019 – S. 411-15
7. Belousov, I.E. Reaction of rice varieties to non-root nitrogen fertilization depending on the level of nitrogen nutrition - /I.E. Belousov // Rice- 2019. No 2 (43). - S. 52-56
8. The rice production system of the Krasnodar region /under ed. Kharitonova E.M. - Krasnodar, 2011. - 316 p.
9. Accurate introduction of nitrogen fertilizers / Generalized recommendations for the use of the device “N-tester” on crops of grain crops. -Krasnodar, 2003. - 32 p.
10. Sheujen, A.H. Agrochemistry. 2 Agrochemical Research Method /A.H. Sheujen, T.N. Bondareva. Krasnodar: Kubgau. 2015. - 703 s.

Игорь Евгеньевич Белоусов

Старший научный сотрудник лаборатории агрохимии и почвоведения

ФГБНУ «ФНЦ риса»

Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия

E-mail: igor_bel06@mail.ru

Igor Belousov

St. Scientific. Sotr. Laboratory of Agrochemistry and Soil Science

FSBSI “FSC of rice”

Belozerny, 3, Krasnodar, 350921, Russia

E-mail: igor_bel06@mail.ru

DOI 10.33775/1684-2464-2020-46-1-28-33
УДК 631.81.095.337:633.11

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

ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ЖИДКИМ МИНЕРАЛЬНЫМ УДОБРЕНИЕМ АКТИВ МАРКИ АЗОТ НА РОСТОВЫЕ И ФОРМООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА

Озимая пшеница, среди других зерновых культур, более требовательна к условиям питания. Это обусловлено тем, что оптимальное сочетание высокого урожая и хорошего качества зерна обеспечивает сбалансированное питание растений. При этом основные элементы питания (N, P, K) оказывают существенное влияние на физиологические и биохимические процессы, протекающие в растениях на протяжении всего периода вегетации, а некорневые подкормки не только способствуют повышению урожайности, но и являются радикальным средством улучшения качества зерна. Проведение на посевах озимой пшеницы некорневой подкормки двукратно (1-я в фазе кущения, 2-я – в фазе колошения) испытуемым препаратом, в состав которого входят макро- (N, P, K) и микроэлементы (Mg, S, B, Cu, Zn, Mn и др.) усиливает рост растений в высоту, нарастание листового аппарата, биомассы и сухой массы надземных органов, продлевает срок жизни верхних листьев в работоспособном состоянии на более длительное время. Усиление ростовых процессов и устойчивости растений к климатическим стрессам положительно сказалось на формировании элементов структуры урожая. В опытных вариантах, особенно в варианте с применением испытуемого препарата в дозе 3,0 л/га (рабочего раствора – 300 л/га) формировались более крупные по длине колосья (8,4 см, в контроле – 7,5 см), более озерненные (38,4 шт., в контроле – 32,5 шт./растение). Существенно возросшая зерновая продуктивность (масса зерна с растения – 1,70 г, в контроле – 1,43 г) обусловила получение максимальной прибавки урожая высококачественного зерна – 14,8 %, при урожайности 57,6 ц/га – в контроле.

Ключевые слова: озимая пшеница, жидкое минеральное удобрение АКТИВ марка Азот, полевой опыт, некорневая подкормка, рост, структура урожая, урожайность, качество зерна.

EFFECT OF FOLIAR FEEDING OF WINTER WHEAT LIQUID MINERAL FERTILIZER ACTIVE BRAND NITROGEN ON GROWTH AND FORMATIVE PROCESSES, GRAIN YIELD AND QUALITY

Winter wheat, among other cereals, is more demanding to food conditions. This is due to the fact that the optimal combination of high yield and good grain quality provides a balanced nutrition of plants. At the same time, the main elements of nutrition (N, P, K) have a significant impact on the physiological and biochemical processes occurring in plants throughout the growing season, and non-root fertilizing not only helps to increase yields, but they are a radical means of improving the quality of grain. Carrying out non-root feeding on winter wheat crops twice (1st in the tillering phase, 2nd-in the earing phase) with the test preparation, which includes macro (N, P, K) and microelements (Mg, S, B, Cu, Zn, Mn, etc.) increases the growth of plants in height, the growth of the leaf apparatus, biomass and dry mass of aboveground organs, prolongs the life of the upper leaves in working condition for a longer time. Strengthening of growth processes and plant resistance to climatic stresses had a positive impact on the formation of elements of the structure of the crop. In the experimental versions, especially in the version using the test drug at a dose of 3.0 l/ha (working solution-300 l/ha), larger ears (8.4 cm, in the control – 7.5 cm), more laced (38.4 PCs., in the control – 32.5 PCs./plant) were formed. Significantly increased grain productivity (grain weight per plant – 1.70 g, in the control – 1.43 g) led to the maximum increase in the yield of high – quality grain – 14.8 %, with a yield of 57.6 kg/ha – in the control.

Key words: winter wheat, liquid mineral fertilizer ACTIVE Nitrogen brand, field experience, foliar feeding, growth, crop structure, yield, grain quality.

Введение

Озимая пшеница одна из основных продовольственных культур, широко распространенных на Северном Кавказе, где площади под ее посевами составляют около 6 млн. га ежегодно, из них порядка 1,2-1,4 млн. га – в Ростовской области, 1,1-1,3 млн. га – в Краснодарском крае, 1,1 млн. га – в Ставропольском крае. Рынок зерна является основой сельскохозяйственного производства, обеспечивая потребность населения в главном продукте питания – хлебе, промышленность – в сырье [10].

Современные сорта озимой мягкой пшеницы обладают высокой потенциальной урожайностью, но в производственных условиях реализуется только 40-50 % ее величины. Полное развитие потенциальной продуктивности возможно только при совпадении параметров генотипа сорта и экологической ниши. Степень их совпадения в онтогенезе и определяет уровень реализации потенциальной продуктивности сорта. Последнее находится в тесной зависимости от обеспеченности растений элементами минерального питания

(макро- и микроэлементами). Высокоэффективны подкормки растений озимой пшеницы минеральными удобрениями. При проведении ранней подкормки усиливается рост растений, что способствует нарастанию хорошо развитой вегетативной массы, которая является обязательным условием продуктивности растений. Подкормка посевов в фазе колошения является радикальным способом повышения качества зерна – стекловидности, содержания в нем клейковины. Причем, наряду с огромной ролью макроэлементов (NPK) в жизнедеятельности растений, многие микроэлементы (Na, Cu, Zn, Fe, Mo, Co, Mg), усиливая физиолого-биохимические процессы, повышают качество зерна озимой пшеницы [5, 9].

Цель исследований

Установить эффективность проведения некорневых подкормок озимой пшеницы комплексным минеральным удобрением АКТИВ: марка Азот.

Материалы и методы

Исследования проводились в условиях полевого опыта в учхозе «Кубань» КубГАУ (отд. 1) на черноземе выщелоченном слабогумусном. Объект исследования – озимая пшеница среднераннего сорта Баграт (вегетационный период – 219-278 дней).

Схема опыта включала следующие варианты:

- контроль – без обработки;
- жидкое минеральное удобрение АКТИВ марка: Азот – 2-х кратная некорневая подкормка растений: 1-я в фазе кущения, 2-я – в фазе колошения (расход агрохимиката – 1,0 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га);
- жидкое минеральное удобрение АКТИВ марка: Азот – 2-х кратная некорневая подкормка растений: 1-я в фазе кущения, 2-я – в фазе колошения (расход агрохимиката – 2,0 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га);
- жидкое минеральное удобрение АКТИВ марка: Азот – 2-х кратная некорневая подкормка растений: 1-я в фазе кущения, 2-я – в фазе колошения (расход агрохимиката – 3,0 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га).

Учетная площадь делянки – 20 м², повторность – четырехкратная.

Отбор растительных проб для определения показателей роста (высоты растений, биомассы и сухой массы надземных органов; числа, длины и ширины листьев, их площади) проводили в начале созревания зерна.

Перед уборкой отбирали модельные снопы для проведения структурного анализа урожая: кустистости (общей и продуктивной), длины колосьев, озерненности, массы с растения зерна и соломы и их соотношения. Урожайность определяли по общему валу зерна, убранного с делянок – по вариантам опыта. В средних пробах зерна с вариантов опыта определяли показатели качества зерна: массу 1000 зерен, стекловидность, количество и

качество клейковины – по существующим ГОСТам. Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [2].

Результаты и обсуждение

В процессе жизненного цикла (от всходов до созревания семян) злаковое растение проходит несколько фаз роста и развития, связанных с морфологическими изменениями в строении органов и образовании новых его частей (стеблей, листьев, генеративных органов, семян). У озимых растений первые две фазы (всходы, кущение) протекают осенью, остальные – весной и летом следующего года.

С возобновлением весенне-летней вегетации активное отрастание наблюдается в течение недели за счет запасных органических веществ, оставшихся после перезимовки. Затем прирост уменьшается, что объясняется сокращением количества запасных пластических веществ в узлах кущения. Первую подкормку испытуемым препаратом проводили в фазу кущения в период весеннего отрастания комплексным минеральным удобрением, содержащим целый набор химических элементов: макроэлементы, содержание которых в сухой массе растений превышает 0,1 % – NPK; мезоэлементы – 0,1-0,01 % – Mg, Fe, S; микроэлементы – 0,01-0,0001 % – B, Cu, Zn, Mn, Mo, Co, Se. Каждый из этих элементов, прямо или косвенно воздействовал на ростовые процессы растений озимой пшеницы.

Результаты исследований показали, что последовательно проведенная двукратная подкормка растений (1-я в фазе кущения, 2-я – в фазе колошения) активизировала рост растений, и это обусловлено проявлением биологической активности элементов, входящих в состав испытуемого препарата (табл. 1).

Так, для роста и развития растений необходимы азот, калий, бор, кобальт, молибден, цинк и другие элементы. Снабжение ими растений способствует повышению высоты растений, накоплению биомассы и сухого вещества надземными органами растений [4, 14]. Как видно, из данных таблицы 1, применение в технологии возделывания пшеницы препарата АКТИВ марки Азот стимулирует рост растений в высоту (82,3 – 88,1 см, в контроле – 75,6 см), нарастание биомассы (9,62 – 14,18, в контроле – 8,59 г) и сухой массы (2,44 – 3,59, в контроле – 2,21 г/растение) надземными органами. Максимальные значения рассматриваемых показателей отмечены в варианте с применением испытуемого препарата в дозе 3,0 л/га.

Одним из способов повышения урожайности является сохранение к периоду налива и созревания зерна в жизнеспособном, активном состоянии верхних листьев, особенно верхнего (флага). Доказано, что только за счет флагового листа образуется около 40 % урожая зерна. И обусловлено это тем, что в фазе формирования и созревания зерна

Таблица 1. Влияние препарата АКТИВ марки Азот на показатели роста растений озимой пшеницы (фаза начала восковой спелости, Краснодар, 2017 г.)

Вариант	Высота растения, см	Масса надземных органов, г/растение	
		сырая	сухая
Контроль – без обработки	75,6	8,59	2,21
АКТИВ марки Азот – 2-х кратная некорневая подкормка растений (1,0 л/га)	82,3	9,62	2,44
АКТИВ марки Азот – 2-х кратная некорневая подкормка растений (2,0 л/га)	85,7	12,94	3,31
АКТИВ марки Азот – 2-х кратная некорневая подкормка растений (3,0 л/га)	88,1	14,18	3,59
НСР ₀₅	3,9	0,56	0,14

Таблица 2. Влияние препарата АКТИВ марки Азот на величину листовой поверхности растений озимой пшеницы (фаза начала восковой спелости, Краснодар, 2017 г.)

Вариант	Число листьев, шт./растение	Размеры листьев, см		Площадь листьев, см ² /растение
		длина	ширина	
Контроль – без обработки	2,4	17,7	1,10	30,7
АКТИВ марки Азот – 2-х кратная некорневая подкормка растений (1,0 л/га)	3,1	17,8	1,18	36,2
АКТИВ марки Азот – 2-х кратная некорневая подкормка растений (2,0 л/га)	3,6	18,0	1,34	44,0
АКТИВ марки Азот – 2-х кратная некорневая подкормка растений (3,0 л/га)	3,8	20,6	1,38	51,7
НСР ₀₅	0,2	0,9	0,06	2,1

ведущая роль в процессе фотосинтеза принадлежит двум верхним листьям, как более молодые и физиологически более активные, они «работают» почти в два раза интенсивнее, чем два нижних листа [7].

Двукратная некорневая подкормка растений озимой пшеницы после возобновления вегетации весной (в фазы кущения и колошения) не только способствовала усилению роста листовой поверхности, но и удлинению срока жизни листьев и их активной деятельности.

Из данных таблицы 2 видно, что двукратная подкормка растений озимой пшеницы жидким минеральным удобрением АКТИВ марки Азот оказала существенное влияние на ассимиляционный аппарат и его фотосинтетическую деятельность. Так, если к моменту отбора проб в контрольном варианте жизнеспособными оставались 2,4 шт. листа, то в опытных – 3,1 – 3,8 шт. При этом листья отличались большими размерами (длина 14,8 – 20,6 см, ширина – 1,18 – 1,38 см, в контроле – 17,7 и 1,10 см) и как следствие, существенно превышающей площадью (36,2 – 51,7, в контроле – 30,7 см², НСР₀₅ – 2,1 см²). Приведенные данные указывают на тот факт, что с увеличением дозы испытуемого препарата возрастали площадь листьев и срок их жизни, особенно в

варианте с применением препарата АКТИВ марки Азот в дозе 3,0 л/га. При этом, если первая подкормка (в фазе кущения) активизировала процесс нарастания листового аппарата и его деятельность, то вторая подкормка (в фазе колошения) усилила накопление ассимилятов и рациональное их перераспределение в формирующиеся репродуктивные органы. Входящие в состав испытуемого препарата химические элементы оказали на это значительное влияние, что отражено во многих работах учеными в разное время [7, 8, 12].

Отрицательное влияние на рост растений озимой пшеницы во время всего вегетационного периода оказывают климатические стрессы. После возобновления весеннего отрастания растения озимой пшеницы подвергались таким климатическим стрессам, как высокие температуры, засуха, которые в большей мере проявились позже – во время формирования, налива и созревания зерна. Проведение подкормок ослабило стресс от засухи, повысив засухоустойчивость, что также обусловлено действием элементов, входящих в состав испытуемого препарата [1, 6].

Усиление ростовых процессов и устойчивости растений к климатическим стрессам при проведении некорневых подкормок растений озимой пше-

Таблица 3. Влияние препарата АКТИВ марки Азот на формирование элементов структуры урожая озимой пшеницы (Краснодар, 2017 г.)

Вариант	Кустистость, шт. стеблей/растение		Длина колоса, см	Озерненность, шт./растение	Масса, г/растение		Отношение m_3/m_c
	общая	продуктивная			зерна m_3	соломы m_c	
Контроль – без обработки	1,0	1,0	7,5	32,5	1,43	1,84	0,78
АКТИВ марки Азот – 2-х кратная некорневая подкормка растений (1,0 л/га)	1,0	1,0	8,1	34,7	1,55	1,76	0,88
АКТИВ марки Азот – 2-х кратная некорневая подкормка растений (2,0 л/га)	1,2	1,0	8,2	36,3	1,66	1,75	0,95
АКТИВ марки Азот – 2-х кратная некорневая подкормка растений (3,0 л/га)	1,3	1,1	8,4	38,4	1,70	1,75	0,97
НСР ₀₅	0,05	0,05	0,4	1,7	0,08	0,08	

Таблица 4. Влияние препарата АКТИВ марки Азот на урожайность и качество зерна озимой пшеницы (Краснодар, 2017 г.)

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю		Масса 1000 зерен, г	Стекловидность, %	Клейковина	
		ц/га	%			содержание, %	ИДК
Контроль – без обработки	57,6	-	-	42,1	54	16,4	55
АКТИВ марки Азот – 2-х кратная некорневая подкормка растений (1,0 л/га)	63,1	5,5	9,5	46,0	59	18,9	75
АКТИВ марки Азот – 2-х кратная некорневая подкормка растений (2,0 л/га)	64,9	7,3	12,7	48,6	64	20,1	77
АКТИВ марки Азот – 2-х кратная некорневая подкормка растений (3,0 л/га)	66,1	8,5	14,8	51,4	67	22,0	65
НСР ₀₅	2,9			2,1			

ницы положительно сказалось на формировании репродуктивных органов, из которых основными являются: число продуктивных стеблей, озерненность и масса зерна с растения.

Представленные в таблице 3 данные указывают на то, что двукратная некорневая подкормка растений озимой пшеницы в фазах кущения и колошения способствовала формированию более крупных по длине колосьев (8,1 – 8,4, в контроле – 7,5 см), более озерненных (34,7 – 38,4 шт., в контроле – 32,5 шт.). В опытных вариантах значительно возросла зерновая продуктивность растений – масса зерна с растения (1,55-1,70 г, против 1,43 г – в контроле). Следует отметить, что максимальные абсолютные значения указанных в таблице 3 показателей получены в варианте с применением испытуемого препарата в дозе 3,0 л/га

(расход рабочего раствора 300 л/га). В указанном варианте масса зерна с растения возросла на 18,9 %, что не могло не сказаться на урожайности.

Урожайность зерна озимой пшеницы при применении в технологии ее возделывания испытуемого препарата возросла на 9,5 – 14,8 %, при урожайности в контроле – 57,6 ц/га.

Максимальная урожайность – 66,1 ц/га – получена в варианте с применением испытуемого препарата в дозе 3,0 л/га.

Установлено, что удобрения повышают не только урожайность озимой пшеницы, но и качество зерна [5, 9]. Данные таблицы 4 показывают, что во всех опытных вариантах формировались более крупные и полновесные зерна (масса 1000 зерен – 46,0-51,4 г, в контроле – 42,1 г), высокостекловидные (50-67 %, в контроле – 54 %). По содержанию

и качеству клейковины зерно опытных вариантов может быть отнесено к продовольственному, в контрольном варианте – к фуражному.

Выводы

Жидкое минеральное удобрение АКТИВ марки Азот, содержащее комплекс макро- и микроэлементов, обладает высокой биологической эффективностью, проявившейся в стимуляции роста и развития растений озимой пшеницы, в повышении

устойчивости к климатическим стрессам, активизации формирования элементов структуры урожая, повышении урожайности и качества зерна озимой пшеницы.

Наиболее эффективно проводить некорневую подкормку растений озимой пшеницы двукратно – в фазы кущения и колошения испытуемым агрохимикатом АКТИВ марки Азот (расход препарата – 3,0 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га).

ЛИТЕРАТУРА

1. Володько, И.К. Микроэлементы и устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды / И.К. Володько. – Минск: Наука и техника, 1983. – 192 с.
2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1985.
3. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
4. Кибаленко, А.П. Значение бора в метаболизме растительной клетки / Микроэлементы в обмене веществ растений / А.П. Кибаленко. – Киев: Наукова Думка, 1976. – С. 93-125.
5. Коданев, И.В. Повышение качества зерна / И.В. Коданев. – М.: Колос, 1976. – 334 с.
6. Минеев, В.Г. Агрохимия и биосфера / В.Г. Минеев. – М.: Колос, 1984. – 347 с.
7. Ничипорович, А.А. Особенности формирования и работы фотосинтетического аппарата растений в посевах в связи с проблемой повышения урожайности / А.А. Ничипорович // Физиология растений. – Т. 1. – Вып. 2. – С. 1954.
8. Полевой, В.В. Физиология растений / В.В. Полевой. – М.: Агропромиздат, 1989. – 464 с.
9. Пруцков, Ф.М. Повышение урожайности зерновых культур / Ф.М. Пруцков. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 205 с.
10. Тюпаков, Э.Ф. Озимая пшеница на Северном Кавказе: Монография / Э.Ф. Тюпаков, Т.Я. Бровкина. – Элиста: ЗАО «НПП «Джангар», 2008. – 326 с.
11. Хох, Ф. Роль цинка в обмене веществ / Ф. Хох, Б. Валли // Микроэлементы. – М., 1962. – С. 435-470.
12. Чернавина, И.А. Физиология и биохимия микроэлементов / И.А. Чернавина. – М.: Высшая школа, 1970. – 310 с.

REFERENCES

1. Volodko, I. K. Microelements and plant resistance to adverse environmental factors / I. K. Volodko. – Minsk: Science and technology, 1983. – 192 p.
2. Dospekhov, B. A. Technique of field experience / B. A. Dospekhov. – Moscow: Kolos, 1985.
3. Kabata-Pendias, A. Microelements in soils and plants / A. Kabata-Pendias, H. Pendias. – Moscow: Mir, 1989. – 439 p.
4. Kibalenko, A. P. The importance of boron in the metabolism of plant cells / The trace elements in the metabolism of plants / A. P. Kibalenko. – Kiev: Naukova Dumka, 1976. – Pp. 93-125.
5. Kodanov, I. V. Improving the quality of grain / I. V. Kodanov. – Moscow: Kolos, 1976. – 334 p.
6. Mineev, V. G. Agrochemistry and biosphere / V. G. Mineev. – Moscow: Kolos, 1984. – 347 p.
7. Nichiporovich, A. A. Features of the formation and operation of the photosynthetic apparatus of plants in crops in connection with the problem of increasing productivity / A. A. Nichiporovich // Plant Physiology. – Vol. 1. – Vol. 2. – P. 1954.
8. Polevoy, V. V. Plant Physiology / V. V. Polevoy. – Moscow: Agropromizdat, 1989. – 464 p.
9. Prutskov, F. M. Increasing the yield of grain crops / F. M. Prutskov. – Moscow: Rosselkhozizdat, 1982. – 205 p.
10. Tyupakov, E. F. Winter wheat in the North Caucasus: a Monograph / E. F. Tyupakov, T. Ya. Brovkina. – Elista: JSC «NPP Dzhangar», 2008. – 326 p.
11. Hoh, F. The Role of zinc in metabolism / F. Hoh, B. Valli // Trace Elements. – Moscow, 1962. – Pp. 435-470.
12. Chernavina, I. A. Physiology and biochemistry of trace elements. – Moscow: Higher school, 1970. – 310 p.

Алла Яковлевна Барчукова

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

Янис Константинович Тосунов

Доцент кафедры физиологии и биохимии растений, факультет агрохимии и защиты растений,
E-mail: tosunyanis@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

Janis K. Tosunov

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

Наталья Викторовна Чернышева

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

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

Natalya V. Chernisheva

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

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

DOI 10.33775/1684-2464-2020-46-1-34-43
УДК 633.18:681.518

Е. Н. Киселев, канд. геогр. наук, доцент,
А. В. Погорелов, д-р геогр. наук, профессор,
С. В. Гаркуша, д-р с.-х. наук, профессор,
М. А. Скаженник, д-р биол. наук,
В. С. Ковалев, д-р с.-х. наук, профессор,
Е. М. Харитонов, д-р соц. наук, профессор,
С. В. Кизинек, д-р с.-х. наук,
В. Н. Чижилов, канд. с.-х. наук,
Т. С. Пшеницына
г. Краснодар, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОСЕВОВ РИСА В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ (ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ)

Концепция цифровизации сельскохозяйственного производства РФ предусматривает выполнение мероприятий по разработке и созданию системы геоинформационного мониторинга и поддержки принятия решений в растениеводстве. Целью исследований явилось проведение геоинформационного мониторинга посевов риса для разработки методики автоматизированного картографирования их состояния и прогнозирования урожайности. Исследования проводили на тестовом полигоне ФГБНУ «ФНЦ риса» площадью 274 га. Основная выращиваемая культура – сорт риса Фаворит. Съёмку проводили квадрокоптером с установленной на фиксированном подвесе мультиспектральной камерой MicaSense RedEdge-M. Период съёмки с помощью беспилотного летательного аппарата (БПЛА) был ограничен началом июня и дополнительно использовали данные спутника Sentinel-2A, охватывающие весь анализируемый период (05.06.2019 – 29.08.2019). Для оценки состояния посевов риса использовали нормализованный относительный вегетационный индекс NDVI. На основании распределения NDVI и сведений об урожайности с комбайна TUCANO 580 (CLAAS) был проведен статистический анализ на полях 7 и 9. Апробацию экспериментальной методики мониторинга посевов в 2019 г. на основании средств дистанционного зондирования тестовых участков и геоинформационного моделирования и статистический аппарат следует признать удовлетворительной.

Ключевые слова: рис, геоинформационный мониторинг, вегетационный индекс, беспилотный летательный аппарат, спутник, урожайность

RESEARCH OF RICE CROPS IN KRASNODAR REGION BY REMOTE SENSING DATA (PRELIMINARY ANALYSIS)

The concept of digitalization of agricultural production in the Russian Federation provides for the implementation of measures to develop and create a system of geographic information monitoring and decision support in crop production. The aim of the research was to conduct geoinformation monitoring of rice crops to develop methods for automated mapping of their condition and yield forecasting. The studies were carried out on a test site of the Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Rice Centre» with an area of 274 hectares. The main cultivated crop is rice variety Flagman. The survey was performed by a quadcopter with a MicaSense RedEdge-M multispectral camera mounted on a fixed suspension. The shooting period using an unmanned aerial vehicle (UAV) was limited to early June and additionally used the Sentinel-2A satellite data covering the entire analyzed period (06/05/2019 – 08/29/2019). To assess the state of rice crops, the normalized relative vegetative index NDVI was used. Based on the NDVI distribution and yield information from the combine TUCANO 580 (CLAAS), a statistical analysis was carried out in fields 7 and 9. Testing of the experimental methodology for monitoring crops in 2019 on the basis of remote sensing of test plots and geoinformation modeling and the statistical apparatus should be considered satisfactory.

Key words: rice, geoinformation monitoring, vegetation index, unmanned aerial vehicle, satellite, productivity

Введение

Краснодарский край является главным поставщиком риса в России. В 2019 г. объем собранного на Кубани риса составил более 950 тыс. т, т.е. около 80 % урожая риса в нашей стране. Отсюда понятна значимость этой культуры для земледелия Кубани, в том числе с позиции продовольственной безопасности страны. С развитием современных технологий дистанционного зондирования, включая использование беспилотных летательных ап-

паратов (БПЛА), существенно возросли возможности оценки состояния сельскохозяйственных посевов на больших площадях при одновременном уменьшении затрат на мониторинг посевов риса [1, 2]. Реализация подобных технологий вкупе с соответствующими методиками и накоплением массивов экспериментальных наблюдений позволяет повысить качество прогнозирования урожайности посевов риса и снизить затраты на мелиоративные мероприятия [6].

Анализу состояния больших сельскохозяйственных территорий с использованием спутниковых снимков среднего пространственного разрешения посвящено значительное количество публикаций [4, 7, 9-11, 13]. Для мониторинга посевов риса уже продолжительное время используется нормализованный дифференциальный вегетационный индекс NDVI и его разновидности. Так, есть исследования о нахождении статистических закономерностей спектральной яркости посевов риса, измеренной наземными методами, а также вегетационным и листовым индексам, полученным с беспилотного аппарата [5]. В ряде публикаций китайских исследователей реализованы модели расчета урожайности риса на основе кумулятивного индекса NDVI по данным съемок с БПЛА за весь период вегетации культуры [8, 15].

В настоящей работе анализируются посевы риса на полях опытно-производственного участка (ОПУ)

ФГБНУ «ФНЦ риса» по данным экспериментальных съемок с применением беспилотного аппарата, снаряженного мультиспектральной камерой. Полученные результаты закладывают эмпирическую основу для последующей разработки методики автоматизированного картографирования состояния рисовых посевов и прогнозирования урожайности риса в условиях Краснодарского края.

Цель исследований

Провести геоинформационный мониторинг посевов риса для разработки методики автоматизированного картографирования их состояния и прогнозирования урожайности.

Материалы и методы

Рисовые поля на территории Краснодарского края, выступающие в качестве тестовых полигонов, показаны на рисунке 1. Исследовали тестовый полигон ФГБНУ «ФНЦ риса» площадью 274 га.

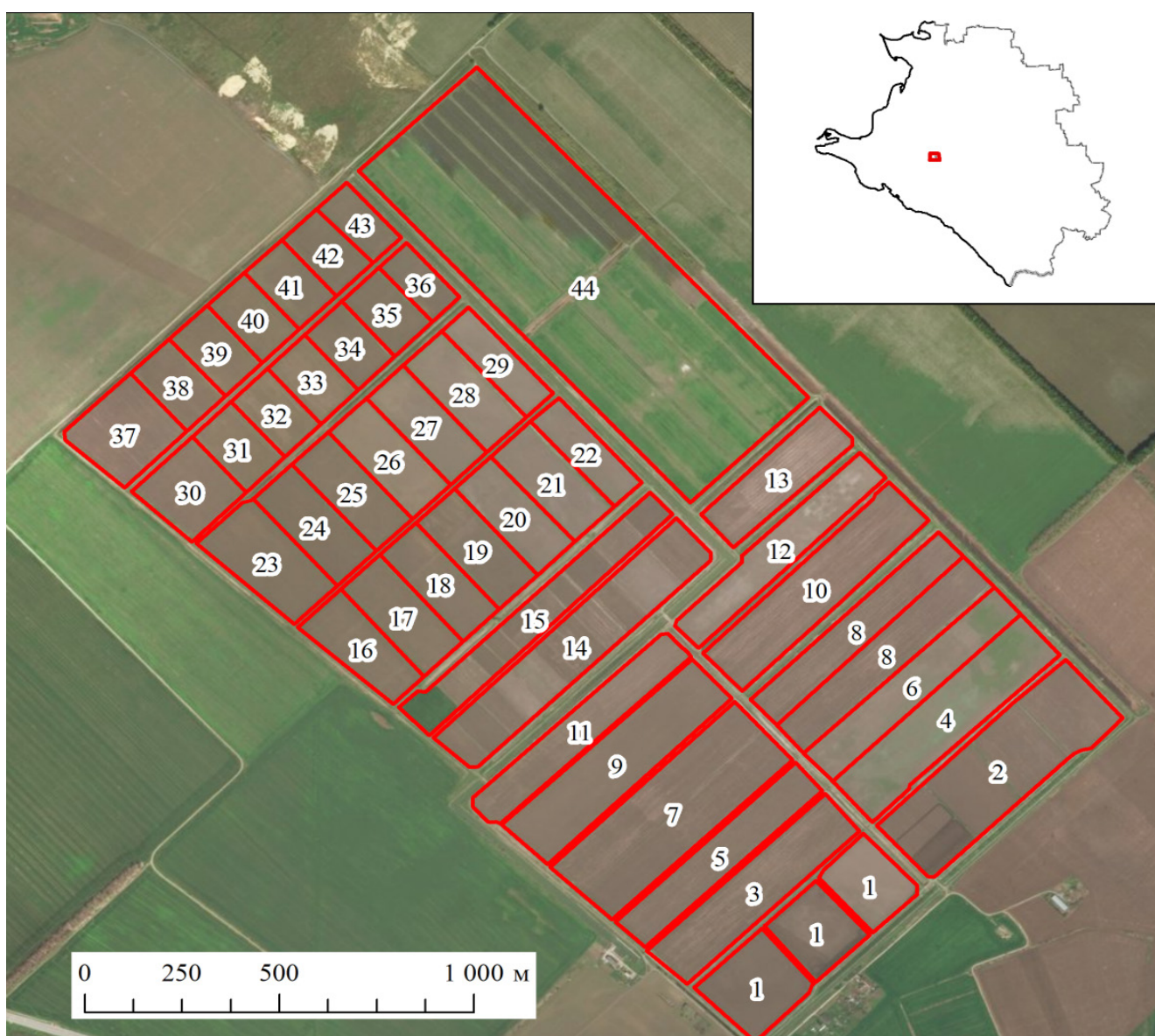


Рисунок 1. Полигон ОПУ ФГБНУ «ФНЦ риса» Подложка – снимок Sentinel-2A

Основная выращиваемая культура – сорт риса Фаворит. Потенциальная урожайность сорта достигает 9-10 т/га, продолжительность вегетационного периода 112-117 дней. Сорт риса Фаворит имеет высоту растений – в пределах 95-105 см.

