

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 (ФГБНУ «ФНЦ риса»)** - член-корреспондент РАН, д-р с.-х. наук
Заместитель главного редактора – **В.С. Ковалев (ФГБНУ «ФНЦ риса»)** - д-р с.-х. наук, профессор
Научный редактор – **Н.Г. Туманьян (ФГБНУ «ФНЦ риса»)** - д-р биол. наук, профессор

Редакционная коллегия:

4.1.1. Общее земледелие, растениеводство

(сельскохозяйственные науки, биологические науки)

И.Б. Аблова (ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко») - член-корреспондент РАН, д-р с.-х. наук
В.А. Ладатко (ФГБНУ «ФНЦ риса») - канд. с.-х. наук
Е.М. Харитонов (ФГБНУ «ФНЦ риса») - академик РАН, д-р соц. наук

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений

(сельскохозяйственные науки, биологические науки)

Джао Ньянли (Ляонинская Академия с.-х. наук, Китай) - Ph.D
Е.В. Дубина (ФГБНУ «ФНЦ риса») - профессор РАН, д-р биол. наук
Л.В. Есаулова (ФГБНУ «ФНЦ риса») - канд. биол. наук
Г.Л. Зеленский (ФГБНУ «ФНЦ риса») - д-р с.-х. наук, профессор
П.И. Костылев (ФГБНУ «АНЦ «Донской») - д-р с.-х. наук, профессор
Массимо Билони (Итальянская экспериментальная рисовая станция) - Ph.D
Ж.М. Мухина (ФГБНУ «ФНЦ риса») - д-р биол. наук
М.А. Скаженник (ФГБНУ «ФНЦ риса») - д-р биол. наук
А.И. Супрунов (ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко») - д-р с.-х. наук

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений

(сельскохозяйственные науки, биологические науки)

Т.Ф. Бочко (ФГБОУ ВО «КубГУ») - канд. биол. наук
А.Х. Шеуджен (ФГБНУ «ФНЦ риса») - академик РАН, д-р биол. наук
О.А. Гуророва (ФГБОУ ВО «КубГАУ им. И. Т. Трубилина») - д-р биол. наук
О.А. Подколзин (ФГБУ «ЦАС Краснодарский») - член-корреспондент РАН, д-р с.-х. наук

4.1.4. Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры

(сельскохозяйственные науки, биологические науки, технические)

И.А. Ильина (ФГБНУ СКФНЦСВВ) - д-р техн. наук
С.В. Королева (ФГБНУ «ФНЦ риса») - канд. с.-х. наук
А.В. Солдатенко (ФГБНУ «ФНЦ овощеводства») - академик РАН, д-р с.-х. наук
О.Н. Пышная (ФГБНУ «ФНЦ овощеводства») - д-р с.-х. наук

4.1.5. Мелиорация, водное хозяйство и агрофизика

(сельскохозяйственные науки, биологические науки, технические)

Н.Н. Дубенок (ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева») - академик РАН, д-р с.-х. наук
С.В. Кизинек (ФГБНУ «ФНЦ риса»), РПЗ «Красноармейский им. А.И. Майстренко» - д-р с.-х. наук
Ю.В. Чесноков (ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт») - член-корреспондент РАН, д-р биол. наук

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

Адрес редакции:
350921, Россия, Краснодар, Белозерный, 3
E-mail: arrr_kub@mail.ru, «В редакцию журнала»
Научный редактор: тел.: (861) 205-15-55 доб. 146

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.

Chief editor – **S.V. Garkusha (FSBSI “FSC of Rice”)** - Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. of agriculture
Deputy Chief Editor – **V.S. Kovalev (FSBSI “FSC of Rice”)** - Dr. of agriculture, professor
Scientific editor – **N.G. Tumanyan (FSBSI “FSC of Rice”)** - Dr. of biology, professor

Editorial board:

4.1.1. General agriculture, crop production

(agricultural sciences, biological sciences)

I.B. Ablova (FSBSI “NGCenter named after P.P. Lukyanenko”) - Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. of agriculture
V.A. Ladatko (FSBSI “FSC of Rice”) - Ph.D. in agriculture
E.M. Kharitonov (FSBSI “FSC of Rice”) - Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. of Social Sciences.

4.1.2. Breeding, seed production and biotechnology of plants

(agricultural sciences, biological sciences)

Zhao Nianli (Liaoning Academy of Agricultural Sciences, China) - Ph.D.
E.V. Dubina (FSBSI “FSC of Rice”) - Professor of the Russian Academy of Sciences, Dr. of biology
L.V. Esaulova (FSBSI “FSC of Rice”) - Ph.D. in biology
G.L. Zelensky (FSBSI “FSC of Rice”) - Dr. of agriculture, professor
P.I. Kostylev (FSBSI “ARC “Donskoy”) - Dr. of agriculture, professor
Massimo Biloni (Italian Rice Experimental Station) - Ph.D.
Zh.M. Mukhina (FSBSI “FSC of Rice”) - Dr. of biology
M.A. Skazhennik (FSBSI “FSC of Rice”) - Dr. of biology
A.I. Suprunov (FSBSI “NGC named after P.P. Lukyanenko”) - Dr. of agriculture

4.1.3. Agrochemistry, agrosil science, plant protection and quarantine

(agricultural sciences, biological sciences)

T.F. Bochko (FSBEI HE “KubSU”) - Ph.D. in biology
A.Kh. Sheudzen (FSBSI “FSC of Rice”) - Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. of biology
O.A. Gutorova (FSBEI HE “KSAU named after I. T. Trubilin”) - Dr. of biology
O.A. Podkolzin (FSBI “CAS “Krasnodarsky”) - Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. of agriculture

4.1.4. Horticulture, vegetable growing, viticulture and medicinal crops

(agricultural sciences, biological sciences, technical sciences)

I.A. Ilyina (FSBSI NCF for Horticulture, Viticulture, Winery) - Dr. of technical science
S.V. Koroleva (FSBSI “FSC of Rice”) - Ph.D. in agriculture
A.V. Soldatenko (FSBSI “FSC of Vegetable Growing”) - Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. of agriculture
O.N. Pyshnaya (FSBSI “FSC of Vegetable Growing”) - Dr. of agriculture

4.1.5. Land reclamation, water management and agrophysics

(agricultural sciences, biological sciences, technical sciences)

N.N. Dubenok («RSAU Moscow Timiryazev Agricultural Academy») - Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. of agriculture
S.V. Kizinek (FSBSI “FSC of Rice”, Rice farm “Krasnoarmeisky named after A.I. Maistrenko”) - Dr. of agriculture
Yu.V. Chesnokov (FSBSI “Agrophysical Research Institute”) - Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. of biology

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

Address:
3, Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia
E-mail: arrr_kub@mail.ru, «Attn. Editors of the Magazine»
Scientific Editor: tel. (861) 205-15-55 ext. 146

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

Ткаченко М. А., Зеленский Г. Л.

Состояние и перспективы создания сортов риса с новым морфотипом растения (обзор) 6

Балясный И.В., Скаженник М.А., Ковалев В.С., Пшеницына Т.С.

Исследование продукционных процессов интенсивных и экстенсивных сортов риса 14

Гненный Е.Ю.

Факторы, влияющие на засухоустойчивость растений риса и механизмы ее повышения (обзор) 21

Балясный И.В., Тешева С.А., Пищенко Д.А.

Производственная оценка новых сортов риса кубанской селекции в условиях Ростовской области 27

Тешева С.А., Пищенко Д.А., Полищук В.И., Егорова Е.В.

Эффективность предпосевной обработки семян в повышении продуктивности риса 32

Гергель В.В.

Поступление в почву органических остатков парозанимающих культур в рисовых сеооборотах 38

Никитенко А.Б.

Влияние внекорневой подкормки органоминеральными удобрениями на формирование пыльцевой продуктивности отцовских форм гибридов кукурузы разных групп спелости 44

Эседуллаев С. Т.

Свойства дерново-подзолистой почвы и продуктивность кормового севооборота в зависимости от доз органического удобрения и способа его внесения 51

СОДЕРЖАНИЕ**Чижиков В.Н., Парашенко В.Н.**

Различия в содержании гумуса и агрофизических свойств почвы в рисовых севооборотах с травяным звеном и без многолетних трав 60

Бочерова И.Н., Кобкова Н.В.

Создание нового сорта арбуза Медунок и разработка элементов агротехнологии для его семеноводства 64

Королева С.В., Полякова Н.В., Пистун О.Г.

Вредоносность альтернариоза на селекционном участке капусты белокочанной в условиях Краснодарского края 70

Брагина О.А., Лыско И.А., Козлова И.В., Решетько Д.Г.

Мониторинг развития фитофтороза на томатах в условиях центральной зоны Краснодарского края 76

Криворотов С. Б., Мельченко А. И., Капралова Н. И.,

Экологические особенности декоративных и лекарственных древесных растений урбоэкосистемы города Коломны Московской области 84

TABLE OF CONTENTS

SCIENTIFIC PUBLICATIONS

Tkachenko M.A., Zelensky G.L. Status and prospects of creating rice varieties with a new plant morphotype (review)	6
Balyasny I.V., Skazhennik M.A., Kovalyov V.S., Pshenitsyna T.S. Study of production processes of intensive and extensive rice varieties	14
Gnenny E.Y. Factors affecting the drought resistance of rice plants and mechanisms of its increase (review)	21
Balyasny I.V., Tesheva S.A., Pischenko D.A. Production evaluation of rice varieties of kuban selections in the Rostov region	27
Tesheva S.A., Pischenko D.A., Polishchuk V.I., Egorova E.V. The effectiveness of the use of pre-sowing seed treatment in increasing the productivity of rice	32
Gergel V.V. Introduction of organic residues of fallow crops to the soil in rice crop rotation	38
Nikitenko A.B. Influence of foliar fertilizing with organomineral fertilizers on the formation of pollen productivity of parental forms of corn hybrids of different groups of ripeness	44
Esedullaev S.T. Properties of sod-podzolic soil and productivity of fodder crop rotation depending on the doses of organic fertilizer and the method of its application	51

TABLE OF CONTENTS

Chizhikov V.N., Parashchenko V.N. Differences in humus content and soil agrophysical properties in rice crops with grass and without permanent grasses	60
Bocharova I.N., Kobkova N.V. Creation of a new variety of watermelon Medunok and development of elements of agrotechnologies for its seed production	64
Koroleva S.V., Polyakova N.V., Pistun O.G. Harmfulness of alternaria blight on white cabbage breeding plot in conditions of Krasnodar	70
Bragina O.A., Lysko I.A., Kozlova I.V., Reshetko D.G. Monitoring of the development of late blight on tomatoes in the conditions of the central zone of the Krasnodar region	76
Krivorotov S.B., Melchenko A.I., Kapralova N.I. Ecological features of ornamental and medicinal woody plants in the urban ecosystem of the city of Kolomna, Moscow region	84

DOI 10.33775/1684-2464-2023-60-3-6-13
УДК 633.18:631.526.32

Ткаченко М. А.,
Зеленский Г. Л., д-р с.-х. наук
г. Краснодар, Россия

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ СОРТОВ РИСА С НОВЫМ МОРФОТИПОМ РАСТЕНИЯ (ОБЗОР)

Рис – одна из древних и важных культур в современном мире. Его зерно является основным продуктом питания для половины населения планеты. Рис наиболее популярен в странах Азии и Африки, где его потребление колеблется от 80 до 160 кг/год на человека. Достаточно широко рисовая крупа используется и в европейских странах. В связи со значительным потреблением риса, особое внимание уделяется селекции урожайных сортов с высоким качеством зерна и устойчивых к негативным факторам среды. В Международном институте риса на Филиппинах и в Китае ведется селекция по созданию высокопродуктивных сортов и гибридов риса с новым морфотипом растения. Аналогичные исследования проводятся и в Российской Федерации. Созданный в ФНЦ риса новый сорт Полус-5, имеющий вертикальные листья, внесен в Госреестр РФ и допущен к использованию в производстве. Он предназначен для плотных посевов при интенсивной технологии. Одной из многих причин, снижающих урожайность риса в условиях Российской Федерации, является воздушная засуха, при которой растения риса не успевают перекачивать воду для охлаждения, что приводит к постепенной потере тургора. При суховее в период цветения-налива зерна в метелке резко увеличивается число стерильных колосков, а в фазе молочно-восковой спелости происходит образование щуплого зерна. Для повышения продуктивности риса и устойчивости к засухе ведется селекция с использованием в качестве исходного материала доноров, имеющих листья эректоидного типа и сворачивающиеся в трубку при температуре выше 28 °С. Созданные селекционные образцы показывают высокую устойчивость к воздушной к засухе.

Ключевые слова: рис, сорт, селекция, индекс урожая, засухоустойчивость, воздушная засуха, эректоидный лист, скручивающийся лист.

STATUS AND PROSPECTS OF CREATING RICE VARIETIES WITH A NEW PLANT MORPHOTYPE (REVIEW)

Rice is one of the ancient and important crops in the modern world. Its grain is the staple food for half of the world population. Rice is most popular in Asia and Africa, where its consumption ranges from 80 to 160 kg/year. Quite widely rice groats are used in European countries. Due to the significant consumption of rice, special attention is paid to the selection of productive varieties with high grain quality and resistance to negative environmental factors. The International Rice Institute in the Philippines and in China the breeding is ongoing to create highly productive varieties and hybrids of rice with a new plant morphotype. Similar studies are being carried out in the Russian Federation. The new variety Polus-5, which has vertical leaves, created at the Federal Scientific Center of Rice, has been entered in the State Register of the Russian Federation and approved for use in production. It is designed for dense crops with intensive technology. One of the many reasons that reduce the yield of rice in the conditions of the Russian Federation is air drought. During air drought, rice plants do not have time to pump water for cooling, which leads to a gradual loss of turgor. With dry winds during the flowering-filling period, the number of sterile spikelets in the panicle increases sharply, and in the phase of milky-wax ripeness, the formation of a feeble grain occurs. To increase the productivity of rice and resistance to drought, breeding is carried out using donors with erectoid-type leaves and curling into a tube at temperatures above 28 °C as initial material. The created breeding samples show high resistance to air drought.

Key words: rice, variety, breeding, yield index, drought resistance, air drought, erectoid leaf, curling leaf.

Селекционная работа по созданию нового морфотипа растения риса началось в Международном институте риса (IRRI) на Филиппинах в середине 1960-х гг. XX в. с создания полукарликового сорта IR-8, что положило начало «зеленой революции» в Азии. Сорт IR-8 обладал жестким стеблем, прямо стоящими листьями, обильно кустился, был нечувствителен к фотопериоду, хорошо отзывался на азот, имел высокий индекс урожая. В настоящее время более 60 % рисовых площадей в мире зани-

мают сорта риса полукарликового типа, подобные IR-8. Они обеспечивают более 80 % общего производства риса [21].

Последующие усилия по селекции растений риса были направлены на стабилизацию урожая и повышение экономической ценности за счет включения устойчивости к болезням и насекомым, улучшения качества зерна. Сорт IR-36 с такими показателями стал самым широко выращиваемым генотипом риса в мире в 1970-х гг. Последу-

ющие сорта, такие как IR-72, формировали более высокую урожайность. Дальнейшее повышение урожайности связывают с созданием нового морфотипа растений риса и гибридным рисом [21]. Созданные в IRRI сорта на первом этапе селекции повышали урожайность в основном за счет улучшения индекса урожая – ($K_{хоз}$), а после 1980 г. – за счет увеличения общей биомассы растений [24]. Современные сорта риса, выращиваемые в наилучших тропических условиях, формируют урожай до 10-11 т/га, при $K_{хоз}$ около 0,5 [23]. В 1995 г. селекционер IRRI G. Khush сообщил, что увеличение потенциальной урожайности риса более 15 т/га возможно при создании новых растений

риса с $K_{хоз}$ 0,6, то есть 60 % зерна и 40 % соломы по весу, а также с повышенной способностью к фотосинтезу для увеличения общего биологического урожая [22].

По мнению G. Khush (1995) данный тип растения должен обладать следующими показателями: малое кущение, отсутствие непродуктивных стеблей, 200-250 зерен на метелку, высота 90-100 см, очень прочные стебли, темно-зеленые толстые и прямостоячие листья, хорошо развитая корневая система, продолжительность вегетации 100-130 дней, комплексная устойчивость к болезням и вредителям, высокое качество зерна (рис. 1, рис. 2).



Рисунок 1. Различные морфотипы растений риса (www.flicr.com by IRRI photos)

1. Обычный морфотип растения риса
2. Улучшенный тип растения, сильно кустящийся, высокоурожайный
3. Новый слабо кустящийся морфотип растения с более высоким индексом урожая

Growth Stages of Rice

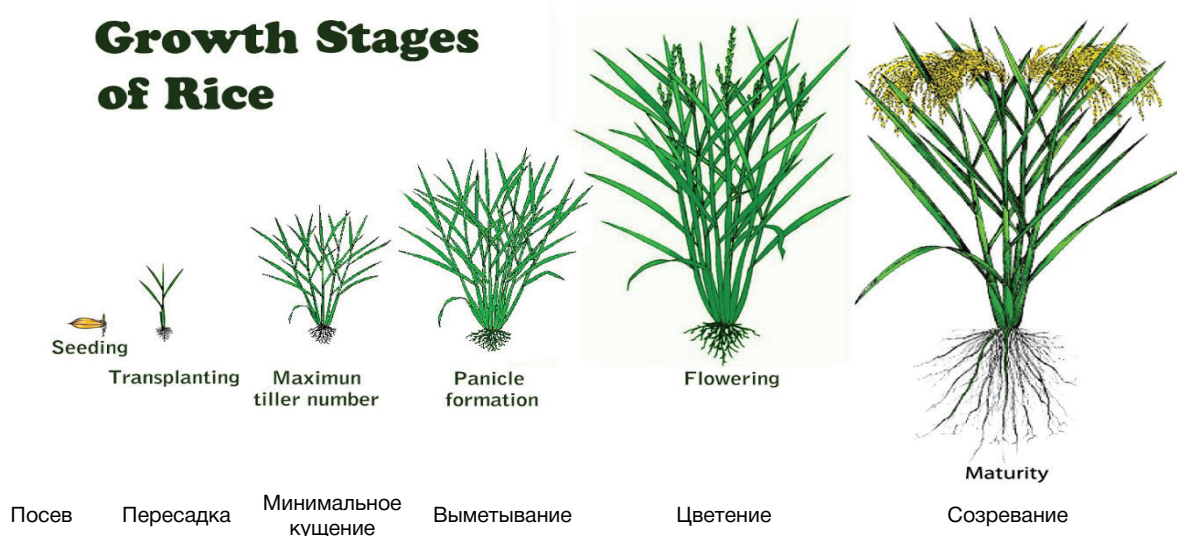


Рисунок 2. Стадии развития риса с новым морфотипом (www.flicr.com by IRRI photos)

А. Г. Ляховкин (1992) утверждает, что повысить потенциальную урожайность риса возможно за счет увеличения биомассы растения. Такой же вывод сделали индийские исследователи: необходимо увеличить биомассу растений создаваемых сортов риса до 25 т/га и повысить индекс урожая с 0,5 до 0,6 [12].

Ряд ученых считают, что одним из основных вкладов в повышение урожайности является положение и размер листового аппарата риса [1, 5, 14]. Растения с эректоидным расположением листьев позволяют загущать посевы и увеличивать продуктивность ценоза. Вклад листьев в хозяйственную продуктивность растений может достигать 80 % и более [3, 13, 16]. Зерно риса образуется в результате слаженной деятельности различных органов растений, но в основном за счет работы листьев. С их помощью формируется дальнейшая продуктивность. Ориентация в пространстве и размеры листовой пластины оказывают влияние как на урожайность, так и на некоторые другие хозяйственно-ценные признаки сельскохозяйственных культур, в том числе и риса [19].

Сорта с новым морфотипом растений риса, обладающие лучшей фотосинтетической характеристикой, позволяют повысить не только индивидуальную продуктивность, но и урожайность ценоза. Отличительной особенностью таких сортов является небольшое кущение, низкорослость, оптимальная площадь работы листовой поверхности и вертикальное расположение листьев на растении. Сорта с подобным комплексом признаков способны формировать посевы со структурой, обеспечивающей им хорошую

вентилируемость, поступление CO₂ из воздуха и достаточную освещенность листьев различных ярусов для высокопродуктивного фотосинтеза [14].

Исследователями показано, что листья, которые расположены практически перпендикулярно к прямым солнечным лучам более интенсивно получают потоки прямой и рассеянной радиации в небе даже в плотном посеве, лучи проходят вдоль них, а горизонтальные, даже при одиночном стоянии растения, практически их не получают. Растения с таким расположением листьев имеют наиболее оптимальную геометрическую структуру листовой пластины, что позволяет максимально использовать солнечную радиацию в течение дня [8].

В 1996 г. Министерство сельского хозяйства Китая развернуло программу селекции «супергибридного риса». Селекционер L. Yuan обосновал теорию создания такого риса, подчеркнув необходимость морфологического улучшения растений и использования межподвидового гетерозиса путем скрещивания растений подвидов *indica* и *japonica*. При селекции гибридов риса необходимо в полной мере использовать доминирующие дополнительные эффекты двух родителей для улучшения морфологических характеристик гибрида. Это идеальный тип растения с характеристиками: достаточно высокий стебель с длинными, прямостоячими, узкими, V-образными верхними тремя листьями, крупными, однородными и поникшими метелками и высокой устойчивостью к полеганию [25]. Модели предложенных морфотипов для дальнейшего повышения урожайности представлены на рисунке 3.

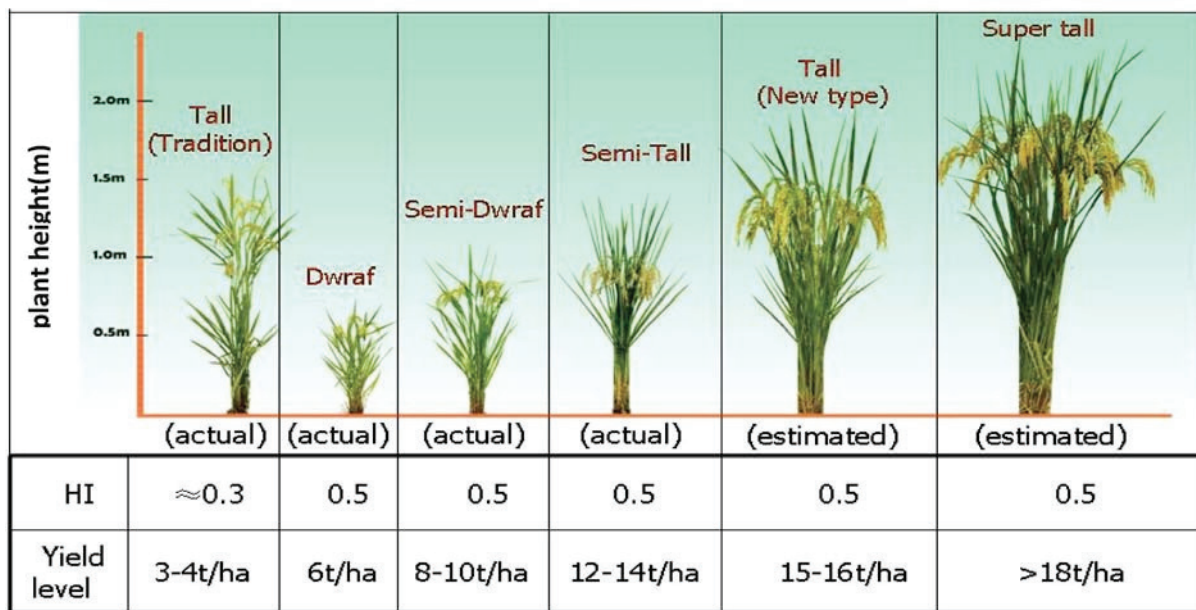


Рисунок 3. Модели типов растений риса, предложенные для дальнейшего повышения урожайности (L. Yuan, 2009)

Модели растений риса, предложенные L. Yuan (2009), активно реализуются несколькими селекционными центрами Китая.