Съемка выполнена квадрокоптером с установленной на фиксированном подвесе мультиспектральной камерой MicaSense RedEdge-M (США) (рис. 2). Автономный полет составлялся с учетом технических характеристик БПЛА и осуществлялся на высоте около 300 м. Такая сравнительно большая высота повлияла на конечные показатели с недостаточно высоким пространственным разрешением. Однако выбор высоты съемки продиктован продолжительностью полета при заданной площади исследуемых участков. Даты съемок: 28.05.2019, 06.06.2019 и 16.06.2019.



Рисунок 2. Квадрокоптер с камерой MicaSense RedEdge-M

Камера MicaSense RedEdge-M является мультиспектральным сенсором; материалы съемки предназначены для построения композитных изображений, а также псевдоцветных комбинаций с каналом Red Edge, что позволяет достичь цветового разделения сельскохозяйственных растений и сорняков. Одновременная съемка в пяти спектральных диапазонах дает возможность рассчитывать ряд вегетационных индексов (NDVI, NDRE и др.), а малый вес сенсора (180 г) обеспечивает совместимость с беспилотниками с небольшой полезной

нагрузкой. Основные характеристики камеры указаны в таблице 1 [12].

Использованные в анализе данные по урожайности участков представляют собой векторные слои по каждому из полей тестового полигона в виде матрицы с ячейками 7×7 м. Каждая ячейка содержит атрибутивные данные о собранном урожае риса по данным комбайна TUCANO 580 (CLAAS) [3]. В статье избирательно анализируются данные полей 1, 7, 9 (рис. 1), принятые нами репрезентативными с позиции урожайности и значений показателей вегетационного индекса.

Поскольку период съемки с помощью БПЛА по техническим причинам оказался ограничен началом июня, нами дополнительно использовались данные спутника Sentinel-2A, охватывающие весь анализируемый период (05.06.2019 – 29.08.2019), полезный для оценки состояния посевов риса. Семейство спутников Sentinel Европейского космического агентства предназначено для мониторинга использования земель, растительности, лесных и водных ресурсов. Пространственное разрешение снимков (10 м) предполагает использование спутниковых данных для оценки состояния сельскохозяйственных культур в границах исследуемых полей. Кроме того, снимки Sentinel-2A использованы как дополнительные независимые данные, дополняющие измерения с БПЛА.

Материалы съемки сенсором MicaSense RedEdge-M обрабатывались в программном комплексе Agisoft Photoscan (Россия). Обработка включала следующие этапы: выравнивание снимков друг относительно друга, создание на их основе плотного облака точек, построение цифровой модели местности и построение ортофотоплана. Основным конечным продуктом – ортофотопланы с пространственным разрешением 20 см.

Для оценки состояния посевов риса использовался нормализованный относительный вегетационный индекс *NDVI*. Расчет индекса *NDVI* осуществлялся в программе ArcGIS Desktop по формуле:

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}, \quad (1)$$

где *NIR* – съемка в ближней зоне инфракрасного спектра (канал 5 сенсора RedEdge-M), *RED* – съемка в красной зоне спектра (канал 3 сенсора RedEdge-M).

Таблица 1. Основные технические характеристики камеры MicaSense RedEdge-M

Характеристика	Параметры камеры
Вес, г	180
Угол обзора, град	47,2
Спектральные каналы	синий, зеленый, красный, «крайний» красный (red edge), ближний инфракрасный
Пространственное разрешение	8 см/пиксел при высоте съемки 120 м
Частота съемки	1 снимок/с, 12 бит

Результаты и обсуждение

Для корректного выполнения мониторинга, оперирующего пространственными данными последовательных временных состояний объекта, требуется геодезическая привязка материалов съемки с допустимой погрешностью. Приемник GPS, установленный на БПЛА, при получении географических координат в процессе полета обеспечивает точность 5-10 м. Это требует дополнительной привязки. Последняя осуществлялась вручную для каждого набора данных по векторным контурам полей тестового полигона, принятыми за эталон. В перспективе при продолжении эксперимента с применением БПЛА необходимо провести съемку полигона стандартным геодезическим оборудованием.

Корректный диапазон значений $NDVI$ находится в интервале от -1 до +1. Вегетативно значимая растительность имеет величины $NDVI > 0,2$; отрицательные и начальные положительные значения (до 0,2) представлены поверхностями водных объ-

ектов, элементами застройки, открытой почвой [14]. Значения $NDVI < 0$ нами не принимались к расчетам. При обработке спутниковые снимки Sentinel-2A приведены к шкале значений $NDVI$, сравнимой со снимками с БПЛА.

После изучения распределения $NDVI$ и сведений об урожайности статистический анализ был ограничен данными полей 7 и 9 (рис. 3). Векторные данные урожайности преобразованы в растровый формат в соответствии с аналогичными параметрами данных $NDVI$ с обоих носителей (рис. 4).

Статистическая обработка данных выполнена отдельно по каждому полю. Статистическому анализу в программе IBM Statistica предшествовало создание единой таблицы (табл. 2) с извлеченными числовыми значениями $NDVI$ и урожайности из растровых изображений. Строки таблицы содержат координатное описание, атрибутивную информацию о величинах $NDVI$ по трем срокам по данным БПЛА и спутника Sentinel, а также значения урожайности в каждом пикселе.

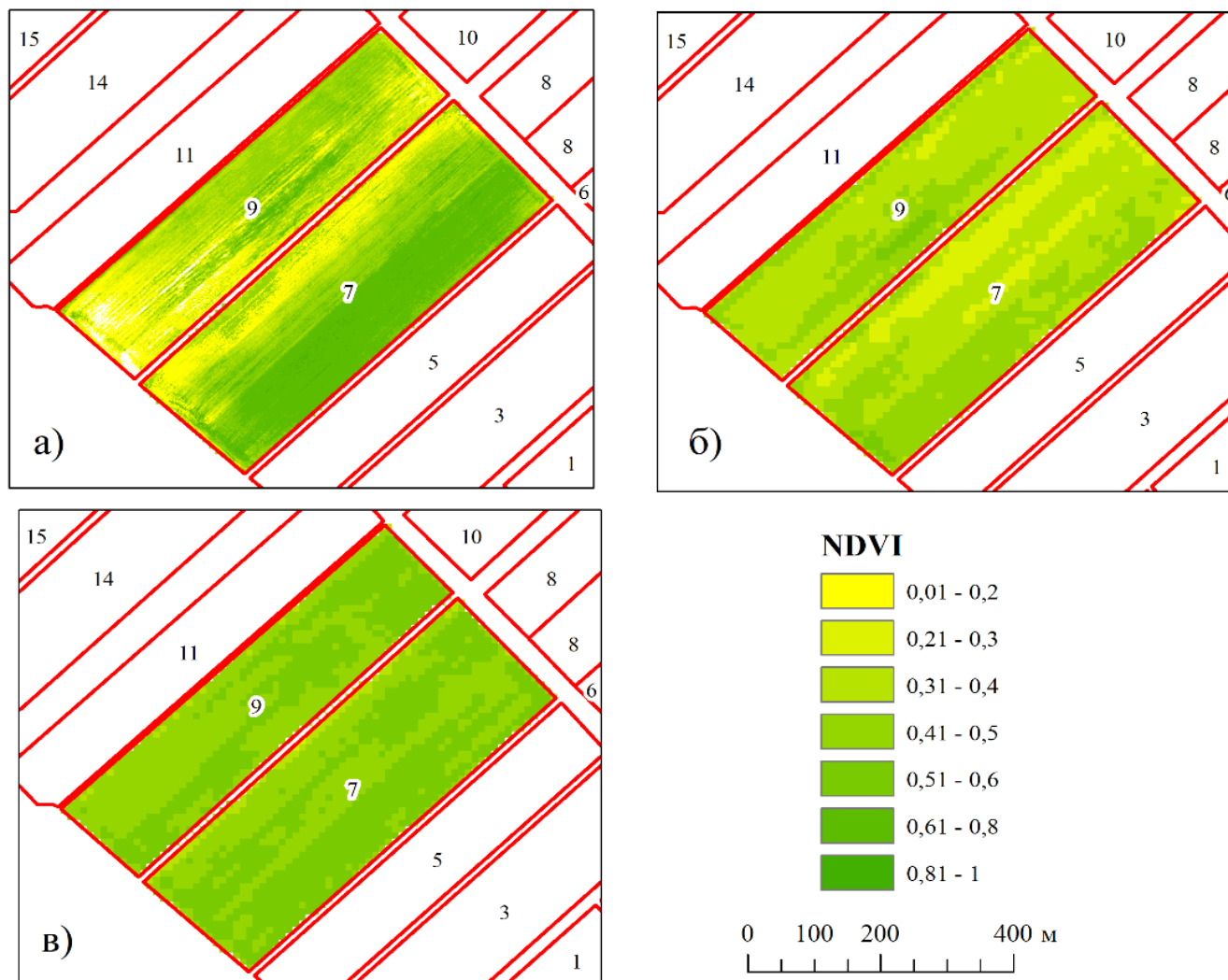


Рисунок 3. Распределение нормализованного относительного вегетационного индекса $NDVI$ на полях 7 и 9 по данным: а) БПЛА (06.06.2019); б) спутника Sentinel-2A (05.06.2019); в) спутника Sentinel-2A (29.08.2019)

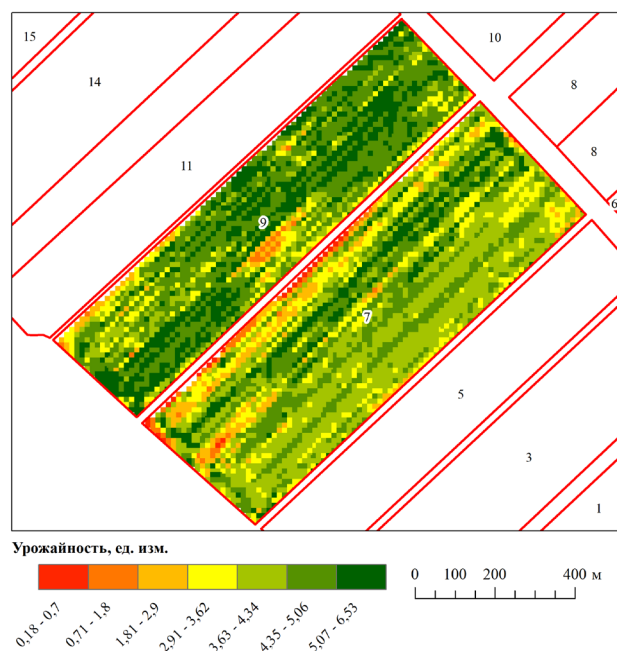


Рисунок 4. Распределение значений урожайности на полях 7 и 9 (т/га)

О статистических свойствах пространственных распределений вегетационного индекса и урожайности на исследуемых полях следует судить

по гистограммам (рис. 5, 6). Из краткого обзора вида частотного распределения переменных можно сделать следующие предварительные выводы. На поле 7 (площадь 13,75 га) гистограммы, отражающие распределение вегетационного индекса по данным съемки с БПЛА и спутника Sentinel-2A в близкие даты в начале июня, имеют несопоставимые формы; объединяет их многомодальность. Последнее свойство, обнаруженное на независимых данных, может свидетельствовать о наличии некоторых специфических микромасштабных факторов, определяющих пространственное распределение посевов риса внутри поля в июне. В конце августа характер распределения *NDVI* меняется, что подтверждается и данными измерений на поле 9 (рис. 6): гистограмма становится близкой к унимодальной, при этом на обоих полях ей присуща некоторая отрицательная асимметрия (левая сторона вытянута), особенно заметная по данным поля 7. Наши ожидания близости форм гистограмм, отражающих распределение *NDVI* и урожайности, скорее подтвердились, чем оказались опровергнуты. В обоих случаях на анализируемых полях формы визуальны близки (рис. 5 в, г; рис. 6 в, г).

Вместе с тем, анализ корреляционной матрицы переменных *NDVI* показал статистически среднюю и слабую связность пространственных распределений исследуемых переменных (табл. 3).

Таблица 2. Исходные данные, извлеченные из растровых изображений анализируемых полей (фрагмент)

Координаты X*	Координаты Y	U06_NDVI7	S06_NDVI7	S08_NDVI7	Yield7
477767,357	4993072,775	0,45	0,31	0,44	4,7
477776,748	4993072,775	0,42	0,44	0,43	5,04
477786,139	4993072,775	0,43	0,38	0,50	4,98
477795,53	4993072,775	0,46	0,31	0,52	5,15
477804,921	4993072,775	0,47	0,30	0,51	4,65
477814,312	4993072,775	0,48	0,32	0,50	4,76
477823,702	4993072,775	0,47	0,33	0,52	4,82
477833,093	4993072,775	0,46	0,32	0,51	4,54
477842,484	4993072,775	0,44	0,32	0,51	4,98
477851,875	4993072,775	0,35	0,31	0,53	5,04
477861,266	4993072,775	0,31	0,31	0,52	4,82
477870,657	4993072,775	0,25	0,30	0,51	5,15
477880,048	4993072,775	0,27	0,31	0,50	5,21
477889,439	4993072,775	0,27	0,31	0,50	5,15
477898,83	4993072,775	0,25	0,31	0,51	4,26
477908,221	4993072,775	0,25	0,31	0,54	4,37
477917,612	4993072,775	0,19	0,32	0,54	4,59
477927,003	4993072,775	0,15	0,31	0,56	4,14
477936,394	4993072,775	0,16	0,32	0,54	4,70
477945,785	4993072,775	0,22	0,34	0,48	4,48

*Здесь: X, Y – координаты измерений в проекции Гаусса-Крюгера; U06-NDVI7 – NDVI по данным БПЛА (06.06.2019); S06-NDVI7 – NDVI по данным Sentinel-2A (05.06.2019); S08-NDVI7 – NDVI по данным Sentinel-2A (29.08.2019); Yield7 – урожайность (т/га) (12-14.09.2019)

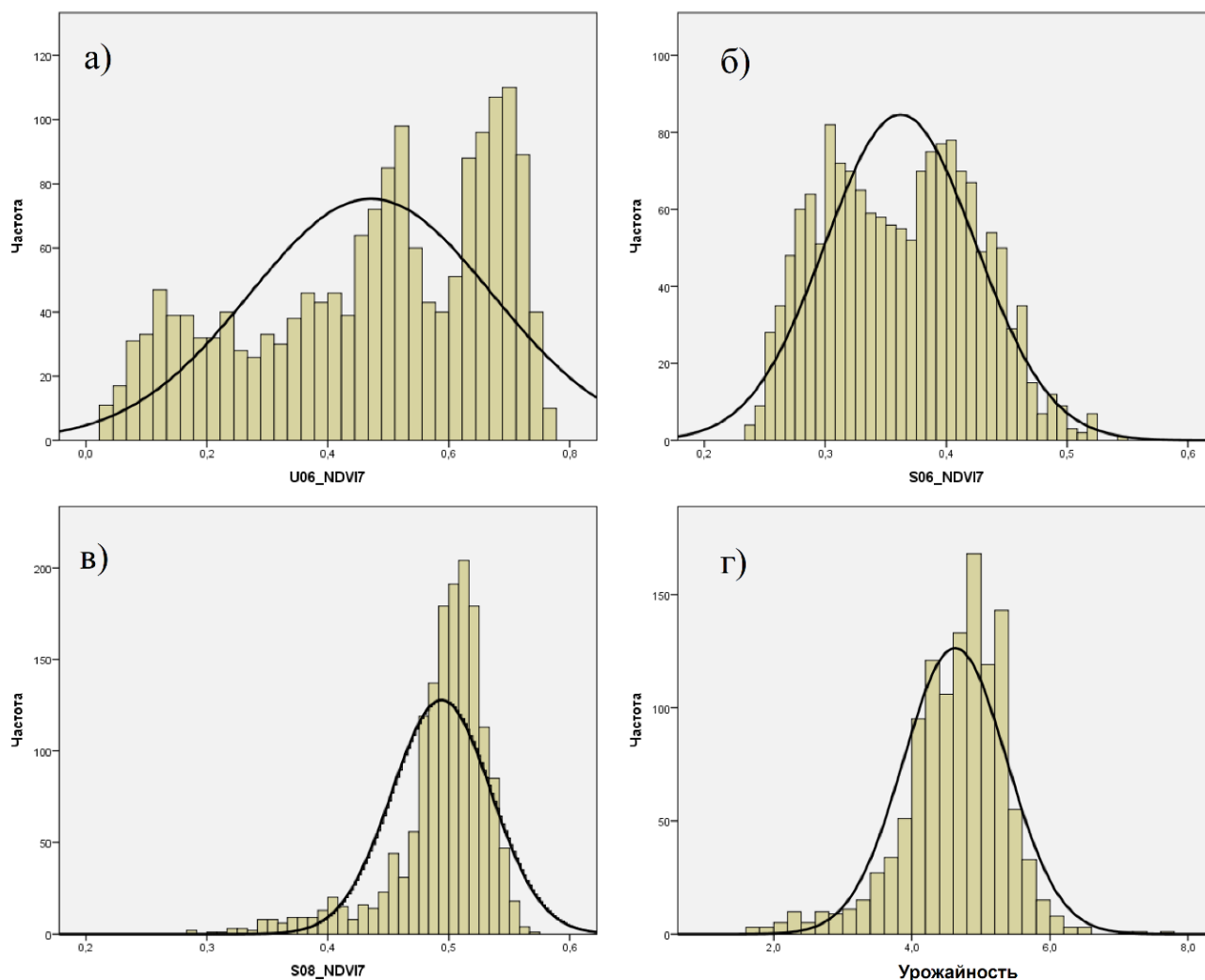


Рисунок 5. Гистограммы распределения вегетационного индекса *NDVI* на поле 7 по данным: а) БВС (06.06.2019), б) спутника Sentinel-2A (05.06.2019), в) спутника Sentinel-2A (29.08.2019), г) урожайности (12-14.09.2019)

Таблица 3. Корреляционная матрица значений *NDVI* и показателей урожайности по данным поля 7

Переменные*	U06-NDVI7	S06-NDVI7	S08-NDVI7	Yield7
U06-NDVI7	1	0,49	0,51	0,28
S06-NDVI7	0,49	1	0,24	-0,05
S08-NDVI7	0,51	0,24	1	0,37
Yield7	0,28	-0,05	0,37	1

*Здесь: U06-NDVI7 – *NDVI* по данным БГЛА (06.06.2019); S06-NDVI7 – *NDVI* по данным Sentinel-2A (05.06.2019); S08-NDVI7 – *NDVI* по данным Sentinel-2A (29.08.2019); Yield7 – урожайность (12-14.09.2019)

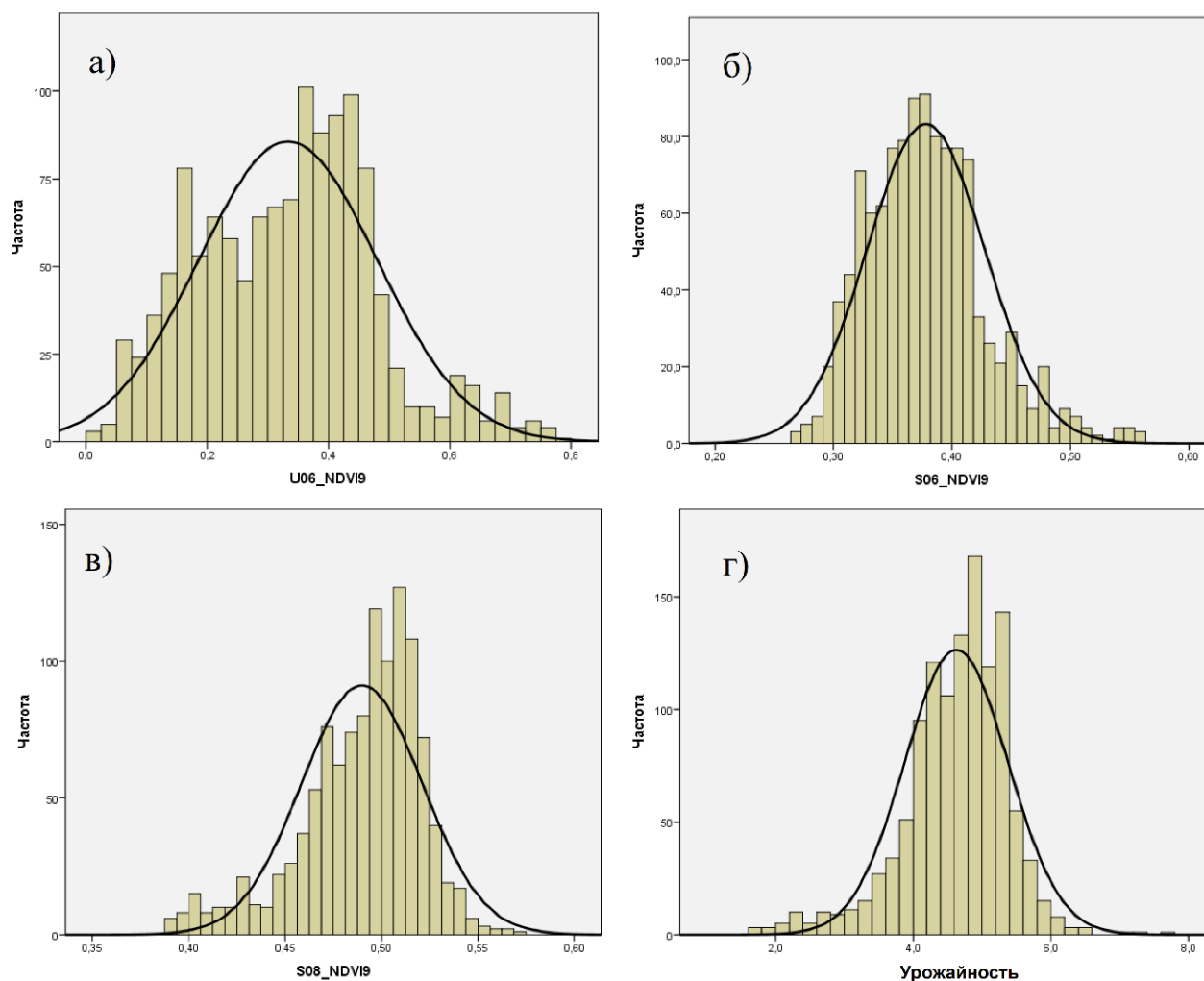


Рисунок 6. Гистограммы распределения вегетационного индекса *NDVI* на поле 9 по данным: а) БПЛА (06.06.2019), б) спутника Sentinel-2A (05.06.2019), в) спутника Sentinel-2A (29.08.2019), г) урожайности (12-14.09.2019)

Выводы

Результаты впервые выполненных в Краснодарском крае измерений состояния посевов риса с применением беспилотных летательных аппаратов показали перспективность дальнейшего проведения эксперимента, одновременно выявив ключевые технические особенности его проведения и необходимость соблюдения корректных требований при выполнении съемок. Апробацию экспериментальной методики мониторинга посевов в 2019 г., опирающейся на средства дистанционного

зондирования тестовых участков, набор исходных пространственных данных, средства геоинформационного моделирования и статистический аппарат, следует, на наш взгляд, признать удовлетворительной. Полученный опыт мониторинга позволяет надеяться на дальнейшее развитие методики вплоть до достижения ее эффективности в части оперативной и объективной оценки состояния посевов риса на территории Краснодарского края.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 19-416-230021.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шеуджен, А.Х. Агрохимический сервис: учебное пособие / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – 21 с.
2. Якушев, В.В. Точное земледелие: теория и практика / В.В. Якушев. – СПб.: ФГБНУ АФИ, 2016. – 364 с.
3. CLAAS Telematics [Электронный ресурс]. URL: <https://www.claas-telematics.com/> (дата обращения 12.12.2019)
4. Duan, Bo Remote Estimation of Rice Yield With Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Data and Spectral Mixture Analysis / Bo Duan, Shenghui Fang, Renshan Zhu [et al.] // *Frontiers in Plant Science*. – Vol. – 10. – 2019. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2019.00204/full> (дата обращения 12.12.2019)
5. Hashimoto, N. Simulation of Reflectance and Vegetation Indices for Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Monitoring of Paddy Fields / N. Hashimoto, Y. Saito, M. Maki [et al.] // *Remote Sensing Journal*. – 2019. – Vol. – 11. – Iss.11. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mdpi.com/2072-4292/11/18/2119/htm> (дата обращения 12.12.2019)
6. Huang, J. Remotely Sensed Rice Yield Prediction Using Multi-Temporal NDVI Data Derived from NOAA's-AVHRR / J. Huang, X. Wang, X. Li. [et al.] // *PIOs One Journal*. – 2013. – Vol.8. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3742684/> (дата обращения 05.12.2019)
7. González-Betancourt, M. Normalized difference vegetation index for rice management in El Espinal, Colombia / M. González-Betancourt, Z.L Mayorga-Ruiz. // *DYNA*. – 2018. – Vol. 85. – P. – 47-56. [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/325406776_Normalized_difference_vegetation_index_for_rice_management_in_El_Espinal_Colombia (дата обращения 05.12.2019)
8. Guan, X. Mapping Rice Cropping Systems in Vietnam Using an NDVI-Based Time-Series Similarity Measurement Based on DTW / X. Guan, Ch. Huang, G. Liu [et al.] // *Remote Sensing Journal*. – 2019. – Vol. 11. – Iss.18. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mdpi.com/2072-4292/11/18/2119/pdf> (дата обращения 01.12.2019)
9. Lasko, K. Mapping Double and Single Crop Paddy Rice With Sentinel-1A at Varying Spatial Scales and Polarizations in Hanoi, Vietnam // K. Lasko, Vadrevu K. Prasad, Tran V Tuan [et al.] / *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*. – 2018. – Vol. – 11. – Iss. 2. [Электронный ресурс]. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8253481> (дата обращения 05.12.2019)
10. Li, Songyang, Potential of UAV-Based Active Sensing for Monitoring Rice Leaf Nitrogen Status / Songyang Li, Xingzhong Ding, Qianliang Kuang [et al.] // *Frontiers in Plant Science*. – 2018. – Vol. 9. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2018.01834/full> (дата обращения 01.12.2019)
11. Liyantono, Almadani Yusup Analysis of Paddy Productivity Using NDVI and K-means Clustering in Cibarusah Jaya, Bekasi Regency / Almadani Yusup Liyantono, Yusuf Adillah, Maulana Yusuf Muhammad [et al.] // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – 2019. – P. 557. [Электронный ресурс]. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/557/1/012085/pdf> (дата обращения 01.12.2019)
12. MicaSense RedEdge-M User Manual [Электронный ресурс]. URL: https://support.micasense.com/hc/en-us/article_attachments/115004168274/RedEdge-M_User_Manual.pdf (дата обращения 12.12.2019)
13. Wang, Feilong Rice Yield Estimation Using Parcel-Level Relative Spectral Variables From UAV-Based Hyperspectral Imagery / Feilong Wang, Fumin, Wang Yao Zhang [et al.] // *Frontiers in Plant Science*. – 2019 – Vol. – 10.. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6468049/> (дата обращения 01.12.2019)
14. Weier, J. Measuring Vegetation (NDVI & EVI) / J. Weier, D. Herring // 30.08.2000 [Электронный ресурс]. URL: https://earthobservatory.nasa.gov/features/MeasuringVegetation/measuring_vegetation_1.php (дата обращения 12.12.2019)
15. Zhou, X. Predicting grain yield in rice using multi-temporal vegetation indices from UAV-based multispectral and digital imagery / X. Zhou, H.B. Zheng, X.Q. Xu [et al.] // *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. – 2017. – Vol. 130.. – P. 246-255 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924271616302337> (дата обращения 01.12.2019)

REFERENCES

1. Sheujen, A.Kh. Agrochemical service: textbook / A.Kh. Sheujen, T.N. Bondareva. - Krasnodar: KubSAU, 2019. - 21 p.
2. . Yakushev, V.V. Precision farming: theory and practice / V.V. Yakushev. - SPb.: FGBNU AFI, 2016. -- 364 p.
3. CLAAS Telematics [Electronic resource]. URL: <https://www.claas-telematics.com/> (date of application 12.12.2019)
4. Duan, Bo Remote Estimation of Rice Yield With Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Data and Spectral Mixture Analysis / Bo Duan, Shenghui Fang, Renshan Zhu [et al.] // *Frontiers in Plant Science*. – Vol. – 10. – 2019. [Electronic resource]. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2019.00204/full> (date of application 12.12.2019)
5. Hashimoto, N. Simulation of Reflectance and Vegetation Indices for Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Monitoring of Paddy Fields / N. Hashimoto, Y. Saito, M. Maki [et al.] // *Remote Sensing Journal*. – 2019. – Vol. – 11. – Iss.11. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mdpi.com/2072-4292/11/18/2119/htm> (date of the application 12.12.2019)
6. Huang, J. Remotely Sensed Rice Yield Prediction Using Multi-Temporal NDVI Data Derived from NOAA's-AVHRR / J. Huang, X. Wang, X. Li. [et al.] // *PIOs One Journal*. – 2013. – Vol.8. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3742684/> (date of the application 05.12.2019)
7. González-Betancourt, M. Normalized difference vegetation index for rice management in El Espinal, Colombia / M. González-Betancourt, Z.L Mayorga-Ruiz. // *DYNA*. – 2018. – Vol. 85. – P. – 47-56.

8. Guan, X. Mapping Rice Cropping Systems in Vietnam Using an NDVI-Based Time-Series Similarity Measurement Based on DTW / X. Guan, Ch. Huang, G. Liu [et al.] // Remote Sensing Journal. – 2019. – Vol. 11. – Iss.18. [Electronic resource]. URL: <https://www.mdpi.com/2072-4292/11/18/2119/pdf> (дата обращения 01.12.2019)
9. Lasko, K. Mapping Double and Single Crop Paddy Rice With Sentinel-1A at Varying Spatial Scales and Polarizations in Hanoi, Vietnam // K. Lasko, Vadrevu K. Prasad, Tran V Tuan [et al.] / IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing. – 2018. – Vol. – 11. – Iss. 2. [Electronic resource]. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8253481> (date of the application 05.12.2019)
10. Li, Songyang, Potential of UAV-Based Active Sensing for Monitoring Rice Leaf Nitrogen Status / Songyang Li, Xingzhong Ding, Qianliang Kuang [et al.] // Frontiers in Plant Science. – 2018. – Vol. 9. [Electronic resource]. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2018.01834/full> (date of the application 01.12.2019)
11. Liyantono, Almadani Yusup Analysis of Paddy Productivity Using NDVI and K-means Clustering in Cibusah Jaya, Bekasi Regency / Almadani Yusup Liyantono, Yusuf Adillah, Maulana Yusuf Muhammad [et al.] //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – P. 557.
12. MicaSense RedEdge-M User Manual [Электронный ресурс]. URL: https://support.micasense.com/hc/en-us/article_attachments/115004168274/RedEdge-M_User_Manual.pdf (дата обращения 12.12.2019)
13. Wang, Feilong Rice Yield Estimation Using Parcel-Level Relative Spectral Variables From UAV-Based Hyperspectral Imagery / Feilong Wang, Fumin, Wang Yao Zhang [et al.] // Frontiers in Plant Science. – 2019 – Vol. – 10. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6468049/> (дата обращения 01.12.2019)
14. Weier, J. Measuring Vegetation (NDVI & EVI) / J. Weier, D. Herring// 30.08.2000 [Electronic resource]. URL: https://earthobservatory.nasa.gov/features/MeasuringVegetation/measuring_vegetation_1.php (date of the application 12.12.2019)
15. Zhou, X. Predicting grain yield in rice using multi-temporal vegetation indices from UAV-based multispectral and digital imagery / X. Zhou, H.B. Zheng, X.Q. Xu [et al.] // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. – 2017. – Vol. 130. – P. 246-255.

Евгений Николаевич Киселев

Доцент

E-mail: enkiselev@gmail.com**Анатолий Валерьевич Погорелов**

Профессор

E-mail: enkiselev@gmail.com

«Кубанский государственный университет»
350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149
Тел. +7(903)4529829

Сергей Валентинович Гаркуша

Директор

E-mail: arri_kub@mail.ru**Михаил Александрович Скаженник**

Доктор биол. наук, с.н.с.