Благодаря интенсивной работе китайских селекционеров, цель этапа I (урожайность риса 10,5 т/га) была достигнута в 2000 г., цель этапа II (12 т/га) – в 2004 г., цель этапа III (13,5 т/га) – в 2012 г.

К 2013 г. Министерство сельского хозяйства Китая сертифицировало 73 гибрида риса как «супер рис», включая 52 трехлинейных гибридных сорта риса, и 21 двухлинейных. В этом же году было объявлено о начале этапа IV селекции «супер гибридного риса» с целью достижения урожайности в 15 т/га [25]. Модель одного из китайских гибридов риса представлена на рисунке 4.

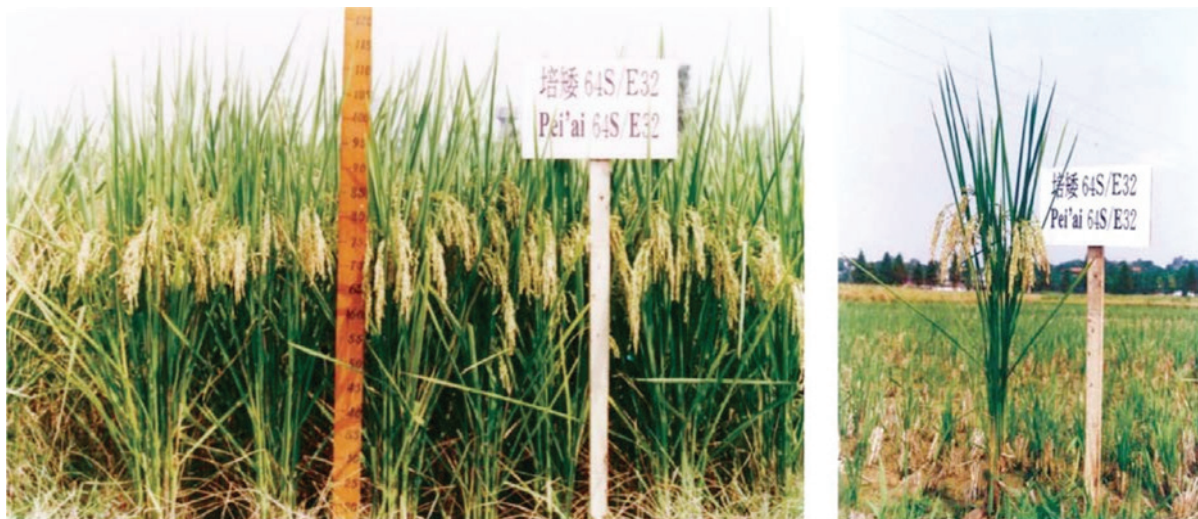


Рисунок 4. Модель растения гибрида риса Pei'ai (L. Yuan, 2009)

Селекционная работа в России по изменению морфотипа растения риса была начата во ВНИИ риса (ФНЦ риса) в 1982 г. В коллекции института уже имелись мутантные формы с эректоидным типом листа, но это были карликовые, мало продуктивные

растения, с фасолеобразным зерном. Из образца К-01209 было отобрано растение с эректоидными листьями и нормальным зерном. После размножения полученное потомство с именем «Остролистный-1» использовано в дальнейшей селекционной работе в качестве донора вертикальности листьев (рис. 5). Остролистный-1 имел высоту 50 см и очень мелкое зерно (масса 1000 зерновок менее 20 г). Это был серьезный недостаток образца.



Рисунок 5. Селекционный образец риса Остролистный-1

Полученная в 1983 г. гибридная форма риса БЗ-600, в разреженном посеве имела массу зерна с главной метелки 14 г (в то время как у возделываемых сортов – 2,5-3,5 г) [7]. Однако при загущении продуктивность метелок БЗ-600 резко снижалась. Из этого следовал вывод, что существующий морфотип растений является одним из лимитирующих факторов в повышении урожайности риса в России. У большинства сортов листовые пластинки отходят от стебля под углом 30° и более. В плотном стеблестое к моменту цветения они затеняют друг друга и постепенно отмирают. Следовательно, необходимо изменить морфотип растений таким образом, чтобы значительно уменьшить их конкуренцию за свет при загущении [9].

Образцы Остролистный-1 и БЗ-600 были включены в серию скрещиваний с рядом сортов риса, которые широко возделывались на Кубани и были адаптированы к местным условиям.

При скрещивании и последующих отборах выделялись селекционные линии с новым морфотипом растений, учитывая следующие признаки: высота

до 90 см, повышенная продуктивность, крупность зерна и его качество, а также устойчивость к пирикулярриозу. Увеличение массы 1000 семян происходило медленно, поэтому проводилось несколько этапов скрещиваний. В результате многолетней работы были созданы несколько перспективных вертикальнолистных образцов риса для загущен-

ных посевов, которые прошли комплексную селекционную оценку [2, 9, 20, 26].

Два сорта риса с новым морфотипом растений Рубикон и Полюс-5 в 2020 г. были переданы на Государственное сортоиспытание, по результатам которого сорт риса Полюс-5 внесен в Госреестр РФ и допущен к использованию в производстве с 2023 г. (рис. 6).



1



2

Рисунок 6. Сорта риса Рубикон (1) и Полюс-5 (2)

Сорт Полюс-5 предназначен для плотных посевов при интенсивной технологии. В этих условиях он способен формировать урожай зерна до 12 т/га. Помимо прямого хозяйственного использования, сорта Полюс-5 и Рубикон являются ценным исходным материалом для дальнейшей селекционной работы.

Как известно, в Китае, Индии и других тропических странах для риса нет лимитирующих факторов, таких как ограничение вегетационного периода и воздушная засуха, которые имеются в зоне умеренного климата.

В условиях Краснодарского края можно выращивать сорта риса с периодом вегетации до 125 дней [18]. Здесь же регулярно отмечается явление воздушной засухи, когда температура воздуха поднимается свыше 30 °С и дует сухой восточный ветер. Так, в 2018 г. здесь наблюдался суходей 55 дней подряд, а в 2019 г. – 56 дней [17]. Поэтому создание сортов риса, устойчивых к воздушной за-

сухе на юге России, является актуальной задачей.

Используя позднеспелый австралийский образец риса Av-1 со сворачивающимися листьями в качестве донора этого признака, создан российский сорт риса Австрал, у которого при температуре свыше 28 °С листья сворачиваются в трубку (рис. 7). При этом происходит уменьшение площади испарения, растение меньше тратит энергии на охлаждение и не снижает продуктивность [10]. При этом уменьшается затенение листьев нижнего яруса, что позволяет сохранить дольше их жизнеспособность и увеличить устойчивость к воздушной засухе [5, 6].

Сорт Австрал имеет вегетационный период 120 суток, относится к подвиду *indica*, ботанической разновидности *gilanica* Gust. Его зерно – узкое, длинное, с отношением длины к ширине (l/b) 3,5. Крупа белая, отличного качества, с высокими кулинарными показателями. Сорт не поражается пирикулярриозом в полевых условиях и не требует при-



Рисунок 7. Сорт риса Австрал

менения химических средств защиты [10]. Однако растения сорта Австрал имеют листья с обычным (не вертикальным) расположением. При сильном загущении и повышенных дозах азота сорт склонен к полеганию [11]. Поэтому сорт Австрал был использован в качестве родительской формы для гибридизации с короткостебельным образцом КПу-92-08, имеющим эректоидные листья. В результате получен и изучен новый селекционный материал, у которого сочетается короткостебельность, эректоидность листьев и их сворачиваемость в трубку при засухе [4, 6, 15, 17]. Выделены новые селекционные линии, представляющие значительный интерес для создания сортов риса нового поколения с измененным морфотипом растений.

Выводы

Таким образом, дальнейшее повышение урожайности риса возможно при изменении морфотипа его растений. Это подтверждают исследования, проводимые в Международном институте риса (Филиппины) и в Китайской Народной Республике.

Многолетние исследования российских селекционеров по изменению морфотипа риса привели к созданию сорта Полюс-5, который внесен в Госреестр РФ и допущен к хозяйственному использованию.

Продолжается селекционная работа, направленная на создание новых сортов риса, у растений которых эректоидность листьев сочетается с их сворачиваемостью в трубку при воздушной засухе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аниканова, З.Ф. Рис, сорт, урожай, качество/ З.Ф. Аниканова, Л.Е. Тарасова. – М.: «Агропромиздат» 1988. – С. 178-181.
2. Бегун, И. И. Изменчивость количественных признаков у гибридов риса с эректоидным расположением листьев / И. И. Бегун, Г.Л. Зеленский // Труды КубГАУ. – № 6 (21). – Краснодар, 2009. – С. 39 – 42.
3. Величко, Е.Б. Технология получения высоких урожаев риса / Е.Б. Величко, Б.Б. Шумаков. – М.: «Колос», 1984. – 138 с.
4. Дзюба, В.А. Генетика риса / В.А. Дзюба. – Краснодар: НТИ ВНИИ риса, 2004. – С. 8-84.
5. Дональд, С. Конкуренция за свет у сельскохозяйственных культур / С. Дональд // Механизмы биологической конкуренции. – М., 1964. – 350 с.
6. Зеленский, А. Г. Наследование и изменчивость признаков структуры листьев растений риса и их использование в селекции : автореф. дис. ... канд. биол. наук / А.Г. Зеленский. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – 24 с.
7. Зеленский, Г.Л. Биологический потенциал рисового растения / Г.Л. Зеленский // Доклады ВАСХНИЛ. – 1985. – № 11. – С. 16-18.
8. Зеленский, Г.Л. Перспективы создания сортов риса с высокой продуктивностью и адаптивными качествами / Г.Л. Зеленский // Развитие инновационных процессов в рисоводстве – базовый принцип стабилизации отрасли: Материалы всеросс. науч.-практич. конф. 15-16 авг. 2005 г. Краснодар, 2005. – С. 3-12.
9. Зеленский, Г.Л. Реакция форм риса с эректоидными листьями на загущение / Г.Л. Зеленский, И.И. Бегун,

- А. Г. Зеленский // Рисоводство. – 2005. – № 7. – С. 21-25.
10. Зеленский, Г.Л. Оценка сортообразца риса «Австрал» с новым морфотипом растения / Г.Л. Зеленский, В.А. Дзюба // В сборнике: Нетрадиционное растениеводство. Эниология. Экология и здоровье. Материалы XV международного симпозиума. – 2006. – С. 198.
11. Зеленский, Г. Л. Селекция риса на повышение устойчивости к воздушной засухе / Г. Л. Зеленский, А. Г. Зеленский, С. С. Скоркина, Т. А. Ромашенко, В. В. Цогоева // Рисоводство. – 2016. – № 3-4 (32-33). – С. 9-13.
12. Ляховкин, А.Г. Мировое производство и генофонд риса / А.Г. Ляховкин. - Ханой, 1992. - 344 с.
13. Методика опытных работ по селекции, семеноводству и контролю за качеством семян риса / А. П. Сметанин, В. А. Дзюба, А. И. Апрод. – Краснодар, 1972. – 156 с.
14. Ничипорович, А.А. Теория фотосинтетической продуктивности растений и рациональное направление селекции на повышение продуктивности / А.А. Ничипорович // Биологические основы повышения продуктивности зерновых культур. – М., 1975. – С. 5-14.
15. Скоркина, С.С. Наследование и изменчивость количественных признаков внутривидовых гибридов при селекции риса: автореф. дис. ... канд. биол. наук / С.С. Скоркина. – Краснодар: ВНИИ риса, 2015. – 24 с.
16. Ткаченко, Ю. В. Оценка вертикальнолистных образцов риса в конкурсном испытании / Ю. В. Ткаченко, Г. Л. Зеленский // Вестник научно-технического творчества молодежи Кубанского ГАУ : Сборник статей по материалам научно-исследовательских работ. В 4-х томах / Под редакцией А.И. Трубилина. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2018. – С. 168-172.
17. Ткаченко, Ю.В. Сравнительная оценка сортов и образцов риса с разной архитектурой растений при воздушной засухе / Ю.В. Ткаченко, А.Г. Зеленский. Г.Л. Зеленский // Рисоводство. – Краснодар, 2020. – № 1 (46). – С. 11-17.
18. Харитонов, Е. М. Основные итоги и перспективы развития рисоводства в Российской Федерации / Е. М. Харитонов // Основные направления селекции и современные технологии повышения адаптационного потенциала культуры риса в странах умеренного климата : Материалы Международной научно-практической конференции, Краснодар, 05–09 сентября 2011 года. – Краснодар: ООО «Просвещение-Юг», 2011. – С. 5-8.
19. Шаталова, М. В. Отношение массы зерна с растения к площади листьев, как фактор при отборе вертикальнолиственного риса для селекции на повышение продуктивности / М. В. Шаталова, Г. Л. Зеленский, А. Ю. Жилин // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Сборник статей по материалам IX Всероссийской конференции молодых ученых, Краснодар, 24–26 ноября 2015 года / Ответственный за выпуск: А.Г. Коцаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 124-125.
20. Шаталова, М. В. Способ отбора наиболее продуктивных образцов риса / М.В. Шаталова, Г. Л. Зеленский, А. Ю. Жилин // Патент РФ на изобретение № 2637366 от 04.12.2017, с приоритетом изобретения 14 июля 2016 г.
21. Khan, M.H. Breeding Strategies for Improving Rice Yield—A Review / M.H. Khan, Z.A. Dar, S.A. Dar // *Agricultural Sciences*. – 2015. – № 6. – P. 467-478. <http://dx.doi.org/10.4236/as.2015.65046>
22. Khush, G.S. Breaking the yield barrier of rice / G.S. Khush // *Geo Journal*. – 1995. – № 35. – P. 329-332. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00989140>.
23. Khush, G.S. Strategies for increasing the yield potential of rice / G.S. Khush // *Redesigning rise photosynthesis to increase yield*. – 2000. – P. 207-213.
24. Peng, S.R. Grain yield of rice cultivars and lines developed in the Philippines since 1966 / S.R. Peng, C. Laza, R.M. Visperas, A.L. Sanico, K.G. Cassman, G.S. Khush // *Crop Science*. – 2000. – № 40. – P. 307-314. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci2000.402307x>.
25. Yuan, L. Progress in super-hybrid rice breeding // *Crop J*. – 2017. – V. 5. – № 2. – P. 100-102.
26. Zelensky, G.L. On assessment of rice varieties in productivity breeding / G.L. Zelensky, M.V. Zhilina, M.A. Tkachenko // *Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University*. – 2022. – № 180. – P. 52-60. <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-180-006>.

REFERENCES

- Anikanova, Z.F. Rice, variety, yield, quality / Z.F. Anikanova, L.E. Tarasova. – М.: “Agropromizdat”, 1988. – P. 178-181.
- Begun, I.I. Variability of quantitative traits in rice hybrids with erectoid leaf arrangement / I.I. Begun, G.L. Zelensky // *Proceedings of KubGAU*. – № 6 (21). – Krasnodar, 2009. – P. 39 - 42.
- Velichko, Ye. B. Technology for obtaining high yields of rice / Ye. B. Velichko, B. B. Shumakov. – М.: “Kolos”, 1984. – 138 p.
- Dziuba, V.A. Rice Genetics / V.A. Dziuba. – Krasnodar: NTI VNII rice, 2004. – P. 8-84.
- Donald, S. Competition for light in agricultural crops / S. Donald // *Mechanisms of biological competition*. – М., 1964. – 350 p.
- Zelensky, A. G. Inheritance and variability of traits in the structure of leaves of rice plants and their use in breeding: author. dis. ... cand. biol. sci. / A.G. Zelensky. – Krasnodar: KubGAU, 2008. – 24 p.
- Zelensky, G.L. Biological potential of the rice plant /G.L. Zelensky // *Reports of VASKhNIL*. – 1985. – № 11. – P. 16-18.
- Zelensky, G.L. Prospects for creating rice varieties with high productivity and adaptive qualities / G.L. Zelensky // *Development of innovative processes in rice growing – the basic principle of industry stabilization: Materials of the All-Russian scientific-practical. conf. 15-16 Aug. 2005. Krasnodar, 2005.* – P. 3-12.
- Zelensky, G.L. Reaction of rice forms with erectoid leaves to thickening / G.L. Zelensky, I.I. Begun, A. G. Zelensky // *Rice growing*. – 2005. – № 7. – P. 21-25.
- Zelensky, G.L. Evaluation of the variety sample of rice “Avstral” with a new plant morphotype / G.L. Zelensky, V.A. Dziuba // *In the collection: Non-traditional crop production. Eniology. Ecology and Health. Proceedings of the XV International Symposium*. – 2006. – P. 198.

11. Zelensky, G. L. Rice breeding for increasing resistance to air drought / G. L. Zelensky, A. G. Zelensky, S. S. Skorkina, T. A. Romashchenko, V. V. Tsogoeva // Rice growing. – 2016. – № 3-4 (32-33). – P. 9-13.
12. Lyakhovkin, A.G. World production and rice gene pool / A.G. Lyakhovkin. – Hanoi, 1992. – 344 p.
13. Methodology for experimental work on breeding, seed production and quality control of rice seeds / A. P. Smetanin, V. A. Dziuba, A. I. Aprod. – Krasnodar, 1972. – 156 p.
14. Nichiporovich, A.A. The theory of photosynthetic productivity of plants and the rational direction of selection for increasing productivity / A.A. Nichiporovich // Biological bases for increasing the productivity of grain crops. – M., 1975. – P.5-14.
15. Skorkina, S.S. Inheritance and variability of quantitative traits of intraspecific hybrids in rice breeding: Abstract of the thesis. dis. ... cand. biol. sci. / S.S. Skorkina. – Krasnodar: All-Russian Research Institute of Rice, 2015. – 24 p.
16. Tkachenko, Yu. V. Evaluation of vertical-leaved rice samples in a competitive test / Yu. V. Tkachenko, G. L. Zelensky // Bulletin of the scientific and technical creativity of the youth of the Kuban State Agrarian University: Collection of articles based on research materials. In 4 volumes / Edited by A.I. Trubilin. – Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 2018. – P. 168-172.
17. Tkachenko, Yu. V. Comparative evaluation of rice varieties and samples with different plant architectonics during air drought / Yu. V. Tkachenko, A.G. Zelensky. G.L. Zelensky // Rice growing. – Krasnodar, 2020. – № 1 (46). – P. 11-17.
18. Kharitonov, Ye. M. The main results and prospects for the development of rice growing in the Russian Federation / Ye. M. Kharitonov // The main directions of breeding and modern technologies for increasing the adaptive potential of rice crops in countries with a temperate climate: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Krasnodar, September 05–09, 2011. – Krasnodar: LLC “Prosveshchenie-South”, 2011. – P. 5-8.
19. Shatalova, M. V. The ratio of grain mass per plant to leaf area as a factor in the selection of vertical-leaved rice for breeding to increase productivity / M. V. Shatalova, G. L. Zelensky, A. Yu. Zhilin // Scientific support of the agro-industrial complex: Collection of articles based on the materials of the IX All-Russian Conference of Young Scientists, Krasnodar, November 24–26, 2015 / Responsible for the issue: A.G. Koshchayev. – Krasnodar: Kuban State Agrarian University, 2016. – P. 124-125.
20. Shatalova, M.V. Method of selection of the most productive rice samples / M.V. Shatalova, G. L. Zelensky, A. Yu. Zhilin // Patent of the Russian Federation for the invention № 2637366 dated 04.12.2017, with the priority of the invention on July 14, 2016.
21. Khan, M.H. Breeding strategies for improving rice yield—A Review / M.H. Khan, Z.A. Dar, S.A. Dar // Agricultural Sciences – 2015. – № 6. – P. 467-478. <http://dx.doi.org/10.4236/as.2015.65046>
22. Khush, G.S. Breaking the yield barrier of rice / G.S. Khush // GeoJournal. – 1995. – № 35. – P. 329-332. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00989140>
23. Khush, G.S. Strategies for increasing the yield potential of rice / G.S. Khush // Redesigning rise photosynthesis to increase yield. – 2000. – P. 207-213.
24. Peng, S.R. Grain yield of rice cultivars and lines developed in the Philippines since 1966 / S.R. Peng, C. Laza, R.M. Visperas, A.L. Sanico, K.G. Cassman, G.S. Khush // Crop Science. – 2000. – № 40. – P. 307-314. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci2000.402307x>
25. Yuan, L. Progress in super-hybrid rice breeding / L. Yuan // Crop J. – 2017. – V. 5. – № 2. – P. 100-102.
26. Zelensky, G.L. On assessment of rice varieties in productivity breeding / G.L. Zelensky, M.V. Zhilina, M.A. Tkachenko // Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University. – 2022. – № 180. – P. 52-60. <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-180-006>

Максим Андреевич Ткаченко

Младший научный сотрудник
отдела селекции
E-mail: max.1356@mail.ru

Maksim Andreevich Tkachenko

Junior researcher of the breeding department
E-mail: max.1356@mail.ru

Григорий Леонидович Зеленский

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

Grigory Leonidovich Zelensky

Chief researcher of the breeding department
E-mail: zelensky08@mail.ru

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

All: FSBSI «FSC of rice»
3, Belozerny, Krasnodar, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2023-60-3-14-20
УДК 633.18: 681.518

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДУКЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ИНТЕНСИВНЫХ И ЭКСТЕНСИВНЫХ СОРТОВ РИСА

Ведущая роль в формировании величины хозяйственного урожая зерновых принадлежит системе распределения ассимилятов по органам растения в онтогенезе. Более интенсивный их поток к конусу нарастания и формирующимся органам метелки определяет повышенную продуктивность сорта. Однако количественные параметры образования и использования ассимилятов у разных типов сортов исследованы недостаточно и их изучение имеет значение при оценке селекционных образцов на продуктивность. Цель исследований - изучить физиологические механизмы, определяющие формирование урожайности интенсивных и экстенсивных сортов риса и выделить признаки для оценки продуктивности генотипов. Представлены результаты мелкоделяночного опыта по изучению интенсивности накопления надземной фитомассы посевов риса, налива зерна, устойчивости к полеганию и урожайности шести сортов риса – Рапан, Визит, Флагман (интенсивные) и Станичный, Соната, Атлант (экстенсивные) на разных фонах минерального питания. Определена пониженная интенсивность налива у интенсивных сортов на фонах $N_{24}P_{12}K_{12}$ и $N_{36}P_{18}K_{18}$ г д.в. на 1 м^2 которая оказала влияние на массу 1000 зерен. Масса 1000 зерновок имеет положительную связь с величинами этих признаков, которые могут характеризовать типы сортов (интенсивный или экстенсивный). Показано, что характер распределения ассимилятов по развивающимся органам растений разных типов сортов риса в период выхода в трубку оказывает значительное влияние на развитие вегетативных и генеративных органов, приводящее к разной доле стеблей и метелок в общей надземной биомассе посева в период цветения, что обуславливает значения уборочного индекса ($K_{\text{хоз}}$), устойчивости генотипов к полеганию в полную спелость и продуктивности.

Ключевые слова: рис, сорт, продукционный процесс, масса 1000 зерен, уборочный индекс, урожайность.

STUDY OF PRODUCTION PROCESSES OF INTENSIVE AND EXTENSIVE RICE VARIETIES

The leading role in the formation of the value of the economic yield in cereal varieties belongs to the system of distribution of assimilates over the organs of the plant in its ontogenesis. Their more intense flow to the growth cone and the forming panicle organs determines the increased productivity of the variety. However, the quantitative parameters of the formation and use of assimilates in different types of varieties have not been studied enough, and their study is important in evaluating breeding accessions for productivity, which was our task. The results of a small-plot experiment on the study of the intensity of accumulation of above-ground phytomass of rice crops, grain filling, resistance to lodging and productivity of six varieties of rice – Rapan, Vizit, Flagman (intensive) and Stanichny, Sonata, Atlant (extensive) on different backgrounds of mineral nutrition are presented. The reduced intensity of filling was determined in intensive varieties on the backgrounds of $N_{24}P_{12}K_{12}$ and $N_{36}P_{18}K_{18}$ g of active substance per 1 m^2 of sowing, which influenced the of 1000 grain weight. The 1000 grain weight has a positive relationship with the values of these traits, which can characterize the types of varieties (intensive or extensive). It is shown that the nature of the distribution of assimilates in the developing organs of the shoots of different types of rice varieties during the booting period has a significant impact on the unequal development of vegetative and generative organs, leading to a different proportion of stems and panicles in the total aboveground sowing biomass during the flowering period, which is the main reason unequal value of the harvesting index (HI), resistance of genotypes to lodging at full maturity and productivity.

Key words: rice, variety, production processes, 1000 grain weight, harvesting index, yield.

Введение

Изучением физиологии формирования урожая зерна у сельскохозяйственных культур занимаются многие исследователи и по этой проблеме накоплен значительный экспериментальный материал как в России, так и в зарубежных странах [2, 5, 12]. Результаты проведенных исследований показали, что в основе формирования разной урожайности

интенсивных и экстенсивных генотипов риса лежат изменения в отдельных этапах продукционного процесса у растений и в агроценозах этих типов сортов [8, 9]. Показано, что большая доля ассимилятов фотосинтеза побега интенсивных сортов используется на формирование высоко озеренной метелки, определяющей продуктивность генотипа, но при этом снижается их устойчивость

к полеганию. У экстенсивных сортов формируются более мощные, устойчивые к изгибу стебли, но с меньшей продуктивностью метелки. По величине данных параметров можно проводить оценку генотипов на продуктивность и их устойчивость к полеганию [10]. Установленный характер распределения ассимилятов по органам побега риса позволяет определить морфологические и физиологические признаки растений, определяющие урожайность интенсивных и экстенсивных сортов, для использования их в селекции и агротехнике [7]. Увеличить продуктивность посевов риса пытаются ряд ученых, создавая сорта супер-риса, в которых улучшены донорно-акцепторные отношения перераспределением метаболитов в сторону генеративных органов [13, 14, 15]. Однако вопрос о связи оптимального распределения ассимилятов по органам растения разных типов сортов с их урожайностью недостаточно исследован. В связи с этим особенности продукционного процесса сортов риса, определяющие разную урожайность, связаны с целым комплексом физиологических, морфологических, оптико-биологических признаков растений, выявление которых и установление их корреляций с признаками продуктивности является нашей главной задачей. Количественные их признаки будут использованы при мониторинге состояния посевов и разработке моделей сортов. Изучение этих вопросов имеет важное значение для физиологии растений, селекции и технологии возделывания риса в Краснодарском крае.

Цель исследований

Изучить физиологические механизмы, определяющие формирование урожайности интенсивных и экстенсивных сортов риса и выделить признаки для оценки продуктивности генотипов.

Материалы и методы

Опыты проводили в 2016-2018 гг. в специальных железобетонных микрочеках, заполненных лугово-черноземной почвой [11]. В качестве объекта исследования использовали сорта Рапан, Визит, Флагман интенсивного типа, и Соната, Атлант, Станичный – экстенсивного. Фоны минерального питания – $N_{12}P_6K_6$ (средний); $N_{24}P_{12}K_{12}$ (оптимальный); $N_{36}P_{18}K_{18}$ (высокий) г д.в. на 1 м². Густота всходов – 300 шт/м². В течение вегетационного периода выполняли следующие измерения: сухой и сырой надземной массы, побегов и их отдельных органов (листьев, стебля с влагалищами листьев, метелки, зерна), площади листовой поверхности с помощью портативного счетчика площади листьев LI-3000A. Донорно-акцепторные отношения изучали по массе побега, числу общих колосков и выполненных зерен в метелке. Степень полегания посевов оценивали по площади к полегшим растениям, выраженной в процентах к общей площади посева, по устойчивости стебля на изгиб и содержанию целлюлозы. Экспресс-контроль обеспеченности растений риса азотом определяли прибором «N-tester», а общего азота – на анализаторе азота UDK 127 [6]. Полученные данные были обработаны методами биометрической статистики [4].

Результаты и обсуждение

Результатом изучения интегрального показателя фотосинтетической деятельности посевов исследуемых сортов риса является величина образования их надземной биомассы на единице площади (табл. 1). Повышенная интенсивность её образования наблюдается в фазы выхода в трубку, цветения, формирования и налива зерновок и в значительной степени зависит от фона минерального питания, определяющего густоту стеблестоя и надземную фитомассу посева.

Таблица 1. Накопление надземной фитомассы посевов сортов риса на разных фонах минерального питания

Сорт	Фон удобрений	Надземная фитомасса посева				
		8 листьев		цветение		полная спелость
		г/м ²	%	г/м ²	%	г/м ²
Рапан (st)	$N_{12}P_6K_6$	452	33,1	1006	73,7	1365
	$N_{24}P_{12}K_{12}$	671	31,1	1379	63,9	2158
	$N_{36}P_{18}K_{18}$	815	34,3	1676	70,4	2379
Визит	$N_{12}P_6K_6$	421	32,9	1015	79,3	1280
	$N_{24}P_{12}K_{12}$	480	25,2	1396	73,4	1902
	$N_{36}P_{18}K_{18}$	639	28,2	1754	77,5	2262
Флагман	$N_{12}P_6K_6$	534	39,0	1068	78,0	1370
	$N_{24}P_{12}K_{12}$	601	29,1	1390	67,4	2062
	$N_{36}P_{18}K_{18}$	764	32,5	1711	72,7	2353
Станичный	$N_{12}P_6K_6$	635	40,9	1119	72,1	1551
	$N_{24}P_{12}K_{12}$	743	31,9	1644	70,6	2327
	$N_{36}P_{18}K_{18}$	744	33,2	1805	80,5	2243

Продолжение таблицы 1

Сорт	Фон удобрений	Надземная фитомасса посева				
		8 листьев		цветение		полная спелость
		г/м ²	%	г/м ²	%	г/м ²
Соната	$N_{12}P_6K_6$	434	32,3	939	69,9	1343
	$N_{24}P_{12}K_{12}$	541	27,0	1298	64,7	2005
	$N_{36}P_{18}K_{18}$	734	29,9	1559	63,5	2456
Атлант	$N_{12}P_6K_6$	452	34,9	1008	77,9	1294
	$N_{24}P_{12}K_{12}$	590	30,3	1383	71,0	1949
	$N_{36}P_{18}K_{18}$	798	36,2	1568	71,2	2202
HCP ₀₅ вар.		16,2	-	31,3	-	42,1

На среднем фоне минерального питания ($N_{12}P_6K_6$) надземная масса у всех сортов была значительно меньше, чем на оптимальном и высоком фонах удобрений ($N_{24}P_{12}K_{12}$ и $N_{36}P_{18}K_{18}$). Сортные различия по её величине на 1 м² на одном фоне питания были в пределах ошибки опыта.

Важным показателем продуктивности сортов риса разного типа является количество колосков на метелках на единице площади в фазу цветения и доля их реализации в число зерновок в период созревания. Общее количество колосков в метелках на 1 м² интенсивных сортов было значительно больше, чем у экстенсивных. Однако не все колоски оказались фертильными, у интенсивных генотипов их доля составила до 79,5-84,4 %, а у экстенсивных – 83,6-93,5 %. Выяснение физиологических причин этих различий представляет большой интерес при изучении особенностей продукционного процесса разных типов сортов риса, определяющих их раз-

ную урожайность. Эти причины изучены пока недостаточно. Однако на основании уже полученных нами косвенных данных, можно предполагать, что они связаны с разным обеспечением развивающихся структур метелки исходными метаболитами и при их недостатке уменьшается число колосков и зерен на ней и при этом доля выполненных колосков повышается [1].

Характер распределения ассимилятов по развивающимся органам побега разных типов сортов риса в период выхода в трубку оказывает значительное влияние на развитие вегетативных и генеративных органов, приводящее к разной доле стеблей и метелок в общей надземной биомассе посева в период цветения, что является главной причиной неодинаковой величины коэффициента хозяйственной эффективности фотосинтеза ($K_{хоз}$, %) – доли зерна в общей надземной массе посева в полную спелость (табл. 2).

Таблица 2. Доля органов растения сортов риса в фазу цветения и их связь с $K_{хоз}$

Сорт	Тип сорта	$K_{хоз}$, %	Стебель, %	Метелка, %	Листья, %
$N_{24}P_{12}K_{12}$					
Рапан (st)	1	48,9	61,5	15,6	22,9
Визит	1	47,8	62,7	15,6	21,7
Флагман	1	46,8	62,0	16,4	21,6
Станичный	2	36,4	65,8	15,1	19,1
Соната	2	41,3	64,5	15,4	20,1
Атлант	2	38,7	64,9	13,6	21,5
$K_{хоз}$ коррелирует			-0,98±0,11	0,65±0,18	0,81±0,28

Примечание – 1 – интенсивный; 2 – экстенсивный.

Величина $K_{хоз}$ интенсивных сортов Рапан, Визит, Флагман на всех фонах минерального питания заметно выше, чем экстенсивных – Станичного, Сонаты и Атланта, что явилось причиной пониженной урожайности последних. При этом важным показателем, характеризующим донорно-акцепторные отношения, является $K_{хоз}$, имеющий тесную связь с урожайностью сортов. На фоне $N_{24}P_{12}K_{12}$ величина $K_{хоз}$ имеет высокую отрицательную связь с долей стебля в побеге и положительную связь с долей метелки в общей его биомассе в период цветения.

Основными соединениями процесса налива зер-

новок являются ассимиляты фотосинтеза растений в период их созревания. Исследуемые типы сортов этой культуры различаются по величине притока ассимилятов в зерновки, о чем можно судить по величине образования их массы в расчете на 100 штук и интенсивности их налива в расчете на одни сутки (табл. 3).

Масса 1000 зерновок сортов риса на фонах $N_{24}P_{12}K_{12}$ и $N_{36}P_{18}K_{18}$ имеет прямую высокую корреляционную связь с величинами этих показателей, которые должны входить в состав признаков характеризующих продуктивность сортов риса.

Таблица 3. Масса 1000 зерен сортов риса и её связь с интенсивностью налива в период созревания

Сорт	Тип сорта	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с метелки, г	Образование массы зерна метелки в расчете на 100 штук, г	Интенсивность налива 100 зерновок в период созревания, г/сут. на 100 шт.
$N_{24}P_{12}K_{12}$					
Рапан (st)	1	20,59	1,83	2,03	0,096
Визит	1	20,28	1,41	1,94	0,092
Флагман	1	21,15	1,62	1,88	0,095
Станичный	2	21,40	1,41	2,01	0,096
Соната	2	23,07	1,36	2,25	0,107
Атлант	2	22,44	1,37	2,11	0,100
Масса 1000 зерен коррелирует				0,82±0,28	0,94±0,18
$N_{36}P_{18}K_{18}$					
Рапан (st)	1	20,07	1,63	1,99	0,095
Визит	1	19,72	1,30	1,96	0,093
Флагман	1	20,00	1,57	1,95	0,093
Станичный	2	20,69	1,19	2,02	0,096
Соната	2	22,09	1,34	2,26	0,109
Атлант	2	21,58	1,35	2,11	0,100
Масса 1000 зерен коррелирует				0,96±0,15	0,94±0,18

Примечание – 1 – интенсивный; 2 – экстенсивный.

На избыточный фон питания сортов риса азотом указывает и полегание посевов, за которым проводили наблюдения. Одновременно выполняли анализы на содержание целлюлозы в стеблях побега, а также определяли их устойчивость на изгиб по разработанному нами способу [6]. Результаты представлены в таблице 4. Полегания посевов на варианте без удобрений и на фоне $N_{12}P_6K_6$ не было. У интенсивных сортов на фоне $N_{24}P_{12}K_{12}$ полегли 30-40 % посевов, а на фоне $N_{36}P_{18}K_{18}$ – 40-50 %. Основными признаками, имеющими тесную прямую связь с величиной полегания посевов сортов риса, являются «содержание целлюлозы» в 1 см длины стебля и «устойчивость на изгиб». Между содержанием целлюлозы в 1 см длины стебля и величиной полегания посевов установлена отрицательная связь с коэффициентами корреляции $-0,97\pm 0,12$ – $-0,96\pm 0,15$, а между уровнем устойчивости стебля на изгиб и полеганием $r = -0,95\pm 0,16$ – $-0,98\pm 0,05$. Эти признаки

используются при оценке сортообразцов риса на устойчивость к полеганию. По той же причине отмечено незначительное полегание посевов экстенсивных сортов Соната и Атлант на высоком фоне минерального питания, что имеет значение для селекции риса и рационального размещения их в хозяйствах.

Формирование высокой урожайности риса, реализация потенциальной продуктивности сортов в значительной степени зависят от оптимальной обеспеченности растений в онтогенезе элементами минерального питания. При решении этого вопроса необходимо учитывать режим орошения риса, оказывающий большое влияние на повышение растворимости, подвижности и доступности для растений риса питательных соединений в почве, в которой минерализация органического вещества продолжается до образования аммонийного азота, хорошо закрепляющегося в ней и являющегося лучшей формой этого элемента для питания растения.

Таблица 4. Содержание целлюлозы в стебле, устойчивость его на изгиб и полегаемость сортов риса на разных фонах минерального питания (фаза полной спелости)

Сорт	Вариант	Масса 12 см отрезка стебля, г	Содержание целлюлозы, %	Содержание целлюлозы в 1 см длины стебля, мг/см	Устойчивость стебля на изгиб, г	Полегаемость, %
интенсивные сорта						
Рапан (st)	1	0,26	28,61	4,30	62,70	40,0
	2	0,27	28,98	4,19	59,20	50,0
Визит	1	0,22	30,45	4,52	65,40	30,0
	2	0,23	28,34	4,28	62,30	40,0

Продолжение таблицы 4

Сорт	Вариант	Масса 12 см отрезка стебля, г	Содержание целлюлозы, %	Содержание целлюлозы в 1 см длины стебля, мг/см	Устойчивость стебля на изгиб, г	Полегаемость, %
Флагман	1	0,27	27,31	4,33	62,20	40,0
	2	0,26	27,43	4,12	58,30	50,0
экстенсивные сорта						
Станичный	1	0,27	33,75	6,23	73,10	1,0
	2	0,30	30,67	5,44	71,00	1,0
Соната	1	0,27	35,60	5,91	81,40	1,0
	2	0,26	34,58	5,18	75,30	8,3
Атлант	1	0,34	33,68	5,65	77,40	1,0
	2	0,31	26,97	4,90	72,40	13,3
НСП ₀₅ вар.		0,02	0,94	0,17	1,71	2,42

Примечание – 1 – N₂₄P₁₂K₁₂; 2 – N₃₆P₁₈K₁₈ г д.в. на 1 м².

На внесение возрастающих доз удобрений посеvy риса отзываются, прежде всего, увеличением листовой поверхности, обусловленным размерами листьев у побегов и повышением их числа на единице площади в результате кушения растений. Оптимальный уровень азотного питания растений, увеличивая содержание хло-

рофилла в листьях и интенсивность фотосинтеза, одновременно повышает и оптимальную величину ИЛП. В нашем опыте в фазу кушения растения риса не достигли своей оптимальной величины ИЛП из-за возраста растений (6 листьев), но ИЛП имеет тесную связь с азотным статусом (табл. 5).

Таблица 5. Содержание азота в фазу кушения и продуктивность посевов риса в зависимости от фона минерального питания

Фон удобрений	Содержание азота, %	Н-тестер, ед.	ИЛП, м ² /м ²	Урожайность, кг/м ²
Рапан				
N ₁₂ P ₆ K ₆	3,28	479	1,56	0,800
N ₂₄ P ₁₂ K ₁₂	4,16	520	2,43	1,215
N ₃₆ P ₁₈ K ₁₈	4,60	532	2,97	1,254
Визит				
N ₁₂ P ₆ K ₆	3,42	471	2,27	0,748
N ₂₄ P ₁₂ K ₁₂	4,08	539	2,67	1,057
N ₃₆ P ₁₈ K ₁₈	4,65	545	3,62	1,140
Флагман				
N ₁₂ P ₆ K ₆	3,24	490	2,24	0,778
N ₂₄ P ₁₂ K ₁₂	4,28	529	3,03	1,129
N ₃₆ P ₁₈ K ₁₈	4,44	547	3,77	1,264
Станичный				
N ₁₂ P ₆ K ₆	3,06	490	3,00	0,812
N ₂₄ P ₁₂ K ₁₂	4,16	548	3,22	0,982
N ₃₆ P ₁₈ K ₁₈	4,46	557	3,78	0,917
Соната				
N ₁₂ P ₆ K ₆	2,36	521	2,17	0,680
N ₂₄ P ₁₂ K ₁₂	4,46	587	2,58	0,957
N ₃₆ P ₁₈ K ₁₈	4,67	592	3,09	1,094
Атлант				
N ₁₂ P ₆ K ₆	2,83	433	2,08	0,657
N ₂₄ P ₁₂ K ₁₂	4,06	514	3,56	0,858
N ₃₆ P ₁₈ K ₁₈	4,35	521	3,90	0,943
НСП ₀₅ вар.	0,17	16,8	0,16	0,05

Одним из важных жизнеобеспечивающих факторов внешней среды для сортов риса является оптимальное обеспечение их посевов азотом в онтогенезе, о котором можно судить по содержанию этого элемента в надземной массе. На фоне $N_{24}P_{12}K_{12}$ концентрация азота в растениях была в пределах оптимума [1]. Полученные данные согласуются с показаниями N-тестера, определяющего интенсивность окраски листьев в период вегетации растений и его данные тесно связаны с величинами ИЛП.

Таким образом, особенностью продукционного процесса разных по урожайности сортов риса является характер распределения образующихся в процессе фотосинтеза ассимилятов по органам растения, приводящий к разной доле стеблей и метелок в общей надземной биомассе посевов в период выхода в трубку, что является причиной неодинаковой величины уборочного индекса ($K_{хоз}$) – доли зерна в общей надземной массе посева. Величины $K_{хоз}$ интенсивных сортов Рапан, Визит, Флагман значительно выше, чем у экстенсивных – Сонаты, Атланта и Станичного, что и обусловило повышенную урожайность первых генотипов. Более значительная часть ассимилятов экстенсивных сортов использовалась на образование массивных стеблей, что обусловило повышенную устойчивость их по-

севов к полеганию и привело к понижению уборочного индекса и урожайности этих генотипов. Для создания высокопродуктивного посева необходима регуляция образования продуктивных органов, составляющих структуру урожая, путем определенно-го (оптимального) азотного питания растений.

Выводы

Причиной формирования разной урожайности интенсивных и экстенсивных генотипов является характер распределения образующихся в процессе фотосинтеза ассимилятов по органам побега. У интенсивных сортов – Рапан, Визит, Флагман более значительная часть ассимилятов растения используется на образование колосков и зерновок метелки, при этом снижается их приток к формирующимся элементам стебля. У экстенсивных сортов – Станичный, Соната и Атлант большая доля пластических веществ побега используется на формирование стебля, но уменьшается их доля на образование генеративных органов, что вызывает снижение уборочного индекса, урожайности, но повышается устойчивость посевов этих генотипов к полеганию, что имеет важное практическое значение. Показана пониженная интенсивность налива у интенсивных сортов на фонах $N_{24}P_{12}K_{12}$ и $N_{36}P_{18}K_{18}$ г д.в. на 1 м^2 , которая оказала влияние на массу 1000 зерен.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев, Н. В. Физиологические основы минерального питания риса / Н. В. Воробьев, М. А. Скаженник. – Краснодар, 2005. – 194 с.
2. Воробьев, Н.В. Физиологические основы формирования урожая риса / Н.В. Воробьев. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2013. – 405 с.
3. Воробьев, Н.В. Особенности продукционного процесса у экстенсивных и интенсивных сортов риса / Н.В. Воробьев, М.А. Скаженник, А.Х. Шеуджен [и др.] // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2013. – № 4. – С. 7-8.
4. Дзюба, В.А. Многофакторные опыты и методы биометрического анализа экспериментальных данных / В.А. Дзюба. – Краснодар, 2007. – 76 с.
5. Коломейченко, В.В. Продукционные процессы в посевах / В.В. Коломейченко. – Орёл: ОрёлГАУ, 2020. – 452 с.
6. Скаженник, М.А. Методы физиологических исследований в рисоводстве / М.А. Скаженник, Н.В. Воробьев, О.А. Досеева // Фотосинтетическая деятельность и продукционные процессы фитоценозов. – Орёл, 2014. – С. 109-128.
7. Скаженник, М.А. Уборочный индекс и его связь с формированием урожайности и элементами структуры урожая сортов риса / М.А. Скаженник, Н.В. Воробьев, В.С. Ковалев [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – № 2. – С. 8-11.
8. Скаженник, М.А. Закономерности формирования продуктивности интенсивных и экстенсивных сортов риса / М.А. Скаженник, Н.В. Воробьев, В.С. Ковалев [и др.] // Рисоводство. – 2018. – № 1. – С. 6-14.
9. Скаженник, М.А. Формирование урожайности и элементов её структуры интенсивных и экстенсивных сортов риса / М.А. Скаженник, Н.В. Воробьев, В.С. Ковалев [и др.] // Рисоводство. – 2018. – № 3. – С. 13-19.
10. Скаженник, М.А. Признаки, определяющие полегание растений, и оценка устойчивости к нему у интенсивных и экстенсивных российских сортов риса (*Oryza sativa* L.) / М.А. Скаженник, Н.В. Воробьев, А.Х. Шеуджен [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2019. – Т. 54. – № 1. – С. 149-157. doi: 10.15389/agrobiology.2019.1.149rus.
11. Шеуджен, А.Х. Агрохимия. Ч. 2. Методика агрохимических исследований: учеб. пособие / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 703 с.
12. Dehigaspitiya, P. Exploring natural variation of photosynthesis in a site specific manner: evolution, progress, and prospects / P. Dehigaspitiya, P. Milham, G.J. Ash [et al.] // Planta. – 2019. – V. 250. – P. 1033–1050. doi: <https://doi.org/10.1007/s00425-019-03223-1>.
13. Kumaraswamy, S. Critical abiotic factors affecting implementation of technological innovations in rice and wheat production: A review / S. Kumaraswamy, P.K. Shetty // Agricultural Reviews. – 2016. – V. 37(4). – P. 268-278. doi: 10.18805/ag.v37i4.6457.
14. Peng, S.B. Progress in ideotype breeding to increase rice yield potential / S.B. Peng, G.S. Khush, P. Virk [et al.] // Field Crops Res. – 2008. – V. 108. – P. 32-38. doi: 10.1016/j.fcr.2008.04.001.
15. Zhang, Y.B. Yield potential and radiation use efficiency of “super” hybrid rice grown under subtropical conditions / Y.B. Zhang, Q.Y. Tang, Y.B. Zou [et al.] // Field Crops Res. – 2009. – V. 114. – P. 91-98. doi: 10.1016/j.fcr.2009.07.008.