E-mail: sma_49@mail.ru**Виктор Савельевич Ковалев**

Доктор с.-х.н., профессор

Евгений Михайлович Харитонов

Доктор соц. наук., профессор

Сергей Владимирович Кизинек

Доктор с.-х.н.

Виталий Николаевич Чижиков

Кандидат сельскохозяйственных наук.

E-mail: agrohim-vt@yandex.ru**Evgeny Nikolaevich Kiselev**

Associate Professor

E-mail: enkiselev@gmail.com**Anatoly Valerevich Pogorelov**

Professor

E-mail: enkiselev@gmail.com

Kuban State University
Krasnodar, st. Stavropol, 149
Tel +7 (903) 4529829

Sergey Valentinovich Garkusha

Director

E-mail: arri_kub@mail.ru**Mikhail Alexandrovich Skazhennik**

Dr. biol. sciences, senior researcher

E-mail: sma_49@mail.ru**Victor Savelevich Kovalyov**

Doctor of Agriculture Sciences, professor,
deputy director

Evgeny Mikhailovich Kharitonov

Doctor of Sociology, professor, scientific director

Sergey Vladimirovich Kizinec

Doctor of Agriculture Sciences,

Vitaly Nikolaevich Chizhikov

Candidate of Agricultural Sciences.

E-mail: agrohim-vt@yandex.ru

Татьяна Семеновна Пшеницына

Ст. науч. сотр. лаб. физиологии,
E-mail: sma_49@mail.ru

ФГБНУ «ФНЦ риса»

Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия

Tatyana Semenovna Pshenitsyna

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

FSBSI "FSC of rice"

3 Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2020-46-1-44-49
УДК 504.503, 631.417.2, 543.429.22

С. Н. Болотин, канд. хим. наук,
Т. Ф. Бочко, канд. биол. наук,
Л. С. Федючок,
г. Краснодар, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНСФОРМИРОВАННОСТИ ПОЧВ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ МЕТОДОМ ЭПР СПЕКТРОСКОПИИ

Была изучена парамагнитная активность гумусовых веществ лугово-черноземных почв при различных видах сельскохозяйственного использования с целью установления их антропогенной трансформированности. Объектами исследования являлись образцы почвы, отобранные на богарной пашне и рисовой оросительной системе (РОС) ОПУ ФГБНУ «ФНЦ риса», а также на стационаре по изучению севооборотов, вариант – бесменное возделывание риса, включающий четыре схемы применения удобрений (ЭСОС «Красная»). Эталоны сравнения служили почвы, не вовлеченные в сельскохозяйственное производство: лесопарковая зона ВНИИ риса, залежь в пределах РОС ЭСОС «Красная». Глубина отбора проб – до 60 см с интервалом 20 см. Изучение гумусовых веществ проводили методом ЭПР-спектроскопии. Измерение спектров ЭПР проводили на спектрометре JES FA 300 («JEOL», Япония) при температуре 24°C в X диапазоне. Концентрацию парамагнитных центров в образцах определяли путем сравнения с сигналом стандартного образца (2,2,6,6-тетраметилпиперидин-1-ил) оксидант, TEMPO); интегральную интенсивность сигнала ЭПР в исследуемых образцах вычисляли путем двойного численного интегрирования. В ходе проведенных исследований установлено, что сельскохозяйственное использование почв как в условиях богары, так и орошаемого земледелия способствует образованию гумусовых соединений с более высоким содержанием свободных радикалов, отличающихся меньшей термодинамической устойчивостью и большей лабильностью. Повышенное содержание таких соединений определяет характер их распределения по профилю почв РОС: вымывание из пахотного горизонта и аккумуляцию в подпахотном. Применение минеральных удобрений способствует их накоплению.

Ключевые слова: гумусовые вещества, свободные радикалы, почвы, парамагнитная активность, метод ЭПР-спектроскопии, богарная пашня, рисовая оросительная система

EXPLORING THE TRANSFORMING OF SOILS AGRICULTURAL USE METHOD EPR SPECTROSCOPY

The paramagnetic activity of humus substances of meadow-black soils in various types of agricultural use in order to establish their anthropogenic transformed was studied. The objects of the study were soil samples selected on the arable arable and rice irrigation system (ROS) of the Federal Scientific Rice Centre, as well as at the plant-based research facility, an option - permanent rice cultivation, which includes four application schemes fertilizer (ESOS «Red»). The benchmarks of comparison were soils not involved in agricultural production: the forest park of the Rice Research Institute, the deposit within the ROS ESOS «Red». The sampling depth is up to 60 cm at an interval of 20 cm. The study of humus substances was carried out by ePR spectroscopy. The JES FA 300 (JEOL, Japan) spectrometer was measured at 24 degrees Celsius in the X range. The concentration of paramagnetic centers in the samples was determined by comparison with the standard sample signal (2,2,6,6-tetramethylpiperidine-1-yl) oxydanil, TEMPO); the integral intensity of the EPR signal in the samples studied was calculated by double numerical integration. Studies have shown that agricultural use of soils in both bohheranda and irrigated agriculture contributes to the formation of hummus compounds with higher levels of free radicals, which differ in less thermodynamic resistance and more lability. The increased content of such compounds determines the nature of their distribution by the profile of soils OF ROS: washing out of the arable horizon and accumulation in the subsoil. The use of mineral fertilizers contributes to their accumulation.

Key words: humus, free radicals, soils, paramagnetic activity, EPR spectroscopy method, arary arable land, rice irrigation system

Введение

Антропогенное воздействие на экосистему почв заметно усиливает трансформацию их структурно-функциональных параметров. Почва, являясь важнейшим звеном биологического круговорота и обладая такими важнейшими для устойчивости экосистем параметрами, как плодородие, буферность по отношению к неблагоприятным воздействиям, способность к обезвреживанию и разложению загрязняющих веществ, в полной мере ощущает антропогенное давление, оказываемое

на неё в большей мере при сельскохозяйственном использовании.

Парамагнитная активность является значимой структурной характеристикой гумусовых кислот, поэтому её количественная оценка в совокупности с другими важнейшими структурно-функциональными параметрами позволяет оценить экологический потенциал почвенного органического вещества в условиях интенсивного антропогенного воздействия. Для оценки экологического потенциала гумусовых веществ важнейшими являются

три функциональных параметра: физиологическая и биопротекторная активности, а также биотермодинамическая устойчивость [1].

Одним из методов, позволяющих получать прямую информацию о важнейших физико-химических параметрах гумусовых соединений, является метод электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) [1-8]. Спектроскопия ЭПР обладает высокой чувствительностью и дает многообразную информацию о строении веществ, содержащих свободные радикалы, которые благодаря большому запасу энергии и высокой активности играют большую роль в большинстве химических реакций между органическими, органоминеральными и минеральными соединениями в почвах [9-11].

Парамагнитная активность (концентрация свободных радикалов), определяемая методом ЭПР, является важнейшей структурной характеристикой гумусовых веществ, определяющей общий уровень биохимической активности органических макромолекул, определяющих физиологическую и биопротекторную активности.

Сельскохозяйственное использование приводит к накоплению в пахотном горизонте биотермодинамически высокоустойчивых инертных органических соединений, что уменьшает концентрацию свободных радикалов и влияет на связанные с ней физиологическую и биопротекторную активности гумусовых веществ.

Изучение свободнорадикальной структуры почв и гумусовых веществ позволяет судить об их реакционной способности и является актуальной задачей в решении комплексной проблемы формирования и превращения органического вещества почв, поскольку большинство биохимических процессов в почве идет через стадию образования свободных радикалов - частиц, обладающих неспаренным электроном. На концентрацию свободных радикалов в гумусовых веществах влияют как различные биоклиматические факторы, так и деятельность человека [2, 4].

Цель исследований

Оценить трансформированность органического вещества почв при сельскохозяйственном использовании с помощью метода ЭПР-спектроскопии.

Материалы и методы

Для достижения поставленной цели были проанализированы образцы лугово-черноземной тяжелосуглинистой почвы, отобранные с богарных и орошаемых сельскохозяйственных угодий. Объектами исследований явились почвы опытно-производственного участка ОПУ ФНЦ риса (отбор образцов – сентябрь 2018 г.) и стационара по изучению рисовых севооборотов на рисовой оросительной системе (РОС) ЭСОС «Красная» ФГБНУ «ФНЦ риса» Красноармейского района (отбор образцов – 1987 г.). В качестве эталонов сравнения были выбраны участки, не используемые в сельскохозяйственном производстве. Местоположение

пробных участков: рисовая оросительная система ОПУ ФНЦ риса, карта 1, чек 3, рис возделывается с 1974 года; богарная пашня ОПУ ФНЦ риса; лесопарковая зона ОПУ ФНЦ риса; РОС ЭСОС «Красная», карта 1, чек 2, варианты опыта – бессменное возделывание риса по схеме а) минеральные удобрения, б) минеральные удобрения и сидераты, в) сидераты, г) без удобрений; необрабатываемый участок (залежь), расположенный в границах РОС. Почву отбирали послойно с глубин 0-20, 20-40 и 40-60 см (табл. 1).

Измерение спектров ЭПР проводили в воздушно-сухих образцах почвы, измельченной до пудровидного состояния на спектрометре JES FA 300 ("JEOL", Япония) при температуре 24°C в X – диапозоне. Параметры измерения: сверхвысокочастотное излучение мощностью 1 мВт, частота микроволнового излучения $\approx 9,15$ ГГц, амплитуда высокочастотной модуляции – 0,1 мТл. Концентрацию парамагнитных центров в образцах определяли путем сравнения с сигналом стандартного образца (2,2,6,6-тетраметилпиперидин-1-ил) оксидант, TEMPO), содержащего 6.4×10^{-7} моль парамагнитных центров. Интегральную интенсивность сигнала ЭПР в исследуемых образцах вычисляли путем двойного численного интегрирования.

Результаты и обсуждение

В результате проведенных исследований установлено, что у всех ЭПР-спектров изученных образцов почв наблюдается широкая полоса поглощения, обусловленная наличием свободных радикалов. Величина g-фактора для нее составила $2,001 \pm 0,002$ и близка по значению к g-фактору свободного электрона (2,0023). При этом почвы обследованных участков различались по величине парамагнитной активности.

Содержание свободных радикалов в объектах исследования колебалось в широком интервале. Оно равнялось $4,98-19,68 \times 10^{-9}$ моль/г в образцах, отобранных на территории ФНЦ риса (рис. 1). Более низким количеством свободных радикалов и относительно равномерным их распределением по профилю характеризовалась почва лесопарковой зоны. Это, очевидно, обусловлено тем, что в условиях отсутствия антропогенного воздействия складываются благоприятные условия для формирования более зрелых и конденсированных гумусовых соединений и закреплении их в почвенной толще.

Почвы сельскохозяйственных угодий отличаются более высоким количеством соединений, обогащенных свободными радикалами, и их дифференциацией по горизонтам. Так, в почве богарного участка отмечается их максимальное содержание в пахотном горизонте и постепенное убывание с глубиной. При этом концентрация свободных радикалов в верхней полуметровой толще более чем в два раза превышает таковую в почве лесопарковой зоны. Уменьшение парамагнитной активно-

Таблица 1. Реестр исследуемых почвенных образцов

Номер образца	Генетический горизонт	Глубина отбора образца, см	Место отбора образцов
г. Краснодар, пос. Белозерный*			
1	A ₁	0-20	Лесопарковая зона ФНЦ риса
2	A ₁ '	20-40	
3	A ₁ ''	40-60	
4	A _{пах}	0-20	Богарная пашня (возделывание овощных культур)
5	A ₁ '	20-40	
6	A ₁ ''	40-60	
7	A _{пах} (карта 1, чек 3)	0-20	РОС ОПУ ФНЦ риса, возделывание риса с внесением минеральных удобрений
8	A ₁ ' (карта 1, чек 3)	20-40	
9	A ₁ '' (карта 1, чек 3)	40-60	
ЭСХ «Красное» Красноармейского района**			
10	A ₁	0-20	Залежь
11	A ₁ '	40-60	
12	A _{пах} (карта 1, чек 2)	0-20	Рисовая оросительная система. Бессменное возделывание риса с 1937 года с внесением только минеральных удобрений
13	A ₁ ' (карта 1, чек 2)	20-40	
14	A ₁ ' (карта 1, чек 2)	40-60	
15	A _{пах} (карта 1, чек 2)	0-20	Рисовая оросительная система. Бессменное возделывание риса с внесением минеральных удобрений и сидератов (озимая рожь)
16	A ₁ ' (карта 1, чек 2)	20-40	
17	A ₁ ' (карта 1, чек 2)	40-60	
18	A _{пах} (карта 1, чек 2)	0-20	Рисовая оросительная система. Бессменное возделывание риса с внесением только сидератов (озимая рожь)
19	A ₁ ' (карта 1, чек 2)	20-40	
20	A ₁ ' (карта 1, чек 2)	40-60	
21	A _{пах} (карта 1, чек 2)	0-20	Рисовая оросительная система. Бессменное возделывание риса без удобрений
22	A ₁ ' (карта 1, чек 2)	20-40	
23	A ₁ ' (карта 1, чек 2)	40-60	

Примечание: * - отбор образцов выполнен в сентябре 2018 г.;

** - отбор образцов выполнен в 1987 г.

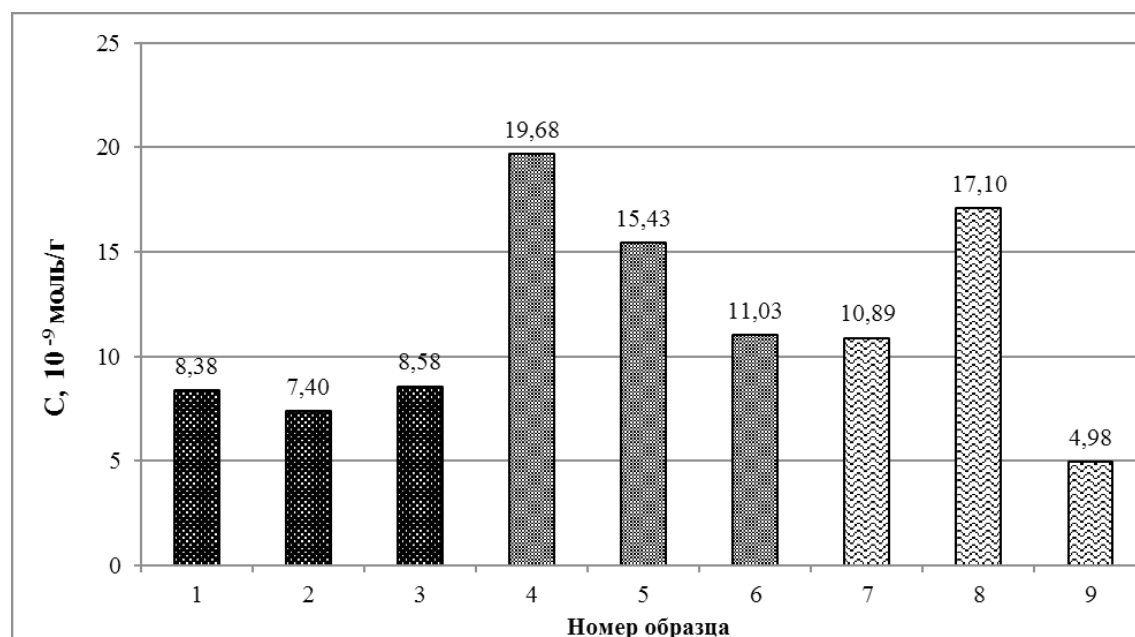


Рисунок 1. Содержание свободных радикалов в образцах лугово-черноземной почвы (ФНЦ риса, п. Белозерный)

сти вниз по профилю свидетельствует о высокой биотермодинамической устойчивости гумусовых веществ нижележащих горизонтов.

В почве рисового чека в верхней части профиля также отмечается более высокое содержание этой группы соединений. Наибольшее их накопление наблюдается в подпахотном горизонте на глубине 20-40 см, что связано с вымыванием из пахотного горизонта более подвижных фракций гумусовых веществ с относительно большим количеством алифатических структур в их молекулах. Резкое снижение парамагнитной активности в нижнем горизонте на глубине 40-60 см может объясняться существованием геохимического барьера в этой части профиля в связи с повышенной плотностью и низкой пористостью вышележащего горизонта. В целом более высокие концентрации свободных радикалов в почвах богары и рисовой оросительной системы обусловлены интенсивным новообразованием гумусовых кислот, менее конденсированных, чем химически более зрелые гумусовые кислоты образцов с территории парка. Наряду с этим, исследованиями установлено, что внесение минеральных азотных удобрений способствует увеличению в составе гумуса фульвокислот, характеризующихся более высокой долей линейных структур и функциональных групп по сравнению с гуминовыми кислотами [12].

Образцы, отобранные в ЭСОС «Красная», в среднем уступали по содержанию свободных ра-

дикалов выше рассмотренным объектам. Оно равнялось $2,15-8,77 \times 10^{-9}$ моль/г (рис. 2).

По характеру распространения по профилю почвы для них установлена общая закономерность: нарастание парамагнитной активности с глубиной. Очевидно, это обусловлено вымыванием более подвижных и менее конденсированных гумусовых соединений нисходящими токами воды. Более низкое количество свободных радикалов в пахотных горизонтах в вариантах с внесением сидератов может быть связано с активизацией процессов минерализации гумусовых соединений, в первую очередь наиболее лабильных менее конденсированных фракций, при поступлении свежего органического вещества.

Повышенное содержание гумусовых соединений, обогащенных свободными радикалами, в почве залежи, вероятно, обусловлено более высоким содержанием гумуса по сравнению с почвой рисового чека, так как здесь происходит возвращение образующейся органической массы и последующая ее гумификация. Вместе с тем залежный участок из-за его местоположения в пределах РОС, очевидно, отличается большей степенью гидроморфизма относительно почв, удаленных от нее территорий из-за более высокого уровня грунтовых вод, что, в свою очередь, определяет повышение доли менее конденсированных фракций в составе гумуса.

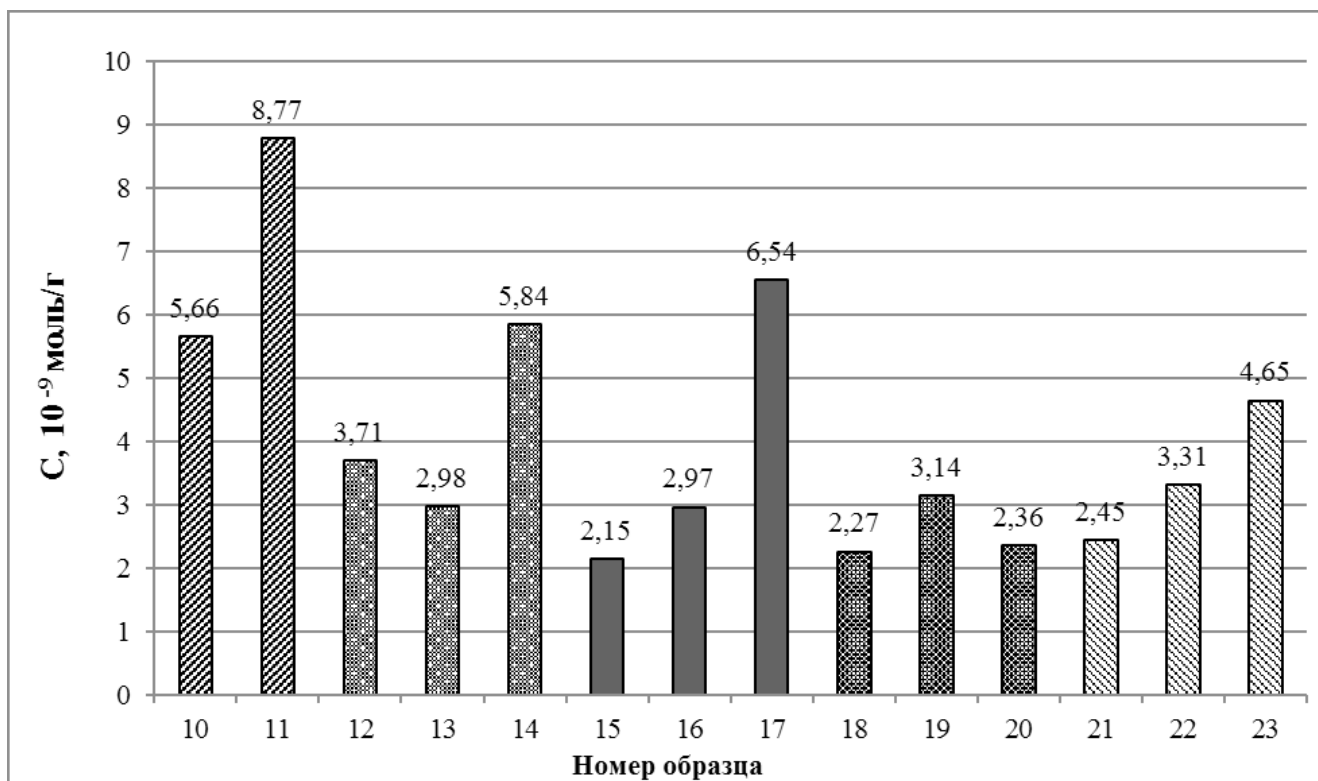


Рисунок 2. Содержание свободных радикалов в образцах лугово-черноземной почвы, ЭСОС «Красная»

Выводы

На основании проведенных исследований установлено, что парамагнитная активность гумусовых соединений почв зависит от характера их использования. При постоянном поступлении органических остатков, относительно низком уровне залегания грунтовых вод и стабильных, не нарушаемых сельскохозяйственной деятельностью условиях их гумификации формируются высококонденсированные термодинамически устойчивые гумусовые соединения. Повышение степени гидроморфизма почв при подъеме УГВ сдвигает направление процесса гумусообразования в сторону увеличения доли фракций с большим количеством алифатических элементов в структуре.

Сельскохозяйственное использование почв как в условиях богары, так и орошаемого земледелия, способствует образованию гумусовых соединений с более высоким содержанием свободных радикалов, отличающихся меньшей термодинамической устойчивостью и большей лабильностью. Последнее определяет характер их распределения по профилю почв РОС: вымывание из пахотного горизонта и аккумуляцию в подпахотном. В почвах более легкого гранулометрического состава это может привести к их потере, выносу за пределы почвенного профиля, и, как следствие – снижению плодородия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чуков, С. Н. Структурно-функциональные параметры органического вещества почв в условиях антропогенного воздействия / С.Н. Чуков. – С-Пб.: С.-Пб. ун-т, 2001. - 216 с.
2. Neto, L. M. Effects of cultivation on ESR spectra of organic matter from soil size fractions of mollisol / L. M. Neto, A. A. Enrique, T. D Gomes // Soil Sci. - 1994. - V. 157. - № 6. - P. 365-372.
3. Neto, L.M. EPR of micronutrients-humic substances complexes extracted from a Brazilian soil / L. M. Neto, O. R. Nascimento, J. Talamoni, N. R. Poppi // Soil Sci. - 1991. - V. 151. - № 5. - P. 369-373.
4. Shnitzer, M. Free radicals in soil humic compounds / M. Shnitzer, S. Y. Skinner // Soil. Sci. - 1969. V. 108. - № 6. - P. 383-390.
5. Стригуцкий, В. Н. Исследование структуры гуминовых кислот методом нелинейной ЭПР-спектроскопии / В. Н. Стригуцкий, Ю. Ю. Навоша, Т. П. Смынник, Н. Н. Бамбалов // Почвоведение. - 1992. - № 1. - С. 147-150.
6. Цыпленков, В. П. Парамагнитная активность органического вещества некоторых почв / В. П. Цыпленков, С. Н. Чуков // Почвоведение. - 1998. - № 1. - С. 123-127.
7. Лодыгин Е. Д. Парамагнитные свойства гумусовых кислот подзолистых и болотно-подзолистых почв / Е. Д. Лодыгин, В. А. Безносиков, С. Н. Чуков // Почвоведение. – 2007. - № 7. - С. 807-810.
8. Лодыгин, Е. Д. Структурно-функциональные характеристики высокомолекулярных соединений почв по данным ¹³C ЯМР и ЭПР спектроскопии / Е. Д. Лодыгин, В. А. Безносиков. // Журнал прикладной химии. - 2006. - Т. 79. - № 9 - С. 65-72.
9. Abakumov, E. ¹³C NMR and ESR characterization of humic substances isolated from soils of two siberian arctic islands / E. Abakumov, E. Lodygin, V. Tomashunas // International Journal of Ecology. - 2015. - V. 20. - P. 390591.
10. Лодыгин, Е. Д. Парамагнитные свойства гумусовых кислот подзолистых и болотно-подзолистых почв / Е. Д. Лодыгин, В. А. Безносиков, С. Н. Чуков // Вестн. СПбГУ. Сер. 3. Биология. – 2002. - Вып. 2. - С. 100-106.
11. Орлов, Д. С. Органическое вещество почв России / Д. С. Орлов // Почвоведение. - 1998. - № 9. - С. 1049-1057.
12. Бочко, Т. Ф. Влияние минеральных и органических удобрений на фракционный состав гумуса лугово-черноземной почвы при возделывании риса: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Т. Ф. Бочко. – М., 1992. – 22 с.

REFERENCES

1. Chukov, S.N. Structural-functional parameters of soil organic matter in conditions of anthropogenic impact / S.N. Chukov. - S-Pb.: S.-Pb. Un-t, 2001. 216 p.
2. Neto, L. M. Effects of cultivation on ESR spectra of organic matter from soil size fractions of mollisol / L. M. Neto, A. A. Enrique, T. D Gomes // Soil Sci. 1994. V. 157. No 6. P. 365-372.
3. Neto, L.M. EPR of micronutrients-humic substances complexes extracted from a Brazilian soil / L. M. Neto, O. R. Nascimento, J. Talamoni, N. R. Poppi // Soil Sci. 1991. V. 151. No 5. P. 369-373.
4. Shnitzer, M. Free radicals in soil humic compounds / M. Shnitzer, S. Y. Skinner // Soil. Sci. 1969. V. 108. No 6. P. 383-390.
5. Stributsky, V.N. Research of the structure of humic acids by non-linear EPR-spectroscopy / V. N. Stributsky, Y. Y. Navosha, T. P. Smynnik, H. H. Bambalov // Soil. 1992. No. P. 147-150.
6. Tsyplenkov, V. P. Paramagnetic Activity of Organic Matter of Some Soils / V. P. Tsyplenkov, S. N. Chukov // Soil Science. 1998. No. P. 123-127.
7. Lodygin E. D. Paramagnetic properties humus acids of sub-salt and marsh-salted soils / E. D. Lodygin, V.A. Beznosikov, S.N. Chukov // Soil Science. – 2007. No 7. P. 807-810.
8. Lodygin, E.D. Structural-functional characteristics of high-molecular soil compounds according to data ¹³C JMR and EPR spectroscopy / E. D. Lodygin, V. A Beznosikov. Journal of Applied Chemistry. 2006. T. 79. No 9. P. 65-72.
9. Abakumov, E. ¹³C NMR and ESR characterization of humic substances isolated from soils of two siberian arctic islands / E. Abakumov, E. Lodygin, V. Tomashunas // International Journal of Ecology. - 2015. - V. 20. - P. 390591.
10. Lodygin, E.D. Paramagnetic properties humus acids of sub-salt and marsh-sub-salted soils / E. D. Lodygin, V. A. Beznosikov, S. N. Chukov // Westn. St. Petersburg State University. Ser. Biology. – 2002. Vol. 2. P. 100-106.

11. Orlov, D. S. Organic soil substance of Russia / D. S. Orlov // Soil science. 1998. No 9. P. 1049-1057.

12. Bochko, T. F. Effect of mineral and organic fertilizers on the fractional composition of humus of meadow-black soil in rice cultivation: autoref. Dis. ... It's not a Biol. PhD / T. F. Bochko. M., 1992. - 22 p.

Болотин Сергей Николаевич

Заведующий кафедрой геоэкологии и
природопользования
E-mail: bolotka@list.ru
Тел.: +7(918)3222742

Бочко Татьяна Федоровна

Доцент кафедры геоэкологии и
природопользования
E-mail: bochko_tatiana@mail.ru
Тел.: +7(928)4253248

Федючок Лилия Сергеевна

Студентка кафедры геоэкологии и
природопользования
E-mail: fedyuchok12011998@mail.ru
Тел.: +7(918)6766335

Все: ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
университет»,
350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149

Bolotin Sergey Nikolaevich

Head of the Department of Geoecology and Natural
Resources
E-mail: bolotka@list.ru
Tel: 7 (918)3222742

Bochko Tatiana Fedorovna

Assistant Professor of Geoecology and Natural
Resources
E-mail: bochko_tatiana@mail.ru
Tel.: 7 (928)4253248

Fedyuchok Lilia Sergeevna

Student of Geoecology and Environmental
Management
E-mail fedyuchok12011998@mail.ru
Tel.: +7(918)3222742

All: Kuban State University
Krasnodar, st. Stavropol, 149

DOI 10.33775/1684-2464-2020-46-1-50-53
УДК 631.43:633.18

А. В. Осипов, канд. с.-х. наук,
В. Н. Паращенко, канд. с.-х. наук,
В. Н. Слюсарев, д-р с.-х. наук,
В. Н. Чижигов, канд. с.-х. наук,
И. И. Суминский, аспирант
г. Краснодар, Россия

ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ЛУГОВЫХ И ПЕРЕГНОЙНО-ГЛЕЕВЫХ ПОЧВ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ РИСА

Изучены водно-физические показатели аллювиальных луговых и перегнойно-глеевых почв используемые в рисовых севооборотах, характеризующиеся более высокими показателями плотности сложения гумусового горизонта почвы, с небольшими колебаниями по профилю: $1,33 - 1,58 \text{ г/см}^3$ и $1,24 - 1,36 \text{ г/см}^3$ соответственно. Подобное уплотнение указанных почв обуславливает неудовлетворительную пористость этих почв и затрудненную аэрацию их в межвегетационный период. Для аллювиальной луговой почвы плотность твердой фазы составляет $2,68-2,72 \text{ г/см}^3$ с небольшими колебаниями по профилю почв. Меньше она в верхней части почвенного профиля, что вполне естественно, так как эти горизонты содержат больше органического вещества. Показатели пористости, также являются важной агрофизической характеристикой почв, особенно орошаемых. Пористость почв определяет их водопроницаемость и режим аэрации. Доля активных пор в аллювиальных луговых почвах ниже допустимой нормы, составляет не более 12 %, а в перегнойно-глеевых – 5,1 %, что затрудняет промывание почвенного профиля и недостаточную аэрацию в межвегетационный период. Оба эти показателя при рисосеянии являются основными при определении почвенно-мелиоративного состояния территории. Для воспроизводства плодородия исследуемых почв необходимо соблюдение севооборотов с полем многолетних трав и проводить мелиоративные мероприятия, направленные на оптимизацию водного режима (углубление дренажной сети до проектных отметок).

Ключевые слова: рисовый севооборот, плотность почвы, многолетние травы, водный режим, плодородие.

WATER-PHYSICAL PROPERTIES OF ALLUVIAL MEADOW AND HUMIC-GLEY SOILS OF THE WESTERN CAUCASUS IN RICE CULTIVATION

We studied the water-physical characteristics of alluvial meadow and humus-gley soils used in rice crop rotation, characterized by higher indices of soil humus horizon density with small variations in the profile: $1.33 - 1.58 \text{ g / cm}^3$ and $1.24 - 1, 36 \text{ g / cm}^3$, respectively. Such compaction of these soils causes unsatisfactory porosity of these soils and their difficult aeration during the non-growing season. For alluvial meadow soil, the density of the solid phase is $2.68-2.72 \text{ g / cm}^3$ with slight fluctuations in the soil profile. It is smaller in the upper part of the soil profile, which is quite natural,

since these horizons contain more organic matter. Porosity indices are also an important agrophysical characteristic of soils, especially irrigated soils. Soil porosity determines their water permeability and aeration mode. The proportion of active pores in alluvial meadow soils below the permissible norm is no more than 12 %, and in humus-gley soils - 5.1 %, which complicates the washing of the soil profile and insufficient aeration during the non-growing season. Both of these indicators during rice sowing are the main ones in determining the soil-reclamation state of the territory. To reproduce the fertility of the studied soils, it is necessary to observe crop rotation with a field of perennial grasses and to carry out land reclamation measures aimed at optimizing the water regime (deepening the drainage network to designed elevations).