REFERENCES

1. Vorobyov, N. V. Physiological bases of mineral nutrition of rice / N. V. Vorobyov, M. A. Skazhennik. - Krasnodar, 2005. – 194 p.
2. Vorobyov, N.V. Physiological bases of rice yield formation / N.V. Vorobyov Krasnodar: Enlightenment-South, 2013. – 405 p.
3. Vorobyov, N.V. Features of the production process in extensive and intensive varieties of rice / N.V. Vorobyov, M.A. Skazhennik, A.Kh. Sheudzhen [et al.] // Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences. – 2013. – № 4. – P. 7-8.
4. Dzyuba, V.A. Multifactorial experiments and methods of biometric analysis of experimental data / V.A. Dziuba. – Krasnodar, 2007. – 76 p.
5. Kolomeichenko, V.V. Production processes in crops / V.V. Kolomeichenko. - Orel: OryolGAU, 2020. – 452 p.
6. Skazhennik, M.A. Methods of physiological research in rice growing / M.A. Skazhennik, N.V. Vorobyov, O.A. Doseeva // Photosynthetic activity and production processes of phytocenoses. - Orel, 2014. – P. 109-128.
7. Skazhennik, M.A. Harvesting index and its connection with the formation of yield and elements of the structure of the yield of rice varieties / M.A. Skazhennik, N.V. Vorobyov, V.S. Kovalev [et al.] // Achievements of Science and Technology of the APK. – 2017. – № 2. – P. 8-11.
8. Skazhennik, M.A. Patterns of productivity formation of intensive and extensive rice varieties / M.A. Skazhennik, N.V. Vorobyov, V.S. Kovalev [and others] // Rice breeding. – 2018. – № 1. – P. 6-14.
9. Skazhennik, M.A. Formation of productivity and elements of its structure of intensive and extensive varieties of rice / M.A. Skazhennik, N.V. Vorobyov, V.S. Kovalev [et al.] // Rice growing. – 2018. – № 3. – P. 13-19.
10. Skazhennik, M.A. Traits that determine plant lodging and assessment of resistance to it in intensive and extensive Russian rice varieties (*Oryza sativa* L.) / M.A. Skazhennik, N.V. Vorobyov, A.Kh. Sheudzhen [et al.] // Agricultural biology. – 2019. – V. 54. – № 1. – P. 149-157. doi: 10.15389/agrobology.2019.1.149rus.
11. Sheujen, A.Kh. Agrochemistry. Part 2. Methods of agrochemical research: textbook. allowance / A.Kh. Sheudzhen, T.N. Bondarev. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – 703 p.
12. Dehigaspitiya, P. Exploring natural variation of photosynthesis in a site specific manner: evolution, progress, and prospects / P. Dehigaspitiya, P. Melham, G.J. Ash [et al.] // Planta. – 2019. – V. 250. – P. 1033–1050. doi: <https://doi.org/10.1007/s00425-019-03223-1>.
13. Kumaraswamy, S. Critical abiotic factors affecting implementation of technological innovations in rice and wheat production: A review. / S. Kumaraswamy, P.K. Shetty // Agricultural Reviews. – 2016. – V. 37(4). – P. 268-278. doi: 10.18805/ag.v37i4.6457.
14. Peng, S.B. Progress in ideotype breeding to increase rice yield potential / S.B. Peng, G.S. Khush, P. Virk [et al.] // Field Crops Res. – 2008. – V. 108. – P. 32-38. doi: 10.1016/j.fcr.2008.04.001.
15. Zhang, Y.B. Yield potential and radiation use efficiency of “super” hybrid rice grown under subtropical conditions / Y.B. Zhang, Q.Y. Tang, Y.B. Zou [et al.] // Field Crops Res. – 2009. – V. 114. – P. 91-98. doi: 10.1016/j.fcr.2009.07.008.

Иван Валерьевич Балясный

Заместитель директора
E-mail: arri_kub@mail.ru
Тел.: 8(861)205-15-55 доб. 102

Ivan Ialerievich Balyasny

Deputy director
E-mail: arri_kub@mail.ru
Tel.: 8(861)205-15-55 доб. 102

Михаил Александрович Скаженник

Заведующий, старший научный сотрудник
лаборатории физиологии
E-mail: sma_49@mail.ru
Тел.: 8(861)205-15-55 доб. 139

Mikhail Alexandrovich Skazhennik

Head, senior researcher laboratory of physiology
E-mail: sma_49@mail.ru
Phone 8(861)205-15-55 доб. 139

Виктор Савельевич Ковалев

Заместитель директора
E-mail: arri_kub@mail.ru
Тел.: 8(861)205-15-55 доб. 103

Victor Savelevich Kovalyov

Deputy director
E-mail: arri_kub@mail.ru
Tel.: 8(861)205-15-55 доб. 103

Татьяна Семеновна Пшеницына

Старший научный сотрудник лаборатории
физиологии
E-mail: tatyana.pshe@icloud.com
Тел.: 8-988-369-89-10.

Tatyana Semenovna Pshenitsyna

Senior Researcher of the Laboratory of Physiology
E-mail: tatyana.pshe@icloud.com
Tel.: 8-988-369-89-10

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

All: FSBSI «FSC of rice»
3, Belozerny, Krasnodar, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2023-60-3-21-26
УДК 633.18:631.531

Гненный Е.Ю.
г. Краснодар, Россия

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ РИСА И МЕХАНИЗМЫ ЕЕ ПОВЫШЕНИЯ (ОБЗОР)

Рис является одним из наиболее важных культурных растений в мире. Он служит источником питания для миллионов людей, особенно в Азии. Засуха может серьезно повлиять на рост урожая, поскольку растения риса требуют большого количества воды для нормального роста и развития. Недостаток влаги может привести к уменьшению урожая, повреждению растений и даже полной его потере. Тем не менее, имеет место повышение степени адаптации к засухе у генотипов. Некоторые сорта риса более устойчивы к недостатку влаги, чем другие. Селекционеры работают над созданием более устойчивых сортов, которые могут выживать и давать урожай даже при ограниченном количестве воды. Технологии орошения также играют важную роль в уменьшении воздействия на рисовые поля. Использование эффективных систем орошения, таких как капельное орошение или спринклеры, позволяет экономить воду и потреблять растениями лишнюю влагу. Кроме того, такие системы как затенение или мульчирование, могут помочь сократить потребление влаги из почвы и сохранить ее для растений. Несмотря на часто встречающиеся и принимаемые меры, засуха остается серьезной угрозой для культуры риса. Изменение климата и непредсказуемость условий возделывания могут усугублять проблемы, связанные с засухой. Поэтому исследования и развитие в области модернизации сельского хозяйства и науки, повышение устойчивости к неблагоприятным факторам среды поможет снизить воздействие негативных факторов на стратегическую культуру риса.

Ключевые слова: засухоустойчивый рис, устойчивость к стрессам, механизмы устойчивости, урожайность, селекция, элементы технологии, почвенная засуха, сорт.

FACTORS AFFECTING THE DROUGHT RESISTANCE OF RICE PLANTS AND MECHANISMS OF ITS INCREASE (REVIEW)

Rice is one of the most important cultivated plants in the world. It serves as a source of nutrition for millions of people, especially in Asia. Drought can seriously affect crop growth, as rice plants require a large amount of water for normal growth and development. Lack of moisture can lead to a decrease in yield, damage to plants and even complete loss of harvest. Nevertheless, there is an increase in the degree of adaptation to drought. Some rice varieties are more resistant to lack of moisture than others. Breeders are working to create more resistant varieties that can survive and yield even with limited water. Irrigation technologies also play an important role in reducing the impact on rice fields. The use of efficient irrigation systems, such as drip irrigation or sprinklers, allows saving water and consuming excess moisture by plants. In addition, systems such as shading or mulching can help reduce the consumption of moisture from the soil and save it for plants. Despite frequent and ongoing measures, drought remains a serious threat to rice crops. Climate change and unpredictable cultivation conditions can exacerbate the problems associated with drought. Therefore, the reduction of production, research and development in the field of modernization of agriculture and science, the need for resistance to adverse environmental factors will help reduce the impact of negative conditions on the strategic rice crop.

Keywords: drought-resistant rice, stress resistance, resistance mechanisms, yield, breeding, technology elements, soil drought, variety.

Засухоустойчивость — это способность растения давать максимальный экономический урожай в условиях ограниченного количества воды [20]. Это сложный признак, зависящий от действия и взаимодействия различных морфологических, биохимических и физиологических реакций. Спасение от засухи определяется как «способность растения завершить свой жизненный цикл до развития серьезного дефицита влаги в почве». Предотвращение засухи определено как «способность растений поддерживать относительно высокий водный потенциал тканей, несмотря на нехватку влаги в почве» [14].

Обеспечение устойчивости к влаге является важным аспектом для достижения устойчивости производства этой культуры. Вода играет важную роль в росте, развитии и формировании растений риса. Как уже упоминалось, рис требует большого количества воды для своего нормального функционирования, и дефицит влаги может проявляться к потере урожая.

Знание требований растений риса к влаге позволяет применять оптимальные методы орошения, которые экономят воду. Системы орошения могут быть настроены на различную подачу воды, увеличивая риск засухи или избыточного полива.

Понимание того, какие необходимо принимать меры в случае засушливых периодов, может спасти значительную часть урожая, улучшить технологию возделывания, внедрить сорта риса, которые более устойчивы к засухе.

Устойчивое производство риса имеет важное значение для обеспечения продовольственной безопасности и экономического развития в регионах, где рис является основной культурой.

Исследования и разработка в области сельского хозяйства также нацелены на создание новых структур риса, которые лучше предотвращают недостаток влаги и более эффективно используют доступные ресурсы. Это важные шаги для обеспечения устойчивого производства риса и адаптации к изменению климатических условий.

Потребность в воде на разных стадиях роста растений риса. В начале вегетации, во время первой фазы развития растений риса (посев-всходы) водопотребление низкое (164,9-201,1 м³/га), с каждой последующей фазой водопотребление увеличивается, поскольку потребность в воде в эти фазы у риса возрастает. Максимальное водопотребление в период цветения и варьируется от 2197,1 до 2680,3 м³/га. С фазы цветения водопотребление растений риса влагой снижается, и его величина в среднем составляет в фазы цветения-молочная спелость и молочная-восковая спелость 707,5 - 863,1 и 557,4-661,9 м³/га соответственно. Наименьшие показатели, равные 442,6-525,6 м³/га прослеживаются в фазу восковой-полной спелости зерна [6].

Влияние водного дефицита на физиологические процессы в рисе. Рис демонстрирует значительные генотипические различия в физиологической реакции на дефицит воды. Скорость удлинения листьев, скручивание листьев, отмирание листьев и водный потенциал листьев перед рассветом изучался у четырех сортов риса (*Oryza sativa* L.) при водном дефиците, вызванном либо до образования метелок (вегетативный стресс), либо после образования метелок (репродуктивный стресс). Выбранные сорта риса: CPIC8, Lemont, Rikuto-Norin 12 (RN) и Todoroki-Wase (TW), по-разному реагируют на дефицит воды при выращивании в горных условиях.

Сортовые различия в экстракции воды привели к разной скорости развития стресса. Сорт RN имел низкую экстракцию воды и был наиболее чувствителен к водному дефициту, с наиболее быстрым снижением удлинения листьев, наиболее быстрым скручиванием листьев и наибольшей гибелью листьев. У TW также была плохая экстракция воды, но растения были маленькими, и этот сорт избежал сильного стресса, особенно в вегетативную фазу. CPIC8 и Lemont извлекали больше почвенной влаги и были менее чувствительны к водному

дефициту.

С учетом различий в водоэкстракционной способности сортовые различия в чувствительности физиологических процессов к водному дефициту были небольшими. Дефицит воды оказывал большее влияние на скорость удлинения листьев, чем на их скручивание. Продолжительность физиологической активности во многом определялась способностью сортов извлекать воду из глубоких слоев почвы. Эта характеристика может быть особенно важной в условиях, когда наблюдается несколько коротких периодов дефицита воды [16].

Факторы, влияющие на реакцию растений риса на стресс от засухи. Есть несколько факторов, которые могут повлиять на реакцию растений риса на стресс от засухи. Вот некоторые из ключевых факторов:

Сортовое разнообразие. Сорта риса проявляют различную степень устойчивости к засухе. Некоторые сорта имеют естественные приспособления, которые позволяют им лучше противостоять нехватке воды, в то время как другие могут быть более восприимчивы [3].

Стадия роста. Стадия роста растений риса во время стресса от засухи может повлиять на их реакцию. Как правило, молодые растения более чувствительны к нехватке воды по сравнению со взрослыми растениями. Стресс от засухи на репродуктивной стадии, особенно во время цветения и налива зерна, может оказать существенное негативное влияние на урожайность.

Продолжительность и интенсивность засухи. Интенсивность и продолжительность засушливого периода могут сильно повлиять на реакцию растений риса. Продолжительная или сильная засуха может привести к необратимым повреждениям, потере урожая и даже гибели растений. Более короткие периоды умеренного стресса от засухи – к временному торможению роста, но не могут вызвать значительного долгосрочного ущерба [13].

Характеристики почвы. Свойства почвы, такие как водоудерживающая способность, дренаж и текстура, играют решающую роль в определении того, как растения риса реагируют на засуху. Почвы с более высокой водоудерживающей способностью и лучшим дренажем могут обеспечить некоторый буфер против нехватки воды, удерживая влагу в течение более длительного периода времени. Песчаные или плохо дренированные почвы могут усугубить последствия засухи.

Практика управления водными ресурсами. Способ управления водными ресурсами на рисовых полях может повлиять на реакцию растений на стресс от засухи. Эффективные методы орошения, такие как попеременное увлажнение и осушение (AWD) или контролируемое орошение, могут оптимизировать использование воды и снизить

воздействие нехватки воды. Надлежащие методы управления водными ресурсами также помогают сохранить влажность почвы и сохранить здоровье растений в засушливые периоды [12].

Молекулярные и физиологические факторы. Различные молекулярные и физиологические механизмы вступают в действие, когда растения риса подвергаются стрессу от засухи. К ним относятся регуляция транспорта воды, осмотическая регуляция, выработка защитных соединений (таких как антиоксиданты) и активация генов, реагирующих на стресс. Понимание этих механизмов может помочь в разработке стратегий повышения засухоустойчивости риса [8].

Адаптивные механизмы риса в условиях засухи. Растения риса выработали различные морфофизиологические приспособления, чтобы справиться с водным дефицитом или нехваткой воды. Эти приспособления помогают им экономить воду, поддерживать физиологические функции и повышать выживаемость во время засухи. Вот некоторые из ключевых морфофизиологических приспособлений растений риса к водному дефициту:

Развитие корневой системы. Растения риса реагируют на дефицит воды изменением архитектуры своей корневой системы. У них развивается более глубокая и обширная корневая система, что позволяет им получать доступ к воде из нижних слоев почвы. Более глубокие корни позволяют растениям достигать запасов грунтовых вод или влаги в более глубоких слоях почвы, тем самым снижая их зависимость от поверхностных вод [2,17].

Морфология листьев. В условиях дефицита воды у растений риса происходят изменения в морфологии листьев. Происходит уменьшение площади листа за счет скручивания листовой пластинки, подверженной воздействию прямых солнечных лучей, и свести к минимуму потерю воды в результате транспирации. Такая адаптивная реакция снижает потери воды и помогает поддерживать водный режим растений [7].

Регуляция устьиц. Устьица представляют собой крошечные отверстия на поверхности листа, через которые во время транспирации выделяется водяной пар. Растения риса реагируют на дефицит воды, частично или полностью закрывая свои устьица, чтобы уменьшить потерю воды через транспирацию. Это закрытие устьиц сохраняет воду, но может также уменьшать поглощение углекислого газа, влияя на фотосинтез и рост [19].

Осмотическая регуляция. Растения риса могут накапливать определенные совместимые растворенные вещества, такие как пролин, сахара и аминокислоты, для поддержания клеточного водного потенциала и осмотического баланса в условиях дефицита воды. Эти совместимые растворенные вещества помогают защитить клеточные структу-

ры и поддерживать метаболические функции во время засушливого стресса [11].

Антиоксидантные системы. Дефицит воды может привести к окислительному стрессу у растений из-за накопления активных форм кислорода (АФК). Растения риса имеют системы антиоксидантной защиты, включая такие ферменты, как супероксиддисмутаза (СОД), каталазу (КАТ) и пероксидазу (ПОД), которые очищают АФК и защищают клетки растений от окислительного повреждения [9,18].

Фотосинтетическая пластичность. В условиях дефицита воды рисовые растения проявляют фотосинтетическую пластичность, регулируя свою фотосинтетическую способность для оптимизации эффективности использования воды. Они могут снижать скорость фотосинтеза, закрывать устьица и перераспределять фотосинтетические ресурсы для поддержки основных функций и поддержания роста растений во время засухи [15].

Репродуктивные стратегии. Растения риса отдают приоритет распределению ресурсов на репродуктивных стадиях в условиях дефицита воды. Они, как правило, отдают приоритет развитию зерна, а не вегетативному росту, чтобы максимизировать производство семян и репродуктивный успех. Эта адаптивная реакция помогает обеспечить выживание и размножение вида, несмотря на нехватку воды [22].

Стратегии преодоления стресса от засухи на рисе. Стратегии преодоления стресса от засухи на рисе включают сочетание агрономических методов, подходов к селекции и методов управления. Для смягчения воздействия стресса от засухи на рис используют разные методы:

Управление водными ресурсами. Эффективные методы управления водными ресурсами имеют решающее значение для смягчения последствий стресса от засухи. Попеременное увлажнение и сушка (AWD), при которых поля периодически высушивают между циклами орошения, могут снизить потребление воды при сохранении урожайности сельскохозяйственных культур. Контролируемое орошение или капельное орошение, могут оптимизировать использование воды и свести к минимуму потери в результате испарения и стока [12].

Мульчирование. Применение органической или синтетической мульчи на поверхности почвы может помочь сохранить влажность почвы за счет уменьшения испарения и конкуренции сорняков. Мульчирование также помогает поддерживать более стабильную температуру почвы и улучшает структуру почвы, что улучшает инфильтрацию и удержание воды.

Отбор засухоустойчивых сортов. Программы селекции направлены на выведение засухоустойчивых сортов риса, демонстрирующих повышенную эффективность водопользования и устойчивость

к нехватке воды. Эти сорта часто обладают такими признаками, как глубокая корневая система, уменьшенная площадь листьев, улучшенная осмотическая адаптация и повышенная эффективность фотосинтеза в условиях засухи [10].

Сроки посева. Корректировка сроков посева риса может оптимизировать доступность воды. Посев или посадка риса в начале или в конце сезона может помочь избежать периодов пиковой засухи и более эффективно использовать имеющуюся влагу. Кроме того, выбор скороспелых сортов риса может снизить подверженность стрессу от засухи на критических стадиях роста [4].

Почвообрабатывающие технологии. Надлежащие методы обработки почвы, такие как консервирующая обработка почвы и внесение органических веществ, могут улучшить структуру почвы, вододерживающую способность и доступность питательных веществ. Ухоженные почвы с хорошей структурой и органическим содержанием лучше приспособлены для удержания влаги в периоды засухи и обеспечивают более благоприятную среду для выращивания растений риса.

Использование регуляторов роста растений. Применение регуляторов роста растений, таких как абсцизовая кислота (АБК) или цитокинины, может помочь регулировать физиологические процессы в растениях риса и улучшить их засухоустойчивость. Эти регуляторы могут повысить эффективность использования воды, стимулировать рост корней и улучшить способность растений справляться с условиями дефицита воды [21].

Предотвращение стресса с помощью скороспелых сортов. Посев раннеспелых сортов риса по-

зволяет урожаю завершить свой жизненный цикл до наступления сильной засухи. Созревая раньше, культура может избежать периодов наиболее сильной засухи и снизить потери урожая [23].

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Факторы, влияющие на реакцию растений риса на стресс от засухи взаимосвязаны и могут дополнять друг друга. Кроме того, изменение климата и непредсказуемые погодные условия могут еще больше усложнить реакцию растений риса на стресс от засухи. Научные исследования и агрономические методы, направленные на повышение устойчивости риса к засухе, имеют решающее значение для устойчивого производства риса в условиях меняющихся условий окружающей среды.

2. Морфофизиологические приспособления позволяют растениям риса переносить и переживать периоды водного дефицита. Однако степень этих адаптаций может варьировать в зависимости от сортов риса и их генетического состава. Понимание этих адаптаций и лежащих в их основе механизмов может помочь в селекции засухоустойчивых сортов риса и реализации стратегий управления водными ресурсами для устойчивого производства риса в условиях ограниченных водных ресурсов.

3. Эффективность стратегий преодоления стресса от засухи растениями риса может варьировать в зависимости от конкретных агроэкологических условий и тяжести стресса от засухи. Реализация комбинации этих стратегий с учетом местных условий позволяет свести к минимуму негативное воздействие стресса от засухи на производство риса и обеспечить более устойчивое управление растениеводством.