Введение

Орошение является мощным фактором антропогенного воздействия на окружающую среду. Изменяются водный, температурный, солевой режимы почв и динамика окислительно-восстановительных процессов.

Затопленное рисовое поле – неотъемлемая среда при возделывании риса. Условия периодического затопления почвы под рисом и последующего его просушивания определяют своеобразие почвообразовательного процесса. Возделывание риса приводит к направленному изменению почв рисовых полей [1, 2, 3, 4].

Одной из важнейших характеристик водно-физических свойств почв является плотность сложения почвы, а также величины других показателей – пористости, влагоемкости, водоотдачи и водопроницаемости [5].

Нарушение сложения почв, их плотности, агрегатного состояния, ухудшения воднофизических свойств и режимов является признаком проявления физической и механической деградации [6].

Проблема сохранения и воспроизводства плодородия, характерное для сельскохозяйственных земель имеет особое значение для почв, используемых в рисоводстве [7].

Цель исследований

Охарактеризовать уровень современного состояния аллювиальных луговых и перегнойно-глеевых почв при возделывании риса.

Материалы и методы

Исследования проводили на постоянно закрепленных участках (тестовые площадки) почв, рисовых оросительных систем Краснодарского края.

Объектами исследований являются следующие типы почв:

- аллювиальные луговые почвы Темрюкского района (ЮВ 9 км п. Правобережный, к. 96 ч.1 рис 2018 г.);
- перегнойно-глеевые почвы Славянского района (З 11 км п. Голубая Нива, РО 17, к. 48 рис, к. 48 люцерна 2017 г.);

Образцы почвы отбирались в весенний период, до внесения удобрений. Определение плотности сложения почв рисовых полей проводилось классическим стандартным объемно-весовым методом с отбором почвенных образцов ненарушенного сложения цилиндрическим кольцом-буром объемом 50 см³. Этот метод предполагает неизменность объема образца почвы в процессе сушки и отражает плотность почвы при данной влажности. Плотность твердой фазы почвы определяли пикнометрическим методом, общую пористость и пористость аэрации – расчетным методом [8, 9].

Результаты и обсуждение

Важнейшими составляющими плодородия почвы являются ее водно-физические свойства. Общие физические свойства почвы характеризуются плотностью твердой фазы, плотностью сложения и пористостью. Плотность твердой фазы зависит от природы и соотношения входящих в состав почвы минералов и органического вещества. Величина ее варьирует довольно в узких пределах и в незначительной степени изменяется во времени.

Состояние рисовых полей и их продуктивность в значительной степени зависят от плотности сложения почв, которая в свою очередь зависит, от сложения и структурного состояния почвы, содержания гумуса, влажности, гранулометрического состава.

Для аллювиальной луговой почвы плотность твердой фазы составляет 2,68-2,72 г/см³ с небольшими колебаниями по профилю почв. Меньше она в верхней части почвенного профиля, что впол-

не естественно, так как эти горизонты содержат больше органического вещества.

Почвы, используемые под культуру риса, характеризуются значительно более высокими показателями плотности сложения гумусового горизонта почвы 1,33-1,58 г/см³. (табл. 1) [10].

Аналогичные данные получены на перегнойно-глеевых почвах, где показатели плотности сложения пахотного горизонта составляют 1,24 - 1,36 г/см³ (табл. 2) [11].

Подобное уплотнение указанных почв обуславливает неудовлетворительную пористость этих почв и затрудненную аэрацию их в межвегетационный период.

Показатели пористости, также являются важной агрофизической характеристикой почв, особенно орошаемых. Пористость почв определяет их водопроницаемость и режим аэрации. Оба эти показателя при рисосеянии являются основными при определении почвенно-мелиоративного состояния территории.

Для почв рисовых полей, где складываются совершенно особые водно-солевой и окислительно-восстановительный режимы, регулирующие все основные биохимические процессы, протекающие в почвах, особенно большое значение имеет соотношение различных видов пористости, так как, в конечном итоге, активные поры и поры аэрации определяют возможность снижения засоленности почв и степень восстановления почв.

Общая пористость колеблется в пределах 50,4-36,0 %. Наиболее высокие величины пористости отмечены в пахотном горизонте и с глубиной общая пористость снижается.

В этой почве доля активных пор значительно ниже допустимой. Пористость аэрации пахотного горизонта составляет не более 12 %, в горизонте А она уменьшается до 6,7 %. Учитывая, что оптимальной величиной пористости аэрации в почвах является 25-30 %, можно сделать заключение, что почвы исследуемого массива чрезмерно уплотнены, соотношение различных видов пористости явно неудовлетворительное.

Наиболее высокие величины пористости отмечены для гумусовых горизонтов торфяно-глеевых почв, вышедших год назад из-под посевов люцерны – 58,4-58,3 %. В более глубоких горизонтах (40-100 см.) общая пористость снижается до 56,1-

Таблица 1. Водно-физические свойства аллювиальной луговой почвы (2018 г.)

Горизонт, глубина, см	Плотность, г/см ³		Пористость, %		Полевая влажность, %
	сложения	твердой фазы	общая	аэрации	
0-18	1,33	2,68	50,4	12,0	28,9
18-47	1,46	2,69	45,7	6,7	26,7
47-75	1,58	2,70	41,5	3,3	24,2
75-106	1,61	2,70	40,4	2,2	23,7
106-135	1,74	2,72	36,0	-	31,5

Таблица 2. Водно-физические свойства перегнойно-глеевых почв (2017 г.)

Вариант	Глубина, см	Плотность, г/см ³		Пористость, %		Полевая влажность, %
		сложения	твердой фазы	общая	аэрации	
Люцерна	0-20	1,12	2,69	58,4	14,1	39,6
	20-40	1,13	2,71	58,3	9,5	43,2
	40-60	1,22	2,78	56,1	4,4	42,4
	60-80	1,25	2,77	54,9	3,7	41,0
	80-100	1,33	2,81	52,7	-	43,1
	100-120	1,44	2,82	48,9	-	44,2
	120-140	1,48	2,88	48,6	-	35,2
	140-160	грунтовые воды со 150 см				
Без люцерны	0-20	1,24	2,67	53,2	5,1	38,8
	20-40	1,36	2,67	49,1	2,0	34,6
	40-60	1,43	2,69	46,4	-	35,2
	60-80	1,51	2,71	44,2	-	36,8
	80-100	1,45	2,77	47,6	-	39,3
	100-120	1,48	2,79	46,9	-	42,1
	120-140	грунтовые воды со 125 см				

52,7 %. На участках с посевами риса – пористость почвы глубже 20 см меньше 50 %.

Это обуславливает и затрудненное промывание почв, и недостаточную аэрацию их.

Улучшение этих почв может быть достигнуто путем увеличения количества активных пор и пор аэрации. Рекомендуется для этой цели закладку на орошаемых массивах кротового дренажа, основной целью которого является отвод избыточных поверхностных и грунтовых вод, обеспечение нормальной аэрации почвенной толщи, а так же пополнения почвы биологическим азотом в виде возделывания многолетних трав.

Выводы

Таким образом, аллювиальные луговые и перегнойно-глеевые почвы рисовых севооборотов характеризуются неблагоприятными водно-физическими свойствами из-за наличия в средней и нижней части почвенного профиля повышенного уплотнения, низкой пористости, что ухудшает водопроницаемость и промывание верхних горизонтов почвы.

Для сохранения плодородия исследуемых почв необходимо соблюдение севооборотов с полем многолетних трав, а также проведение мелиоративных мероприятий, направленных на оптимизацию водного режима (углубление дренажной сети до проектных отметок).

ЛИТЕРАТУРА

1. Система рисоводства Краснодарского края: Рекомендации / Под общей редакцией Е.М. Харитонов. – Краснодар: ВНИИ риса, 2011. – 316 с.
2. Осипов, А.В. Изменение свойств и солевого режима почв современной дельты реки Кубани: монография / А.В. Осипов. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 131 с.
3. Вальков, В.Ф. Почвы Краснодарского края, их использование и охрана / В.Ф. Вальков, Ю.А. Штомпель, И.Т. Трубилин, Н.С. Котляров, Г.М. Соляник // Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 1996. – 192 с.
4. Подколзин, О.А., Мониторинг плодородия почв земель Краснодарского края / Подколзин О.А., Соколова И.В., Осипов А.В., Слюсарев В.Н. // Труды Кубанского государственного аграрного университета. - 2017. - № 68.- С. 117-124.
5. Слюсарев, В.Н. Физико-химические свойства почв в разных агроценозах / Слюсарев В.Н., Мышко М.Н., Осипов В.Н. // Труды Кубанского государственного аграрного университета. - 2009. - № 10. - С.367.
6. Деградация и охрана почв. М.: Изд-во Москва ун-та, 2002. 654 с.
7. Сычев, В.Г. Основные ресурсы урожайности сельскохозяйственных культур и их взаимосвязь. – М: Изд-во ЦИАНО, 2003. – 228 с.
8. Практикум по почвоведению (почвы Северного Кавказа): учебное пособие для вузов / отв. за вып. Ю.А. Штомпель, В.С. Цховребов. – Краснодар: «Советская Кубань», 2003. – 328 с.
9. Теории и методы физики почв: коллектив. моногр. / под ред. Е. В. Шеина, Л. О. Карпачевского. – М.: Гриф и К, 2007. – 616 с.
10. Осипов, А.В., Современная характеристика аллювиальных луговых почв рисовых севооборотов современной дельты Кубани / Осипов А.В., Слюсарев В.Н., Паращенко В.Н., Чижики В.Н. // Энтузиасты аграрной науки Краснодар: КубГУ, 2019 г. – Вып. №21

11. Паращенко, В.Н., Влияние посевов люцерны на плодородие перегнойно-глеевой почвы / Паращенко В.Н., Осипов А.В., Слюсарев В.Н., Чижигов В.Н., Швыдка Л.А. // Рисоводство - № 4(41) 2018. - С. 38-40.

REFERENCES

1. Rice growing system of Krasnodar region: Recommendations / Under editorship of E.M. Kharitonov. – Krasnodar: ARRI, 2011. – 316 p.
2. Osipov, A.V. Changes in the properties and salt regime of soils of the modern Kuban River Delta: monograph / A.V. Osipov. - Krasnodar: KubSAU, 2016. – 131 p.
3. Valkov, V.F. Soils of Krasnodar region, their use and protection / V.F. Valkov, Yu.A. Shtompel, I.T. Trubilin, N.S. Kotlyarov, G.M. Solyanik // Rostov-on-Don: Publishing house SKNC VSH, 1996. – 192 p.
4. Podkolzin, O.A., Monitoring of soil fertility of the lands of Krasnodar region / Podkolzin O.A., Sokolova I.V., Osipov A.V., Slyusarev V.N. // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. - 2017. - No. 68. - p. 117-124.
5. Slyusarev, V.N. Physico-chemical properties of soils in different agrocenoses / Slyusarev V.N., Myshko M.N., Osipov V.N. // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. - 2009. - No. 10. - P.367.
6. Degradation and protection of soils. M.: Publishing house of Moscow State University, 2002. 654 p.
7. Sychev, V.G. The main resources of crop yields and their relationship. - M: TsIANO Publishing House, 2003. - 228 p.
8. Workshop on soil science (soil of the North Caucasus): a textbook for universities / ed. for issue. Yu.A. Stompel, V.S. Tskhovrebov. - Krasnodar: "Soviet Kuban", 2003. - 328 p.
9. Theories and methods of soil physics: collective. monograph / ed. E.V. Sheina, L.O. Karpachevsky. - M.: Grif and K, 2007. - 616 p.
10. Osipov, A.V., Modern characteristics of alluvial meadow soils of rice crop rotation of the modern Kuban delta / Osipov A.V., Slyusarev V.N., Parashchenko V.N., Chizhikov V.N. // Enthusiasts of agrarian science. Krasnodar: KubSU, 2019 - Issue. Number 21
11. Parashchenko, V.N., The influence of alfalfa crops on fertility of humus-gley soil / Parashchenko V.N., Osipov A.V., Slyusarev V.N., Chizhikov V.N., Shvydkaya L.A. // Rice growing - No. 4 (41) 2018. - P. 38-40.

Паращенко Владимир Наиколаевич

Ведущий научный сотрудник лаборатории агрохимии и почвоведения
E-mail: agrohimp-vt@yandex.ru

Чижигов Виталий Николаевич

Ведущий научный сотрудник лаборатории агрохимии и почвоведения
E-mail: agrohimp-vt@yandex.ru

Все: ФГБНУ «ФНЦ риса»,
3500921, Россия, г. Краснодар, пос. Белозерный 3,

Осипов Александр Валентинович

доцент кафедры почвоведения
E-mail: kubsoil@mail.ru

Слюсарев Валерий Никифорович

профессор кафедры почвоведения
E-mail: kubsoil@mail.ru

Суминский Игорь Игоревич

аспирант кафедры почвоведения
E-mail: kubsoil@mail.ru

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

Parashenko Vladimir Nikolaevich

Leading researcher of laboratory of agrochemistry and soil studies
E-mail: agrohimp-vt@yandex.ru

Chizhikov Vitaliy Nikolaevich

Leading researcher of laboratory of agrochemistry and soil studies
E-mail: agrohimp-vt@yandex.ru

All: FSBSI "FSC of rice"

Belozerny village 3, Krasnodar, 3500921, Russian Federation

Osipov Alexander Valentinovich

Associate Professor, Department of Soil studies
E-mail: kubsoil@mail.ru

Slyusarev Valery Nikiforovich

Professor, Department of Soil studies

Suminsky Igor Igorevich

Post-graduate student, Department of soil studies
E-mail: kubsoil@mail.ru

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

DOI 10.33775/1684-2464-2020-46-1-54-58
УДК 635.651:631.8

И. В. Козлова,
г. Краснодар, Россия

ВЛИЯНИЕ ФОНА МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИВА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНОВОЙ ФАСОЛИ

Применение удобрений – одно из основных условий повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Поэтому была поставлена цель – изучить эффективность применения капельного полива и различных доз минерального питания на посевах зерновой фасоли. Проанализировано влияние предпосевного внесения минеральных удобрений в условиях капельного полива и без орошения на фенологические, морфологические признаки, урожайность и продуктивность растений зерновой фасоли сортов Снежана и Южанка селекции ФГБНУ «ФНЦ риса» и ее составляющие. Установлена оптимальная норма локального внесения минеральных удобрений – $N_{30}P_{30}K_{30}$, которая обеспечила прибавку урожайности фасоли по сравнению с контролем на 51,4 – 55,6 %. Внесение повышенных норм минеральных удобрений ($N_{60}P_{60}K_{60}$) стимулировало дополнительное образование побегов, цветов и бобов на растениях, что способствовало дополнительному повышению семенной продуктивности растений на 51,2 – 51,5 %, но снижению общей урожайности зерна вследствие большой изреженности посевов. Применение капельного полива дополнительно увеличивало семенную продуктивность растений зерновой фасоли на 17,4 – 24,8 % (при $N_{60}P_{60}K_{60}$) и 29,4 – 52,9 % (без удобрений). Проведённые исследования показали, что изучаемые факторы (капельный полив и система удобрений) оказывали существенное влияние на поражаемость растений и распространение бурой бактериальной пятнистости на посевах изучаемых сортов. Самую высокую резистентность к патогену проявили растения при применении полива в варианте $N_{60}P_{60}K_{60}$. Степень развития бактериоза составила 35 % у сорта Южанка, что на 45 % ниже стандарта и 20 % у сорта Снежана, что на 5 % ниже стандарта. Без применения полива степень поражения бактериозом увеличивалась на сортах в пределах 15 %.

Ключевые слова: зерновая фасоль, минеральные удобрения, капельное орошение, сорта Снежана, Южанка, урожайность, продуктивность.

EFFECT OF MINERAL NUTRITION LEVEL AND APPLICATION OF IRRIGATION ON PRODUCTIVITY AND YIELD OF GRAIN BEAN

The use of fertilizers is one of the main conditions for increasing crop yields. Therefore, the goal was set to study the effectiveness of drip irrigation and various norms of mineral nutrition on grain bean crops. The influence of the application of various norms of pre-sowing application of mineral fertilizers in the conditions of drip irrigation and without irrigation on the phenological, morphological traits, yield and productivity of grain bean plants of the Snezhana and Yuzhanka varieties of the selection OF the fgbnu «rice research CENTER» and its components is studied. The optimal rate of local application of mineral fertilizers, $N_{30}P_{30}K_{30}$, was established, which ensured an increase in the yield of bean grain compared to the control by 51.4 – 55.6 %. The introduction of increased norms of mineral fertilizers ($N_{60}P_{60}K_{60}$) stimulated the additional formation of shoots, flowers and beans on plants. This contributed to an additional increase in seed productivity of plants by 51.2 – 51.5 %, but a decrease in the total grain yield due to the large thinning of crops. The use of drip irrigation additionally increased the seed productivity of grain bean plants by 17.4 % - 24.8 % (with $N_{60}P_{60}K_{60}$) and 29.4 % – 52.9 % (without fertilizers). Studies have shown that the studied factors (drip irrigation and fertilizer system) had a significant impact on plant infestation and the spread of brown bacterial spotting on crops of the studied varieties. Plants showed the highest resistance to the pathogen when applying irrigation in the $N_{60}P_{60}K_{60}$ variant. The degree of bacteriosis was 35 % in the Yuzhanka variety, which is 45% lower than the standard, and 20 % in the Snezhana variety, which is 5 % lower than the standard. Without irrigation, the degree of bacteriosis increased in both varieties within 15 %.

Key words: grain bean, mineral fertilizers, drip irrigation, varieties of Snezhana, Yuzhanka, yield, productivity.

Введение

Применение удобрений – одно из основных условий повышения урожайности сельскохозяйственных культур, а также важное звено технологий их выращивания. Использование удобрений позволяет возвращать в круговорот изъятые элементы и обеспечивает устойчивую высокую урожайность и хорошее качество растениеводческой продукции [9]. Каждая культура имеет свои особенности в минеральном питании, поэтому расчет норм удобрений должен быть строго индивидуален и про-

изводится с учетом выноса удобрений на единицу урожая, плодородия почвы и запасов подвижных форм макроэлементов [3]. Применение удобрений в правильных дозах и сочетаниях являются большим резервом в повышении продуктивности фасоли.

Фасоль широко известна и популярна на всех континентах земного шара, как одна из самых ценных продовольственных культур. Семена (зерно) обладают высокими вкусовыми качествами и широко используются в кулинарии и консервной промышленности. Эта культура играет достойную

роль в деле ликвидации дефицита полноценного белка в питании человека [7].

В структуре посевных площадей Краснодарского края фасоль занимает незначительное место. Это связано с нехваткой новых высокоурожайных сортов, отвечающих современным технологиям возделывания. Для обеспечения возрастающих потребностей населения в таком ценном продукте питания необходимо увеличение посевных площадей, а, следовательно, и производство отечественных семян фасоли.

Велика и агроэкологическая роль фасоли. Она является уникальной сидератной культурой. Обогащая почву азотом и органическими веществами, фасоль не истощает почву, а, наоборот, повышает уровень ее плодородия и улучшает ее агрохимические и физиологические характеристики, являясь отличным предшественником для большинства сельскохозяйственных культур, накапливая в результате деятельности клубеньковых бактерий на корнях растений до 100 кг/га связанного азота.

Кустовые формы фасоли в основном выращивают на зерно. Среди бобовых у кустовой фасоли наибольший вынос элементов питания. На формирование 1 т зерна и соответствующего количества вегетативной массы растениям фасоли необходимо 52,2 – 58,0 кг азота, 14,1 – 14,4 кг фосфора и 46,7 – 54,3 кг калия [1]. Поскольку период вегетации фасоли довольно короткий, а ее корневая система слабо развита, то для получения высокой урожайности фасоль требует более высокого уровня минерального питания, нежели другие зернобобовые культуры.

В этой связи является актуальной разработка технологии производства направленной на применение минеральных удобрений, повышающих урожайность фасоли.

Цель исследований

Изучить эффективность применения капельного полива и различных норм минерального питания на посевах зерновой фасоли.

Материалы и методы

Объектом исследований являлись сорта зерновой фасоли Снежана и Южанка селекции отдела овощеводства ФГБНУ «ФНЦ риса». Исследования проводились в соответствии с «Методикой полевого опыта в овощеводстве» [5, 6].

Опыты закладывались в полевых условиях на базе отдела овощеводства ФГБНУ «ФНЦ риса». Предшественник – озимая пшеница. Площадь учетной делянки 12,5 м², повторность трехкратная. Размещение делянок систематическое с последовательным размещением вариантов. Посев ручной, по ленточной схеме (90 + 50)/2 x 9 - 10 см. Норма высева семян фасоли лущильной – 100-120 кг/га (130-150 г/дел.). Удобрения (азофоска) вносились локально, в борозды, сделанные под посев. Норма внесения удобрений согласно схеме опыта, которая включала следующие варианты:

1. С применением капельного полива: контроль – без удобрений; предпосевное локальное внесение удобрений из расчета $N_{30}P_{30}K_{30}$; предпосевное локальное внесение удобрений из расчета $N_{60}P_{60}K_{60}$.

2. Без полива: контроль – без удобрений; предпосевное локальное внесение удобрений из расчета $N_{30}P_{30}K_{30}$; предпосевное локальное внесение удобрений из расчета $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Семена фасоли были высеяны 24 апреля. Всходы получены через 25 – 26 дней – 19 – 20 мая. Капельное орошение, согласно схеме опыта, было включено 23 мая. Агротехнические работы на посевах выполнялись в соответствии с рекомендациями по выращиванию фасоли [8]. При проведении фенологических наблюдений отмечали даты наступления фаз: всходы, цветение, созревание (биологическая спелость). В фазу биологической спелости проводили отбор растений, у которых определяли высоту куста и прикрепления нижнего боба относительно поверхности почвы; количество бобов на кусте, их форму, размер, окраску; форму, размер, окраску семян; количество их в бобе. Рассчитывали коэффициент размножения семян, как отношение массы семян в урожае с единицы площади к массе семян, высеванных на данной площади [2]. На делянках фасоли лущильной определяли густоту стояния растений, проводили учет урожайности, продуктивности растений и определение массы 1000 семян. При этом были отобраны пробы для определения содержания в зерне сухого вещества, сахара, крахмала, аскорбиновой кислоты, белка и клетчатки. Визуально проводили оценку на устойчивость к основному заболеванию – бактериозу фасоли. Результаты исследований обработаны методами биометрической статистики [4, 10].

Результаты и обсуждение

Фенологические наблюдения показали различия по срокам прохождения фаз развития растений у изучаемых образцов лущильной фасоли (табл. 1). Так межфазные периоды сорта Снежана составили от всходов до цветения 29 – 35 дней, сорта Южанка 14 – 19 дней. Биологическая спелость бобов у сорта Снежана, в варианте без применения орошения, наступила на 74 день после появления массовых всходов, что на 18 дней позже сорта Южанка. Проведенные исследования показали, что применение различных норм предпосевного удобрения не влияют на продолжительность фаз вегетации, а применение капельного полива дополнительно удлиняет вегетационный период на 7 (сорт Южанка) и 10 дней (сорт Снежана).

При изучении влияния минерального питания на урожайность и продуктивность семян фасоли лущильной был заложен опыт с локальным внесением удобрений в борозды, подготовленные для посева.

Таблица 1. Влияние капельного полива на прохождение фенологических фаз растениями зерновой фасоли сортов Снежана и Южанка

Сорт	Вариант опыта	Дата		Количество дней до				
		посева	появления всходов	цветения		биологической спелости		уборки
				начала	массового	начала	массового	
Снежана	Капельное оро- шение	24.04	20.05	29	35	74	84	99
	Без полива					65	74	
Южанка	Капельное оро- шение	24.04	20.05	14	19	53	63	99
	Без полива					48	56	

Таблица 2. Продуктивность сорта Снежана и ее составляющие

Уровень минерального питания	Количество бобов на растении, шт.		Количество зерен в бобе, шт.		Масса 1000 зерен, г		Продуктивность, г/растение	
	сух	пол	сух	пол	сух	пол	сух	пол
Без удобрений	8,71	11,92	2,07	2,29	465,4	468,6	8,38	12,81
$N_{30}P_{30}K_{30}$	15,54	16,80	2,25	2,46	495,4	506,4	17,32	20,93
$N_{60}P_{60}K_{60}$	17,76	19,04	3,05	3,25	484,0	496,3	26,19	30,74
HCP_{05}	0,872	1,210	0,160	0,149	21,778	22,043	1,380	2,054

Проведённые исследования показали, что изучаемые факторы (капельный полив и система удобрений) оказывали существенное влияние на рост и развитие растений фасоли изучаемых сортов. Под влиянием внесённых удобрений растения лучше росли, развивались и по всем параметрам превосходили вариант без внесения удобрений.

Поскольку урожайность и семенная продуктивность фасоли являются результирующим показателем влияния всех элементов агротехники (минерального питания, подкормок и полива) на сорта фасоли, структура урожая семян является важным критерием.

Результаты биометрических измерений, представленные в таблице 2, показывают, что в вариантах без орошения с различным уровнем минерального питания у сорта Снежана продуктивность варьировала в пределах 8,38 – 26,19 г/растение, при применении капельного полива – 12,81 – 30,74 г/растение. Из данных таблицы видно, что наиболее существенная прибавка продуктивности отмечается при внесении удобрения в норме $N_{60}P_{60}K_{60}$ без орошения – на 17,81 г с растения. Прибавка урожая семян с 1 растения происходит, в основном, за счет увеличения количества бобов на растении (на 103,9 %) и количества зерен

в бобе (на 47,3 %). Масса 1000 зерен увеличивается незначительно (на 4,0 %).

Применение орошения увеличивает семенную продуктивность от 17,4 % (при $N_{60}P_{60}K_{60}$) до 52,9 % (без удобрений).

У сорта Южанка продуктивность варьировала в варианте без орошения, в зависимости от уровня минерального питания, в пределах 9,24 – 23,82 г/растение, с орошением – 11,96 – 29,73 г/растение (табл. 3). Результаты биометрических измерений, представленные в таблице, показывают, что увеличение семенной продуктивности произошло за счет увеличения количества бобов на растении (на 90,7 %) и количества завязавшихся семян в бобе (на 33,2 %). Масса 1000 зерен увеличивается в пределах ошибки опыта. Применение капельного полива на посевах фасоли сорта Южанка увеличивает семенную продуктивность от 24,8 % (при $N_{60}P_{60}K_{60}$) до 29,4 % (без удобрений).

В результате сложившихся погодных условий и действия концентрации солей в зоне прорастания семян фасоли при локальном внесении различных норм минерального удобрения, густота стояния растений на посевах лущильной фасоли была различной (табл. 4). Наиболее изреженные посевы были при внесении $N_{60}P_{60}K_{60}$ (60,4 тыс.шт./га). При

Таблица 3. Продуктивность сорта Южанка и ее составляющие

Уровень минерального питания	Количество бобов на растении, шт.		Количество зерен в бобе, шт.		Масса 1000 зерен, г		Продуктивность, г/растение	
	сух	пол	сух	пол	сух	пол	сух	пол
Без удобрений	7,97	10,00	2,32	2,50	500,7	478,8	9,24	11,96
$N_{30}P_{30}K_{30}$	12,8	15,41	2,96	2,94	518,0	503,2	19,61	22,80
$N_{60}P_{60}K_{60}$	15,2	19,40	3,09	3,10	507,2	494,4	23,82	29,73
HCP_{05}	1,128	1,634	0,140	0,120	24,832	20,941	1,655	3,754

Таблица 4. Влияние норм локального внесения удобрений на густоту стояния растений и урожайность фасоли луцильной.

Норма внесения удобрений	Густота стояния растений тыс. шт./га	Урожайность, ц/га			
		Снежана		Южанка	
		без полива	полив	без полива	полив
Без удобрений	134,7	11,29	17,26	12,44	16,10
$N_{30}P_{30}K_{30}$	98,7	17,09	20,66	19,36	22,50
$N_{60}P_{60}K_{60}$	60,4	15,81	18,56	14,39	17,95
HCP_{05}		2,334	1,254	1,471	1,557

Таблица 5. Распространение бурой бактериальной пятнистости на посевах фасоли в динамике (период созревания зерна).

Варианты опыта	Дата проведения осмотра					
	05.07.19		17.07.19		24.07.19	
	Степень поражения растений болезнями, %					
	полив	без полива	полив	без полива	полив	без полива
Южанка						
Без удобрений	30	40	40	50	80	80
$N_{30}P_{30}K_{30}$	20	35	25	40	60	70
$N_{60}P_{60}K_{60}$	10	30	25	35	35	50
Снежана						
Без удобрений	10	30	20	30	25	40
$N_{30}P_{30}K_{30}$	7	20	10	20	20	30
$N_{60}P_{60}K_{60}$	5	15	10	15	20	25

уменьшении нормы внесения густота стояния растений увеличивалась и была максимальной в варианте без применения удобрений.

Результаты исследований показали, что урожайность фасоли при применении различных норм удобрений существенно менялась. Наибольшая урожайность фасоли (20,66 и 22,67 ц/га у сортов Снежана и Южанка соответственно) была при совместном применении полива и уровня минерального питания $N_{30}P_{30}K_{30}$.

Наиболее существенная прибавка урожайности по сравнению с контролем (без удобрений) отмечается при применении удобрений из расчета $N_{30}P_{30}K_{30}$ без полива – 5,80 – 6,92 ц/га, что соответствует 51,4 – 55,6 % у сортов Снежана и Южанка соответственно. Применение удобрений в норме $N_{60}P_{60}K_{60}$ также привело к увеличению урожайности. Существенная прибавка (1,30 - 4,51 ц/га, что со-

ответствует 7,5 – 39,9 % в вариантах с применением орошения и без него соответственно) отмечалась у сорта Снежана и 1,85 – 1,95 ц/га - у сорта Южанка (11,5 – 15,7 %).

Проведённые фитопатологические обследования посадок зерновой фасоли показали, что изучаемые факторы (капельный полив и система удобрений) оказывали существенное влияние на поражаемость растений и распространение бурой бактериальной пятнистости на посевах изучаемых сортов. В течение вегетации растений бактериоз прогрессировал, заражая все больше посадок фасоли. Более слабое развитие бактериоза было отмечено на растениях сорта Снежана по всем вариантам опыта по сравнению с сортом Южанка (табл. 5). Под влиянием внесённых удобрений и полива растения лучше росли и развивались и по резистентности к патогену превосходили контрольный вариант. Самую

высокую резистентность к патогену проявили растения при применении полива в варианте $N_{60}P_{60}K_{60}$. Степень развития бактериоза составила в динамике от 10 % до 35 % у сорта Южанка, что на 45 % ниже стандарта и от 5 % до 20 % у сорта Снежана, что на 5 % ниже стандарта. Без применения полива степень поражения бактериозом увеличивалась на обоих сортах в пределах 15 %.

Выводы

Проведенные научные исследования позволили изучить влияние минерального питания и капельного орошения на урожайность зерна и семенную продуктивность растений зерновой фасоли сортов селекции ФГБНУ «ФНЦ риса».

Установлена оптимальная норма локального внесения минеральных удобрений – $N_{30}P_{30}K_{30}$, которая обеспечила прибавку урожайности фасоли по сравнению с контролем на 51,4, 55,6 % у сортов Снежана и Южанка соответственно. Внесение повышенных норм минеральных удобрений

($N_{60}P_{60}K_{60}$) способствовало дополнительному повышению семенной продуктивности растений (на 51,2 – 21,5 %), но снижению урожайности зерна вследствие большой изреженности посевов.

Применение капельного полива дополнительно увеличивает семенную продуктивность у сорта Снежана на 17,4 % (при $N_{60}P_{60}K_{60}$), 52,9 % (без удобрений), у сорта Южанка на 24,8 % (при $N_{60}P_{60}K_{60}$), 29,4 % (без удобрений).

Фитопатологическое обследование посадок зерновой фасоли показало, что наиболее вредоносным заболеванием в текущем году была бурая бактериальная пятнистость. Самую высокую резистентность к патогену проявили растения при применении полива в варианте $N_{60}P_{60}K_{60}$. Степень развития бактериоза составила 35 % у сорта Южанка, что на 45 % ниже стандарта и 20 % у сорта Снежана, что на 5 % ниже стандарта. Без применения полива степень поражения бактериозом увеличивалась у сортов в пределах 15 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аутко, А.А. В мире овощей / А.А. Аутко. – Минск: УП «Технопринт», 2004. – 568 с.
2. ГОСТ 20081-74. Семеноводческий процесс сельскохозяйственных культур. Основные понятия, термины и определения. М.: ИПК Издательство стандартов, 1975. - 140 с.
3. Гиш, Р.А. Овощеводство юга России: учебник/ Р.А. Гиш, Г.С. Гикало. – Краснодар; ЭДВИ, 2012. – 632 с.
4. Дзюба, В.А. Многофакторные опыты и методы биометрического анализа экспериментальных данных. / В.А. Дзюба. // Методическое пособие. – Краснодар, 2007. – 76 с.
5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. / Б.А. Доспехов. – М: Колос, 1979. – 416 с.
6. Литвинов, С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. /С.С. Литвинов. – М., 2011. - 648 с.
7. Пивоваров, В. Ф. Овощи России / В. Ф. Пивоваров – М.: ГНУ ВНИИССОК, 2006. – 380 с.
8. Самодуров, В.Н. Технология выращивания фасоли в условиях Краснодарского края: рекомендации / В.Н. Самодуров, А.И. Грушанин, А.С. Дмитриева и др. - Краснодар, 2009. – 15 с.
9. Шеуджен, А.Х. Питание и удобрение зерновых бобовых культур. / А.Х. Шеуджен. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – 56 с.
10. Шеуджен, А.Х. Методика агрохимических исследований и статистическая оценка их результатов / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева.-Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2015.-664с.

REFERENCES

1. Autko, A. A. vegetables In the world / A. A. Autko. - Minsk: technoprint, 2004. – 568 p.
2. GOST 20081-74. Seed-growing process of agricultural crops. Basic concepts, terms and definitions. Moscow: IPK publishing house of standards. 1975. - 140 p.
3. Gish, R. A. vegetable growing in the South of Russia: textbook/ R. A. Gish, G. S. Gikalo. - Krasnodar; EDVI, 2012. – 632 p.
4. Dzyuba, V.A. Multivariate experiments and methods of biometric analysis of experimental data. / V.A. Dzyuba. // Guidelines - Krasnodar, 2007.- 76 p.
5. Dospekhov, B.A. Methodology of field experiment. / B.A. Dospekhov. - M: Kolos, 1979.- 416 p.
6. Litvinov, S.S. Methods of field experiment in vegetable growing. / S.S. Litvinov. - M., 2011. -- 648 p.
7. Pivovarov, V.F. Vegetables of Russia / V.F. Pivovarov - M.: GNU VNIISOK, 2006. - 380 p.
8. Samodurov, V.N. The technology of growing beans in the conditions of Krasnodar region: recommendations / V.N. Samodurov, A.I. Grushanin, A.S. Dmitrieva et al. - Krasnodar, 2009.- 15 p.
9. Sheudzhen, A.Kh. Nutrition and fertilizer of leguminous crops. / A.Kh. Sheudzhen. - Krasnodar: KubSAU, 2012.- 56 p.
10. Sheudzhen, A. H. Methodology of agrochemical research and statistical evaluation of their results / A. H. sheudzhen, T. N. Bondareva.- Maykop: JSC "polygraph-YUG", 2015.-664c.

Ирина Викторовна Козлова

Научный сотрудник отдела
овощекartoфелеводства
E-mail: k.irina1967@mail.ru

ФГБНУ «ФНЦ риса»,
350921, Краснодар, пос. Белозерный 3

Irina Viktorovna Kozlova

Research associate of the Department
vegetable and potato growing
E-mail: k.irina1967@mail.ru

FSBSI «FSC of rice»
Belozerny, 3, Krasnodar, 350921, Russia

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО РИСОВОДСТВУ СТРАН УМЕРЕННОГО КЛИМАТА (7th ITRC-2020): НАУКА И ИННОВАЦИИ

Очередная Международная конференция International Temperate Rice Conference (7th ITRC-2020) проводилась в Бразилии, в городе Пелотас, штат Рио Гранда да Сул, с 9 по 12 февраля 2020 г. Такие конференции проходят под эгидой ФАО в различных регионах мира каждые 4 года. В конференции приняли участие и выступили с докладом профессор, д.с.-х.н. Г. Л. Зеленский, ведущий научный сотрудник ФГБНУ «ФНЦ риса» и к.б.н. О. В. Зеленская, доцент ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина».

Бразилия относится к крупным рисопроизводящим странам. Рис занимает около 2,5 млн. га и ежегодно здесь выращивают 12-14 млн. тонн его зерна.

Пелотас – небольшой город с населением около 300 тысяч человек, однако он считается основным научным центром рисоводства страны. Здесь расположена Бразильская сельскохозяйственная исследовательская корпорация (Embrapa). В корпорацию входят аграрный университет, научно-исследовательский центр по рису и крупное хозяйство с общей площадью 25 тыс. га сельхозугодий. Ученые, работающие в корпорации, ведут подготовку специалистов, создают сорта риса и разрабатывают элементы технологии, проводят испытание своих разработок в производственных условиях и выдают рекомендации для широкого использования в рисоводстве страны. Корпорация Embrapa была принимающей организацией конференции 7th ITRC-2020.

Первое заседание конференции проходило во второй половине дня 9 февраля в зале городской Мэрии. Здесь была проведена регистрация участников и торжественное открытие конференции. На открытии конференции сообщили, что зарегистрировано 156 участников из 14 стран Северной и Южной Америки, Азии, Европы и Австралии, выращивающих рис в условиях умеренного климата. В последующие три дня проводилась научная сессия. Заседания проходили в зале корпорации Embrapa. Рабочие языки конференции – английский и португальский с синхронным переводом.

Для уменьшения языкового барьера делегатов конференции с местными коллегами, оргкомитет пригласил в качестве волонтеров студентов аграрного университета, изучающих английский. Они принимали активное участие в организации, размещении и сопровождении участников конференции.

Во второй день заслушали 20 докладов, а в третий до обеда – 10. После обеда был выезд в поле для осмотра производственных посевов.

В докладах ученых практически всех стран звучали традиционные и новые темы: селекция риса на повышение урожайности, качества и устойчивости к стрессам, таким как пирикулярриоз, низкие температуры, засоление; агротехника риса с использованием инновационных технологий; применение средств защиты риса от болезней и со-

зняков; достижения в направлении устойчивого развития и экологизации рисоводства.

Одна из сессий конференции была посвящена изучению сорно-полевых краснозерных форм риса и борьбе с ними, включая использование технологии «Clearfield». В Бразилии эту технологию начали изучать и применять с 2003 г. И оказалось, что уже через 7 лет в производственных посевах риса появились краснозерные формы, устойчивые к применяемым гербицидам, обладающим ALS-ингибирующим эффектом. Поэтому специалисты вынуждены срочно менять принцип действия гербицидов и создавать устойчивые к ним новые сорта риса. Докладчик признал, что этот процесс будет повторяться, ибо закон «селекционные качели» никто не отменял.

В докладе спикера профессора Ф. Видотто из Туринского университета (Италия) высказана серьезная озабоченность в связи с возрастанием на рисовых полях числа сорных растений, особенно инвазионных, и значительном уменьшении количества специалистов, знающих эти растения. На современном этапе в рисоводстве существуют определенные трудности с установлением таксонов новых заносных видов сорных растений в целях разработки стратегий борьбы с ними, что требует консолидации сил и развития сотрудничества в этом направлении. Научное сообщество согласилось с мнением профессора и внесло информацию в заключительное постановление.

Для знакомства с полевыми исследованиями ученых Embrapa был организован выезд в крупнейшее многопрофильное хозяйство этой корпорации: сельскохозяйственную ферму, имеющую 25 тыс. га земли, из которых 10 тыс. га – орошаемые системы. Здесь производят рис, сою, молоко, мясо, а также зерновые и кормовые культуры для выращиваемого на ферме скота. Всю производимую продукцию перерабатывают на собственных заводах. Рис возделывают на орошаемом участке в севообороте: рис, соя, райграс пастбищный в течение двух лет для выпаса скота. Ежегодная площадь под рисом – около 6 тыс. га. Последние 5 лет урожайность риса в среднем по хозяйству составляет 10 т/га. До 70 % производимой рисовой крупы отправляют на экспорт. Соя занимает около 4 тыс. га с урожайностью 3,25 т/га. Практически всю сою используют на комбикорм для корма животных.

В хозяйстве содержат 10 тыс. голов крупного рогатого скота. При этом 4,5 тыс. коров используют для производства молока, а 5,5 тыс. быков – на мясо. Скот круглый год живет на подножном корме, с подкормкой комбикормом и силосом. Для производства силоса сеют кукурузу на суходольных участках. При этом следует отметить, что в этом регионе за год выпадает 1200-1400 мм осадков. Поэтому урожайность силосной массы кукурузы очень высокая.

На рисовой системе размеры чеков составляют 20-25 га. В некоторых из них сделаны поперечные извилистые валики высотой 15-20 см. Их нарезают перед посевом риса специальной машиной со спутниковым навигатором для поддержания слоя воды до 10 см. Посевные агрегаты, а потом и комбайны легко переезжают эти валики.

Для оперативного контроля за слоем воды и состоянием посевов риса, густотой, засорением, поражением болезнями и пр., специалисты хозяйства используют летательные аппараты – дроны, которые в режиме реального времени позволяют осмотреть каждый гектар огромного чека.

На разных демонстрационных участках нас познакомили с выращиваемыми сортами риса, вариантами технологий, особенностями борьбы с сорными растениями, включая и технологию «Clearfield». По этой технологии в хозяйстве выращивают около 30 % посевов риса. Следует отметить, что специалисты–производители, которые комментировали демонстрационные посевы, без особого энтузиазма отзывались о технологии «Clearfield». Они подчеркивали, что эта технология не полностью очищает поля от краснозерного риса, потому что семена его хранятся в почве несколько лет, а соя, выращиваемая после риса, испытывает негативное последствие гербицида.

Ученые корпорации Embrapa с особым удовольствием показывали сорта риса собственной селекции, которая была начата здесь в 1972 г. За прошедшее время им удалось снизить высоту растений с 95 см до 80-82 см, укоротить период от залива до цветения риса с 97 до 88 дней и при этом увеличить урожайность с 7 до 10 т/га в производственных условиях, при норме посева 90-110 кг/га.

В день осмотра поля 11 февраля (идентично первой декаде августа в северном полушарии) растения наиболее ранних сортов риса находились в фазе молочной спелости. Это были плотные посевы с сильно кустящимися растениями, имеющими по 20-25 метелок понижающего типа. Зерновки мелкие, удлинённые (l/b около 3). Стебли плотно сжатые, с короткими листьями и вертикальным флагом. Специалисты утверждали, что растения сортов в фазе созревания не полегают, легко обмолачиваются при прямом комбайнировании. Большинство сортов обладают высокой устойчивостью к пирикуляриозу. Погодные условия в Бразилии очень благоприятные для развития болезни,

поэтому при селекции особое внимание уделяется решению этой проблемы.

Посев риса проводят посуху сеялками на хорошо спланированных чеках. Всходы получают при увлажнении. После появления 3-го листа создают слой воды 5-7 см, который после кущения поднимают до 8-10 см и поддерживают до восковой спелости. Обильные осадки в период вегетации риса позволяют экономить воду на орошение.

Подготовку поля под посев риса начинают с запашки остатков райграса после двухлетнего выпаса скота, от которого остается значительное количество органического удобрения. На чеках проводят капитальную планировку агрегатами со спутниковыми навигаторами. При демонстрации нам планировки в 20-ти гектарном чеке работало 8 планировщиков.

На следующем чеке показали работу авиации на посеве риса. Это были, конечно, постановочные полеты с опрыскиванием водой, но очень наглядные. Один минисамолет бразильского производства, размером с небольшой легковой автомобиль, летел над чеком на высоте 5-8 м и проводил опрыскивание, а другой – внесение удобрений. Авиация здесь широко используется не только в сельском хозяйстве, но и в борьбе с комарами, которые в этой местности являются большой проблемой для людей и животных.

Четвертый день конференции был посвящен посещению сельскохозяйственной выставки «День урожая». Она ежегодно организовывается на специальном полигоне. В 10 км от города Пелотас создан выставочный центр, где ежегодно в течение недели в середине февраля проводится выставка-продажа сельскохозяйственной и машиностроительной продукции. Здесь спланированы микрорайоны: рисовые чеки по 100 кв. м и такие же участки для других сельскохозяйственных культур, возделываемых в регионе. Для демонстрации на этих участках выращены разные сорта риса, сои, кукурузы, многолетних трав различных селекционных центров и фирм. Кроме того, проведены посевы для демонстрации различных технологий, полива, удобрений, средств защиты, которые предлагают разные фирмы, работающие в сельском хозяйстве: BASF, Bayer, Pioneer и др.

У каждой демонстрационной площадки построены навесы от солнца и дождя, где специалисты рассказывают посетителям о своих достижениях. Для нашей группы была одна сложность – языковая. Очень немногие местные специалисты говорили на английском. Поэтому в большинстве случаев слушали их сообщение через переводчика, а это удлиняло время доклада.

На специальных огороженных участках с различными травами паслись разные породы КРС и овцы. На отдельных площадках выставлена техника производителей, работающих в Бразилии: комбайны, трактора, сеялки, наборы сельхозорудий.

Здесь же мы увидели минисамолет и разные типы дронов, которые используют в сельском хозяйстве страны. Все они местного производства. Эти авиамашин в качестве топлива используют технический этанол, который производят из отходов переработки сельскохозяйственной продукции.

Вся эта демонстрация сельскохозяйственных достижений организована для специалистов и многочисленных фермеров региона, которые посещают выставку не только для осмотра, но и заключения договоров на приобретение необходимой продукции.

В заключении конференции был организован вечерний круглый стол, модератором которого выступил известный уругвайский ученый профессор Гонзало Зорилла. На заседании подвели итоги конференции. Представители делегаций с каждого континента обозначили круг проблем, существующих в рисоводстве своих регионов, высказали

благодарности, замечания и пожелания организаторам этого мероприятия. В нашем выступлении мы повторили приглашение коллегам, сделанное в докладе, прибыть в г. Краснодар в 2021 г. на Международную конференцию по рису, приуроченную к 90-летию ВНИИ риса.

Перед закрытием круглого стола было объявлено, что очередная 8th ITRC-2024 будет проводиться в США, штате Луизиана, на Научно-исследовательской станции риса.

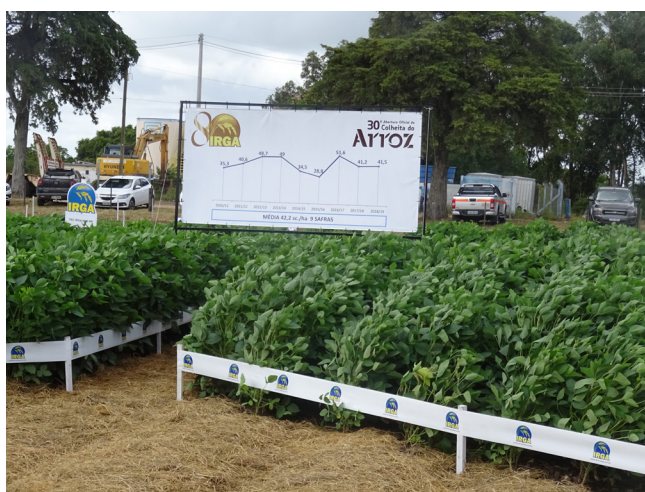
Материалы конференции 7th ITRC-2020 – доклады и постерные сообщения – размещены на сайте: <https://itrconference2020.com/downloads/Proceedings-7th-ITRC.pdf>

Г.Л. Зеленский, ФГБНУ «ФНЦ риса»,
О.В. Зеленская, ФГБОУ ВО
«Кубанский ГАУ им. И.Т. Трубилина»
– участники конференции











DOI 10.33775/1684-2464-2020-46-1-59-63
УДК 631.8:635.652

В. Н. Чижилов, канд. с.-х. наук,
Р. С. Шарифуллин, канд. с.-х. наук,
И. В. Козлова
О. И. Слепцова
г. Краснодар, Россия

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК МОЛИБДЕНОВЫМ И ФОСФОРНО-КАЛИЙНЫМ УДОБРЕНИЯМИ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ПОЛИВЕ НА ПОСЕВАХ ЛУЩИЛЬНОЙ ФАСОЛИ

Актуальность исследований по культуре фасоли обусловлена возрастающим спросом на семена фасоли сортов, пригодных к современным технологиям производства и переработки. Для обеспечения возрастающих потребностей в сырье необходимо промышленное производство фасоли. Одним из методов производства семян является применение минеральных удобрений и подкормок на посевах фасоли. Минеральное удобрение, вносимое в почву, обеспечивает питание растений на протяжении всего периода вегетации. Особенно эффективны удобрения при орошении и внесении их в рядки высеваемой культуры. Этим повышается коэффициент использования питательных веществ. В условиях полевого опыта изучено влияние удобрений Молибион и Экотемп-универсал. Во время вегетации осуществлялось опрыскивание молибденовым (Молибион) и фосфорно-калийным (Экотемп-универсал) удобрениями. Молибион положительно повлиял на завязываемость бобов, а Экотемп-универсал увеличил массу 1000 зёрен. Препарат Молибион увеличил высоту куста в сравнении с фоном соответственно для этих сортов на 2,70 см и 2,35 см, а Экотемп на 1,60 см и 1,75 см. Стоит отметить, что накопление крахмала в зёрнах фасоли зависело от уровня минерального питания. На контроле (без удобрений) содержание его было в два раза меньше (17,82 – 18,36 %) чем на удобренных вариантах (33,16 – 36,14 %) обеих сортов. Сорт Снежана на всех вариантах опыта по продуктивности превзошел средне раннеспелый сорт Южанка за счет большего количества бобов на растении.

Ключевые слова: сорта фасоли Снежана, Южанка, капельный полив, некорневые подкормки, удобрения Молибион, Экотемп-универсал.

EFFICIENCY OF FOLIAR APPLICATION WITH MOLYBDENUM AND PHOSPHORUS-POTASSIUM FERTILIZERS FOR DRIP IRRIGATION ON SEEDS OF HARICOT BEAN

The relevance of research on bean crops is due to the increasing demand for bean seeds of varieties suitable for modern production and processing technologies. To meet the increasing demand for raw materials, industrial production of beans is necessary. One of the methods of seed production is the use of mineral fertilizers and top dressing on bean crops. Mineral fertilizer applied to the soil provides plant nutrition throughout the growing season. Fertilizers are especially effective during irrigation and their inclusion in the rows of the sown crop. This increases the utilization of nutrients. Under the conditions of field experiment, the effect of fertilizers Molybion and Ecotemp-universal was studied. During the growing season, molybdenum (Molybion) and phosphorus-potassium (Ecotemp-universal) fertilizers were sprayed. Molybion had a positive effect on the setting of beans, and Ecotemp Universal increased the mass of 1000 grains. The drug Molybion increased the height of the bush compared to the background for these varieties by 2.7 cm and 2.35 cm, respectively, and Ecotemp by 1.6 cm and 1.75 cm. It should be noted that the starch accumulation in the beans was dependent on the level of mineral nutrition. On the control (without fertilizers) its content (17.82-18.36 %) was two times less than on fertilized varieties (33.16 - 36.14 %) of both varieties. Variety Snezhana in all variants of the productivity experiment exceeded the mid-early ripening variety Yuzhanka due to the greater number of beans on the plant.

Key words: bean varieties Snezhana, Yuzhanka, drip irrigation, foliar applications, fertilizers Molybion, Ecotemp Universal.

Введение

Овощеводство одна из важных и перспективных отраслей сельского хозяйства в Краснодарском крае. В связи с политическими и экономическими процессами в мире в минувшие пять-семь лет, введением экономических санкций и пр. в регионе реализуется программа импортозамещения в сфере производства сельскохозяйственной продукции, в том числе и для овощеводства. Для эффектив-

ного импортозамещения необходимо обеспечить товаропроизводителей посевным материалом отечественных сортов и гибридов овощей не менее чем на 80 %.

Актуальность исследований по культуре фасоли обусловлена возрастающим спросом на семена фасоли сортов, пригодных к современным технологиям производства и переработки. На юге селекция фасоли ведется только в «ФНЦ риса».

Проведённые исследования по семеноводству позволяют оптимизировать производство семян и их качество, выявить влияние некорневых подкормок на семенную продуктивность зерновой фасоли.

Фасоль широко известна и популярна на всех континентах земного шара. В последнее время интерес к фасоли постоянно растёт и не только у огородников и дачников, но и у перерабатывающей промышленности Кубани. Для обеспечения возрастающих потребностей в сырьё необходимо промышленное производство фасоли.

Фасоль среди всех зернобобовых культур наиболее требовательна к плодородию почвы. Это объясняется тем, что около 90 – 95 % потребляемых растением питательных веществ поглощается из почвы в очень короткий период, примерно за 60 – 70 дней считая от фазы всходов [5, 7, 10]. Одним из методов повышения производства семян является применение минеральных удобрений и подкормок на посевах фасоли.

Цель исследований

Изучить влияние некорневых подкормок жидким молибденсодержащим и фосфорно-калийным удобрениями на продуктивность сортов зерновой фасоли селекции ФГБНУ «ФНЦ риса» Снежана и Южанка для эффективного ведения семеноводства в условиях центральной зоны Краснодарского края.

Материалы и методы

Опыты закладывали в полевых условиях на территории опытного участка ФГБНУ «ФНЦ риса» в соответствии с «Методикой полевого опыта в овощеводстве», статистическая обработка результатов опытов – по Доспехову Б.А. и Дзюбе В.А. [1, 2, 3, 6, 8].

Материалом исследований послужили 2 сорта фасоли зерновой: Снежана среднего срока созревания и Южанка среднераннего срока созревания. Агротехнические работы на опытном поле выполнялись в соответствии с рекомендациями [4, 9, 10].

Семена фасоли были высеяны 24 апреля. Перед посевом семена прогревали при температуре 55°C в течение 5 часов, что позволило значительно повысить их энергию прорастания. Посев ручной, по ленточной схеме (90 + 50) / 2 x 9 - 10 см. Норма высева семян фасоли луцильной – 100 -120 кг/га (130-150 г/дел.). Полив - капельный, предшественник – озимая пшеница. Всходы получены 19 – 20 мая. В опыте изучали действие некорневых подкормок двумя удобрениями: фосфорно-калийным «Экотемп-универсал» (Экотемп) и молибденсодержащим «Молибион». Поликомпонентное удобрение Экотемп для листовых подкормок растений, представляющее собой внутрикомплексное металлоорганическое соединение в жидкой форме с высокой растворимостью и доступностью для растений. Состав (грамм/литр): Фосфор - 45; Калий - 75; Магний – 2 и микроэлементы в оптимальном соотношении.

Молибион (содержание молибдена – 8 %) представляет собой жидкое микроудобрение со сниженным риском фитотоксичности, на основе молибдена, предназначенное для повышения симбиотической азотфиксации, предотвращения дефицита молибдена, прежде всего у таких культур (растений-индикаторов), которые наиболее чувствительны к недостатку этого элемента: люцерна, клевер, горох, бобы, соя, вика, люпин, рапс, кочанная и цветная капуста, огурцы, дыня и арбуз, томат, салат, шпинат. При дефиците молибдена в почве (а также на кислых почвах), применение Молибиона актуально и высокоэффективно на всей группе зерновых культур.

Обработку растений препаратами Молибион и Экотемп проводили дозами 0,33 л/га в фазы стеблевания, бутонизации и образования бобов. Норма расхода рабочего раствора составляла 300 л/га.

Удобрение ($N_{30}P_{30}K_{30}$ – азофоска) вносилось локально, в борозды, сделанные под посев. Для учета урожая семян фасоль убирали вручную. Для биометрического анализа отбирали по 20 растений с каждой делянки опыта. После высыхания стеблевой массы проводили биометрический анализ растений, при этом фиксировали следующие признаки: высота куста и прикрепления нижнего боба относительно поверхности почвы, количество бобов на одном растении, количество семян в бобе и масса 1000 зёрен.

Результаты и обсуждение

Результаты исследований показали, что семенная продуктивность сортов фасоли при применении некорневых подкормок в условиях капельного орошения изменялись под воздействием препаратов Молибион и Экотемп (табл. 1).

На контроле, без внесения удобрений, сорт Снежана по продуктивности превзошёл раннеспелый сорт Южанка на 6,07 г/растение за счет большего количества бобов на растении. Причем превалирование наблюдалось на всех вариантах опыта. Вместе с тем среднее количество зёрен в бобе и масса 1000 зёрен у сорта Южанка были выше.

На варианте с предпосевным внесением $N_{30}P_{30}K_{30}$ в рядки, продуктивность сортов увеличилась практически в два раза. Произошло это за счет возрастания показателей всех элементов структуры урожая.

Некорневое применение Молибиона на фоне $N_{30}P_{30}K_{30}$ способствовало увеличению количества бобов на растении для сорта Снежана на 20,3 %, а для сорта Южанка на 19,4 %. Так же наблюдалось некоторое увеличение массы 1000 зёрен у сорта Снежана на 2,2 %, а у сорта Южанка снижение на 4,3 %.

Количество зёрен в бобе у обоих сортов практически не изменялось по всем вариантам опыта. В итоге продуктивность растений фасоли увеличилась у сорта Снежана на 6,23 г/растение, а у сорта Южанка на 3,74 г/растение.

Таблица 1. Влияние некорневых обработок на продуктивность зерновой фасоли сортов Снежана и Южанка

Вариант	Количество бобов на растении, шт.	Количество зерен в бобе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Продуктивность, г/растение	Отклонения от контроля / фона, + г/растение
Сорт Снежана					
1.Контроль (без удобрений)	20,1	2,12	409	17,43	- / -
2. N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ – фон	27,6	2,26	493	30,75	13,32 / -
3. Фон + Молибион	33,2	2,21	504	36,98	19,55 / 6,23
4. Фон + Экотемпл	27,1	2,25	527	32,13	14,70 / 1,38
HCP ₀₅				2,21	
Сорт Южанка					
1.Контроль (без удобрений)	10,4	2,32	471	11,36	- / -
2. N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ – фон	15,41	2,63	538	23,35	11,99 / -
3. Фон + Молибион	19,7	2,67	515	27,09	15,73 / 3,74
4. Фон + Экотемпл	18,6	2,37	605	26,67	15,31 / 3,32
HCP ₀₅				2,03	

Препарат Экотемпл практически не повлиял на количество бобов на растениях и на количество зёрен в бобах. Вместе с тем, наблюдается увеличение массы 1000 зёрен у сорта Снежана на 6,9 %, а у сорта Южанка на 12,4 %. За счет этого признака продуктивность растений сорта Южанка увеличилась достоверно на удобренном фоне на 3,32 г/растение, а у сорта Снежана только на 1,38 г/растение.

Высота куста на контроле (без удобрений) составила у сорта Снежана 41,6 см, а у сорта Южанка 34,5 см. Применение сложного минерального удобрения в рядки (вариант 2) увеличило этот показатель соответственно на 46,0 и 48,2 см. Препарат Молибион увеличил высоту куста в сравнении с фоном соответственно для этих сортов на 2,70 см и 2,35 см, а Экотемпл на 1,60 см и 1,75 см.

Прикрепление нижнего боба относительно поверхности почвы у обеих сортов не имело четкой связи с применяемыми удобрениями и колебалось в пределах 19-28 см.

Зависимости между нормами вносимых удобрений, применением полива и биохимическими показателями качества зерна фасоли не установлено (табл. 2).

Содержание сухого вещества в зерне находилось в пределах 90,62 – 91,12 %, общего сахара 4,36 – 6,26 %, крахмала 17,82 – 36,14 %, моносахаров 0,17 – 0,24 %, белка 21,3 – 21,9 % аскорбиновой кислоты 8,17 – 9,26 мг/%.

Обращает на себя внимание зависимость накопления крахмала в зёрнах фасоли от фона минерального питания. На контроле (без удобрений) содержание его (17,82 – 18,36 %) было в два раза

Таблица 2. Биохимическая характеристика зерна сортов фасоли

Вариант	Сухое ве- щество, %	Содержание биохимических веществ в зерне фасоли, %				
		крахмал	общий сахар	моноса- хара	белок	аскорбиновая кислота, мг %
Сорт Снежана						
1.Контроль (без удобре- ний)	90,67	18,36	5,66	0,23	21,3	8,26
2. N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ – фон	90,62	35,85	6,08	0,23	21,6	8,71
3. Фон+Молибион	90,83	35,62	6,26	0,24	21,8	8,86
4. Фон+Экотемп	90,74	36,14	6,15	0,24	21,6	8,82
Сорт Южанка						
1.Контроль (без удобре- ний)	90,82	17,82	4,53	0,17	21,3	8,17
2. N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ – фон	91,06	33,16	4,36	0,20	21,9	8,51
3. Фон+Молибион	91,12	34,03	4,58	0,21	21,4	8,53
4. Фон+Экотемп	91,05	33,36	4,62	0,20	21,5	8,46

меньше чем на удобренных вариантах (33,16 – 36,14 %) обоих сортов.

Выводы

На основании проведенных исследований можно заключить, что сорт Снежана превосходит средне раннеспелый сорт Южанка по продуктивности за счет большего количества бобов на одном растении. Вместе с тем семена сорта Южанка отличаются большей массой 1000 зерен.

Препарат Молибион положительно влияет на завязываемость бобов изучавшихся сортов фа-

соли, повышая их продуктивность. В свою очередь препарат Экотемп увеличивает выполненность зёрен фасоли, что выражается в увеличении массы 1000 зёрен. В итоге сорт Снежана в наибольшей степени реагирует на применение Молибиона увеличением продуктивности на 6,23 г/растение или на 20,3 %. На продуктивность сорта Южанка оба препарата влияют примерно одинаково, увеличивая её соответственно на 3,74 г/растение и 3,32 г/растение или на 16,0 % и 14,2 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белик, В.Ф. Методика физиологических исследований в овощеводстве и бахчеводстве. / В.Ф. Белик. – М.: 1970. – 210 с.
2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. / Б.А. Доспехов. – М: Колос, 1979. – 416 с.
3. Дзюба, В.А. Многофакторные опыты и методы биометрического анализа экспериментальных данных. / В.А. Дзюба. //Методическое пособие. – Краснодар, 2007. – 76 с.
4. Гаркуша, С.В. Каталог сортов риса и овощебахчевых культур кубанской селекции / С.В. Гаркуша, В.С. Ковалёв, Г. Л. Зеленский, М.А. Скаженник и др. – Краснодар: «ЭДВИ», 2016. – 160 с.
5. Кидин, В.В. Практикум по агрохимии. / В.В. Кидин и др. – М.: Колос, 2008. – 600 с.
6. Литвинов, С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. / С.С. Литвинов. – М., 2011. - 648 с.
7. Макрушин, Н.М. Семеноводство (методология, теория, практика) / Н.М. Макрушин, Е.М. Макрушина, Р.Ю. Шабанов и др. – Симферополь: ИТ «Ареал», 2012. – 564 с.
8. Методика Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. М.: Сельхозиздат, 1985. – 243 с.
9. Самодуров, В.Н. Технология выращивания фасоли в условиях Краснодарского края: рекомендации / В.Н. Самодуров, А.И. Грушанин, А.С. Дмитриева и др. - Краснодар, 2009. – 15 с.
10. Шеуджен, А. Х. Питание и удобрение зерновых и бобовых культур. / А.Х. Шеуджен. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – 56 с.