ЛИТЕРАТУРА

1. Величко, Е.Б. Полив риса без затопления / Е.Б. Величко, К.П. Шумакова. – М.: Колос, 1972. – 88 с.
2. Гненный, Е. Ю. Реакция сортов риса на различную обеспеченность влагой в период прорастания / Е. Ю. Гненный, М. А. Ткаченко, Г. Л. Зеленский // Рисоводство. – 2021. – № 1(50). – С. 20-24. – DOI 10.33775/1684-2464-2021-50-1-20-24.
3. Гончарова, Ю. К. Методы анализа и механизмы устойчивости к засухе (обзор) / Ю. К. Гончарова, Е. М. Харионов, Н. А. Очкас // Рисоводство. – 2020. – № 4(49). – С. 74-81. – DOI 10.33775/1684-2464-2020-49-4-74-81.
4. Костылев, П. И. Изучение устойчивости риса к водному дефициту / П. И. Костылев, А. В. Аксенов, Е. В. Краснова // Аграрный вестник Урала. – 2022. – № 1 (216). – С. 12-20.
5. Кружилин, И.П. Ресурсосберегающая технология орошения риса дождеванием в Волгоградской области / И.П. Кружилин, В.В. Мелихов, М.А. Ганиев // Ирригация земель и водосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур. – 2005. – С. 70-78.
6. Панферова, Е. А. Дифференцированные режимы орошения риса при периодических поливах / Е. А. Панферова // Проблемы и перспективы развития строительства и природообустройства Амурской области: Материалы региональной научно-практической конференции, посвященной проблемам мелиорации и строительства Амурской области, Благовещенск, 13 февраля 2013 года. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2013. – С. 89-92.
7. Ткаченко, Ю. В. Сравнительная оценка сортов и образцов риса с разной архитектурой растений при воздушной засухе / Ю. В. Ткаченко, А. Г. Зеленский, Г. Л. Зеленский // Рисоводство. – 2020. – № 1(46). – С. 11-17. – DOI 10.33775/1684-2464-2020-46-1-11-17.
8. Cheah, B. H. Identification of four functionally important microRNA families with contrasting differential expression profiles between drought-tolerant and susceptible rice leaf at vegetative stage / B. H. Cheah, K. Nadarajah, M. D. Divate, R. Wickneswari // BMC genomics. – 2015. – V. 16. – P. 1-18.
9. Feng, R. Toxicity of different forms of antimony to rice plant: Effects on root exudates, cell wall components, endogenous hormones and antioxidant system / R.Feng, L.Lei, J.Su, R. Zhang, Y. Zhu, W. Chen, C. Rensing // Science of the Total Environment. – 2020. – V. 711. – P. 134589.

10. Fukai, S. Development of drought-resistant cultivars using physiomorphological traits in rice/ S. Fukai, M. Cooper // *Field Crops Research*. - 1995. - V. 40. - P. 67-86.
11. Hossen, M. S. Comparative physiology of Indica and Japonica rice under salinity and drought stress: An intrinsic study on osmotic adjustment, oxidative stress, antioxidant defense and methylglyoxal detoxification / M. S. Hossen, M. F. Karim, M. Fujita, M. B. Bhuyan, K. Nahar, A. A. C. Masud, M. Hasanuzzaman // *Stresses*. - 2022. - V. 2. - № 2. - P. 156-178.
12. Jiang, Y. Water management to mitigate the global warming potential of rice systems: A global meta-analysis / Y. Jiang, D. Carrijo, S. Huang, J. I. Chen, N. Balaine, W. Zhang, B. Linqvist // *Field Crops Research*. - 2019. - V. 234. - P. 47-54.
13. Juraimi, A. S. Influence of flooding intensity and duration on rice growth and yield / A. S. Juraimi, M. Saiful, M. Begum, A. R. Anuar, M. Azmi // *Pertanika J. Trop. Agric. Sci.* - 2009. - V. 32. - № 2. - P. 195-208.
14. Kumar, A. Mechanisms of drought tolerance in rice / A. Kumar, S. Basu, V. Ramegowda, A. Pereira // *Burleigh Dodds Sci. Publ. Ltd.* - 2017. - P. 131-163.
15. Lertngim, N. Photosynthetic Plasticity and Stomata Adjustment in Chromosome Segment Substitution Lines of Rice Cultivar KDML105 under Drought Stress / N. Lertngim, M. Ruangsiri, S. Klinsawang, P. Raksatikan, B. Thunnom, M. Siangliw, J. L. Siangliw // *Plants*. - 2022. - V. 12. - № 1. - P. 94.
16. Lilley, J. M. Effect of timing and severity of water deficit on four diverse rice cultivars II. Physiological responses to soil water deficit / J. M. Lilley, S. Fukai // *Field Crops Research*. - 1994. - V. 37. - № 3. - P. 215-223.
17. Mackill, D. J. Indirect selection for physiological traits for drought tolerance / D. J. Mackill S. Fukai, A. Blum // *Breeding Rice for Drought-Prone Environments*. - 2003. - P. 49.
18. Mishra, S. S. Leaf traits and antioxidant defense for drought tolerance during early growth stage in some popular traditional rice landraces from Koraput, India / S. S. Mishra, D. Panda // *Rice Science*. - 2017. - V. 24. - № 4. - P. 207-217.
19. Nancy, A. Climate change challenges, plant science solutions / A. Nancy, N. A. Eckardt, E. A. Ainsworth, R. N. Bahuguna, M. R. Broadley, W. Busch, N. C. Carpita, X. Zhang // *The Plant Cell*. - 2023. - V. 35. - № 1. - P. 24-66.
20. Rollins, J. A. Leaf proteome alterations in the context of physiological and morphological responses to drought and heat stress in barley (*Hordeum vulgare* L.) / J. A. Rollins, E. Habte, S. E. Templer, T. Colby, J. Schmidt, M. Von Korff // *Journal of experimental botany*. - 2013. - V. 64. - № 11. - P. 3201-3212.
21. Sasi, M. Plant growth regulator induced mitigation of oxidative burst helps in the management of drought stress in rice (*Oryza sativa* L.) / M. Sasi, M. Awana, M. K. Samota, A. Tyagi, S. Kumar, L. Sathee, A. Singh // *Environmental and Experimental Botany*. - 2021. - V. 185. - P. 104413.
22. Sinha, R. The impact of stress combination on reproductive processes in crops / R. Sinha, F. B. Fritschi, S. I. Zandalinas, R. Mittler // *Plant Science*. - 2021. - V. 311. - P. 111007.
23. Swain P. Breeding drought tolerant rice for shallow rainfedecosystem of eastern India / P. Swain, A. Raman, S.P. Singh, A. Kumar // *Field Crops Res.* - 2017. - V. 209. - P. 168-178.

REFERENCES

1. Velichko, E.B. Watering rice without flooding / E.B. Velichko, K.P. Shumakova. - M.: Kolos, 1972. - 88 p.
2. Gnennyi, E. Yu. The reaction of rice varieties to different moisture availability during germination / E. Yu. Gnennyi, M. A. Tkachenko, G. L. Zelensky // *Rice growing*. - 2021. - № 1(50). - P. 20-24. - DOI 10.33775/1684-2464-2021-50-1-20-24.
3. Goncharova, Yu. K. Methods of analysis and mechanisms drought resistance (review) / Yu. K. Goncharova, E. M. Kharitonov, N. A. Ochkas // *Rice growing*. - 2020. - № 4(49). - P. 74-81. - DOI 10.33775/1684-2464-2020-49-4-74-81.
4. Kostylev, P. I. Study of rice resistance to water deficiency / P. I. Kostylev, A.V. Aksenov, E. V. Krasnova // *Agrarian Bulletin of the Urals*. - 2022. - № 1 (216). - P. 12-20.
5. Kruzhiin, I.P. Resource-saving technology of rice irrigation by sprinkling in the Volgograd region / I.P. Kruzhiin, V.V. Melikhov, M.A. Ganiev // *Irrigation of lands and water-saving technologies of cultivation of agricultural crops*. - 2005. - P. 70-78.
6. Panferova, E. A. Differentiated rice irrigation regimes with periodic irrigation / E. A. Panferova // *Problems and prospects of development of construction and environmental management of the Amur region: Materials of the regional scientific and practical conference on the problems of land reclamation and construction of the Amur region, Blagoveshchensk, February 13, 2013. - Blagoveshchensk: Far-Eastern State Agrarian University, 2013. - P. 89-92.*
7. Tkachenko, Yu. V. Comparative evaluation of rice varieties and samples with different plant architecture in case of air drought / Yu. V. Tkachenko, A. G. Zelensky, G. L. Zelensky // *Rice growing*. - 2020. - № 1(46). - P. 11-17. - DOI 10.33775/1684-2464-2020-46-1-11-17.
8. Cheah, B. H. Identification of four functionally important microRNA families with contrasting differential expression profiles between drought-tolerant and susceptible rice leaf at vegetative stage / B. H. Cheah, K. Nadarajah, M. D. Divate, R. Wickneswari // *BMC genomics*. - 2015. - V. 16. - P. 1-18.
9. Feng, R. Toxicity of different forms of antimony to rice plant: Effects on root exudates, cell wall components, endogenous hormones and antioxidant system / R. Feng, L. Lei, J. Su, R. Zhang, Y. Zhu, W. Chen, C. Rensing // *Science of the Total Environment*. - 2020. - V. 711. - P. 134589.
10. Fukai, S. Development of drought-resistant cultivars using physiomorphological traits in rice / S. Fukai, M. Cooper // *Field Crops Research*. - 1995. - V. 40. - P. 67-86.
11. Hossen, M. S. Comparative physiology of Indica and Japonica rice under salinity and drought stress: An intrinsic study on osmotic adjustment, oxidative stress, antioxidant defense and methylglyoxal detoxification / M. S. Hossen, M. F. Karim, M. Fujita, M. B. Bhuyan, K. Nahar, A. A. C. Masud, M. Hasanuzzaman // *Stresses*. - 2022. - V. 2. - № 2. - P. 156-178.
12. Jiang, Y. Water management to mitigate the global warming potential of rice systems: A global meta-analysis / Y. Jiang, D. Carrijo, S. Huang, J. I. Chen, N. Balaine, W. Zhang, B. Linqvist // *Field Crops Research*. - 2019. - V. 234. - P. 47-54.

13. Juraimi, A. S. Influence of flooding intensity and duration on rice growth and yield / A. S. Juraimi, M. Saiful, M. Begum, A. R. Anuar, M. Azmi // *Pertanika J. Trop. Agric. Sci.* – 2009. – V. 32. – № 2. – P. 195-208.
14. Kumar, A. Mechanisms of drought tolerance in rice / A. Kumar, S. Basu, V. Ramegowda, A. Pereira // *Burleigh Dodds Sci. Publ. Ltd.* – 2017. – P. 131-163
15. Lertngim, N. Photosynthetic Plasticity and Stomata Adjustment in Chromosome Segment Substitution Lines of Rice Cultivar KDML105 under Drought Stress / N. Lertngim, M. Ruangsiri, S. Klinsawang, P. Raksatikan, B. Thunnom, M. Siangliw, J. L. Siangliw // *Plants.* – 2022. – V. 12. – № 1. – P. 94.
16. Lilley, J. M. Effect of timing and severity of water deficit on four diverse rice cultivars II. Physiological responses to soil water deficit / J. M. Lilley, S. Fukai // *Field Crops Research.* – 1994. – V. 37. – № 3. – P. 215-223.
17. Mackill, D. J. Indirect selection for physiological traits for drought tolerance / D. J. Mackill S. Fukai, A. Blum // *Breeding Rice for Drought-Prone Environments.* – 2003. – P. 49.
18. Mishra, S. S. Leaf traits and antioxidant defense for drought tolerance during early growth stage in some popular traditional rice landraces from Koraput, India / S. S. Mishra, D. Panda // *Rice Science.* – 2017. – V. 24. – №. 4. – P. 207-217.
19. Nancy, A. Climate change challenges, plant science solutions / A. Nancy, N. A. Eckardt, E. A. Ainsworth, R. N. Bahuguna, M. R. Broadley, W. Busch, N. C. Carpita, X. Zhang // *The Plant Cell.* – 2023. – V. 35. – № 1. – P. 24-66.
20. Rollins, J. A. Leaf proteome alterations in the context of physiological and morphological responses to drought and heat stress in barley (*Hordeum vulgare* L.) / J. A. Rollins, E. Habte, S. E. Templer, T. Colby, J. Schmidt, M. Von Korff // *Journal of experimental botany.* – 2013. – V. 64. – № 11. – P. 3201-3212.
21. Sasi, M. Plant growth regulator induced mitigation of oxidative burst helps in the management of drought stress in rice (*Oryza sativa* L.) / M. Sasi, M. Awana, M. K. Samota, A. Tyagi, S. Kumar, L. Sathee, A. Singh // *Environmental and Experimental Botany.* – 2021. – V. 185. – P. 104413.
22. Sinha, R. The impact of stress combination on reproductive processes in crops / R. Sinha, F. B. Fritschi, S. I. Zandalinas, R. Mittler // *Plant Science.* – 2021. – V. 311. – P. 111007.
23. Swain, P. Breeding drought tolerant rice for shallow rainfedecosystem of eastern India / P. Swain, A. Raman, S.P. Singh, A. Kumar // *Field Crops Res.* - 2017. - V. 209. - P. 168-178.

Евгений Юрьевич Гненный

Младший научный сотрудник отдела селекции
E-mail: o.gnenny@mail.ru

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

Evgeny Yurievich Gnenny

Junior Researcher of the Breeding Department
E-mail: o.gnenny@mail.ru

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

DOI 10.33775/1684-2464-2023-60-3-27-31
УДК 633.18.03:631.5

Балясный И.В.,
Тешева С.А., канд. биол. наук,
Пищенко Д.А.
г. Краснодар, Россия

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ОЦЕНКА НОВЫХ СОРТОВ РИСА КУБАНСКОЙ СЕЛЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Ростовская область является северным рисосеющим регионом Российской Федерации. Природно-климатические условия области позволяют возделывать на ее территории раннеспелые и среднеспелые сорта риса. Ежегодно в регионе рис выращивают на площади порядка 14,0 тыс. га в хозяйствах Мартыновского, Багаевского, Пролетарского, Волгодонской районов. Динамичное развитие рисоводства возможно при внедрении инновационных технологий и сортов с высокой потенциальной урожайностью и устойчивостью к стрессовым факторам, высоким качеством зерна и ценными потребительскими свойствами. В связи с этим в 2020-2021 гг. проведена производственная оценка сортов риса в условиях рисосеющего хозяйства ООО «Энергия» Пролетарского района. Цель исследований: оценить адаптивность новых сортов риса селекции ФГБНУ «ФНЦ риса» для проведения ускоренной сортосмены. В производственном опыте изучали сорта риса: Аполлон, Исток, Наутилус, Рапан 2, Юбилейный 85. В результате производственной оценки выявлены сорта, адаптированные к почвенно-климатическим условиям хозяйства: Аполлон, Наутилус, Исток. Средняя за два года испытаний урожайность сорта Аполлон составила 94,2 ц/га, Исток – 83,0 ц/га, Наутилус – 81,9 ц/га. Соблюдение технологии выращивания, уборки и послеуборочной обработки в хозяйстве обеспечивает выход крупы в пределах 68,04-69,76 % при содержании целого ядра 53,96-60,96 %. Внедрение новых сортов риса Аполлон, Наутилус, Исток, адаптированных к условиям Ростовской области позволит провести ускоренную сортосмену, оптимизировать сортовую структуру, увеличить производство за счет реализации биологического потенциала сортов и получать высокое качество зерна.

Ключевые слова: рис, сорт, производственная оценка, сортоиспытание, сортосмена, технология выращивания, технологические качества, зерно, урожайность.

PRODUCTION EVALUATION OF RICE VARIETIES OF KUBAN SELECTIONS IN THE ROSTOV REGION

The Rostov Region is the northern rice-growing region of the Russian Federation. The natural and climatic conditions of the region make it possible to cultivate early and medium-ripened varieties of rice on its territory. Annually in the region, rice is grown on an area of about 14.0 thousand hectares in the farms of Martynovsky, Bagaevsky, Proletarsky, Volgodonsk districts. Dynamic development of rice farming is possible with the introduction of innovative technologies and varieties with high potential yield and resistance to stress factors, high grain quality and valuable consumer properties. In this regard, in 2020-2021, a production evaluation of rice varieties was carried out in the conditions of the rice-growing farm of LLC Energia of the Proletarian district. The purpose of the research: to evaluate the adaptability of new varieties of rice breeding of the FSBI "FNC rice" for accelerated variety change. In the production experience, rice varieties were studied: Apollo, Istok, Nautilus, Rapan 2, Jubilee 85. As a result of the production evaluation, varieties adapted to the soil and climatic conditions of the farm were identified: Apollo, Nautilus, the Source. The average yield of the Apollo variety over two years of testing was 94.2 c/ha, Istok – 83.0 c/ha, Nautilus - 81.9 c/ha. Compliance with the technology of cultivation, harvesting and post-harvest processing in the farm ensures the yield of cereals in the range of 68.04-69.76% with a whole kernel content of 53.96-60.96%. The introduction of new varieties of rice Apollo, Nautilus, Istok, adapted to the conditions of the Rostov region will allow for accelerated variety exchange, optimize the varietal structure, increase production by realizing the biological potential of varieties and obtain high quality grain and rice groats.

Keywords: rice, variety, production evaluation, variety testing, variety exchange, cultivation technology, technological qualities, yield.

Введение

Российская Федерация относится к северному региону мирового рисосеяния [8, 10]. В настоящее время рис выращивают в трех федеральных округах: в Южном (Краснодарский край, Республика Адыгея, Республика Калмыкия, Астраханская об-

ласть, Ростовская область), Северо-Кавказском (Республика Дагестан, Чеченская Республика), Дальневосточном (Приморский край, Еврейская автономная область) [1, 6, 9, 10]. Ростовская область, наряду с Калмыкией и Нижним Поволжьем, является его северной границей, с разнообразием

почвенно-климатических условий [5, 10].

Ежегодно в Российской Федерации засеивается рисом порядка 190 тыс. га. Посевная площадь риса в области составила 14,5 тыс. га в 2021 году, что больше на 0,2 тыс. га в сравнении с 2020 г. Фактический сбор риса в весе после доработки что на 15,4 тыс. т, больше, чем в 2020 году и составил 91,0 тыс. т. при урожайности 63,4 ц/га (табл. 1) [9].

Повышение эффективности производства риса в Ростовской области стало возможным за счет использования новых высокопродуктивных сортов, адаптированных к условиям выращивания, соблюдения зональной технологии возделывания культуры, высокотехнологичных машин и орудий для выращивания и уборки риса, рационального использования имеющихся производственных ресурсов.

Таблица 1. Показатели производства риса, тыс. га (по данным Федеральной службы государственной статистики)

Субъект	Посевная площадь, га		Валовой сбор, тыс.		Урожайность, ц/га	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Российская Федерация	197,2	190,3	1141,8	1076,4	58,3	57,8
Южный федеральный округ	158,7	152,9	997,4	930,5	62,9	62,2
Ростовская область	14,3	14,5	75,6	91,0	52,9	63,4

В современных экономических условиях сельхозтоваропроизводителям нужны новые сорта риса, отвечающие конкретным требованиям производства, адаптированные к конкретным условиям хозяйства, обладающие устойчивостью к стрессовым факторам среды для различных технологий возделывания, с высоким качеством зерна и ценными потребительскими свойствами [2, 10, 13, 14]. В связи с этим необходимо постоянно проводить качественный подбор и оценку новых сортов, замену ими старых, проводить сортообмену, учитывая хозяйственно-биологические характеристики, требования сортов и агроэкологические условия хозяйств.

В настоящее время в Государственный реестр селекционных достижений допущенных к использованию сортов внесено 39 сортов селекции ФГБНУ «ФНЦ риса». Каждый сорт обладает комплексом признаков и свойств, по которым они не только различаются между собой, но и имеют свои преимущества перед другими сортами. Выявить эти преимущества позволяют производственные испытания сортов в разных почвенно-климатических условиях. Результаты производственной оценки новых сортов риса являются основной информационной базой для сельхозтоваропроизводителей при выборе конкурентноспособных сортов, превосходящих по урожайности и качеству зерна, существующие в производстве.

Цель исследований

Оценить адаптивность новых сортов риса селекции ФГБНУ «ФНЦ риса» в условиях Ростовской области для проведения ускоренной сортообмены.

Материалы и методы

В 2020-2021 гг. проведена производственная оценка сортов риса в условиях рисосеющего хозяйства ООО «Энергия» Пролетарского района Ростовской области.

Объектами исследований являлись сорта риса селекции ФГБНУ «ФНЦ риса»: Рапан 2, Аполлон, Исток, Наутилус, Юбилейный 85. Размещение вариантов опыта систематическое. Площадь делянки – 0,35 га. Способ посева – рядовой (с междурядьем 15 см), норма высева 7 млн. всхожих зерен на 1 гектар. Режим орошения – укороченное затопление. Предшественник – озимая пшеница. Обработка почвы и ее предпосевная подготовка, режим орошения и уход за посевами риса выполняли в соответствии с рекомендациями по возделыванию риса в Ростовской области [5]. Уборку урожая проводили методом прямого комбайнирования. Учеты и наблюдения проводили в соответствии с действующими методиками [4, 8, 11]. Определение технологических качеств зерна риса – по ГОСТ ISO 6646-2013 [3]. Статистическую обработку данных выполняли методом дисперсионного анализа [4, 12].

Результаты и обсуждение

Согласно агроклиматическому районированию территории Ростовская область делится на шесть зон: северо-западная, северо-восточная, центральная, приазовская, южная, восточная. ООО «Энергия» Пролетарского района находится в центральной агроклиматической зоне. Климат зоны резко континентальный, засушливый, с резкими суточными и годовыми колебаниями температуры. В июле максимальная температура может достигать +42 °С. Средняя многолетняя температура года, по данным Пролетарской метеостанции, составляет +9,3 °С. Среднее многолетнее количество осадков за период апрель-октябрь составляет в среднем 268 мм. Гидротермический коэффициент равен 0,8. Относительная влажность снижается до 55 %. Количество суховейных дней до 105, которые наиболее часты в июле. Сумма эффективных температур за вегетационный период свыше

+15 °С находится в пределах от 2000 до 3200.

Почвенный покров хозяйства представлен темно-каштановой солонцеватой почвой на лессовидных породах. Гранулометрический состав – тяжелосуглинистый. Содержание гумуса 2,7 % и оценивается как низкое. Обеспеченность почв доступными формами элементами питания растений различная: содержание легкогидролизуемого азота – очень низкое (105,3 мг/кг), подвижных форм фосфора – повышенная 33,0 мг/кг, подвижных форм калия – высокая 474,0 мг/кг. Реакция почвенного раствора слабощелочная (рН 7,7).