REFERENCES

1. Belik, V.F. Methodology of physiological studies in vegetable growing and melon growing / V.F. Belik. – M.: 1970. – 210 p.
2. Dospekhov, B.A. Methods of field experiment. / B.A. Dospekhov. – M: Kolos, 1979. – 416 p.
3. Dzyuba, V.A. Multivariate experiments and methods of biometric analysis of experimental data / V.A. Dzyuba. // Guidelines - Krasnodar, 2007. – d 76 p.
4. Garkusha, S.V. The catalog of rice varieties and vegetable and melon crops of Kuban breeding. Team of authors. - Krasnodar: "EDVI", 2016. - 160 p.
5. Kidin, V.V. Workshop on agrochemistry. / V.V. Kidin et al. - M.: Kolos, 2008. – 600 p.
6. Litvinov, S.S. Methods of field experiment in vegetable growing. / S.S. Litvinov. - M., 2011. – 648 p.
7. Makrushin, N.M. Seed production (methodology, theory, practice) / N.M. Makrushin, E.M. Makrushina, R.Yu. Shabanov et al. - Simferopol: IT "Areal", 2012. - 564 p.
8. Methodology of the State Commission for variety testing of agricultural crops. M.: Selkhozizdat, 1985. – 243 p.
9. Samodurov, V.N. The technology of growing beans in the conditions of Krasnodar region: recommendations / V.N. Samodurov, A.I. Grushanin, A.S. Dmitrieva et al. - Krasnodar, 2009. - 15 p.
10. Sheudzhen, A. Kh. Nutrition and fertilizing of grain and legume crops. / A.Kh. Sheudzhen. - Krasnodar: KubSAU, 2012. – 56 p.

Чижигов Виталий Николаевич

Ведущий научный сотрудник лаборатории агрохимии и почвоведения
E-mail: agrohimi-vt@yandex.ru

Шарифуллин Раис Саидович

Старший научный сотрудник лаборатории агрохимии и почвоведения
E-mail: sharifullinrais@yandex.ru

Козлова Ирина Викторовна

Младший научный сотрудник отдела овощекртофелеводства
E-mail: arri_kub@mail.ru

Слепцова Оксана Ивановна

Младший научный сотрудник лаборатории агрохимии и почвоведения

E-mail: arri_kub@mail.ru

Все: ФГБНУ «ФНЦ риса»

Белозерный, 3, Краснодар, 3500921, Россия

Chizhikov Vitaliy Nikolaevich

Leading researcher of laboratory of agrochemistri and soil studies
E-mail: agrohimi-vt@yandex.ru

Sharifullin Rais Saidovich

Senior scientist of laboratory of agrochemistri and soil studies
E-mail: sharifullinrais@yandex.ru

Kozlova Irina V.

Junior Scentist of laboratory of melon and onion crops, vegetable and potato production
E-mail: arri_kub@mail.ru

Sleptsova Oksana I.

Junior scientist of laboratory of agrochemistri and soil studies

E-mail: arri_kub@mail.ru

All: FSBSI «FSC of rice»

3 Belozerny, Krasnodar, 3500921, RF

DOI 10.33775/1684-2464-2020-46-1-64-70
УДК 635.61: 631.531.04

С. В. Королева, канд. с.-х. наук,
В. Э. Лазько, канд. с.-х. наук,
И. В. Козлова,
О. В. Якимова,
Н. В. Шуляк,
г. Краснодар, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬЧИРУЮЩЕЙ ЧЕРНОЙ ПОЛИМЕРНОЙ БИОРАЗРУШАЕМОЙ ПЛЕНКИ ФИРМЫ BASF НА ОВОЩНЫХ И БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУРАХ

Мульчирование почвы при возделывании многих культур является важным агротехническим приемом, регулирующим водный, воздушный и тепловой режимы почвы. Кроме того, применение мульчи позволяет снизить затраты на борьбу с сорной растительностью и повышает экологичность. В промышленных масштабах для мульчирования почвы используют традиционные полимерные пленки и нетканые материалы. Новым направлением является применение цветных, фотоселективных и биоразлагаемых пленок, каждая из которых имеет свои достоинства, по сравнению с обычной пленкой. Особый интерес для производства овощей представляет биоразлагаемая пленка. Цель исследований – выявить эффективность мульчирования почвы биоразлагаемой черной пленкой фирмы BASF на посевах и посадках овощебахчевых культур. Опыты закладывались на 3 культурах: дыня, перец сладкий, томат, на капельном орошении. Получены результаты по температурному балансу на поверхности почвы и в зоне залегания основной массы корней. Отмечена эффективность применения пленки в сглаживании температурных колебаний, защите корневой системы растений от перегрева и создании благоприятных условий по увлажнению. Мульчирующая пленка препятствовала испарению поливной влаги и обеспечивала подавление роста сорняков, исключая необходимость проведения прополки в рядах. Анализ полученных результатов, показал достоверное увеличение урожайности томатов на 21,4 %, перца сладкого в первом сборе плодов на 98,4 % и к общей урожайности на 75,4 %, у сортов дыни превышение составило от 12,6 до 26,3 %. У всех изучаемых культур мульчирование способствовало ускорению созревания урожая на 8-12 дней и повышению выносливости растений к биотическим стрессорам. К концу вегетации полимерная пленка потеряла пластичность и начала разрушаться, не создавая помех при проведении агротехнических мероприятий по уходу за почвой.

Ключевые слова: мульчирующая пленка, разрушающийся полимер, температура, томат, перец сладкий, дыня, сорт, урожай.

APPLICATION OF THE MULCHING BLACK POLYMERIC BIODEGRADABLE BASF FILM ON VEGETABLE AND MELON CROPS

Mulching the soil during the cultivation of many crops is an important agricultural technique that regulates the water, air and thermal conditions of the soil. In addition, the use of mulch can reduce the cost of weed control and increases environmental friendliness. On an industrial scale, traditional polymer films and non-woven materials are used to mulch the soil. A new direction is the use of color, photo-selective and biodegradable films, each of which has its own advantages, compared with a conventional film. Of particular interest for the production of vegetables is biodegradable film. The purpose of the research was to reveal the effectiveness of applying the mulching of the soil with BASF biodegradable black film on crops and plantings of vegetable and melon crops. The experiments were laid on 3 crops: melon, sweet pepper, tomato, on drip irrigation. The results are obtained on the temperature balance on the soil surface and in the zone of occurrence of the bulk of the roots. The effectiveness of applying the film in smoothing temperature fluctuations, protecting the root system of plants from overheating and creating favorable conditions for moisturizing is noted. The mulching film prevented the evaporation of irrigation moisture and suppressed weed growth, eliminating the need for weeding in rows. The analysis of the results showed a significant increase in tomato yield by 21.4%, sweet pepper in the first harvest by 98.4% and the total yield by 75.4%, in melon varieties the excess was 12.6 ... 26.3%. In all studied crops, mulching contributed to the acceleration of crop ripening by 8-12 days and increased plant endurance to biotic stressors. By the end of the growing season, the polymer film lost its plasticity and began to collapse, without interfering with the implementation of agricultural technical measures for soil care.

Key words: mulching film, collapsing polymer, temperature, tomato, sweet pepper, melon, variety, yield.

Введение

В современном овощеводстве мульчирование почвы посевов и посадок стало стандартной процедурой. В промышленных масштабах для мульчирования почвы используют традиционные по-

лимерные пленки и нетканые материалы [3, 4, 6]. Наиболее часто данный прием применяется на культурах томата, огурца, перца сладкого, дыни. Пленка создает благоприятный температурный режим почвы и приземного слоя воздуха, способ-

ствуется сохранению почвенной влаги, улучшает физические свойства почвы и усиливает биохимические процессы в ней. Это наиболее эффективный агроприем для сдерживания развития сорняков, препятствия контакту урожая с почвой, обеспечения высокой товарности продукции. Основным недостатком использования полимерной пленки является значительный период распада и как следствие засорение полей. Выполнение послеуборочных мероприятий по удалению пленки с участков затруднены из-за растительных осадков. Остатки мульчирующего материала цепляются и наматываются на рабочие органы сельскохозяйственных орудий, снижая качество проводимых агромероприятий [2, 3]. Новым направлением является применение цветных, фотоселективных и биоразлагаемых пленок, каждая из которых имеет свои достоинства, по сравнению с обычной пленкой. Особый интерес для производства овощей представляет биоразлагаемая пленка [1, 7].

Фирма BASF предлагает использовать полимерную биоразлагаемую пленку, изготовленную на основе кукурузного крахмала и органических кислот, которая к концу сезона, благодаря активности почвенных бактерий, теряет пластичность и разрушается на воздухе и в почве.

Цель исследований

Выявить эффективность применения биоразлагаемой черной пленки фирмы BASF для мульчирования почвы на посевах и посадках овощебахчевых культур.

Материалы и методы

Производственный опыт проводили на селекционно-семеноводческом участке овощебахчевых культур ФГБНУ «ФНЦ риса» на перце сладком Медовой F₁, томате сорта Рокер и сортах дыни Таманская, Стрельчанка и Славия. Для мульчирования почвы использовали черную пленку фирмы BASF толщиной 10 микрон и шириной 100 см. С помощью культиватора-окучника нарезали борозды, с расстоянием между бороздами 70 см. По центру грядки укладывали капельную ленту с расстоянием между эмитерами 35 см. Пленку раскатывали и крепили, присыпая почвой в бороздах (рис. 1).

Для изучения влияния мульчирования почвы черной полимерной быстро разрушаемой пленкой фирмы BASF на продуктивность растений томата закладывали два варианта опыта: фон (N₃₀ P₃₀ K₃₀) и N₃₀ P₃₀ K₃₀+ мульча пленкой. В каждом варианте опыта площадь учетной делянки – 33 м². Повторность – трехкратная. Общая площадь под опытами на томате – 0,19 га. Размещение делянок систематическое. Способ выращивания рассады – кассетный. Выращивание рассады – в пленочной теплице с аварийным обогревом. Для выращивания 30-35-дневной рассады применяли кассеты с 64 ячейками. Посев семян в кассеты провели 8 апреля. Глубина заделки 1,5-2 см. Подкормку рассады проводили через каждые 7-10 дней комплексным

удобрением «Terraflax» из расчета 20г/10л. Высадка рассады в открытый грунт – 25 мая. Схема посадки рассады в поле – (90+50) x 30 см, количество растений на га – 47,6 тыс. штук.



Рисунок 1. Укладка и закрепление пленки

Для закладки опытов на рассадной культуре сладкого перца использовали кассетный способ выращивания рассады в кассетах № 96. Выращивание рассады – в пленочной теплице с аварийным обогревом. Высадка рассады в открытый грунт – 25 мая. Перед раскладкой пленки вносили минеральное удобрение нитроаммофоску (N₁₆ P₁₆ K₁₆). Норму внесения минеральных удобрений N₆₀ P₆₀ K₆₀ кг д. в./га (по 375 кг/га физических туков). Перед посадкой и сразу после высадки рассады опытные делянки были политы через капельную систему. Учетная площадь делянки 5 м², повторность 3-х кратная с рендомизированным размещением делянок. Схема посадки – (90+50) x 30 см, количество растений на га – 47,6 тыс.шт. Сбор урожая провели: 25.07, 14.08 и 5.09. При этом учитывали массу стандартных плодов с делянки, количество плодов и количество здоровых учетных растений на делянке.

Для бахчевых и тыквенных культур учетная площадь делянки составляла 60 м², повторность опыта 3-кратная. Площадь питания одного растения во всех питомниках – 2 м² (2,0 x 1,0). Посев осуществлен семенами категории ОС (селекционный материал), вручную с 5 по 8 мая, при прогреве почвы на глубине 10 см – 16 °С, прорезали окно в

пленке и после бросали семена, присыпая почвой. На делянку высевалось 5-10 г семян. Густота посева из расчета 5 тыс. штук растений на гектар. Повторность в опыте 3-х кратная (ряд делянка). Длина делянки 70 м. Минеральное удобрение нитроаммофоска ($N_{16}P_{16}K_{16}$) вносили перед раскладкой пленки. Норма внесения минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ кг д. в./га (по 375 кг/га физических туков). Расположение вариантов рендомизированное. Объектом исследований были сорта арбузов, дыни и тыквы селекции института.

Закладку опытов и проведение исследований проводили по методике полевого опыта в овощеводстве [4]. Агротехника выращивания бахчевых культур на опытных участках – в соответствии с разработанными рекомендациями в отделе овощеводства ФГБНУ «ФНЦ риса» [6]. В лабораторных условиях проверяли посевные качества семян по ГОСТу 12038-84. Статистическая обработка полученных данных проведена согласно методическим рекомендациям А.В. Дзюбы и А.Х. Шенджену [3, 5].

Результаты и обсуждение

Погодные условия периода вегетации овощных и бахчевых культур в 2019 году были экстремальными. Они имели скачкообразный характер:

сильное переувлажнение почвы в начале вегетации сменялось засушливым периодом; высокая температура воздуха во время цветения сменялась низкой в период налива и созревания плодов. Обильное выпадение осадков 5 - 6 июня, сопровождающееся шквалистым ветром и градом нанесли урон посадкам томата, перца сладкого, арбуза, дыни и тыквы (посадки в течении двух суток были затоплены водой, были отбиты листья, цветочные кисти, поломаны верхушки растений) (рис. 2). На бахчевых культурах повреждения были более значительными, особенно после повторного градобоя 10 июня. Размер кристаллов льда достигал 3-4 см в диаметре. Более 50 % растений бахчевых и тыквенных культур были уничтожены (рис. 3). При таких потерях было экономически не целесообразно продолжать выращивание культур. При появлении первой возможности провели летний посев (15 июня) ранне-спелыми сортами.

Применение мульчирования черной полимерной пленкой значительно влияло на температурный баланс почвы. Результаты измерения температуры воздуха и почвы показаны на графике (рис. 4). Практически всегда температура на поверхности пленки была выше, чем на поверхности не укрытой



Рисунок 2. Повреждение растений томата после прохождения ливневого дождя и града, 2019 г.



Рисунок 3. Повреждения градом на посевах арбуза, 2019 г.

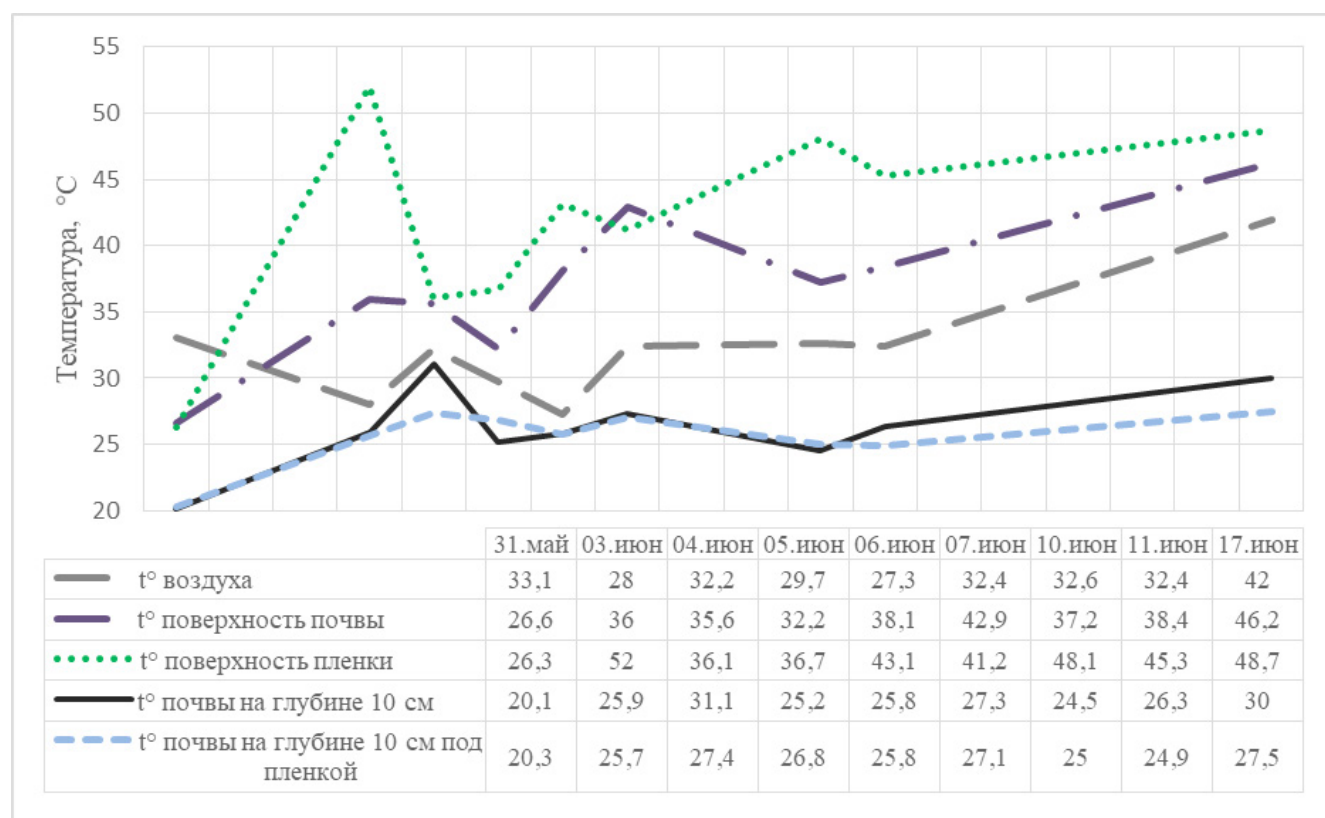


Рисунок 4. Влияние мульчирования почвы черной полимерной пленкой фирмы BASF на динамику температуры воздуха и почвы, 2019 г.

почвы, особенно в ясные безоблачные дни. Однако почва под мульчей на глубине 10 см всегда оставалась менее прогретой, разница доходила до 5,7 °C и имела меньшую амплитуду колебания температуры, так как значительная часть тепла отражалась от поверхности пленки. Мульчирующий экран защищал от перегрева зону размещения основной массы корней. Пленка обеспечивала более комфортный для корневой системы температурный режим. Исключалось испарение поливной влаги с поверхности почвы, что существенно влияло на влагообеспеченность растений. Мульчирующая черная пленка полностью подавляла рост сорняков, исключая прополку в рядах.

Анализ полученных результатов показал, что мульчирование почвы черной саморазрушаемой пленкой не влияло на сроки и продолжительность прохождения фаз вегетации у томата со-

рта Рокер (цветение наступило 3 июня, а начало созревания 22 июля), но при этом существенно повлияло на рост и плодообразование растений (табл. 1).

Применение мульчирующей пленки способствовало удлинению главного стебля на 10,2 %. Это способствовало образованию новых боковых побегов и цветочных кистей (на 2,9 %). На растениях сформировалось большее количество листьев (на 3,9 шт.). К уборке урожая на каждом растении сформировалось на 11,8 % больше плодов томата, чем в контрольном варианте.

В результате улучшения температурных условий и влагообеспеченности в почве, благодаря применению мульчирования черной полимерной быстро разрушаемой пленкой фирмы BASF, повышалась продуктивность растений и урожайность томата (табл. 2).

Таблица 1. Биометрические показатели томата сорта Рокер при использовании черной мульчирующей пленки, 2019 г.

Вариант	Длина главного стебля, см	Количество			
		боковых побегов, шт.	листьев, шт.	кистей, шт.	плодов, шт.
контроль	45,67	6,72	36,1	14,80	21,00
пленка	50,31	6,91	40,0	15,23	23,48
НСП ₀₅	3,21	0,15	0,96	0,32	1,56

Таблица 2. Продуктивность и урожайность томата сорта Рокер при использовании мульчирующей пленки, 2019 г.

Вариант	Средняя масса плода, г	Продуктивность 1 растения		Урожайность		
		кг	прибавка +/- к контролю, кг	т/га	прибавка +/- к контролю	
					т/га	%
Контроль	22,2	0,466	-	19,01	-	-
Пленка	24,1	0,566	0,100	23,09	4,08	21,36
НСП ₀₅	0,6	0,041		2,31		

Таблица 3. Влияние мульчирующей пленки на продуктивные признаки растений гибрида Медовой F₁, 2019 г.

Вариант	Продуктивность растения за первый сбор, кг	Ранняя урожайность, т/га	Общая продуктивность, кг/растение	Общая урожайность, т/га	Средняя масса плода, г	Прибавка к контролю			
						по ранней продуктивности, %	по ранней ур-ти, %	по общей продуктивности, %	по общей урожайности, %
Контроль	0,128	4,16	0,73	17,73	104	-	-	-	-
Мульча	0,254	11,35	1,17	31,10	102	98,4	172,8	60,3	75,4
НСП ₀₅	0,086		0,194						

Урожайность томата в текущем году в связи с экстремальными погодными условиями была невысокой и составила 19,1 т/га в контрольных вариантах. Применение черной полимерной быстро разрушаемой пленки фирмы BASF создало комфортные условия для корневой системы растений, вследствие чего возросла продуктивность растений на 0,1 кг/растение и повысилась урожайность томата на 4,08 т/га (21,36 % к контролю).

Перец сладкий – культура, требовательная к температуре почвы в период приживаемости рассады. Создание более оптимальных условий по увлажнению и температуре почвы в этот период обеспечивает ускорение приживаемости рассады и дальнейшего развития, что повлияло на ускорение формирования первых плодов. Из таблицы 3 следует, что продуктивность растения за первый сбор в варианте с мульчей почти в 2 раза превысила контрольный вариант. Урожайность плодов зависит от количества растений на единице площади и продуктивности растений. Надо отметить, что в результате 2-х стрессовых факторов: градобоя в июне и эпифитотийного развития вирусных заболеваний и столбура, уже к 1-й уборке количество здоровых растений составило в контроле 59,7 %, в варианте с мульчирующей пленкой – 93,8 %. В итоге, ранняя урожайность в контроле составила 4,16 т/га, а в варианте с пленкой – 11,35 т/га (табл. 3). Прибавка к контролю – 172,8 %. Ко 2 и 3 уборке количество здоровых растений на вариантах не было столь контрастным и составило в контроле – 45,8 % и в варианте с пленкой – 39,1 %.

В итоге, общая продуктивность растений гибрида в варианте с пленкой превысила контроль на 60,3 % и составила 1,17 кг/растение. Общая урожайность при использовании пленки составила 31,1 т/га, что превысило контроль на 75,4 %. Надо полагать, что такая высокая прибавка обусловлена 2-мя факторами: высокой чувствительностью культуры перца к неблагоприятным условиям и способностью более развитых растений в варианте с пленкой на 1-м этапе развития противостоять распространению вирусной и микоплазменной инфекции. Применение мульчирующей пленки на перце сладком способствовало формированию более высокой ранней урожайности, причем, не только за счет увеличения продуктивности, но и за счет более высокой выносливости растений к биотическим стрессорам.

По времени появления всходов на сортах дыни не было отмечено существенного преимущества применения мульчирующей пленки. Однако по дружности всходов превосходил контроль на 14-17 %. Мульчирование почвы пленкой обеспечило большее количество плодов на одном растении и с большей массой (табл. 4). Урожайность по сортам была выше на 0,05...0,78 т/га. Максимальная прибавка отмечена на сорте Таманская. Меньше всего был получен дополнительный урожай на сорте Стрельчанка. Следует отметить, что по содержанию сухих растворимых веществ (СРВ) на растениях без применения мульчирующей пленки по всем сортам был выше на 0,5...1,1 мг/%. К уборке полимерная пленка значительно потеряла пластичность и легко стала разрушаться.

Таблица 4. Урожайность сортов дыни при использовании мульчирующей пленки, 2019 г.

Сорт	Контроль				Пленка				
	кол-во плодов на 1 растении, шт.	масса 1 плода (среднее), кг	урожайность, т/га	СРВ мг/%	кол-во плодов на 1 растении, шт.	масса 1 плода (среднее), кг	урожайность, т/га		СРВ мг/%
Таманская	1,7	1,48	2,97	6,1	1,9	1,28	3,75	+26,3	5,4
для урожайности $F_{ф.41,08} > F_{теор.6,59}$; $HCP_{05} = 0,988$									
Стрельчанка	2,4	1,44	2,76	5,1	2,7	1,45	3,11	+12,7	4,6
для урожайности $F_{ф.151,46} > F_{теор.6,59}$; $HCP_{05} = 0,406$									
Славия	2,0	1,45	2,83	8,7	2,3	1,56	3,50	+23,7	7,6
для урожайности $F_{ф.98,51} > F_{теор.6,59}$; $HCP_{05} = 0,921$									

После демонтажа капельных лент поливной системы на опытных участках овощных и бахчевых культур была проведена механизированная обработка почвы – дискование и вспашка. Остатки мульчирующего материала не загрязняли почву, не цеплялись и не наматывались на рабочие органы сельскохозяйственных орудий, не снижали качество проводимых агромероприятий.

Выводы

1. Мульчирование черной пленкой защищает корневую систему от перегрева и сглаживает колебания температуры в почве. Препятствует испарению влаги и подавляет рост сорняков, исключая необходимость проведения прополки в рядах.

2. Применение черной полимерной быстро разрушаемой пленки фирмы BASF создает ком-

фортные условия для корневой системы растений, вследствие чего возросла продуктивность растений на 0,1 кг/растение и повысилась урожайность томата на 4,08 т/га

3. Применение мульчирующей пленки на перце сладком способствовало формированию более высокой ранней урожайности, причем, не только за счет увеличения продуктивности, но и за счет более высокой выносливости растений к биотическим стрессорам.

4. Применение полимерной пленки способствовало повышению урожайности сортов дыни на 12,6...23,7 %.

5. К уборке урожая пленка потеряла свою пластичность и начала разрушаться, не создавая препятствий для применения механизированной обработки почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вербицкий, А.Ю. Экологические аспекты использования биоразлагаемой мульчирующей пленки в сельском хозяйстве. / Вербицкий А.Ю., Приходько И.А. // сб. ст. по материалам 74 –й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2018 год. – Краснодар, КубГАУ, 2019г. – С. 177-180.
2. Гиш, Р.А. Овощеводство юга России: учебник/ Р.А. Гиш, Г.С. Гикало. – Краснодар: ЭДВИ, 2012. – 632 с.
3. Гончарук, Н.С. Полимеры в овощеводстве / Н.С. Гончарук. –М.: Колос, 1971. –264 с.
4. Дайканова, М.Е. Продуктивность детерминантных гибридов и влияние мульчирования почвы на формирование урожая томата в пленочных теплицах на солнечном обогреве. Автореф. дисс... канд. с/х. наук М., 2009 – 24 с.
5. Дзюб, В.А. Теоретическое и прикладное растениеводство: на примере пшеницы, ячменя и риса: науч.-метод. Пособие. – Краснодар, 2010, 475 с.
6. Караева, Э.М. Применение нетканых материалов при выращивании цветной капусты. / Караева Э.М., Мустафаев Г.М. // Проблемы развития АПК региона. – Махачкала, 2015 г. – №1(21). – С.14-17.
7. Леус, А.А. К вопросу применения биоразлагаемой мульчирующей пленки в сельском хозяйстве. / Леус, А.А Приходько И.А. // сб. ст. по материалам 74 –й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2018 год. – Краснодар, КубГАУ, 2019г. – С. 205-208.
8. Литвинов, С.С. Методика опытного дела в овощеводстве - М., 2011. – 648 с.
9. Шеуджен, А.Х. Агрохимические основы применения удобрений/ А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева, С.В. Кизинек. – Майкоп: Полиграф-Юг, 2013, - 271 с.
10. Цыбулевский, Н.И. Бахчевые культуры (рекомендации) / Н.И. Цыбулевский, Е.М. Кулиш, Л.А. Шевченко. – Краснодар: 2009. –34 с.

REFERENCES

1. Verbitsky, A.Yu. Environmental aspects of the use of biodegradable mulching film in agriculture. / Verbitsky A.Yu., Prikhodko I.A. // Collection of articles based on materials from the 74th scientific and practical conference of students based on the results of research for 2018. - Krasnodar, KubSAU, 2019 - p. 177-180.
2. Gish, R.A. Vegetable growing in the south of Russia: textbook / R.A. Gish, G.S. Gikalo. - Krasnodar: EDVI, 2012. - 632 p.

3. Goncharuk, N.S. Polymers in vegetable growing / N.S. Goncharuk. – М.: Kolos, 1971. – 264 p.
4. Daykanova, M.E. The productivity of determinant hybrids and the effect of soil mulching on the formation of tomato yield in film greenhouses under solar heating. Abstract of Ph.D. thesis, M., 2009 – 24 p.
5. Dzyuba, V.A. Theoretical and applied crop production: the example of wheat, barley and rice: Guidelines. - Krasnodar, 2010, 475 p.
6. Karaeva, E.M. The use of non-woven materials in the cultivation of cauliflower. / Karaeva E.M., Mustafaev G.M.// Problems of development of agribusiness in the region. - Makhachkala, 2015 - No. 1 (21). - p.14-17.
7. Leus, A.A. On the issue of using biodegradable mulching film in agriculture. / Leus, A.A. Prikhodko I.A. // Collection of articles based on materials from the 74th scientific and practical conference of students based on the results of research for 2018. - Krasnodar, KubSAU, 2019 - p. 205-208.
8. Litvinov, S.S. Methodology of experimental work in vegetable growing - М., 2011. - 648 p.
9. Sheudzhen, A. Kh. Agrochemical bases for the use of fertilizers / A.Kh. Sheudzhen, T.N. Bondareva, S.V. Kizinek. - Maykop: Polygraph-Yug, 2013, - 271 p.
10. Tsybulevsky, N.I. Melon crops (recommendations) / N.I. Tsybulevsky, E.M. Kulish, L.A. Shevchenko. - Krasnodar: 2009. – 34 p.

Светлана Викторовна Королева

Ведущий научный сотрудник отдела
овощекартофелеводства
E-mail: agrotransfer@mail.ru

Виктор Эдуардович Лазко

Ведущий научный сотрудник лаборатории
луковых и бахчевых культур
E-mail: lazko62@mail.ru

Нелли Владимировна Шуляк

Младший научный сотрудник отдела
овощекартофелеводства
E-mail: nellipolyakova2019@mail.ru

Ольга Владимировна Якимова

Научный сотрудник лаборатории луковых и бахчевых культур
E-mail: belyaeva12092013@yandex.ru

Ирина Викторовна Козлова

Научный сотрудник отдела
овощекартофелеводства

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

Svetlana V. Koroleva

Leading researcher of the Department of vegetable
and potato growing
E-mail: agrotransfer@mail.ru

Viktor E.Lazko

Leading researcher of the laboratory of melon and
onion crops
E-mail: lazko62@mail.ru

Nelli V. Shulyak

Junior researcher of the Department of vegetable and
potato growing
E-mail: nellipolyakova2019@mail.ru

Olga V. Yakimova

Researcher of the laboratory of melon and onion crops
E-mail: belyaeva12092013@yandex.ru

Irina V. Kozlova

Researcher of the Department of vegetable and potato
growing

All: FSBSI "FSC of rice"
3 Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia
E-mail: arri_kub@mail.ru

DOI 10.33775/1684-2464-2020-46-1-71-75
УДК 632.51:582.916.21]:633.18

О. В. Зеленская, канд. биол. наук,
г. Краснодар, Россия

СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ РОДА *LINDERNIA* ALL. НА РИСОВЫХ ПОЛЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

На рисовых полях Краснодарского края зарегистрировано два вида адвентивных сорных растений, относящихся к роду *Lindernia* (семейство *Scrophulariaceae*). *Lindernia procumbens* (Krock.) Borbas отмечалась в составе сеgetальной флоры с середины XX в. и до настоящего времени, растения встречаются спорадически, в небольшом количестве, вегетируют под слоем воды и не оказывают влияния на урожай культуры. Вид *Lindernia dubia* (L.) Pennell был впервые обнаружен, гербаризирован и идентифицирован нами в рисовых чеках в сентябре 2017 г. в двух географических точках. Наблюдения в течение трех лет показали, что численность и плотность популяции *L. dubia* ежегодно увеличивается, темпы распространения на рисовых полях возрастают. Это заносное сорное растение родом из Северной Америки в условиях Кубани обладает определенным инвазионным потенциалом, конкурирует с рисом за свет, питательные вещества и требует разработки мер по контролю его численности и ограничению распространения в агроэкосистемах и за их пределами. В ходе проведения исследований были изучены биоэкологические особенности данных видов рода *Lindernia*, характер их распространения на рисовых полях. Растения линдернии по отношению к воде – гигрофиты, как и рис, теплолюбивы, светолюбивы и отзывчивы на внесение удобрений. Экологические требования линдернии совпадают с культурным рисом и рядом засоряющих его адвентивных растений, таких как *Cyperus difformis* L., *Ammannia coccinea* Rottb. и *Ammannia auriculata* Willd., распространившихся в настоящее время на рисовых полях Краснодарского края. Это предполагает разработку комплексных мер по борьбе с этими сорными растениями.

Ключевые слова: рис, сорные растения, адвентивные растения, *Lindernia procumbens*, *Lindernia dubia*, инвазия.

WEEDS *LINDERNIA* ALL. ON THE RICE FIELDS OF KRASNODAR REGION

In the rice fields of Krasnodar region, two species of adventive weed plants belonging to *Lindernia* (family *Scrophulariaceae*) are registered. *Lindernia procumbens* (Krock.) Borbas has been observed in the composition of the segetal flora since the mid-20th century and to date, plants are found sporadically, in small quantities, vegetate under a layer of water and do not affect the crop yield. The species *Lindernia dubia* (L.) Pennell was first discovered, herbarized and identified by us in rice fields in September 2017 at two geographical points. Observations over three years showed that the number and density of the *L. dubia* population is increasing annually, and the rate of spread in rice fields is increasing. This alien weed plant native to North America in the Kuban has a certain invasive potential, competes with rice for light, nutrients and requires the development of measures to control its number and limit distribution in agroecosystems and beyond. During the research, the bioecological features of these species of *Lindernia*, the nature of their distribution in rice fields, were studied. *Lindernia* plants in relation to water are hygrophytes, like rice, are thermophilic, photophilous and responsive to fertilizer application. The ecological requirements of *Lindernia* coincide with cultivated rice and a number of adventitious plants littering it, such as *Cyperus difformis* L., *Ammannia coccinea* Rottb. and *Ammannia auriculata* Willd., currently distributed in the rice fields of Krasnodar region. This involves the development of integrated measures to combat these weeds.

Key words: rice, weeds, alien plants, *Lindernia procumbens*, *Lindernia dubia*, invasion.

Введение

Род линдерния (*Lindernia* All.) относится к семейству Норичниковые (*Scrophulariaceae*) [3, 14], однако некоторые источники относят его к семейству Линдерниевые (*Linderniaceae*) [7, 11]. Род впервые описан итальянским ученым, профессором ботаники Туринского университета Карло Аллиони в 1766 г. В настоящее время к этому роду относят около 100 видов, широко распространенных как в тропической, так и в умеренной зонах [10]. Большинство известных видов линдернии встречаются в естественных условиях в Африке и Юго-Восточной Азии, некоторые – в юго-восточной части Северной Америки, на Карибских островах и в Евразии.

Растения линдернии приурочены к берегам водоемов с илистой или песчаной почвой и к заболоченным местам. Помимо этого, некоторые виды линдернии, такие как *Lindernia dubia* (L.) Pennell и *Lindernia procumbens* (Krock.) Borbas, засоряют рисовые поля во многих странах мира. Один из этих видов – *Lindernia procumbens* (под названием *Lindernia puxidaria* All.) – был отмечен И. С. Косенко во всех рисосеющих регионах СССР, и, особенно, на Северном Кавказе, Закавказье и Дальнем Востоке [3].

Регулярный фитосанитарный мониторинг рисовых полей Кубани, проводимый нами с 2001 г. по настоящее время, позволил выявить в составе сеgetальной флоры помимо уже известного рисово-

дам вида *L. procumbens* новый адвентивный вид *L. dubia*, ранее на рисовых системах Краснодарского края не описанный. За последние 3 года этот вид распространился по всем рисосеющим районам края, обнаружив высокий инвазионный потенциал и тенденцию к увеличению численности популяции. Изучение таксономической принадлежности, биологии и экологии данного вида в условиях Кубани в настоящий момент является актуальной задачей.

Цель исследований

1. Регистрация мест обитания и определение инвазионного потенциала нового сорного вида *Lindernia dubia*.

2. Изучение биологических и экологических особенностей сорняков риса рода *Lindernia*, их конкурентоспособности и тенденции к распространению на полях Краснодарского края.

Материалы и методы

Маршрутное обследование рисовых полей проводили в 2017–2019 гг. в Абинском, Калининском, Красноармейском, Славянском районах Краснодарского края. Для количественного учета засорения посевов риса ежемесячно в течение вегетации риса на каждом поле по ходу маршрута обследовали по 10 площадок площадью по 5 м². Для оценки численности конкретного вида и его вредоносности учитывали количество растений на 1 м². Оценку обилия видов проводили по шкале О. Друде. Для определения видов использовали Определитель высших растений Северо-Западного Кавказа и Предкавказья И. С. Косенко (1970) и Определитель растений, засоряющих рисовые поля и каналы Италии [14]. Растения гербаризировали по общепринятой методике и сравнивали с образцами, представленными в гербарии сорных растений ВИР [5].

Результаты и обсуждение

При обследовании рисовых полей рисосеющих районов Краснодарского края было выявлено наличие в посевах двух видов рода линдерния: *Lindernia procumbens* (линдерния распростертая) и *Lindernia dubia* (линдерния сомнительная). Последний вид на рисовых полях Кубани по литературным данным, гербарным образцам и результатам наших исследований ранее не регистрировался, поэтому в течение двух сезонов была проведена работа по его гербаризации и определению видовой принадлежности. Таксоны уточняли с использованием определителей, гербарных образцов и ботаниче-

ских описаний, представленных российскими и зарубежными учеными, а также ключа к определению растений видов линдернии, встречающихся на рисовых полях европейских стран (табл. 1).

В результате проведенных исследований можно полагать, что на рисовые поля Краснодарского края к 2017 г. был занесен новый вид рода линдерния *L. dubia*, который известен в большинстве рисосеющих регионов мира как злостный сорняк риса, в отличие от редкого на наших полях и не влияющего негативно на урожай сорняка *L. procumbens*. Причем оба вида одновременно встречаются в одних и тех же местообитаниях (рисовые чеки) и имеют сходные экологические требования. Однако отмечены существенные различия численности популяций этих видов, их конкурентоспособности по отношению к культуре риса и в инвазионном потенциале.

Приведем краткое ботаническое описание и общую биоэкологическую характеристику каждого из этих видов.

Lindernia procumbens (Krock.) Borbas, син. *Lindernia pyxidaria* L. (линдерния распростертая, син. л. стаканчатая, л. коробчатая, л. лежачая) – однолетнее голое растение с мочковатой корневой системой. Жизненная форма – терофит. Стебли 5–18 см длиной, тонкие, обычно от основания ветвистые. Листья супротивные, 1–2 см длиной, эллиптические, продолговато-эллиптические, продолговато-яйцевидные, ланцетные, полустеблеобъемлющие, с 3–5 жилками, цельнокрайние. Цветки одиночные, на длинных тонких цветоножках в пазухах листьев, имеют четыре тычинки с фертильными пыльниками. Венчик 2–4 мм длиной голубовато-фиолетовый. Плод – коробочка, эллиптически-яйцевидная, голая с многочисленными семенами.

Цветет в мае – августе. В начале вегетации растения растут под водой, а затем, к цветению, поднимаются верхней частью над поверхностью воды.

По отношению к влаге – гигрофит, выдерживает слой воды. Будучи полностью затоплено водой, растение продолжает вегетировать и даже плодоносит (клеистогамные цветки). По отношению к питанию – эвтроф; по отношению к свету – гелиофит. Особенно резко на отсутствие света реагируют семена линдернии распростертой, которые в темноте фактически не прорастают. В год сбора всхожесть семян незначительна (5–7 %), на второй-третий год – до 40 % при наличии света.

Таблица 1. Ключ к определению видов рода линдерния

Вид	Стебель	Лист	Венчик
<i>Lindernia dubia</i>	Ветвится сверху	Овальный, по краю зубчатый	7-10 мм
<i>Lindernia procumbens</i>	Разветвленный снизу	Ланцетный, цельнокрайний	2-4 мм

Заносное растение, кенофит невыясненного происхождения. Эфемерофит. Ареал голарктический [4]. Линдерния распростертая распространена в Средней Европе, в Средней и Малой Азии, в Иране, Китае, Японии. В России в естественных условиях встречается в европейской части, в Западной Сибири, на Дальнем Востоке.

На рисовых системах Краснодарского края вид *L. procumbens* отмечен повсеместно, но численность популяции очень низкая и конкуренции растениям риса не составляет [1]. Применения специальных мер борьбы не требует. Угнетает растения этого вида плотный посев риса, севообороты с поливными культурами и паровыми полями, а также гербициды, применяемые против широколистных сорняков риса.

Lindernia dubia (L.) Pennell (1935), син. *Lindernia gratioloides* J. Lloyd (линдерния сомнительная) – однолетнее растение с приподнимающимся стеблем, часто укореняющееся в нижних узлах. Жизненная форма – терофит. Стебли светло-зеленые или красновато-зеленые, четырехгранные 10–25 см длиной, тонкие, как правило, ветвятся от середины и в верхней части стебля. Листья супротивные, сидячие, с 3–5 жилками, эллиптические, яйцевидные с широким основанием и зубчатым краем. Цветки одиночные на длинных цветоножках в пазухах листьев, имеют 4 тычинки, две из которых стерильные и без пыльников. Венчик 7–10 мм длиной, бело-розовый или бледно-сиреневый. Плод – коробочка, продолговато-яйцевидная, заостренная, 4–6 мм длиной, голая, содержит большое количество буро-желтых гладких семян овальной формы. Размножается семенами.

Заносное растение, неофит родом из Северной Америки, где обитает вдоль берегов рек и озер от Британской Колумбии (Канада) до Калифорнии и Флориды (США). Встречается также в Центральной Америке и на большей части территории Южной Америки [7]. В настоящее время вид широко распространен на рисовых полях многих стран мира, космополит. В Азии в 90-х гг. XX в. зарегистрирован в Японии, Южной Корее, Китае и на Тайване, недавно обнаружен в Индии [9]. В Европе вид впервые зарегистрирован в 1850 г. во Франции (Lloyd, 1868), в настоящее время согласно литературным данным распространен как в естественных условиях, так и на рисовых полях не менее, чем в

14 европейских странах [12, 13]. Серьезную озабоченность исследователей вызывает адвентизация аквафлоры этих стран, натурализация заносных видов и их быстрое распространение в новых местах обитания.

Как злостное сорное растение *L. dubia* отмечена на рисовых полях Италии и Франции, а также в Японии [6, 8, 15].

Изучение экологических требований растений линдернии сомнительной показало, что по отношению к влаге этот вид гигрофит, по отношению к свету – гелиофит, по отношению к питанию – эвтроф, предпочитает плодородные почвы, положительно реагирует на повышенные дозы азотных удобрений. В условиях рисовых чеков на высоком агрофоне значительно увеличивается биомасса (за счет ветвления) и длина стебля растения – до 60 см. В плотных посевах риса стебель не ветвится. По нашим наблюдениям, по сравнению с линдернией распростертой, *Lindernia dubia* более конкурентоспособна по отношению к растениям риса, обладает гораздо большим инвазионным потенциалом, быстро распространяется на полях, особенно на свободных местах при изреженном посеве. На сильно засоренных участках способствует полеганию риса перед уборкой и препятствует высыханию растений культуры. Эти данные согласуются с результатами, представленными Yoshino N. и сотр. (2006), по описанию засорения рисовых полей Японии растениями этого вида. По мнению большинства ученых, основной причиной появления и распространения на рисовых полях растений линдернии является посев риса засоренными семенами [6, 8, 15].

Сравнительная характеристика растений двух видов линдернии, зарегистрированных на рисовых полях Кубани, приведена в таблице 2.

Впервые на рисовых полях Краснодарского края вид *L. dubia* был зарегистрирован в сентябре 2017 г. в двух географических точках.

Географические координаты мест произрастания сорных растений вида *L. dubia*:

Красноармейский район: 45°26'19» с.ш. 38°28'73» в.д., 14.09.2017;

Калининский район: 45°63'77» с.ш. 38°30'93» в.д., 14.09.2017.

В последующие годы наблюдений *L. dubia* была зафиксирована во всех обследованных рисосею-

Таблица 2. Сравнительная характеристика видов рода линдерния

Вид	Высота растений, см	Ветвление побега	Встречаемость в рисовых чеках (по шкале О. Друде)	Характер распространения
<i>Lindernia dubia</i>	15 – 55	От середины и в верхней части	Обильно (Сор.1) – растения встречаются довольно обильно	Очаговый
<i>Lindernia procumbens</i>	5 – 15	В нижней части	Изредка (Sp.) – растения встречаются рассеянно в небольшом количестве, вид обычен	Локальный

щих районах. В 2018 г. на большей части рисовых чеков отмечена плотность популяции этого сорняка 1–2 растения/м², высота растений составляла 15–40 см. Цветение отмечали в июне–августе, плодоношение в августе–сентябре. Наиболее засоренные участки с плотностью 5–7–9 до 15 растений/м² были отмечены в Красноармейском районе.

В 2019 г. кроме повсеместного распространения *L. dubia* на посевах риса в ранее указанном количестве, было зафиксировано 3 очага инвазии: в Абинском, Красноармейском и Славянском районах. Все очаги отмечены на площади около двух гектар, плотность растений линдернии сомнительной в них составила 25–30 растений/м², максимально до 50 шт./м², при средней длине стебля 50–55 см. В связи с тем, что растения линдернии находились во втором ярусе и не всегда были видны в посевах риса, против них не применялась повторная обработка гербицидами, они созрели и значительно увеличили банк семян в почве. Следовательно, в ближайшие годы возможно массовое распространение и увеличение численности популяции этого сорняка и его негативное влияние на урожай риса.

L. dubia на рисовых чеках, как правило, встречается в сообществе с *Cyperus difformis* L. (сытью разнородной), *Ammannia coccinea* Rottb. (аммани-

ей шарлаховой) и *Ammannia auriculata* Willd. (амманией ушастой) [2]. Необходимо разрабатывать меры борьбы одновременно с комплексом этих адвентивных сорных растений, имеющих идентичные экологические требования и высокий инвазионный потенциал.

Выводы

1. Впервые на рисовых системах Краснодарского края нами зарегистрирован новый адвентивный вид рода *Lindernia*: *Lindernia dubia* (L.) Pennell (первое сообщение). В ходе проведения исследований собран гербарий, определены места произрастания растений данного вида, приведено его ботаническое описание и изучены биоэкологические особенности в условиях агроэкосистемы рисового поля.

2. Проведено сравнительное изучение двух видов рода *Lindernia*: *L. procumbens* и *L. dubia*, засоряющих рисовые чеки, по морфологии, экологии и вредоносности по отношению к культуре риса. Результаты наблюдений в течение трех сезонов вегетации растений риса и линдернии показали, что новый вид *L. dubia* более конкурентоспособен, быстро распространяется по территории рисосеющих хозяйств, обладает достаточно высоким инвазионным потенциалом и требует разработки специальных мер борьбы с ним.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зеленская, О. В. Адвентивные растения рисовых систем Краснодарского края / О. В. Зеленская, Н. В. Швыдкая // Рисоводство – Краснодар, 2012. – № 1 (20). – С. 72–78.
2. Зеленская, О. В. Новые сорные растения рода *Ammannia* L. на рисовых полях Краснодарского края / О. В. Зеленская, С. А. Москвитин, Н. В. Швыдкая // Рисоводство. – Краснодар, 2018. – № 4 (41). – С. 33–37.
3. Косенко, И. С. Определитель высших растений Северо-Западного Кавказа и Предкавказья / И. С. Косенко. – М.: Колос, 1970. – 613 с.
4. Протопопова, В. В. Синантропная флора Украины и пути ее развития / В. В. Протопопова. – Киев: Наукова думка, 1991. – 204 с.
5. Смекалова, Т. Н. Гербарий ВИР им. Н. И. Вавилова (WIR) и его роль в решении проблем мобилизации, сохранения и изучения генетических ресурсов растений / Т. Н. Смекалова, Л. В. Багмет, И. Г. Чухина // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – СПб.: ВИР, 2012. – т. 169. – С. 180–192.
6. Angelini, R. Il riso / R. Angelini, A. Ferrero, I. Ponti. – Milano: Bayer Crop Science, 2008. – 680 p.
7. Fischer, E. The phylogeny of Linderniaceae – The new genus Linderniella, and new combinations within Bonniya, Craterostigma, Lindernia, Micranthemum, Torenia and Vandellia / E. Fischer, B. Schäferhoff, K. Müller // Willdenowia. – 2013. – vol. 43. – P. 209–238.
8. Jauzein, P. *Eclipta prostrata* (L.) L. a weed of rice fields in the Camargue / P. Jauzein // Monde des Plantes. – 1991. – vol. 86 (440). – P. 15–16.
9. Krishnasamy, J. American species of *Lindernia dubia* (L.) Pennell – occurrence in India. / J. Krishnasamy, R. Arumugam // Biological Forum – An International Journal. – 2015. – 7. – P. 48–51.
10. Lewis, D. Q. A revision of the New World species of *Lindernia* (Scrophulariaceae) / D. Q. Lewis // CASTENEA. – 2000. – vol. 65 (2). – P. 93–122.
11. Rahmanzadeh, R. The Linderniaceae and Gratiolaceae are further lineages distinct from the Scrophulariaceae (Lamiaceae) / R. Rahmanzadeh, K. Muller, E. Fischer, D. Bartels, T. Borsch // Plant Biol. – 2005. – № 7. – P. 67–78.
12. Schmotzer, A. Occurrence of *Lindernia dubia* in the Ipoly Valley (Hungary and Slovakia) / A. Schmotzer // Studia Botanica Hungarica. – 2015. – vol. 46 (1). – P. 77–89.
13. Simons, E. Ecology of naturalized invasive species *Lindernia dubia* (L.) Pennell in the Netherlands / E. Simons, M. Jansen // Gorteria – Dutch Botanical Archives. – 2018. – vol. 40. – 11 p.
14. Viggiani, P. Vegetazione spontanea di risaie e canali / P. Viggiani, M. Tabacchi, R. Angelini. – Bayer Crop Science, 2003. – 375 p.
15. Yoshino, N. Naturalization and dissemination of two subspecies of *Lindernia dubia* (Scrophulariaceae) in Japan / N. Yoshino, G.-X. Wang, M. Ito, B. Auld, H. Kohara, T. Enomoto // Weed Biol. Manag. – 2006. – № 6. – P. 174–176.

REFERENCES

1. Zelenskaya, O. V. Adventive plants of rice systems in Krasnodar region / O. V. Zelenskaya, N. V. Shvydkaya // Rice growing - Krasnodar, 2012. - No. 1 (20). - p. 72–78.
2. Zelenskaya, O. V. New weedy plants *Ammannia* L. in the rice fields of Krasnodar region / O. V. Zelenskaya, S. A. Moskvitin, N. V. Shvydkaya // Rice growing. - Krasnodar, 2018. -- No. 4 (41). - p. 33–37.
3. Kosenko, I. S. The determinant of higher plants of the North-West Caucasus and Ciscaucasia / I. S. Kosenko. - M.: Kolos, 1970. -- 613 p.
4. Protopopova, V.V. Synanthropic flora of Ukraine and the ways of its development / V.V. Protopopova. - Kiev: Naukova Dumka, 1991. -- 204 p.
5. Smekalov, T. N. Herbarium of VIR named after N. I. Vavilova (VIR) and its role in solving the problems of mobilization, conservation and study of plant genetic resources / T. N. Smekalova, L. V. Bagmet, I. G. Chukhina // Works on Applied Botany, Genetics and Breeding. - St. Petersburg: VIR, 2012. - V. 169. - p. 180–192.
6. Angelini, R. Il riso / R. Angelini, A. Ferrero, I. Ponti. – Milano: Bayer Crop Science, 2008. – 680 p.
7. Fischer, E. The phylogeny of Linderniaceae – The new genus *Linderniella*, and new combinations within *Bonnaya*, *Craetostigma*, *Lindernia*, *Micranthemum*, *Torenia* and *Vandellia* / E. Fischer, B. Schäferhoff, K. Müller // Willdenowia. – 2013. – vol. 43. – P. 209–238.
8. Jauzein, P. *Eclipta prostrata* (L.) L. a weed of rice fields in the Camargue / P. Jauzein // Monde des Plantes. – 1991. – vol. 86 (440). – P. 15–16.
9. Krishnasamy, J. American species of *Lindernia dubia* (L.) Pennell – occurrence in India. / J. Krishnasamy, R. Arumugam // Biological Forum – An International Journal. – 2015. – 7. – P. 48–51.
10. Lewis, D. Q. A revision of the New World species of *Lindernia* (Scrophulariaceae) / D. Q. Lewis // CASTENEA. – 2000. – vol. 65 (2). – P. 93–122.
11. Rahmzadeh, R. The Linderniaceae and Gratiolaceae are further lineages distinct from the Scrophulariaceae (Lami-ales) / R. Rahmzadeh, K. Muller, E. Fischer, D. Bartels, T. Borsch // Plant biol. – 2005. – № 7. – P. 67–78.
12. Schmotzer, A. Occurrence of *Lindernia dubia* in the Ipoly Valley (Hungary and Slovakia) / A. Schmotzer // Studia Botanica Hungarica. – 2015. – vol. 46 (1). – P. 77–89.
13. Simons, E. Ecology of naturalized invasive species *Lindernia dubia* (L.) Pennell in the Netherlands / E. Simons, M. Jansen // Gorteria – Dutch Botanical Archives. – 2018. – vol. 40. – 11 p.
14. Viggiani, P. Vegetazione spontanea di risaie e canali / P. Viggiani, M. Tabacchi, R. Angelini. – Bayer Crop Science, 2003. – 375 p.
15. Yoshino, N. Naturalization and dissemination of two subspecies of *Lindernia dubia* (Scrophulariaceae) in Japan / N. Yoshino, G.-X. Wang, M. Ito, B. Auld, H. Kohara, T. Enomoto // Weed Biol. Manag. – 2006. – № 6. – P. 174–176.

Ольга Всеволодовна Зеленская

доцент кафедры ботаники и общей экологии,
 ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный
 университет им. И.Т. Трубилина»,
 Факультет агрономии и экологии
 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13
 E-mail: zelenskayaolga-2011@mail.ru
 телефон 8-918-469-67-29

Olga Vsevolodovna Zelenskaya

Associate Professor at the Department of Botany and
 General Ecology
 FSBEI of HE "Kuban State Agrarian University named
 after I.T. Trubilin",
 Faculty of Agronomy and Ecology
 350044, Krasnodar, Kalinina, 13
 E-mail: zelenskayaolga-2011@mail.ru
 Phone 8-918-469-67-29

К статье прилагаются авторские фотографии видов линдернии





УДК 631.52:633.853.52

Зима Д. Е., аспирант,
Кочегура А. В., д-р с.-х. наук, профессор
г. Краснодар, Россия

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ УРОЖАЙНОСТЬЮ И СОДЕРЖАНИЕМ БЕЛКА В СЕМЕНАХ СОИ

Представлены результаты анализа селекционного материала сои с целью выявления диапазона варьирования взаимосвязи между содержанием белка в семенах и урожайностью. Показана изменчивость соотношения между признаками как в зависимости от природно-климатических условий, так и от анализируемого материала. Во всех анализируемых группах достоверная взаимосвязь между признаками подтвердилась лишь в двух случаях. В целом соотношение между признаками не является строго закономерным и связано с конкретным селекционным материалом. Создание сортов сои с повышенной белковой продуктивностью возможно, как за счёт более высокой урожайности, так и повышенного процента белка.

Ключевые слова: соя, семена, урожайность, процент белка, корреляция.

THE RELATIONSHIP BETWEEN YIELD AND PROTEIN CONTENT IN SOYBEAN SEEDS

The article presents the results of the analysis of soybean breeding material in order to identify the relationship between the protein content in seeds and yield. The relationship between the traits varied depending on both the natural and climatic conditions and the material being analyzed. Of all the analyzed groups, a reliable relationship between traits was confirmed in only two cases. The relationship between the traits is not subject to strict dependence and is associated with a specific breeding material. Development of soybean varieties with increased protein productivity is possible, due to both higher yields and an increased percentage of protein.

Key words: soybeans, seeds, yield, protein content, correlation.

Введение

Многими исследователями, работающими с разными культурами, отмечена общая закономерность, суть которой заключается в существовании отрицательной связи между урожайностью и содержанием белка в семенах. Согласно этой закономерности, селекция только на повышение уровня одного из признаков, как правило, приводит к снижению уровня второго. Такая связь была отмечена у пшеницы, овса, кукурузы, гороха, сои и у других культур [1, 2, 4, 5, 9, 10, 11, 13].

Несмотря на это, в селекционной практике по разным культурам имеются примеры, свидетельствующие о возможности создания сортов, сочетающих высокую урожайность с повышенным процентом белка. Так, в процессе целенаправленной селекции К.С. Темировой, И.С. Салминой и М.К. Доманской получены продуктивные и высокобелковые линии гороха [13]. По данным С.В. Зеленцова, Е.В. Мошненко, А.А. Ткачёвой и др. во ВНИИ масличных культур им. В.С. Пустовойта выведен высокобелковый сорт сои Ирбис, в семенах которого содержание белка достигает 45,8 % и в то же время не уступающий по урожайности соответствующему сорту-стандарту [8].

Проблема создания сортов сои с повышенным процентом белка в семенах в последние годы актуализировалась как в нашей стране, так и за рубежом и связано это с наметившейся в мире тенденцией к повышению требований со стороны перерабатывающих предприятий к качеству семян сои и, прежде всего, к содержанию в них белка [3]. Поэтому неслучайно во многих селек-

ционных программах как в нашей стране, так и за рубежом важное место отводится созданию сортов сои с повышенным процентом белка в семенах [7, 11, 12].

Совершенно очевидно, что успех в селекции на повышение содержания белка в семенах зависит от наличия исходных форм, вовлекаемых в скрещивания. Изучая перспективы селекции сои на улучшение качества семян С.В. Зеленцов и Е.В. Мошненко предположили различные механизмы накопления белка в семенах, в том числе не вызывающие негативного влияния на семенную продуктивность [7]. Перспективы селекции сои в этом направлении авторы связывают с использованием нетипичных по сочетанию урожайности и содержания белка в семенах сортообразцов.

Многолетняя селекционная практика по сое показывает, что действительно между признаками существует отрицательная связь, причём она детерминируется как экологическими, так и генетическими факторами. Так, например, в годы неблагоприятные по влагообеспеченности, когда формируется низкая урожайность семян, процент белка в них повышается и наоборот. С другой стороны, анализ многочисленных данных по урожайности и белку различных сортоиспытаний показывает большой разброс сочетаний признаков как по направлениям связей, так и по их величине. В связи с вышеизложенным, целью настоящего исследования было оценить пределы варьирования связей между урожайностью семян и содержанием в них белка в различном селекционном материале сои.

Цель исследований

Изучить взаимосвязь между урожайностью и процентом белка в различном селекционном материале сои, с целью выявления перспектив создания новых сортов с повышенной белковой продуктивностью и проведение практической селекции в данном направлении.

Материал и методы

Исследования проведены в 2017-2019 годах на селекционном материале ООО Компания «Соевый комплекс». Изучение заключалось в анализе результатов оценки сортов конкурсного и предварительного испытаний по урожайности семян и содержанию в них белка. Всего в конкурсном сортоиспытании в 2017 году оценивали 60 сортов, в последующие годы по 80 сортов. В предварительном испытании в 2017-2019 годах оценивали по 448 сортов.

Селекционные посевы сои ООО Компания «Соевый комплекс» располагались в Динском районе Краснодарского края. Посев испытываемых сортов проводили механизированно с помощью селекционной кассетной сеялки СКС-6А на участке селекционного севооборота по предшественнику озимая пшеница. В конкурсном испытании сорта высевали на делянках общей площадью 42 м², в предварительном испытании – 14 м². Сорта выращивали на 4-рядных делянках, из которых 2 средних ряда были учётными, а боковые ряды – защитными. В итоге площадь делянок, на которых проводили учёт урожаев и других хозяйственно ценных признаков, составляла в конкурсном испытании 21 м², в предварительном и экологическом испытаниях – 7 м². Оценку сортов в конкурсном испытании проводили при 4-кратной повторности, в предварительном испытании – при 3-кратной.

Уборку урожая делянок осуществляли механизированно – посредством селекционного комбайна «Wintersteiger classik». Полученные семена очищали от сорной примеси, взвешивали и определяли

их влажность. Урожайность сортов устанавливали путём взвешивания и пересчёта на стандартную (14-процентную) влажность. Содержание белка определяли на спектрометре БЛИК-области FT-NIR «TANGO». Приведённые в тексте данные по белку представляют процент в расчёте на абсолютно сухую массу. Связь между признаками устанавливали с помощью коэффициента корреляции Пирсона [6].

Результаты и обсуждение

Урожайность сои, как культуры, сформировавшейся в условиях муссонного климата юго-восточной Азии, в значительной степени зависит от условий влагообеспеченности вегетационного периода. Погодные условия Краснодарского края полностью соответствуют биологическим требованиям растений сои по теплообеспеченности, но в то же время, из-за недостаточного и неравномерного выпадения осадков в летние месяцы не способны обеспечивать получение стабильно высоких урожаев культуры по годам. По причине неравномерного распределения осадков в период вегетации сои в отдельные годы получают преимущество по урожайности сорта с коротким вегетационным периодом, в другие годы более позднеспелые сорта. В такой ситуации очень часто наблюдается смена рангов сортов по урожайности. Таким образом, совершенно очевидно, что анализ соотношения урожайности и процента белка в семенах без учёта вегетационных периодов сортов не может быть объективным. Исходя из этого была поставлена задача более детально изучить связь между признаками в селекционном материале, предварительно сгруппировав его по срокам созревания. В пределах каждого сортоиспытания были сформированы по три группы созревания.

Результаты анализа оценок сортов конкурсного испытания показывают, что соотношение процента белка и урожайности не только не стабильно по годам, но и существенно меняется в зависимости от группы созревания сортов (табл. 1).

Таблица 1. Корреляционная связь процента белка с урожайностью у сортов конкурсного испытания

Год	Группа	Вегетационный период, дней	Число сортов в группе, шт.	Коэффициент корреляции (r)	Критическое значение коэффициента корреляции
2017	1	87-96	16	– 0,383	0,497
	2	98-107	18	– 0,275	0,468
	3	110-117	26	– 0,430 *	0,388
2018	1	87-97	6	– 0,740	0,811
	2	98-108	27	– 0,460 *	0,381
	3	110-117	47	+ 0,104	0,288
2019	1	83-96	25	– 0,379	0,396
	2	98-108	36	+ 0,234	0,324
	3	110-114	19	+ 0,098	0,456

Так, например, в 2017 году во всех трёх группах связь между признаками была отрицательной, в 2018 году в двух группах она также была отрицательной и в одной группе положительной. Напротив, в 2019 году только в одной группе корреляция оказалась отрицательной, а в двух – положительной. В целом по величине коэффициенты корреляции между признаками варьировали в диапазоне от $-0,740$ до $+0,234$. Сопоставление фактических значений коэффициентов корреляции с критическими показывает, что только в двух случаях связь между признаками статистически существенная, в большинстве же случаев её можно считать случайной.