Ценность сорта как основного фактора интенсификации производства риса определяется сочетанием урожайности и качества риса. Важное значение имеет реализация урожайного потен-

циала. В производственном сортоиспытании в течение двух лет сорта Аполлон, Исток, Наутилус показали преимущество в сравнении с сортом Рапан 2, представленным в производстве. В условиях наиболее благоприятного года (2020 г.) для роста и развития растений риса урожайность составила в зависимости от сорта от 54,6 до 103,0 ц/га (табл. 2). Высокой урожайностью характеризовался сорт Аполлон (103,0 ц/га), а также сорта Исток и Наутилус (83,3 и 81,0 ц/га соответственно). Прибавка урожайности 27,4; 7,7 и 5,4 ц/га обеспечена массой зерна главной метелки (4,98 г) и массой 1000 зерен (32,5 г) (табл. 3). Наименьшая урожайность отмечена у сорта Юбилейный 85 – 54,6 ц/га из-за сложившихся погодных условий, агробиологических особенностей (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность сортов риса, ц/га

Сорт	Урожайность, ц/га			
	2020	+/- к сорту Рапан 2, ц/га	2021	+/- к сорту Рапан 2, ц/га
Рапан 2	75,6	-	74,3	-
Аполлон	103,0	+27,4	85,4	+11,1
Исток	83,3	+7,7	82,7	+8,4
Наутилус	81,0	+5,4	82,7	+8,4
Юбилейный 85	54,6	-21,0	72,4	-1,9
Средняя по опыту	79,1	-	78,6	-
НСР ₀₅	3,31	-	0,63	-

В условиях 2021 года урожайность сортов Аполлон, Исток, Наутилус в испытании превышала сорт Рапан 2, прибавка урожайности составила у сорта Аполлон 11,1 ц/га, Исток – 8,4 ц/га, Наутилус – 8,4 ц/га (табл. 2). Высокая продуктив-

ность сортов риса и прибавка урожая обеспечена за счет озерненности метелки, массы зерна с главной метелки, массы 1000 зёрен (табл. 3). Сорта Аполлон, Наутилус и Исток показали высокую адаптивность.

Таблица 3. Элементы структуры урожайности сортов риса в производственном испытании (среднее за 2020-2021 гг.)

Сорт	Высота растения, см	Длина метелки, см	Масса зерна с главной метелки, г	Масса 1000 зерен, г	Пустозерность, %
Рапан 2	87,6	16,2	3,64	28,0	9,1
Аполлон	87,9	16,4	4,98	32,5	8,9
Исток	88,4	16,3	4,10	29,8	8,8
Наутилус	89,3	16,5	3,96	30,6	9,0
Юбилейный 85	90,6	15,1	3,42	27,7	19,0

Результаты производственной оценки в условиях рисосеющего хозяйства ООО «Энергия» свидетельствует о реализации потенциала урожайности сортов, почвенного плодородия рисового поля, материально-технических ресурсов при соблюдении зональных технологий выращивания риса.

Наряду с увеличением урожайности важное значение имеет повышение его качества. Общий выход крупы и содержание целого ядра являются комплексными показателями технологических качеств риса. В зависимости от агробиологических особенностей риса, природно-климатических факторов, технологии выращивания, уборки и послеуборочной обработки, переработки зерна. В результате технологической оценки изучаемых

сортов риса в производственном испытании выявлено: общий выход крупы испытуемых сортов риса варьировал от 68,04 % до 69,76 %, в том числе целого ядра – от 53,96 % до 59,64 % (табл. 4). В условиях в 2021 г. сформировалась более прочная микроструктура эндосперма, которая обеспечила благоприятные условия для переработки зерна, что отражено в показателях содержания целого ядра сортов Аполлон и Наутилус (58,46 % и 59,64 % соответственно) (табл. 4).

Таким образом, соблюдение зональной технологии выращивания, уборки и послеуборочной обработки в хозяйстве позволяет обеспечивать выход крупы в пределах 68,04-69,76 % при содержании целого ядра 53,96-59,64 %.

Таблица 4. Технологические показатели качества зерна риса

Сорт	2020		2021	
	выход крупы, %		выход крупы, %	
	общий	целого ядра	общий	целого ядра
Рапан 2	68,36	57,33	68,04	58,36
Аполлон	68,76	58,45	68,16	58,46
Исток	68,29	55,30	69,33	56,77
Наутилус	69,76	57,68	69,31	59,64
Юбилейный 85	69,15	53,96	69,49	58,25

Выводы

Производственная оценка сортов риса позволила выявить перспективные сорта, адаптированные к материально-техническому уровню хозяйства, состоянию рисовой оросительной системы, а также требованиям к охране окружающей среды.

Выращивание в хозяйстве сортов риса Аполлон, Исток, Наутилус является существенным резервом повышения эффективности производства риса. Это дает основание достоверно планировать их внедрение и увеличение производства риса на ближайшую перспективу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агротехнические особенности выращивания сортов риса, устойчивых к пирикулярриозу: Методические рекомендации (методические рекомендации) / Авт. колл.: С.В. Гаркуша, С.А. Шевель, Н.Н. Малышева, С.А. Тешева, Г.Л. Зеленский, Н.В. Остапенко, А.Г. Зеленский, А.Р. Третьяков. - Краснодар. - 2013. - 43 с.
2. Гаркуша, С. В. Производственное испытание сортов риса Кубанской селекции в разных зонах рисосеяния / С. В. Гаркуша, С. А. Тешева, Д. А. Пищенко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 102. – С. 121-126.
3. ГОСТ ISO 6646-2013 «Определение максимально возможного выхода шелушеного и шлифованного риса» - М.: Стандартиформ, 2015. – 12 с.
4. Дзюба, В.А. Планирование многофакторных опытов и методы статистической обработки экспериментальных данных: методические рекомендации / В.А. Дзюба, Б.Н. Шемелев. – Краснодар, 2004. – 83 с.
5. Костылев, П.И. Северный рис (генетика, селекция, технология) / П.И. Костылев, А.А. Парфенюк, В.И. Степовой. - Ростов-на-Дону: ЗАО «Книга», 2004. – 576 с.
6. Методические рекомендации по возделыванию сортов риса кубанской селекции / Авт. колл.: С.В. Гаркуша, И.А. Дорошев, С.Ю. Орленко, С.А. Шевель, Н.Н. Малышева, С.А. Тешева и др. / Справочно-методическое издание. - Краснодар, 2014 г. –120 с.
7. Пищенко, Д.А. Эффективность выращивания риса в Краснодарском крае / Д.А. Пищенко, С.В. Гаркуша, С.А. Тешева // Масличные культуры. науч.-тех. бюл. ВНИИМК. - 2020. - Вып. 3 (183). – С. 103-106.
8. Рекомендации по интенсивной технологии возделывания риса в Ростовской области. – Новочеркасск, 1986. – 52 с.
9. Сельское хозяйство в России. 2021: Стат. сб./ Росстат – С 29 М., 2021. – 100 с.
10. Система рисоводства Российской Федерации / Под общ. ред. С.В. Гаркуши. – Краснодар: ФГБНУ «ФНЦ риса»; Просвещение-Юг, 2022. – 368 с.
11. Сметанин, А. П. Методики опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса / А. П. Сметанин, В. А. Дзюба, А. И. Апрод. – Краснодар, 1972. – 156 с.
12. Шеуджен, А.Х. Методика агрохимических исследований и статистическая оценка результатов: учеб. пособие. 2-е изд. перераб и доп. / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева. – Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2015. – 664 с.
13. Toriyama, K. Rice Is Life: Scientific Perspectives for the 21st Century / K. Toriyama, K.L. Heong, B. Hardy // Proceedings of the World Rice Research Conference. - Tokyo, 2004. - 590 p.
14. Bruskiwich, R.M. Linking genotype to phenotype: the International Rice Information System / R.M. Bruskiwich, A.B. Cosico, W. Eusebio, A.M. Portugal, L.M. Ramos, M.T. Reyes, M.A. Sallan, V.J. Ulat, X. Wang, K.L. McNally, S.R. Hamilton., C.G. McLaren // Bioinformatics, 2003. - № 19. - P. 63-65.

REFERENCES

1. Agrotechnical features of growing rice varieties resistant to pyriculariasis: Methodological recommendations (methodical recommendations) / S.V. Garkusha, S.A. Shevel, N.N. Malysheva, S.A. Tesheva, G.L. Zelensky, N.V. Ostapenko, A.G. Zelensky, A.R. Tretyakov. - Krasnodar, 2013. - 43 p.
2. Garkusha, S. V. Production testing of rice varieties of Kuban breeding in different zones of rice sowing / S. V. Garkusha, S. A. Tesheva, D. A. Pishchenko // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. – 2022. – № 102. – P. 121-126.
3. GOST ISO 6646-2013 «Determination of the maximum possible yield of peeled and ground rice» - Moscow: Standartinform, 2015. – 12 p.
4. Dzyuba, V.A. Planning of multifactorial experiments and methods of statistical processing of experimental data: methodological recommendations / V.A. Dzyuba, B.N. Shemelev. – Krasnodar, 2004. – 83 p.
5. Kostylev, P.I. Northern rice (genetics, breeding, technology) / P.I. Kostylev, A.A. Parfenyuk, V.I. Stepovoy. – Rostov-on-Don: CJSC «Book», 2004. – 576 p.
6. Methodological recommendations on the cultivation of rice varieties of Kuban selection / S.V. Garkusha, I.A. Doroshev, S.Y. Orlenko, S.A. Shevel, N.N. Malysheva, S.A. Tesheva, etc. / Reference and methodological edition, Krasnodar, 2014. –120 p.
7. Pishchenko, D.A. Efficiency of rice cultivation in Krasnodar Krai / D.A. Pishchenko, S.V. Garkusha, S.A. Tesheva //

Oilseeds. sci.-tech. byul. VNIIMK. - 2020. - Issue 3 (183). – P. 103-106.

8. Recommendations for intensive rice cultivation technology in the Rostov region. – Novocherkassk, 1986. – 52 p.

9. Agriculture in Russia. 2021: Stat. sat. / Rosstat – From 29 m., 2021. – 100 p.

10. The rice growing system of the Russian Federation / Under the general editorship of S.V. Garkusha. – Krasnodar: FGBNU «FNC rice»; Enlightenment-South, 2022. – 368 p.

11. Smetanin, A. P. Methods of experimental work on breeding, seed production, seed science and quality control of rice seeds / A. P. Smetanin, V. A. Dzyuba, A. I. Aprod. – Krasnodar, 1972. – 156 p.

12. Sheudzhen, A.H. Methods of agrochemical research and statistical evaluation of results: studies. stipend. 2nd ed. pererab and add. / A.X. Sheudzhen, T.N. Bondareva. – Maykop: JSC «Polygraph-YUG», 2015. – 664 p.

13. Toriyama, K. Rice Is Life: Scientific Perspectives for the 21st Century / K. Toriyama, K.L. Heong, B. Hardy // Proceedings of the World Rice Research Conference. - Tokyo, 2004. - 590 p.

14. Bruskiwich, R.M. Linking genotype to phenotype: the International Rice Information System / R.M. Bruskiwich, A.B. Cosico, W. Eusebio, A.M. Portugal, L.M. Ramos, M.T. Reyes, M.A. Sallan, V.J. Ulat, X. Wang, K.L. McNally, S.R. Hamilton., C.G. McLaren // Bioinformatics, 2003. - № 19. - P. 63-65.

Иван Валерьевич Балясный

Заместитель директора ФГБНУ «ФНЦ риса»

E-mail: arrri_kub@mail.ru

Ivan Valeryevich Balyasny

Deputy Direktor FSBSI Federal Scientific Rice Centre

E-mail: arrri_kub@mail.ru

Сусанна Аслановна Тешева

Ведущий научный сотрудник лаборатории семеноводства и семеноведения ФГБНУ «ФНЦ риса», доцент кафедры почвоведения Кубанского ГАУ

E-mail: satecheva@mail.ru

Susanna Aslanovna Tesheva

Leading researcher of the laboratory of seed production and seed science FSBSI Federal Scientific Rice Centre, associate professor of the department of soil science, Kuban State Agrarian University

E-mail: satecheva@mail.ru

Дмитрий Александрович Пищенко

Заведующий лаборатории семеноводства и семеноведения ФГБНУ «ФНЦ риса»

E-mail: 89183333172@mail.ru

Dmitry Aleksandrovich Pischenko

Head of the laboratory laboratory of seed production and seed science FSBSI Federal Scientific Rice Centre

E-mail: 89183333172@mail.ru

ФГБНУ «ФНЦ риса»

350091, Россия, г. Краснодар, пос.

Белозерный, 3

E-mail: arrri_kub@mail.ru

FSBSI Federal Scientific Rice Centre

3, Belozerniy, Krasnodar, 350921, Russia

E-mail: arrri_kub@mail.ru

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

Federal State Budgetary Education Institution of Higher Education «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin»

13, Kalinina st., Krasnodar, 350044, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2023-60-3-32-37
УДК 632.934

Тешева С.А., канд. биол. наук,
Пищенко Д.А.,
Полищук В.И.,
Егорова Е.В.
г. Краснодар, Россия

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН В ПОВЫШЕНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ РИСА

Предпосевная обработка семян является одним из важных агротехнических приёмов интенсивных технологий выращивания сельхозкультур, который позволяет снизить риск потери урожая, сократить разницу между потенциальной и фактической продуктивностью, получить высокое качество урожая. Прием позволяет защитить семена от семенной, почвенной инфекции, повысить всхожесть, устойчивость семян к различным видам вредителей, болезней растений, а также стимулирует появление равномерных всходов, корнеобразование. В связи с этим цель исследований - изучить эффективность предпосевной обработки новыми протравителями семян в повышении продуктивности риса. В производственных условиях дана сравнительная оценка эффективности протравителей семян сорта Восход. Схема опыта включала следующие варианты: контроль (без обработки), Сценик Комби – 1,5 л/т; Баритон Супер – 1,0 л/т; Редиго Про – 0,5 л/т. В статье представлены результаты исследований о составе возбудителей, степени зараженности посевного материала семенной инфекцией. Видовой состав микофлоры семян изучаемых сортов риса представлен несовершенными микромицетами *Alternaria alternata*, *Rhizopus* sp. Максимальная инфекционная нагрузка отмечена на контрольном варианте – 49,0 %, минимальная – при применении Баритон Супер (5,0 %) и Сценик Комби (10,0 %). В результате испытаний установлена целесообразность проведения обработки семян и выбора препарата необходимого спектра действия, выявлено, что предпосевная обработка семян риса способствует повышению их всхожести, защите проростков от болезней, воздействует на характер роста, развития растений, продуктивность. В сравнении со стандартами наибольшая урожайности была получена на варианте с применением Баритон Супер – 105,3 ц/га (прибавка составила 4,3 ц/га) и Сценик Комби – 105,1 ц/га (прибавка урожайности – 4,1 ц/га), биологическая эффективность их применения составила 79,6 и 89,8 % соответственно.

Ключевые слова: рис, сорт, предпосевная обработка семян, протравители, патогены, фитоэкспертиза, микофлора, урожайность.

THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF PRE-SOWING SEED TREATMENT IN INCREASING THE PRODUCTIVITY OF RICE

Pre-sowing seed treatment is one of the important agrotechnical techniques of intensive crop cultivation technologies, which reduces the risk of crop loss, reduces the difference between potential and actual productivity, and gets a high quality crop. This technique allows you to protect seeds from seed, soil infection, increase germination, seed resistance to various types of pests, plant diseases, and also stimulates the appearance of uniform shoots, root formation. In this regard, the purpose of the research is to study the effectiveness of pre-sowing treatment with new seed protectants in increasing the productivity of rice. In production conditions, a comparative assessment of the effectiveness of seed protectants of the Voskhod variety is given. The scheme of the experiment included the following options: control (without processing), Stage Combo – 1.5 l / ton; Baritone Super – 1.0 l / ton; Redigo Pro – 0.5 l / ton. The article presents the results of studies on the composition of pathogens, the degree of contamination of seed material with seed infection. The species composition of the mycoflora of seeds of the studied rice varieties is represented by imperfect micromycetes *Alternaria alternata*, *Rhizopus* sp. The maximum infectious load was noted in the control variant - 49.0 %, the minimum – with the use of Baritone Super (5.0 %) and Scenic Combo (10.0 %). As a result of the tests, the expediency of seed treatment and the choice of the drug of the required spectrum of action was established, it was revealed that pre-sowing treatment of rice seeds helps to increase their germination, protect seedlings from diseases, affects the nature of growth, plant development, productivity. In comparison with the standards, the highest yield was obtained on the variant with the use of Baritone Super – 105.3 c/ha (an increase of 4.3 c/ha) and Scenic Combo – 105.1 c/ha (an increase in yield – 4.1 c/ha), the biological efficiency of their use was 79.6 and 89.8 %, respectively.

Keywords: rice, variety, pre-sowing seed treatment, protectants, pathogens, phytoexpertiza, mycoflora, yield.

Введение

В последние годы наблюдается увеличение поражения зерновых культур возбудителями болезней, что в настоящее время повышает значимость предпосевной обработки семян для их защиты от болезней. В связи с этим в комплексе агротехнических мероприятий, применяемых для получения высокого урожая, значительное место занимает качество посевного материала, т.к. посевные качества являются важнейшими биологическими показателями семян, без которых прерывается существование как живой организм. Семена являются источником сохранения многих возбудителей болезней, так как они богаты белками, минеральными веществами и представляют хороший питательный субстрат для жизнедеятельности патогенных грибов и бактерий [11, 14]. Возбудители болезней, сохраняющиеся в семенном материале, приводят к значительным потерям урожая и снижению качества зерна [11, 13, 15]. Кроме того, посев инфицированными семенами способствует созданию дополнительных очагов возбудителя в почве. Предпосевная обработка семян проводится по результатам фитоэкспертизы, т. к. с семенами передается более 60 % видов фитопатогенов [8, 14, 16]. При проведении фитоэкспертизы в лабораторных условиях устанавливается видовой состав возбудителей грибных и бактериальных заболеваний, присутствующих в посевном материале, определяется доля зараженных семян. Диагностика возбудителей болезней семенного материала позволяет принять своевременное решение о необходимости обработки семян, дифференцированно подходить к выбору протравителей, использовать наиболее эффективные из них против определенного вида или комплекса патогенов для успешного проведения профилактических и защитных мероприятий.

Цель исследований

Изучить эффективность предпосевной обработки семян в повышении продуктивности риса.

Материалы и методы

Оценку эффективности протравителей семян проводили в ФГБНУ «ФНЦ риса». Объектом исследования служил сорт риса Восход. Повторность в опыте 4-х кратная. Площадь делянки – 0,1 га. Способ посева – рядовой (с междурядьем 15 см), норма высева 7 млн всхожих зерен на 1 гектар. Режим орошения – укороченное затопление. Предшественник – озимая пшеница. Обработка почвы и ее предпосевная подготовка, режим орошения и уход за посевами риса выполнялись в соответствии с рекомендациями по возделыванию риса в Российской Федерации [1, 7, 10].

Схема опыта.

1. Контроль – без обработки;
2. Сценник Комби – 1,5 л/т;

3. Баритон Супер – 1,0 л/т;

4. Редиго Про – 0,5 л/т.

Сценник Комби, Баритон Супер, Редиго Про - это новые препараты, которые широко применяются в отрасли растениеводства, как протравители, обладающие инсекто-фунгицидными свойствами. Сценник Комби - 4-компонентный инсектофунгицидный протравитель для обработки семян, эффективно контролирующей семенную и почвенную инфекции, а также позволяющий защищать всходы от вредителей, действующие вещества клотианидин (25 г/л) + флуоксастробин (37,5 г/л) + протиоконазол (37,5 г/л) + тебуконазол (5 г/л). Баритон Супер - трёхкомпонентный контактно-системный фунгицидный протравитель для контроля комплекса болезней семян и всходов, действующие вещества - протиоконазол (50 г/л) + флудиоксонил (37,5 г/л) + тебуконазол (10 г/л). Редиго Про - комбинированный системный препарат для предпосевной обработки семян с усиленной фунгицидной активностью против широкого спектра патогенов, действующие вещества – протиоконазол (150 г/л) + тебуконазол (20 г/л). Протравливание семян проводили перед посевом. Расход рабочей жидкости – 10 л/т.

Почва опытного участка – лугово-черноземная со следующей агрохимической характеристикой: $pH_{\text{водн}}$ 6,85, сумма поглощенных оснований 29,4 мг-экв/100 г, степень насыщенности основаниями 94,5 %, содержание гумуса 3,12 %, минерального азота ($NH_4 + NO_3$) 4,7 мг/кг, подвижного фосфора 33,6, обменного калия 475 мг/кг почвы.

Зараженность семян болезнями определяли согласно ГОСТ 12044-93 [3]. Определение посевных качеств семян проводили согласно ГОСТ Р 52325-2005 [2]. Определение всхожести и энергии прорастания семян – согласно ГОСТ 12038-84 [4]. Измерение длины корней и проростков проводили через 7 дней [9, 11]. Оценку эффективности влияния фунгицидов на патогенную микрофлору семян проводили в соответствии с рекомендациями [9, 11]. Наблюдения и учеты – для полевых опытов [1, 5, 6, 7]. Все агротехнические мероприятия выполняли в соответствии с рекомендациями [1, 7, 10]. Уборку урожая проводили методом прямого комбайнирования. Все полученные данные подвергали статистической обработке [6, 12].

Результаты и обсуждение

Прорастание семян и образование всходов является ответственным периодом в технологии выращивания риса, чаще всего это проходит в условиях пониженных температур при недостатке кислорода и для снижения отрицательного воздействия этих неблагоприятных факторов необходимы высококачественные семена. Предпосевная обработка представляет практический интерес для повышения всхожести. Фитопатологическая экс-

пертиза семян сорта риса Восход показала, что лабораторная всхожесть контрольного варианта низкая (90,0 %), семена были инфицированы несовершенными микромицетами *Alternaria alternata*, *Rhizopus sp.* Наибольшая инфекционная нагрузка отмечена на контрольном варианте, что составило 49,0 % (табл. 1, 2). Обработка семян повлияла на

повышение энергии прорастания и лабораторной всхожести семян риса на 3,5-15,9 % и 4,0-7,0 % соответственно, при этом отмечено подавление патогенной микрофлоры: минимальная инфекционная нагрузка отмечена при применении препарата Баритон Супер – 5,0 % и Сценик Комби – 10,0 % (табл. 1, 2).

Таблица 1. Посевные качества семян риса

Препарат	Норма расхода, л/т	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %
Контроль (без обработки)	-	69,8	90,0
Сценик Комби	1,5	73,3	94,4
Баритон Супер	1,0	85,7	97,0
Редиго Про	0,5	75,0	94,0

Таблица 2. Влияние протравителей на патогенную микрофлору семян риса

Препарат	Норма расхода, л/тн	Поражено семян, грибами родов, %			Биологическая эффективность, %
		всего	в том числе		
			<i>Alternaria alternata</i>	<i>Rhizopus sp.</i>	
Контроль (без обработки)	-	49,0	44	5	-
Сценик Комби	1,5	10,0	5	5	79,6
Баритон Супер	1,0	5,0	5	0	89,8
Редиго Про	0,5	25,0	20	5	49,0

Для Баритон Супер и Редиго Про выявлен ростостимулирующий эффект в лабораторных условиях (без затопления): через 7 дней после закладки опыта максимальные значения длины корешка отмечены на вариантах с применением Баритон Супер (1,6 см и

0,8 см) и Редиго Про (1,8 см и 1,8 см), что в сравнении с контрольным вариантом составило 0,7 см, 0,9 см и 0,4 см и 1,4 см соответственно. Кроме того, органы проростков из инфицированного посевного материала развивались медленнее, чем здоровые (табл. 3).