Если в конкурсном испытании в преобладающем числе вариантов отсутствие статистически значимых коэффициентов корреляции связано с высокими их критическими значениями из-за малочисленности сортов в каждой группе, то в предварительном иная ситуация. В сформированных группах число сортов составляло от 62 до 264, вследствие чего критические значения были невысокими. И, тем не менее, в этом сортоиспытании только в одном случае фактически полученный коэффициент корреляции оказался существенным (в третьей группе в 2019 году). В остальных 5 вариантах связь между признаками была статистически несущественной, т.е. случайной.

В целом полученные результаты показывают, что ни в одной из анализируемых групп не выявлено высокой отрицательной связи между процентом белка в семенах и урожайностью. Наблюдается лишь общая тенденция к наличию такой связи, о чём свидетельствуют отрицательные значения в 9 вариантах из 15. Следовательно, запрета на отбор в изученном нами селекционном материале перспективных сортов, сочетающих повышенные значения обоих признаков нет.

Для подтверждения вышеизложенного нами проведён анализ селекционного материала конкурсного испытания 2018-2019 годов с целью возможности выявления сортов, сочетающих высокую урожайность с повышенным процентом белка в семенах. На основании усреднённых данных

выделено 5 сортов, представляющих перспективу для дальнейшего селекционной работы. Выделенные сорта по продолжительности вегетационного периода относились к разным группам созревания и поэтому каждый из них сравнивался с соответствующим сортом-стандартом. Так, для скороспелой группы сортов в качестве стандартного использовали сорт Спарта, в раннеспелой группе – сорт Селекта 201, среднеспелые сорта сравнивали с сортом Селекта 302.

В скороспелой группе конкурсного испытания наиболее перспективными можно считать сорт под учётным номером 15-0106 (табл. 3). Выделенный сорт показал преимущество перед сортом-стандартом Спарта по урожайности семян на $4,1$ ц/га, при этом сформировал повышенный на $1,9$ % белка в семенах. Существенное превышение над стандартом по хозяйственно ценным признакам позволяет считать сорт под номером 15-0106 заслуживающим его передачу на госсортоиспытание.

Два перспективных сорта выделено в раннеспелой группе созревания, где в качестве стандарта использовали сорт Селекта 201 (табл. 3). Сорта под номерами 17-0412 и 17-0536 показали повышенное содержание белка в семенах по сравнению со стандартом соответственно на $2,1$ и $2,3$ %. Одновременно превышение наблюдалось по урожайности семян и сбору белка с гектара (соответственно на $4,3$ и $3,8$ ц/га и 223 и 208 кг/га).

В среднеспелой группе сортов прибавку относительно сорта-стандарта Селекта 302 показали перспективные делянки под номерами 17-0522 и 17-0532. В среднем за два года эти делянки превысили сорт-стандарт по сбору белка соответственно на 243 и 151 кг/га, при этом сорта сформировали повышенный процент белка в семенах (соответственно $3,4$ и $4,3$ %). В целом урожайность изучаемых сортов была выше по сравнению с сортом-стандартом Селекта 302 на 4 и $1,3$ ц/га. Все вышеописанные сорта хорошо отселектированы по основным хозяйственно ценным признакам.

Таблица 2. Корреляционная связь процента белка с урожайностью у сортов предварительного испытания

Год	Группа	Вегетационный период, дней	Число сортов в группе, шт.	Коэффициент корреляции (r)	Критическое значение коэффициента корреляции
2018	1	86-96	62	$-0,178$	$\pm 0,250$
	2	97-107	264	$-0,015$	$\pm 0,123$
	3	108-120	122	$+0,081$	$\pm 0,170$
2019	1	81-93	62	$-0,229$	$\pm 0,250$
	2	94-104	137	$+0,024$	$\pm 0,176$
	3	104-118	219	$+0,166^*$	$\pm 0,132$

Таблица 3. Краткая характеристика сортов конкурсного испытания 2018, 2019 гг. характеризующиеся повышенной белковой продуктивностью.

Учётный номер делянки	Происхождение	Вегетационный период, дней	Урожайность семян, ц/га	Содержание белка в семенах, %	Сбор белка, кг/га	Высота растений, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Масса 1000 семян, г
–	Спарта (st)	99	18,6	37,3	596	65,4	13,2	169
15–0106	(Вилана/Юг-30)/Арлета	101	22,7	39,2	889	64,3	13,6	206
–	Селекта 201 (st)	109	21,7	39,1	848	79,8	14,0	214
17-0412	Вилана / Шама	109	26,0	41,2	1071	71,9	14,2	217
17-0536	Вилана / Шама	111	25,5	41,4	1056	72,1	14,6	204
–	Селекта 302 (st)	115	22,2	38,4	852	82,2	15,0	203
17-0522	Вилана / Шама	113	26,2	41,8	1095	72,4	15,1	235
17-0532	Вилана / Шама	113	23,5	42,7	1003	71,5	16,0	216

Выводы

1. Связь между содержанием белка и урожайностью у сои варьировала в широких пределах как в зависимости от природно-климатических условий года, так и анализируемого материала (от – 0,740 до +0,234). Только в 2-х случаях из 15 связь между признаками была существенной и отрицательной.

2. В целом в 2017 году в конкурсном сортоиспытании корреляция между признаками изменялась в диапазоне от – 0,285 до – 0,430 при этом только в одном случае она была существенной (фактические данные были выше критических). В 2018 и 2019 годах в этих же группах сортов взаимосвязь

между признаками в основном не совпадала с данными 2017 года.

3. Соотношение урожайности и процента белка в семенах сои не подчинено строгой зависимости и связано с конкретным селекционным материалом. Подтверждением этому является то, что при формировании групп ежегодно в них был включён разный селекционный материал.

4. Выделение сортов сои с повышенной белковой продуктивностью в любом селекционном материале, в том числе без включения в комбинации скрещивания источников высокого содержания белка в семенах возможно, как за счёт более высокой урожайности, так и повышенного процента белка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Байкалова, Л.П. Роль сорта в повышении продуктивности овса в Красноярском крае / Л.П. Байкалова, О.А. Долгова, С.В. Хижняк // -№3. Вестник КрасКГАУ. – Красноярск, 2014. –С. 29-35.
2. Боровик, А. Н. Улучшение качества зерна озимой мягкой пшеницы за счёт шарошёрной (Т. Sphaeroscissum Регс.) / А. Н. Боровик, А.П. Ващенко, Н.В. Мудрик, П.П. Фисенко, Л.А. Дега, Н.В. Чайка, Ю.С. Капустин // – Пшеница и тритикале. Материалы н-п. конференции «Зелёная революция П. П. Лукьяненко». – Краснодар «Советская Кубань», 2001. –С. 509-516.
3. Ващенко, А. П. Соя на Дальнем Востоке / А.П. Ващенко, Н.В. Мудрик, П.П. Фисенко, Л.А. Дега, Н.В. Чайка, Ю.С. Капустин – Владивосток: Дальнаука, 2010. – С. 77– 83.
4. Гусейнов, С.И. Взаимосвязь качества зерна сортов твердой пшеницы с структурой урожая / С.И. Гусейнов, Г.С. Гусейнли // Вестник науки и образования № 6 (18), 2016. –С. 26-29.
5. Давыденко, О. Г. Соя для умеренного климата / О. Г. Давыденко, Д. В. Голонеко, В. Е. Розенцвейг – Минск, 2004. – 173 с.
6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: Колос, 1973. –336 с.
7. Зеленцов, С.В. Перспектива селекции высокобелковых сортов сои: моделирование механизмов увеличения белка в семенах (сообщение 1) / С.В. Зеленцов, Е.В. Мошненко // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. –Краснодар, 2016. –Выпуск 2(166). –С. 34-41.
8. Зеленцов, С.В. Высокобелковый холодоустойчивый сорт сои Ирбис / С.В. Зеленцов, Е.В. Мошненко, А.А. Ткачёва, С.А. Рамазанова, М.В. Трунова, Е.Н. Будников, Л.А. Бубнова, В.И. Олейник // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. –Выпуск 3(171). –Краснодар, 2017. – С. 115–119.
9. Ключко, П. Ф. Селекция кукурузы на улучшении качества зерна. / П. Ф. Ключко // Проблемы селекции и семеноводства зерновых культур (тезисы докладов всесоюзной научно-технической конференции, 19-21 октября 1982 г.), – Москва, 1982 – С. 98-102.
10. Курлович, Б. С. Генофонд и селекция зерновых, бобовых культур (люпин, вика, соя, фасоль) / Б.С. Курлович, С.И. Репьев, Л.Г. Щелко, В.И. Буданова // –Санкт-Петербург. ВИР –1995. – 437с.

11. Омелянюк, Л.В. Урожайность и качество зерна сортов сои условиях южно-лесостепной западной Сибири / Л.В. Омелянюк, О.А. Юсова, Г.Я. Козлова, А.М. Асанова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета №11. –2013. –С. 26-29.
12. Сингх, Гурикбал. Соя: биология, производство, использование(ред.) / Гурикбал Сингх –Киев: Издательский дом «Зерно»,2014. – 656 с.
13. Темирова, К.С. Урожайность и биохимические показатели селекционных линий гороха посевного различного морфотипа / К.С. Темирова, И.С. Салмина, М.К. Доманская // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки № 5. – Краснообск., 2016. –С. 23-27.

REFERENCES

1. Baykalova, L.P. Role of variety in increasing oats productivity in Krasnoyarsk region / L.P. Baykalova, O.A. Dolgova, S.V. Shack // -№3. Bulletin of the KSCAU. - Krasnoyarsk, 2014. –p. 29-35.
2. Borovik, A. N. Improving grain quality of winter soft wheat due to spherical wheat (T. Sphaerococcum Perc.) / A. N. Borovik, A.P. Vashchenko, N.V. Mudrik, P.P. Fisenko, L.A. Degas N.V. Seagull, Yu.S. Kapustin // - Wheat and tritcale. Materials of Conference "Green Revolution of P. P. Lukyanenko." - Krasnodar "Soviet Kuban", 2001. –p. 509-516.
3. Vashchenko, A.P. Soya in the Far East /A.P. Vashchenko, N.V. Mudrik, P.P. Fisenko, L.A. Degas N.V. Chaika, Yu.S. Kapustin – Vladivostok: Dalnauka, 2010. - P. 77–83.
4. Huseynov, S.I. Interrelation of grain quality of hard wheat varieties with yield structure / S.I. Huseynov, G.S. Huseynli // Bulletin of Science and Education No. 6 (18), 2016. –P. 26-29.
5. Davydenko, O. G. Soybean for a temperate climate / O. G. Davydenko, D.V. Goloneko, V.E. Rosenzweig - Minsk, 2004. – 173 s.
6. Dospekhov, B. A. Methods of field experience / B. A. Dospekhov. - Moscow: Kolos, 1973. –336 p.
7. Zelentsov, S.V. The prospect of breeding high-protein soybean varieties: modeling the mechanisms of protein increase in seeds (message 1) / S.V. Zelentsov, E.V. Moshnenko // Oilseeds. Scientific and Technical Bulletin of the All-Russian Research Institute of Oilseeds. –Krasnodar, 2016. - Issue 2 (166). -p. 34-41.
8. Zelentsov, S.V. High-protein cold-resistant soybean variety Irbis / S.V. Zelentsov, E.V. Moshnenko, A.A. Tkacheva, S.A. Ramazanova, M.V. Trunova, E.N. Budnikov, L.A. Bubnova, V.I. Oleynik // Oilseeds. Scientific and Technical Bulletin of the All-Russian Research Institute of Oilseeds. - Issue 3 (171). –Krasnodar, 2017. - p. 115–119.
9. Klyuchko, P.F. Maize breeding for improving grain quality. / P.F. Klyuchko // Problems of breeding and seed production of grain crops (abstract of reports of the All-Union Scientific and Technical Conference, October 19-21, 1982), Moscow, 1982 - P. 98-102.
10. Kurlovich, B.S. Gene pool and breeding of cereals, legumes (lupine, vetch, soybean, beans) / B.S. Kurlovich, S.I. Repev, L.G. Shchelko, V.I. Budanova // –St. Petersburg. VIR –1995. – 437 p.
11. Omelyanyuk, L.V. Yield and grain quality of soybean varieties in the conditions of south-forest-steppe western Siberia / L.V. Omelyanyuk, O.A. Yusova, G.Ya. Kozlova, A.M. Asanova // Bulletin of the Altai State Agrarian University No. 11. 2013. - p. 26-29.
12. Singh, Gurikbal. Soybean: Biology, Production, Use (Ed.) / Gurikbal Singh –Kiev: Zerno Publishing House, 2014. - 656 p.
13. Temirova, K.S. Productivity and biochemical indicators of breeding lines of peas of various sowing morphotypes / K.S. Temirova, I.S. Salmina, M.K. Domanskaya // Siberian Bulletin of Agricultural Science No. 5. - Krasnoobsk., 2016. – p. 23-27.

Зима Дмитрий Евгеньевич
Младший научный сотрудник
E-mail: zde@co-ko.ru
Телефон 8(918)-021-78-48

Кочегура Александр Васильевич
Заведующий отделом селекции
E-mail: zde@co-ko.ru
Все: ДООО Компания «СОКО», 350038

Zima Dmitry Evgenievich
Junior Researcher
E-mail: zde@co-ko.ru
Phone 8 (918)-021-78-48

Kochegura Alexander Vasilievich
Head of Breeding Department,
E-mail: zde@co-ko.ru
All: SOKO Company LLC, 350038

УДК 635.262:632(470.62)

С.А. Дякунчак, канд. биол. наук,
В.Э. Лазыко, канд. с.-х. наук
г. Краснодар, Россия

БОЛЕЗНИ И ВРЕДИТЕЛИ ЧЕСНОКА НА КУБАНИ И СОЗДАНИЕ УСТОЙЧИВЫХ К НИМ СОРТОВ

Чеснок – одна из наиболее ценных овощных культур, пользующаяся большим спросом у населения. Урожайность его в значительной степени зависит от поражения вредителями и болезнями. Создание устойчивых сортов является наиболее рентабельным и экологически чистым способом защиты чеснока от биотических стрессоров. В статье приводятся сведения об особой роли чеснока в профилактике болезней. Дается описание наиболее распространенных болезней и вредителей чеснока на Кубани. Показано, что при изменении почвенно-климатических условий выращивания возникают соматические мутации и появляются новые клоны. В результате клонового отбора выделены наиболее перспективные по комплексу хозяйственно-ценных признаков и устойчивости к болезням и вредителям образцы для включения в селекционную программу. Отмечено влияние экотипа на поражаемость чеснока болезнями и вредителями. В средиземноморском подвиде выделены образцы с повышенной резистентностью к нематоду. Из образцов дальневосточного экотипа отобраны клоны с повышенной устойчивостью к ржавчине. В образцах среднеазиатского подвида отобраны клоны с высокой зимостойкостью, адаптированных к высоким температурам и дефициту влаги в период вегетации.

Ключевые слова: чеснок, экотип, клон, сорт, резистентность, биотические и абиотические стрессоры.

GARLIC DISEASES AND PESTS IN KUBAN AND DEVELOPMENT OF RESISTANT VARIETIES

Garlic is one of the most valuable vegetable crops in great demand among the population. Its yield is mostly dependent on defeat by pests and diseases. Developing sustainable varieties is the most cost-effective and environmentally friendly way to protect garlic from biotic stressors. The article provides information on the special role of garlic in the prevention of diseases. The description of the most common diseases and pests of garlic in the Kuban is given. It is shown that when the soil-climatic conditions of cultivation change, somatic mutations arise and new clones appear. As a result of clonal selection, the most promising samples are selected by the complex of economically valuable traits and resistance to diseases and pests. The influence of the ecotype on the susceptibility of garlic to diseases and pests is noted. In the Mediterranean subspecies, samples with increased resistance to the nematode were isolated. Clones with increased rust resistance are accepted from samples of the Far Eastern ecotype. The samples of Central Asian origin use clones with high winter hardiness, adapted to high temperature and moisture deficiency during the growing season.

Key words: garlic, ecotype, clone, variety, resistance, biotic and abiotic stressors.

Введение

Тысячи лет чеснок считается одним из наиболее чудодейственных природных лекарств. Первое упоминание о нем встречается в рецепте, написанном 3000 лет до н.э. Позднее ассирийцы использовали его в пищу, заваривали как чай или смешивали с вином для поддержания тонуса и укрепления сил, а также в борьбе с болезнями. В книге Пола Бергмана «Целительная сила чеснока» подробно описана его роль в профилактике заболеваний [1]. Установлено, что в чесноке содержится свыше 30 лечебных соединений, которые используются в лечении таких серьезных заболеваний, как атеросклероз, рак, хронический иммунодефицит. Чеснок является хорошим разжижителем крови и предотвращает образование тромбов в артериях. Обладает способностью снижать в крови уровень липопротеидов низкой плотности – «плохого» холестерина. Чеснок является сильным антиоксидантом, т.к. в его состав входят 9 компонентов, имеющих антиокислительные свойства.

Обнаружено, что только при измельчении или растирании чеснока основной серосодержащий компонент его разлагается и превращается в новые иммуностимулирующие и антираковые вещества. Чеснок приостанавливает процессы старения, поскольку он богат веществами, разрушающими свободные радикалы, количество которых с возрастом возрастает, что приводит к разрушению клеточных мембран.

Несмотря на то, что в чесноке присутствует большой спектр антибактериальных и противовирусных соединений, он может поражаться болезнями и повреждаться вредителями, которые снижают урожайность этой ценной овощной культуры. Из болезней чеснока в условиях юга России, следует обратить внимание на фузариоз, ржавчину, серую гниль, черную плесень, бактериальную гниль, вирусное поражение [2]. Их проявлению способствуют климатические условия – мягкие бесснежные зимы, высокие температуры и влажность в период вегетации, а также отсутствие предпосадочной обработки посадочного материала, нарушение сево-

оборота, несвоевременное проведение защитных мероприятий и дефицит устойчивых к патогенам сортов.

Фузариоз или гниль донца (*Fusarium Sp.*). Это грибковое заболевание, проявляющееся в размягчении донца, порозовении и отмирании корней, появлении коричневых пятен на листьях и их постепенном усыхании. Фузариоз продолжает развиваться и в период хранения. Зимует патоген в поле в виде склероций гриба и в хранилище на зараженных луковицах.

Серая или шейковая гниль (*Botrytis allii Munn.*). В период хранения зубки чеснока размягчаются, образуются вдавленные пятна, покрытые серым налетом. При разрезе зубка больная ткань имеет вареный вид. Развитию серой гнили как в поле, так и в хранилище способствует повышенная температура и влажность.

Ржавчина (*Puccinia porri winter* и *P. Allii Rud.*). Поражает листья растений и проявляется в виде светло-желтых слегка выпуклых подушечек, состоящих из летних спор гриба. Позднее на них развиваются зимние споры (телеитоспоры) и подушечки становятся черными. При сильном поражении ржавчиной листья преждевременно засыхают. В условиях Кубани, как правило, ржавчина проявляет себя при созревании чеснока в теплую и влажную погоду.

Черная плесень (*Stemphylium allii*) поражает главным образом чеснок во влажное и теплое лето в поле, а также в период хранения (сажистость). На поверхности сухих чешуй и сочных зубков образуется черный пылевидный налет. Это заболевание чаще всего проявляется на невызревших и плохо просушенных луковицах, заложенных на хранение.

Бактериальная гниль вызывается тремя видами фитопатогенных бактерий. Поражаются сочные ткани зубка, что проявляется в виде коричневых или бурых язв на их поверхности. Иногда заболевание проявляется в области донца, а иногда охватывают весь зубок. В результате зубки становятся почти стекловидными или полупрозрачными с оливковым оттенком. Пораженные зубки слабо укореняются и плохо перезимовывают.

Вирусные болезни – мозаика и желтая полостчатость. При мозаике наблюдается угнетение роста, пожелтение листьев. Мозаика вызывает гофрированность и скручивание листьев. У растений, заболевших желтой карликовостью, на листовой поверхности появляются бледно-желтые параллельные полосы, они имеют угнетенный вид, отстают в росте. Вирусные болезни чеснока имеют наибольшее распространение на Дальнем Востоке. В нашей зоне они проявляются эпизодически и зависят главным образом от погодных условий.

К наиболее вредоносным вредителям чеснока относят **стеблевую нематоду** (*Ditylenchus allii Beij.*), которая распространена повсеместно, в том

числе и на луке [3]. Нематоды – микроскопические черви белого цвета, которые откладывают яйца в ткани донца чеснока. Поврежденные растения отстают в росте, преждевременно желтеют и отмирают. Луковицы приобретают уродливую форму, донце разрушается, корень отпадает, у основания зубки желтеют. Стеблевая нематода перезимовывает в почве и луковицах чеснока. В высушенном зараженном чесноке вредитель может сохранять жизнеспособность 4-5 лет.

В борьбе с нематодой практикуется оздоровление семенного материала через посев воздушными луковицами, которые не поражаются вредителем. Небольшие партии чеснока можно оздоровить от нематоды, погружая луковицы в воду, нагретую до 50 °С на 5-10 мин. с последующим охлаждением холодной водой. Можно вымочить посадочный материал в течение 2-3 суток при температуре 18-20 °С или в растворе 0,05 %-ного раствора KMnO_4 в течение суток.

Чесночный четырехногий клещ (*Aceria tulipae Keil.*) откладывает яйца на листьях и мясистых чешуйках луковиц. У поврежденных растений листья не полностью раскрываются и изгибаются петлей. На зубках образуются пятна желтой окраски в виде язвочек. В результате повреждения луковица чеснока распадается на зубки. Нередко луковицы вянут, загнивают и высыхают. Клещи могут являться переносчиками вирусных болезней чеснока [1].

Луковый листоед (*Lilioceris merdigera L.*) поражает чеснок и лук. Этот жук сверху красно-оранжевого цвета. При появлении всходов чеснока они выгрызают в листьях сквозные отверстия. Зимуют жуки в почве на послеуборочных остатках.

Луковая муха (*Hylemyia antiqua Meig.*) откладывает яйца группами по 5-12 штук между листьями чеснока, на сухих чешуях или под комочками почвы около растения, из которых развиваются белые личинки. Поврежденные ими растения желтеют, луковицы загнивают. Зимует вредитель в почве на глубине 10-20 см.

Трипс табачный (*Thrips tabaci Lind.*) Повреждает главным образом листья репчатого лука, но его можно обнаружить и на посадках чеснока. Поселяется трипс преимущественно в пазухах листьев. В результате повреждений на листьях появляются беловатые серебристые пятна. Листья желтеют и засыхают, начиная с верхушки, и на них можно обнаружить мелкие темные точки – экскременты вредителя.

В последние годы на юге России на посадках чеснока в осенний период вредит малоизвестный фитофаг – **луковое точило** (*Duspeesa ulula Borkh.*), распространен на европейской части России и на южном Урале [4]. Гусеницы питаются преимущественно чесноком, меньше луком и развиваются почти в течение года, начиная с июля. Они выгрызают внутри луковицы чеснока большие полости.

Гусеницы могут вредить и в период хранения, если чеснок находится в достаточно теплых условиях.

К наиболее важным профилактическим мерам снижения вредоносности болезней и вредителей относится соблюдение севооборота с возвращением чеснока на то же поле через 4-5 лет. Нельзя размещать лук и чеснок в смежных полях, поскольку они имеют общие болезни и одних и тех же вредителей.

Для их профилактики большое значение имеют получение здорового посадочного материала и посадка зубков в оптимальные агротехнические сроки, раннее лушение и глубокая зяблевая вспашка. Немаловажную роль играет своевременное удаление в период вегетации больных растений и уничтожение послеуборочных остатков, на которых зимуют патогены и вредители.

Для оздоровления посадочного материала его протравливают ТМТД (тирам) – 10 г на 1 кг чеснока (сухое) или 3 %-ной суспензией препарата (влажное) 5 мин. с последующим подсушиванием [2]. При закладке чеснока на хранение рекомендуют помещать обработать сернистым газом или бромистым метилом, это снижает потери луковиц от бактериальных гнилей, нематоды и повреждений клещами. Наиболее доступный метод дезинфекции хранилища – опрыскивание его настоем хлорной извести (400 г на 10 л. воды), которое проводят за 1,5-2 мес. до закладки чеснока.

Правильный выбор сорта в значительной степени определяет адаптивность растений к конкретным почвенно-климатическим условиям региона и выявляет агробиологическую и экономическую целесообразность использования озимой культуры чеснока. Использование местных и районированных сортов чеснока, имеющих глубокий период покоя и не реагирующих на оттепели, дает возможность снизить до минимума потери от метеоусловий зимнего периода в центральной зоне Краснодарского края.

Чеснок в течение вегетации на Кубани поражается комплексом болезней и вредителей. Наиболее распространенными являются вирусные болезни, ржавчина и нематода. Их проявление в значительной степени зависит от устойчивости сорта. Селекция на устойчивость является наиболее рентабельным и экологически чистым способом защиты чеснока от болезней и вредителей. Все разнообразие озимого чеснока, находящегося в изучении, представлено двумя подвидами: среднеазиатским и средиземноморским. Образцы в пределах каждого подвида сохраняют свои особенности в относительно узких экологических условиях и при переносе из одной зоны в другую могут изменяться. В селекционной работе отдается предпочтение в основном местным образцам чеснока, хорошо приспособившимся к условиям Кубани.

При изменении условий выращивания у чеснока возникают спонтанные мутации, благодаря ко-

торым возникает большое разнообразие биотипов. Основным методом селекции чеснока является клонный отбор.

Выделяют наиболее перспективные по комплексу хозяйственно-ценных признаков и устойчивости к болезням и вредителям клоны, которые включают в селекционный процесс. Актуальным направлением является поиск и выделение биотипов с генетической устойчивостью к основным заболеваниям и вредителям. В последующем проведение агроэкологических испытаний этих образцов в разных почвенно-климатических зонах позволяет выделить клоны, устойчивые к абиотическим и биотическим стрессорам.

Направленность отбора по отдельным признакам коррелирует с пораженностью последующих поколений. Как правило, растения с длинными стрелками и крупнобульбочными соцветиями более резистентны к патогенам. Сорта и клоны, обладающие экологической пластичностью, проявляют повышенную устойчивость к болезням и вредителям.

Проведение иммунологической оценки чеснока в селекционных питомниках на естественном фоне заражения при проявлении вирусных болезней и ржавчины позволяет выделить перспективные по устойчивости образцы с учетом морфологических, биологических и биохимических показателей. Получен исходный материал, на котором в течение ряда лет распространенность вирусных болезней остается стабильной и не превышает 5...10 %. Анализ полученных результатов показывает, что в группе исходного материала среднеазиатского подвида количество относительно устойчивых к вирусам образцов на 25 % выше по сравнению со средиземноморским экотипом. Урожайность у данных образцов в сравнении со стандартными сортами превышает на 7...18 %.

В результате проведенной селекционной работы устойчивых образцов к поражению нематодой не обнаружено, но выделены наиболее толерантные образцы, обладающие повышенной резистентностью. Ржавчина чеснока чаще всего проявляется в конце вегетации в виде единичных пятен на листовой поверхности и не наносит значительного ущерба посадкам чеснока, но в отдельные годы при складывающихся погодных условиях (высокая температура и влажность в дождливую погоду) распространение и ущерб от ржавчины может привести к полной потере урожая. Оценка исходного материала показала, что биотипы из Приморья проявляют высокую устойчивость к ржавчине. Выделенные клоны даже при самых провокационных условиях не поражаются патогеном в течение всего периода вегетации, однако уступают по хозяйственно-ценным признакам.

Изменение почвенно-климатических условий выращивания чеснока позволило получить соматические мутации у стрелкующегося образца,

найденного в горах в окрестностях Пятигорска. Из него выделен нестрелкующийся биотип с широкой листовой пластинкой, отличающийся хорошей устойчивостью к комплексу неблагоприятных температурных факторов зимнего периода. Выделенный клон по комплексу хозяйственно-биологических признаков был включен в конкурсное испытание и затем включен в Государственный реестр под названием Широколиственный-220. В популяции дальневосточного подвида выделен клон, обладающий высокой резистентностью к ржавчине. Дальнейшие отборы позволили получить полуострый сорт Триумф универсального назначения с высокой экологической пластичностью. Из материала, представленного среднеазиатским подвидом, отобранного в степной северо-восточной зоне Краснодарского края, выделен клон, отличающийся высокой урожайностью с крупной луковицей из 4-6 зубков. Новый сорт Победа-70, полученный на основе вышеуказанного клона, передан в Государственный реестр допущенных к использованию. Сорт отличается зимостойкостью, толерантностью к ржавчине и высокой урожайностью на фоне высоких температур при дефиците влаги. В исходном материале чеснока средиземноморского подвида из степной зоны Крымского полуострова выделен клон, отличающийся стабильной урожайностью в разных почвенно-климатических зонах края с высокими показателями

хозяйственно-биологических признаков. На его основе создан сорт Краснодарский-225 универсального назначения с острым вкусом. В средиземноморском подвиде чеснока, благодаря тщательному фитогельминтологическому контролю и выбраковке больных луковиц, удалось выделить наиболее толерантный образец 1405, обладающий повышенной резистентностью к нематоде. Урожайность его превышала стандартные сорта на 10...32 %.

Выводы

1. Из болезней и вредителей чеснока на Кубани наиболее распространенными являются нематода, ржавчина и вирусы.

2. Селекционная программа по чесноку направлена на поиск генисточников резистентности к болезням и вредителям в разных экотипах.

3. Исходный материал, выделенный по устойчивости к вирусным болезням и ржавчине, является основой при создании новых сортов чеснока.

4. Созданы сорта чеснока с комплексной устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессорам для почвенно-климатического региона Кубани: Лекарь, Триумф и Боголеповский. Переданы на испытание в Государственную комиссию сорта озимого стрелкующего чеснока Победа-70 и Краснодарский-225 с высокой зимостойкостью и толерантностью к ржавчине, адаптированные к высоким температурам и дефициту почвенной влаги.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеева, М.В. Чеснок. / М.В. Алексеева // М.: Россельхозиздат, 1979. – 88-90 с.
2. Артохин, К.С. Малоизвестный вредитель чеснока и лука на юге России. / К.С. Артохин, Е.А. Гаврилова. // Защита и карантин растений. №2., 2011. – С. 57.
3. Бергнер, П. Целительная сила чеснока. / П. Бергнер // Ростов-на-Дону, 1997. – С.325.
4. Лахин, А.С. Чеснок. / А.С. Лахин // Алма-Ата: Кайнар, 1978. – 165-174 с.

REFERENCES

1. Alekseeva, M.V. Garlic. / M.V. Alekseeva // M.: Rosselkhozizdat, 1979.- 88-90 p.
2. Artokhin, K.S. A little-known pest of garlic and onions in southern Russia. / K.S. Artokhin, E.A. Gavrilova. // Protection and quarantine of plants. No. 2., 2011. - P. 57.
3. Bergner, P. The healing power of garlic. / P. Bagner // Rostov-on-Don., 1997. - P.325.
4. Lakhin, A.S. Garlic. / A.S. Lakhin // Alma-Ata: Kaynar, 1978.- 165-174 p.

Светлана Александровна Дякунчак

Ведущий научный сотрудник отдела
овощеварофелеводства

Виктор Эдуардович Лазько

Ведущий научный сотрудник лаборатории
луковых и бахчевых культур
E-mail: lazko62@mail.ru

Все: ФГБНУ «ФНЦ риса»,
Белозёрный, 3, Краснодар, 350921, Россия
Российская Федерация

Svetlana Aleksandrovna Dyakunchak

Leading researcher in the department of vegetable
and potato breeding

Victor Eduardovich Lazko

Leading researcher of the laboratory of melon and
onion crops

All: FSBSI "FSC of rice"
3 Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia

РИСОВОДСТВО / RICE GROWING

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ / SCIENTIFIC RESEARCH AND PRODUCTION MAGAZINE

ISSN 1684-2464

1 (46) 2020

Подписано в печать
29.03.2020

Формат 64 x 90/8
Бумага офсетная

Усл. печатных листов 8,27

Заказ № 41/29030. Тираж 500 экз.

Тираж изготовлен в типографии
ООО «Продвижение»

410012, Саратовская обл., Саратов,
ул. Аткарская, дом № 66, пом.10