Таблица 3. Влияние фунгицидов на развитие проростков

Препарат	Норма расхода, л/тн	Длина корешка, см	Длина ростка, см
Контроль (без обработки)	-	0,9	0,4
Сценик Комби	1,5	1,2	0,6
Баритон Супер	1,0	1,6	0,8
Редиго Про	0,5	1,8	1,8

Исследования показали, что обработка семян способствует улучшению энергии прорастания, увеличивается количество и длина корешков. Биологическая эффективность применения изучаемых фунгицидов составила 49,0-89,8 % с наибольшим показателем на варианте с применением препарата Баритон Супер 89,8 %. Таким образом, обработка семян улучшает все показатели, характеризующие первые этапы онтогенеза растений.

Положительное действие изучаемых препаратов определено и при получении всходов с затоплением, что предусмотрено технологией возделывания риса (табл. 4). Интенсивный начальный рост

проростков особенно актуален для риса, так как позволяет быстро преодолеть избыточно увлажненный слой почвы, что снижает их гибель и обеспечивает формирование равномерных всходов. Повышение энергии прорастания и силы начального роста семян при применении Сценик Комби, Баритон Супер, Редиго Про обеспечило в полевом опыте увеличение в сравнении с контролем густоты стояния растений по всходам на 10-26 шт/м², полевой всхожести – на 1,5-3,7 %. В формировании продуктивности полевая всхожесть играет важную роль, так как имеет прямую и достаточно высокую корреляционную связь с урожайностью посевов риса.

Таблица 4. Густота стояния растений риса и полевая всхожесть сортов риса

Препарат	Норма расхода, л/тн	Густота стояния растений по всходам, шт/м ²	Полевая всхожесть, %
Контроль (без обработки)	-	256	36,5
Сценик Комби	1,5	266	38,0
Баритон Супер	1,0	282	40,2
Редиго Про	0,5	261	37,3
НСР ₀₅	-	4,78	-

Под воздействием предпосевной обработки семян произошло изменение физиологических процессов в растениях, что позволило получить высокую продуктивность риса. Макси-

мальная урожайность по опыту получена при применении Баритон Супер 105,3 ц/га, прибавка к контрольному варианту составила 4,3 ц/га (табл. 5).

Таблица 5. Урожайность риса при предпосевной обработке протравителями семян

Препарат	Норма расхода, л/т	Урожайность, ц/га	Прибавка урожайности в сравнении с контролем, +/- ц/га
Контроль (без обработки)	-	101,0	-
Сценик Комби	1,5	105,1	+4,1
Баритон Супер	1,0	105,3	+4,3
Редиго Про	0,5	103,4	+2,0
НСР ₀₅		0,20	

Исследуемые препараты проникают в растение с момента прорастания зерна и затем равномерно распределяется в растении по мере роста и развития не только защищая проросток и корни от различных грибных заболеваний семенной и почвенной этиологии, повышая не только энергию прорастания и всхожесть, но и активизирует ростовые процессы растений, улучшают физиологическое развитие растений, обладают ростостимулирующим эффектом, обеспечивают интенсивное потребление элементов минерального питания. В вариантах с их применением форми-

ровались более высокорослые растения, чем на контроле. Максимальные значения отмечены на вариантах с Сценик Комби, Баритон Супер. Анализ структуры урожайности показал, что прибавки урожая обусловлены увеличением массы зерна с главной метелки, которая зависела от условий выращивания, озерности метелки. Масса 1000 зерен имеет прямую зависимость от массы зерна с метелки. Высокая урожайность сформировалась в вариантах с применением Сценик Комби, Баритон Супер, они были выше контрольного варианта (табл. 6).

Таблица 6. Элементы структуры урожайности риса

Показатели	Варианты опыта			
	Контроль (без обработки)	Сценик Комби	Баритон Супер	Редиго Про
Высота растения, см	95,0	100,0	100,5	96,2
Масса зерна с растения, г	2,51	3,50	3,59	3,21
Масса 1000 зерен, г	30,1	32,8	33,2	31,4

Исследования показали, что улучшение роста и развития растений риса, в зависимости от применения в технологии его возделывания фунгицидов Сценик Комби, Баритон Супер, Редиго Про обеспечило соответствующие уровни продуктивности структуры урожая, а следовательно повлияло на величину урожайности. Очевидно, в указанных вариантах условия произрастания складывались наиболее благоприятно для роста и развития растений риса и получения высокого урожая.

Выводы

Применение предпосевной обработки семян риса фунгицидами – эффективный прием повы-

шения продуктивности риса. Сценик Комби, Баритон Супер являются эффективными фунгицидами, биологическая эффективность которых составила 79,6 и 89,8 % соответственно, позволяют защитить семена от патогенов, оказывают стимулирующие влияние на посевные качества семян риса. В результате их применения повышается сила начального роста семян, что обеспечивает увеличение густоты стояния растений, полевой всхожести, быстрый их рост в начале онтогенеза и интенсивное потребление элементов минерального питания. Все это позволяет наиболее полно реализовать потенциал урожайности сорта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Апрод, А. И. Методические указания по производству семян элиты риса / А. И. Апрод, В. В. Куварин. - М., 1989. - 28 с.
2. ГОСТ Р 52325-2005 «Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия» - М.: Стандартиформ, 2005. - 24 с.
3. ГОСТ 12044-93 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями - М.: Стандартиформ, 2011. - 59 с.
4. ГОСТ 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести - М.: Стандартиформ, 2011. - 32 с.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. - Москва: Колос, 1979. - 416 с.
6. Дзюба, В. А. Многофакторные опыты и методы биометрического анализа экспериментальных данных: методические рекомендации / В.А. Дзюба. - Краснодар, 2007. - 76 с.
7. Методические указания по производству семян элиты зерновых, зернобобовых и крупяных культур. - М.: Колос, 1982. - 29 с.
8. Михайлова, В. А. Оценка фитосанитарного состояния семенных посевов риса / В. А. Михайлова, А. А. Надеждин, С. А. Тешева // Вектор современной науки: Сборник тезисов по материалам Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых, Краснодар. - Краснодар: КубГАУ, 2022. - С. 248-249.
9. Пикушова, Э. А. Обработка семян сельскохозяйственных культур против вредителей и болезней: учебно-методическое пособие / Э.А. Пикушова, Е. Ю. Веретельник, И. В. Бедловская, Л. А. Шадрина. - Краснодар, 2012. - 63 с.
10. Система рисоводства Российской Федерации: Рекомендации / Под общ. Ред. С.В. Гаркуши. - Краснодар: ФГБНУ «ФНЦ риса», Просвещение -Юг, 2022. - 368 с.
11. Фитосанитарная экспертиза зерновых культур. (Болезни растений): Методические рекомендации. - М.: ФГНУ «Росинформагротех». - 2002. - 140 с.
12. Шейджен, А. Х. Агрохимия. Ч. 2. Методика агрохимических исследований и статистическая оценка их результатов / А. Х. Шейджен, Т.Н. Бондарева. - Краснодар: Куб ГАУ, 2015. - 703 с.
13. Brandl, F. Seed treatment technologies: evolving to achieve crop genetic potential // Seed treatment: challenges and opportunities: BCPC Symposium proceedings № 76. UK: British crop protection council, 2001. - P. 3-17.
14. Copeland, L.O. Principles of seed science and technology / L.O. Copeland, M.B. McDonald // NY: Chapman and Hall, 1995. - P. 258-277.
15. Halmer, P. Commercial seed treatment technology / P.Halmer, M. Black, J.D. Bewley (eds.) // Seed technology and its biological basis. - Sheffield Academic Press Ltd, 1999. - P. 257-286.
16. Taylor, A.G. Seed treatment / A.G. Taylor, B. Tomas, D.J. Murphy, B.G. Murray (eds.) // Encyclopedia of applied plant sciences. - Elsevier Academic Press, 2003. - P. 1291-1297.

REFERENCES

1. Aprod, A. I. Methodological guidelines for the production of elite rice seeds / A. I. Aprod, V. V. Kuvarin. - M., 1989. - 28 p.
2. GOST R 52325-2005 "Seeds of agricultural plants. Varietal and sowing qualities. General technical conditions" - Moscow: Standartinform, 2005. - 24 p.
3. GOST 12044-93 "Seeds of agricultural crops. Methods for determining infection with diseases - M.: Standartinform, 2011. - 59 p.
4. GOST 12038-84 "Seeds of agricultural crops. Methods for determining germination - M.: Standartinform, 2011. - 32 p.
5. Dospikhov, B. A. Methodology of field experience / B. A. Dospikhov. - Moscow: Kolos, 1979. - 416 p.
6. Dzyuba, V. A. Multifactorial experiments and methods of biometric analysis of experimental data: methodological recommendations / V.A. Dzyuba. - Krasnodar, 2007. - 76 p.
7. Methodological guidelines for the production of elite seeds of cereals, legumes and cereals. - M.: Kolos, 1982. - 29 p.
8. Mikhailova, V. A. Assessment of the phytosanitary state of rice seed crops / V. A. Mikhailova, A. A. Nadezhdin, S. A. Tesheva // Vector of modern science: A collection of abstracts based on the materials of the International Scientific and Practical Conference of Students and Young scientists, Krasnodar, November 15, 2022. - Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 2022. - P. 248-249.
9. Pikushova, E. A. Processing of seeds of agricultural crops against pests and diseases: an educational and methodical manual / E.A. Pikushova, E. Yu. Veretelnik, I. V. Bedlovskaya, L. A. Shadrina. - Krasnodar, 2012. - 63 p.
10. The rice growing system of the Russian Federation: Recommendations / Under the general Ed. of S.V. Garkusha. - Krasnodar: FGBNU "FNC rice", Enlightenment -South, 2022. - 368 p.
11. Phytosanitary examination of grain crops. (Plant diseases): Methodological recommendations. - M.: FGNU "Rosinformagrotech". - 2002. - 140 p.
12. Sheudzhen, A. H. Agrochemistry. Ch. 2. Methods of agrochemical research and statistical evaluation of their results / A. H. Sheudzhen, T.N. Bondareva. - Krasnodar: Kub GAU, 2015. - 703 p.
13. Brandl, F. Seed treatment technologies: evolving to achieve crop genetic potential // Seed treatment: challenges and opportunities: BCPC Symposium proceedings № 76. UK: British crop protection council, 2001. P. 3-17.
14. Copeland, L.O. Principles of seed science and technology / L.O. Copeland, M.B. McDonald // NY: Chapman and Hall, 1995. - P. 258-277.
15. Halmer, P. Commercial seed treatment technology / P.Halmer, M. Black, J.D. Bewley (eds.) // Seed technology and its biological basis. - Sheffield Academic Press Ltd, 1999. - P. 257-286.
16. Taylor, A.G. Seed treatment / A.G. Taylor, B. Tomas, D.J. Murphy, B.G. Murray (eds.) // Encyclopedia of applied plant sciences. - Elsevier Academic Press, 2003. - P. 1291-1297.

Сусанна Аслановна Тешева

Ведущий научный сотрудник лаборатории семеноводства и семеноведения ФГБНУ «ФНЦ риса»,
доцент кафедры почвоведения Кубанского ГАУ
E-mail: satecheva@mail.ru

Дмитрий Александрович Пищенко

Заведующий лаборатории семеноводства и семеноведения ФГБНУ «ФНЦ риса»
E-mail: 89183333172@mail.ru

Виктор Игоревич Полищук

Младший научный сотрудник лаборатории семеноводства и семеноведения ФГБНУ «ФНЦ риса»
E-mail: 89282730566@mail.ru

Елена Владимировна Егорова

Старший преподаватель кафедры фитопатологии, энтомологии и защиты растений ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»
E-mail: lena.elenaegorova2015@yandex.ru

ФГБНУ «ФНЦ риса»

350091, Россия, г. Краснодар, пос. Белозерный, 3
E-mail: arri_kub@mail.ru

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

Susanna Aslanovna Tesheva

Leading researcher of the laboratory of seed production and seed science FSBSI Federal Scientific Rice Centre, associate professor of the department of soil science,
Kuban State Agrarian University
E-mail: satecheva@mail.ru

Dmitry Aleksandrovich Pischenko

Head of the laboratory laboratory of seed production and seed science FSBSI Federal Scientific Rice Centre
E-mail: 89183333172@mail.ru

Viktor Igorevich Polishchuk

Junior researcher at the laboratory of seed production and Seed Science FSBSI Federal Scientific Rice Centre
E-mail: 89282730566@mail.ru

Elena Vladimirovna Egorova

Senior Lecturer of the Department of Phytopathology, Entomology and Plant Protection Federal State Budgetary Education Institution of Higher Education «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin»
E-mail: lena.elenaegorova2015@yandex.ru

FSBSI Federal Scientific Rice Centre

3, Belozerniy, Krasnodar, 350921, Russia
E-mail: arri_kub@mail.ru

Federal State Budgetary Education Institution of Higher Education «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin»
13, Kalinina st., Krasnodar, 350044, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2023-60-3-38-43
УДК 631.581.2: 631.584.4

Гергель В.В.
г. Краснодар, Россия

ПОСТУПЛЕНИЕ В ПОЧВУ ОРГАНИЧЕСКИХ ОСТАТКОВ ПАРОЗАНИМАЮЩИХ КУЛЬТУР В РИСОВЫХ СЕООБОРОТАХ

Обеспечение почв рисовых полей свежим органическим веществом является важным аспектом сохранения их плодородия. В связи с этим, высокую значимость имеет оценка объемов растительных остатков, поступающих в почву при возделывании парозанимающих культур в рисовых севооборотах. Исследования проводили в 2019-2020 гг. на восьмипольных севооборотах филиала ФГБНУ «ФНЦ риса» РПЗ «Красноармейский». Целью работы было определение величин образующихся растительных остатков, для чего использовались данные урожая основной продукции и уравнения регрессии. Рассчитано количество корневых, поверхностных, остатков и побочной продукции, при возделывании озимой пшеницы на зерно, люцерны на сенаж и кукурузы на силос. В севообороте с люцерной основная часть растительных остатков поступающих в почву была представлена корневыми – 27,52 т/га или 69,34 % от общего количества. В занятом пару соотношение всех их видов характеризовалось относительно близкими значениями и составляло 29,48, 32,68 и 38,34 % для побочной продукции, поверхностных и корневых остатков соответственно. Наибольшим суммарным количеством растительных остатков в опыте – 39,69 т/га, характеризовался севооборот с люцерной. Величины представленных показателей были обусловлены назначением посевов, количеством укосов, погодными условиями и рядом других факторов.

Ключевые слова: рисовый севооборот, промежуточные культуры, многолетние травы, озимая пшеница, кукуруза, почва, урожайность, растительные остатки, солома.

INTRODUCTION OF ORGANIC RESIDUES OF FALLOW CROPS TO THE SOIL IN RICE CROP ROTATION

Providing soils in rice fields with fresh organic matter is an important aspect of maintaining their fertility. In this regard, the assessment of the volume of plant residues entering the soil during the cultivation of fallow crops in rice crop rotations is of high importance. The studies were carried out in 2019-2020 on eight-field crop rotations of the branch of FSBSI "Federal Scientific Rice Centre" RPZ "Krasnoarmeisky". The aim of the work was to determine the values of the resulting plant residues, for which the data on the yield of the main products and the regression equations were used. The number of root, surface residues and by-products was calculated when cultivating winter wheat for grain, alfalfa for haylage and corn for silage. In the crop rotation with alfalfa, the main part of the plant residues entering the soil was represented by root – 27.52 t/ha or 69.34 % of the total. In the occupied pair, the ratio of all their species was characterized by relatively close values and amounted to 29.48, 32.68 and 38.34 % for by-products, surface and root residues, respectively. The largest total amount of plant residues in the experiment - 39.69 t/ha, was typical for crop rotation with alfalfa. The values of the presented indicators were due to the purpose of crops, the number of cuttings, weather conditions and a number of other factors.

Keywords: ricecroprotation, intermediate crops, perennial grass, winter wheat, corn, soil, yield, plant residues, straw.

Введение

В мировом и отечественном земледелии сельскохозяйственное использование почв сопровождается снижением их плодородия, что обусловлено отчуждением биомассы. Возврат её части в биологический круговорот является способом реализации одного из основных законов устойчивого и продуктивного функционирования агроэкосистем, сохранения и воспроизводства органического вещества, повышения биологического статуса, оптимизации физического состояния пахотных почв [12, 18, 20].

Непосредственным и основным источником органического вещества почвы являются в природ-

ных ландшафтах – вся биомасса растений, в агроландшафтах – растительные остатки (стерневые, корневые, опад) и побочная продукция (солома, ботва). В природных условиях, где урожай человеком не убирается, в почву ежегодно поступает вся биомасса, равная годичной продукции, а в агроэкосистемах поступление растительных остатков сильно зависит от возделываемых культур и условий их выращивания [7, 19].

В отличие от естественных экосистем, в агроценозах регулирование разложения органического вещества является одним из факторов воспроизводства почвенного плодородия. В жизни почвы – ее генезисе и развитии – важная роль принадлежит

не только гумусовым веществам, но и неразложившимся органическим остаткам, промежуточным низкомолекулярным соединениям. Они содержат значительное количество элементов питания (азот, фосфор, калий, сера, магний, микроэлементы), освобождающихся при минерализации и используемых растениями и микроорганизмами. Количественный и качественный состав растительных остатков, темп их разложения оказывают влияние на формирование эффективного плодородия почвы [1].

Однако, количество растительных остатков, поступающих от сельскохозяйственных культур, в несколько раз меньше, чем от естественной растительности. К тому же сухого вещества с основной и побочной продукцией отчуждается в 2,0-2,2 раза больше, чем остается в почве [11].

Поэтому, возвращенные в паровом звене севооборота растительные остатки способствуют поддержанию почвенного плодородия, увеличению содержания в ней питательных веществ, необходимых для растений [12]. Быстрое накопление вегетативной массы обуславливает поступление в почву значительного количества свежего органического вещества, содействует улучшению физических свойств почвы, водно-воздушного и питательного режимов, появляется возможность снижения объемов применения минеральных удобрений [8, 9, 10].

Место парозанимающих (сопутствующих) культур в севообороте определяется, с одной стороны, особенностями возделывания основной культуры – риса, а с другой, – их биологическими характеристиками, особенно требованиями к агроклиматическим факторам, а также хозяйственной целью выращивания (на зеленый корм, зеленое удобрение, силос, сено и пр.). Насыщение севооборота этими культурами зависит от их чередования и обеспеченности почвы питательными веществами. Однако при любой продолжительности выращивания и разных схемах оптимальный рисовый севооборот включает два звена, связанных с возделыванием риса – травяное и паровое [9].

Паровое звено служит, в первую очередь, для выращивания различных суходольных культур, проведения мелиорирующих работ и борьбы с сорной растительностью. Здесь могут создаваться благоприятные условия для проведения текущей восстановительной планировки горизонтальной поверхности чеков, поскольку выровненность поверхности рисового поля – неперемutable условие получения стабильных урожаев [9, 14].

Лучшими культурами занятого пара в условиях Краснодарского края являются однолетние бобовые: озимая и яровая вика, зимующий и яровой горох, их смеси с овсом или пшеницей, а также рапс. Травосеяние на рисовых полях считается наиболее

разработанным, однако из-за радикального сокращения численности поголовья крупного рогатого скота имеет ограниченное распространение [14].

Основное назначение травяного звена рисового севооборота – обогащение почвы свежим органическим веществом, производство высокобелковых кормов, борьба с болотными злаковыми сорняками. Лучшими культурами травяного поля считаются многолетние бобовые травы (люцерна, клевер, донник) [6, 9, 14]. Среди многолетних кормовых трав наибольшее распространение получила люцерна. Зеленая масса люцерны отличается высоким содержанием белка, сбалансированного по аминокислотному составу. Богата она жизненно важными витаминами (А, В, С, D, Е, Н, К, Р, РР), а также разнообразными микроэлементами, необходимыми для нормального роста и развития всех видов скота и птицы. Характеризуется она также высокой холодостойкостью, засухоустойчивостью, отзывчивостью на орошение способностью давать хорошие урожаи сена [14].

Люцерна, а в отдельных зонах и клевер, в рисовых севооборотах является незаменимой в хозяйственном, агротехническом и мелиорирующем отношениях. Хозяйственное значение объясняется быстрым её отрастанием после скашивания, хорошей продуктивностью и высоким содержанием протеина. При правильной технологии возделывания, люцерна на рисовых полях может обеспечивать получение 8,0-10,0 т/га сена. Орошение позволяет увеличить её урожайность до 20,0-23,5 т/га сена. Агротехническое значение люцерны и клевера заключается в обогащении почвы свежим органическим веществом высокой биологической ценности. За два года возделывания эти культуры оставляют в слое почвы 0-50 см от 4,7 до 6,1 т/га воздушно-сухих корней, а с учетом поукосных остатков люцерны оставляет в среднем 12-16 т/га сухого органического вещества, в котором в белковой форме содержится от 180 до 250 кг азота. Кроме этого, травы обеспечивают значительное улучшение структуры почвы [14, 17].

Практическая ценность люцерны не ограничивается только кормовыми достоинствами. Выполняет она и другие важные функции: обеспечивает почву азотом, является хорошим сидератом и предшественником многих сельскохозяйственных культур [5, 16]. По пласту люцерны и после занятого пара в фазу всходов риса число ежовников отмечается в 3-4 раза меньше, чем в повторных посевах риса третьего и четвертого годов. Также люцерна в рисовом севообороте является мелиорирующей культурой. Она рыхлит почву, выполняет важную функцию биологического дренажа, предотвращает вторичное засоление и заболачивание орошаемых земель [14].

Как известно, кормовые растения дают высокий

урожаем зеленой массы, и характеризуются большим количеством пожнивных остатков. Пожнивные остатки люцерны с 1 га по содержанию в них сухого вещества и азота могут быть приравнены к 30 т навоза, а клевера и клеверно-злаковой смеси – к 24 т [2].

Вместе с тем, следует отметить, что скорость разложения органических остатков в почве различна и регулируется комплексом причин, среди которых наибольшее значение имеют химический состав и анатомическое строение растений, степень увлажнения и аэробнозиса, а также гранулометрический и химический состав почвы, в которой развивается этот процесс. При этом наиболее интенсивно разложение большинства их идет в начальный период (в течение первых 3 месяцев) в аэробных условиях при оптимальной влажности и достаточно оптимальной для микроорганизмов температуре [1].

Таким образом, выбор возделываемой культуры

и её урожайность, оказывает решающее влияние на поступление и накопление растительных остатков, а их количественный учет становится важным при определении влияния каждой культуры на пополнение почвы свежей органикой и воспроизводство её плодородия.

Цель исследований

Определить влияние парозанимающих культур восьмипольных рисовых севооборотов – люцерны, озимой пшеницы и кукурузы на поступление в почву свежей органики в виде корневых, поверхностных остатков и побочной продукции.

Материалы и методы

Исследования проводили в 2019, 2020 гг. на основе многолетнего стационарного опыта, заложенного в 2019 году на восьмипольных севооборотах филиала ФГБНУ «ФНЦ риса» РПЗ «Красноармейский», Красноармейского района, отделение № 2, ОЛ-2, карта 40. Схема опыта и возделываемые на всех вариантах культуры представлены в таблице 1.

Таблица 1. Схема опыта и возделываемые культуры рисовых севооборотов

Годы	Севооборот	
	с многолетними травами	без многолетних трав
2019	люцерна	кукуруза на силос
2020	люцерна	озимая пшеница

Площадь опытного участка 12,8 га. Почва – лугово-черноземная [14]. Содержание гумуса в горизонте 0-20 см по данным анализа почвенных проб составляло 4,01-4,08 %, валового азота и фосфора – 0,19-0,20 и 0,17-0,18 % соответственно. Обеспеченность почвы легкогидролизуемым азотом характеризовалась повышенными (травяное звено) и низкими (занятой пар) значениями. Количество подвижного фосфора варьировалось в обоих вариантах от среднего до высокого, а реакция почвенного раствора составляла 6,27-6,76 и менялась от слабокислой до нейтральной. Анализ выполнен согласно общепринятым методикам [15].

Предшественником на всех опытных участках являлся рис.

Учет урожайности возделываемых культур проведен методом обмолота (скашивания) посевов уборочной техникой хозяйства.

Для оценки количества поступающих в почву растительных остатков использовались математическая модель динамики плодородия почвы, включающая уравнения линейной регрессии, отражающие зависимость величин побочной продукции,

поверхностных и корневых остатков от урожая основной продукции [4, 13].

Результаты и обсуждение

Получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных растений, в том числе риса и сопутствующих культур севооборота, во многом сводится к максимально возможному использованию условий внешней среды для роста и развития растений [9].

Урожай и качество любой сельскохозяйственной культуры – главный объективный показатель при характеристике агроэкосистем. Он отражает и интегрирует действие на растения всех условий возделывания.

Культуры занятого пара являются неотъемлемой составляющей рисового севооборота. Следовательно, получение их экономически оправданных урожаев является важной задачей при составлении севооборотов и проводимых в соответствии с этим агротехнологических мероприятий.

Величины урожайности возделываемых культур, полученные в ходе исследований, представлены в таблице 2.

Таблица 2. Урожайность парозанимающих культур и количество растительных остатков на опытных участках, 2019–2020 гг.

Севооборот		С многолетними травами		Без многолетних трав	
Год		2019	2020	2019	2020
Возделываемая культура		люцерна	люцерна	кукуруза на силос	озимая пшеница
Урожайность основной продукции / продуктивность, т/га		12,8	35,5	25,9	4,57
Уравнение регрессии для определения массы растительных остатков	побочная продукция (солома)	–	–	–	0,8y + 2,59
	поверхностные остатки (опад, стерня)	0,02y+5,6	0,02y+5,6	0,02y+5,0	0,1y+0,89
	корневые остатки	0,28y + 7,0	0,28y + 7,0	0,08y+1,62	0,7y + 1,02
Масса растительных остатков, т/га	побочная продукция (солома)	–	–	–	6,25
	поверхностные остатки (опад, стерня)	5,86	6,31	5,52	1,35
	корневые остатки	10,58	16,94	3,69	4,22
Суммарное количество поступивших в почву растительных остатков, т/га		39,69		21,03	

Известно, что люцерна достигает наибольшей продуктивности на втором году после посева [3]. Так, если в 2019 году было получено 12,8 т/га сенажной массы за счет двух укосов, то в 2020 году после четырёх укосов эта величина составила уже 35,5 т/га. Таким образом, величина этого показателя, полученная с посевов второго года жизни, было в 2,77 раза выше по сравнению с первым.

В севообороте без многолетних трав продуктивность кукурузы на силос также не характеризовалась высокими значениями и составляла 25,9 т/га силосной массы, а урожайность зерна озимой пшеницы, возделываемой на данном участке во второй год исследования, составила 4,57 т/га.

Урожайность изучаемых культур, являясь комплексным показателем, отражающим влияние многих факторов, за период исследования не отличалась высокими значениями и во многом зависела от погодных и агротехнических условий.

Как уже было отмечено, из парового и травяного звеньев рисовых севооборотов в почву поступают органические остатки, представляющие собой различные части растений. К ним принадлежат подземные (корни), поверхностные, представленные надземной частью, непосредственно связанной с корнями – стерней, а также опавшие в течение вегетации листья и другие части растений – опад. Наконец, сюда относится и побочная продукция, получаемая при выращивании сельскохозяйственных культур – солома, ботва, стебли и т.п.

Становится очевидным, что растительные остатки, образующиеся в агроценозе, отличаются значительным многообразием, что усложняет их количественный учет. Поэтому для решения данной задачи целесообразно использовать уравнения линейной регрессии [4, 13].

В Почвенном институте им. В.В. Докучаева был сформирован банк данных побочной продукции, поверхностных остатков и корневой массы для различных сельскохозяйственных растений. На основании большого количества исследований установлены объемы образующихся растительных остатков в зависимости от урожая основной продукции и предложены уравнения линейной регрессии, позволяющие рассчитать их величины. Такие уравнения, выражающие соотношение основной и побочной продукции в структуре урожая, достаточно постоянны для каждой культуры. Следует отметить, что применение удобрений не нарушает данной закономерности [4, 13].

В опыте, при возделывании люцерны растительные остатки были представлены корневыми и поверхностными, главным образом – корнями, листовым опадом и стерней.

Количество поверхностных растительных остатков в 2019 году составило 5,86 (2 укоса), а в 2020–6,31 т/га (4 укоса), что зависело, в первую очередь, от возраста растений и количества укосов, а также погодных и производственных условий.

Как уже было отмечено, люцерна обладает мощной и развитой корневой системой. При этом основной её объем располагается преимущественно в пахотном горизонте, на глубине 0–20 см и в меньшей степени – на глубине 20–40 см [5]. Масса корневых остатков люцерны в 2019 и 2020 годах характеризовалась значениями соответственно 10,58 и 16,94 т/га, что закономерно значительно выше, чем количество поверхностных остатков [5, 13].

Кукуруза на силос, как и люцерна, характеризовалась наличием только поверхностных и корневых остатков, количество которых в условиях 2020

года составило 5,52 и 3,69 т/га соответственно.

При возделывании пшеницы, основной продукцией считается зерно, а солома, солома – побочной. Солома при любом использовании (на корм скоту, для подстилки животным или для внесения ее в почву в качестве удобрения) в конечном счете, становится источником органического вещества для восполнения убыли запасов гумуса в почве. Применение соломы улучшает физико-химические свойства почвы, предотвращает вымывание растворимого азота вследствие закрепления его в органических соединениях, повышает биологическую активность почвы, доступность фосфатов, в результате чего улучшаются условия питания растений [2].

Как показали исследования, количество побочной продукции (соломы) при возделывании озимой пшеницы в 2020 году составили 6,25, поверхностных остатков (опад, стерня) – 1,35 корневых остатков – 4,22 т/га.

Необходимо также указать, что солома быстрее разлагается при хорошем доступе воздуха в почву. Процесс разложения особенно активно идет именно в начальный период, когда почвенные микроорганизмы располагают значительным количеством легкодоступного углерода и элементов питания. Поэтому крайне важно весь выращенный урожай соломы полностью использовать для этих целей [2].

Суммарное количество поступивших в почву растительных остатков в севообороте с озимой пшеницей и кукурузой на силос составило 21,03, а в севообороте с люцерной – 39,69 т/га, что выше на 88,7 %.

Вместе с тем, важно не только валовое количе-

ство, но и состав поступающей в почву органики. Так, быстрее разлагаются остатки, имеющие высокое содержание легкодоступных микроорганизмам соединений белков, углеводов. Сюда относятся такие культуры, как озимый рапс, озимая вика, озимая рожь на зеленый корм, многолетние травы, бобово-злаковые смеси, кукуруза на зеленый корм. Более медленное протекание этих процессов характерно для гороха и других бобовых, убранных на семена, а также кукурузы на силос. Затягивается разложение соломы и корней зерновых колосовых культур [1].

Поэтому можно сделать вывод, что растительные остатки люцерны, характеризующиеся более высокими объемами, будут и быстрее включаться в процессы почвообразования, что имеет большое значение для воспроизводства почвенного плодородия.

Выводы

Урожайность парозанимающих культур во многом зависела от погодных и агротехнических условий.

В севообороте с люцерной основная часть растительных остатков поступающих в почву была представлена корневыми – 27,52 т/га или 69,34 % от общего количества. В то же время, в занятом пару соотношение всех их видов характеризовалось относительно близкими значениями и составляло 29,48, 32,68 и 38,34 % для побочной продукции, поверхностных и корневых остатков соответственно.

Наибольшим суммарным количеством растительных остатков, согласно уравнениям регрессии, характеризовался севооборот с люцерной – 39,69 т/га, что на 88,7 % выше по сравнению с севооборотом без многолетних трав.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александрова, Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. / Л.Н. Александрова. – Л.: Наука, 1980. – 288 с.
2. Васильев, В.А. Справочник по органическим удобрениям. – 2-е изд., перераб. и доп. / В.А.Васильев, Н.В. Филиппова. – М.: Агропромиздат, 1988. – 255 с.
3. Дедова, Э.Б. Продуктивность люцерны в рисовом севообороте Калмыкии. / Э.Б. Дедова, В.В. Бородычев, Г.Н. Кониева, Б.Б. Эрднеева // Плодородие. – М., 2013. – №2 (71). – С. 33-34.
4. Гумбаров, А.Д. Математическая модель динамики плодородия почвы: Методические указания / А.Д. Гумбаров, Е.В. Долобешкин. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – 37 с.
5. Иванов, А.И. Люцерна / А.И. Иванов. – М.: Колос, 1980. – 350 с.
6. Карипов, Р.Х. Практикум по земледелию: Учебное пособие / Р.Х. Карипов. – Астана: КазАгрУ им. С.Сейфулина. – 2002 г.
7. Кирюшин, В.И. Концепция адаптивно-ландшафтного земледелия / В.И. Кирюшин. – Пушкино: Пушкинский научный центр, 1993. – 63 с.
8. Лошаков, В.Г. Севооборот и плодородие почвы / В.Г. Лошаков. – М.: ВНИИА, 2012. – 512 с.
9. Масливец, В.А. Интенсивное использование земли в рисовых севооборотах / В.А. Масливец, Н.Н. Здесенко – Краснодар: КубГАУ, 2008. – 491 с.
10. Масливец, В.А. Промежуточные посевы в рисовых севооборотах Западного Предкавказья: Учебное пособие / В.А. Масливец – Краснодар: КубГАУ, 2002. – 162 с.
11. Новиков, А.А. Обоснование роли корневых и пожнивных остатков в агроценозах / А.А. Новиков, О.П. Кисаров // Научный журнал КубГАУ. – 2012. – № 78(04). – С.643-652. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru> (Дата обращения 17.08.23).
12. Русакова, И.В. Теоретические основы и методы управления плодородием почв при использовании растительных остатков в земледелии. / И.В. Русакова. – Владимир: ФГБНУ ВНИИОУ, 2016. – 131 с.
13. Семенов, В.М. Почвенное органическое вещество / В.М.Семенов, Б.М. Когут – М.:ГЕОС, 2015 - 233 с.
14. Система рисоводства Российской Федерации / под общ. ред.С.В. Гаркуши. – Краснодар: ФГБНУ «ФНЦ риса»; Просвещение-Юг, 2022. – 368 с.
15. Шеуджен, А.Х. Агрохимия. часть 2. Методика агрохимических исследований: учеб. пособие / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 703 с.
16. Bस्ताubayeva, S.O. Biologicasignificance of alfalfa in the development of organic farming in South-Eastern

Kazakhstan / S.O. Bastaubaeva, N.D. Slyamova, A.E. Khidirov, G.T. Meirman, M.B. Bekbatyrov, A.M. Ustemirova // SABRAO J. Breed. Genet. - 55(1). -123-130. <http://doi.org/10.54910/sabrao2023.55.1.12>.

17. Guseynov, A. A. The Influence of the Degree of Saturation of Crop Rotations with Alfalfa (*Medicago Sativa* L.) and Winter Wheat (*Triticum Aestivum* L.) with Ncp on the Accumulation of Plant Mass and Nutrients in the Energy Storage System of Soil Content in the Western Precaspian / A. A. Guseynov, G.N. Gasanov, M.A. Arslanov, K. M. Gadzhiev, T. A. Asvarova // BIO Web of Conferences. -2022. - 42. - 02016. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20224202016>.

18. He, D.-C. Crop Rotation Enhances Agricultural Sustainability: From an Empirical Evaluation of Eco-Economic Benefits in Rice Production / D.-C. He, Y.-L. Ma, Z.-Z. Li, C.-S. Zhong, Z.-B. Cheng, J. Zhan // Agriculture. - 2021. - 11. - 91. <https://doi.org/10.3390/agriculture11020091>.

19. Kebede, G. Biomass Yield Potential and Herbage Quality of Alfalfa (*Medicago Sativa* L.) Genotypes in the Central Highland of Ethiopia / G. Kebede, G. Assefa, F. Feyissa, A. Mengistu, T. Tekletsadik, M. Minta, M. Tesfaye // International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences (IJRSAS). - 2017. - Vol. 3. - Issue 1 - P. 14-26 <http://dx.doi.org/10.20431/2454-6224.0301003>.

20. Kumar, K. Effect of Organic Farming practices on Yield of Basmati Rice and Soil Properties in Rice, Wheat Cropping System, Ind. / K. Kumar, D.K. Sharma, A. Kanchan, A. Tiwari // J. Pure App. Biosci. - 7(5). - 197-204. doi: <http://dx.doi.org/10.18782/2320-7051.7745>.

REFERENCES

- Aleksandrova, L.N. Soil organic matter and processes of its transformation / L.N. Aleksandrova - L.: Nauka. - 1980. - 288 p.
- Vasiliev, V.A. Handbook of organic fertilizers. - 2nd edition revised and enlarged / V.A. Vasiliev, N.V. Filippova. - M.: Agropromizdat, 1988. - 255 p.
- Dedova, E.B. Productivity of alfalfa in rice crop rotation in Kalmykia. / E.B. Dedova, V.V. Borodychev, G.N. Konieva, B.B. Erdneeva // Plodorodie. - M.: 2013. - № 2 (71). - P. 33-34.
- Gumbarov, A.D. Mathematical model of soil fertility dynamics: Guidelines / A.D. Gumbarov, E.V. Dolobeshkin. - Krasnodar: KubSAU, 2019. - 37 p.
- Ivanov, A.I. Alfalfa / A.I. Ivanov. - M.: Kolos, 1980. - 350 p.
- Karipov R.Kh. Workshop on agriculture: Textbook / R.Kh. Karipov. - Astana: KazAgrU named after S. Seifulin. - 2002.
- Kiryushin, V.I. The concept of adaptive landscape agriculture. / V.I. Kiryushin. - Pushchino: Pushchino Scientific Center, 1993. - 63 p.
- Loshakov, V.G. Crop rotation and soil fertility / V.G. Loshakov. - M.: VNIIA, 2012. - 512 p.
- Maslivets, V.A. Intensive use of land in rice crop rotations / V.A. Maslivets, N.N. Zdesenko. - Krasnodar: KubSAU, 2008. - 491 p.
- Maslivets, V.A. Intermediate crops in rice crop rotations in the Western Ciscaucasia: Textbook / V.A. Maslivets. - Krasnodar: KubSAU, 2002. - 162 p.
- Novikov, A.A. Substantiation of the role of root and crop residues in agrocenoses / A.A. Novikov, O.P. Kisarov - Scientific journal of KubSAU. - 2012. - № 78(04). - P. - Access mode: <http://ej.kubagro.ru> (Accessed 17.08.23).
- Rusakova, I.V. Theoretical foundations and methods of soil fertility management when using plant residues in agriculture / I.V. Rusakova. - Vladimir: FSBSI VNIIOU, 2016. - 131 p.
- Semenov, V.M. Soil organic matter. / V.M. Semenov, B.M. Kogut. - M.: GEOS, 2015. - 233 p.
- Rice-growingsysteminRussianFederation / under editorship of S.V. Garkusha. - Krasnodar: FSBSI «Federal Scientific Rice Centre»; Prosvetshenie-Yug, 2022. - 368 p.
- Sheugen, A. H. Agrochemistry. P. 2. Methodology of agrochemical research: textbook. manual / A. H. Sheugen, T. N. Bondareva. Krasnodar: KubSAU, 2015, 703 p.
- Bastaubayeva, S.O. Biologicasignificance of alfalfa in the development of organic farming in South-Eastern Kazakhstan / S.O. Bastaubaeva, N.D. Slyamova, A.E. Khidirov, G.T. Meirman, M.B. Bekbatyrov, A.M. Ustemirova // SABRAO J. Breed. Genet. - 55(1). -123-130. <http://doi.org/10.54910/sabrao2023.55.1.12>.
- Guseynov, A. A. The Influence of the Degree of Saturation of Crop Rotations with Alfalfa (*Medicago Sativa* L.) and Winter Wheat (*Triticum Aestivum* L.) with Ncp on the Accumulation of Plant Mass and Nutrients in the Energy Storage System of Soil Content in the Western Precaspian / A. A. Guseynov, G.N. Gasanov, M.A. Arslanov, K. M. Gadzhiev, T. A. Asvarova // BIO Web of Conferences. - 2022. - 42. - 02016. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20224202016>.
- He, D.-C. Crop Rotation Enhances Agricultural Sustainability: From an Empirical Evaluation of Eco-Economic Benefits in Rice Production / D.-C. He, Y.-L. Ma, Z.-Z. Li, C.-S. Zhong, Z.-B. Cheng, J. Zhan // Agriculture. - 2021. - 11. - 91. <https://doi.org/10.3390/agriculture11020091>.
- Kebede, G. Biomass Yield Potential and Herbage Quality of Alfalfa (*Medicago Sativa* L.) Genotypes in the Central Highland of Ethiopia / G. Kebede, G. Assefa, F. Feyissa, A. Mengistu, T. Tekletsadik, M. Minta, M. Tesfaye // International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences (IJRSAS). - 2017. - Vol. 3. - Issue 1 - P. 14-26 <http://dx.doi.org/10.20431/2454-6224.0301003>.
- Kumar, K. Effect of Organic Farming practices on Yield of Basmati Rice and Soil Properties in Rice, Wheat Cropping System, Ind. / K. Kumar, D.K. Sharma, A. Kanchan, A. Tiwari // J. Pure App. Biosci. - 7(5). - 197-204. doi: <http://dx.doi.org/10.18782/2320-7051.7745>.

Виктор Викторович Гергель

Младший научный сотрудник
лаборатории земледелия
E-mail: arri_kub@mail.ru; merirka@mail.ru

Viktor Viktorovich Gergel

Junior Researcher
of the Laboratory of Agriculture
E-mail: arri_kub@mail.ru; merirka@mail.ru

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

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

DOI 10.33775/1684-2464-2023-60-3-44-50
 УДК: 663.15:631.816

Никитенко А.Б.
 г. Краснодар, Россия

ВЛИЯНИЕ ВНЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПЫЛЬЦЕВОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ОТЦОВСКИХ ФОРМ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ РАЗНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ

Представлены результаты изучения влияния листовой подкормки вегетирующих растений кукурузы в фазе 5-6 листьев органоминеральными удобрениями *Batr Bor*, 0,5 л/га, и *Био Полимик*, 1 л/га, на увеличение пыльцевой продуктивности и урожайности семян отцовской формы гибридов, среднеспелого двойного Краснодарский 385 МВ (♂Коралл МВ), ФАО 380 и среднепозднего двойного Краснодарский 415 МВ (♂Анатолий МВ), ФАО 400 в условиях Приазово-Предкавказской степной зоны обыкновенных черноземов на черноземах обыкновенных слабогумусных сверхмощных. Погодные условия за годы исследований различались по годам и оказали влияние на формирование урожайности растений кукурузы. Гидротермический коэффициент в 2018 году составил 0,5; в 2019 году 0,8; в 2020 году 0,8 при среднемноголетнем значении показателя 1,0. В зависимости от продолжительности вегетационного периода гибрида кукурузы изменялась масса метелки и пыльцы. У отцовских форм среднеспелого ♂Коралл МВ и среднепозднего ♂Анатолий МВ сырая масса метелки и пыльцы составили 23,6 и 2,05 г/раст; 26,2 и 2,13 г/раст соответственно. Формирование большей массы метелок и пыльцы за счет оптимизации условий выращивания с помощью органоминеральных удобрений обеспечило увеличение урожая. Прибавки урожая, в среднем за три года, составили при внесении *Batr Bor*, 0,5 л/га 0,79 и 1,03 т/га у отцовских форм ♂Коралл МВ и ♂Анатолий МВ, соответственно. Подкормка препаратом *Био Полимик*, 1,0 л/га обеспечила более высокий уровень урожайности. Прибавки составили 0,6 и 1,22 т/га, соответственно

Ключевые слова: кукуруза, гибрид, отцовская форма, подкормка, *Batr Bor*, *Био Полимик*, масса пыльцы, урожайность.

INFLUENCE OF FOLIC FERTILIZING WITH ORGANOMINERAL FERTILIZERS ON THE FORMATION OF POLLEN PRODUCTIVITY OF PATERNAL FORMS OF CORN HYBRIDS OF DIFFERENT GROUPS OF RIPENESS

The article presents the results of studying the effect of foliar feeding of vegetative maize plants in the 5-6 leaf phase with organomineral fertilizers *Batr Bor*, 0.5 l/ha and *Bio Polymic*, 1/ha, on the increase in pollen productivity and seed yield of the paternal form of mid-season double Krasnodar 385 MV (♂Koral MV), FAO 380 and mid-late double Krasnodar 415 MV (♂Anatoly MV), FAO 400 in the conditions of the Azov-Civilian steppe zone of ordinary chernozems on ordinary chernozems low-humus heavy-duty. Weather conditions over the years of research varied from year to year and influenced the formation of the yield of corn plants. The hydrothermal coefficient in 2018 was 0.5; in 2019 0.8; in 2020, 0.8 with a long-term average of 1.0. Depending on the duration of the growing season of the corn hybrid, the mass of the panicle and pollen changed. In paternal forms of mid-season ♂Coral MV and mid-late ♂Anatoly MV hybrids, the wet weight of the panicle and pollen was 23.6 and 2.05 g/plant.; 26.2 and 2.13 g/plant. respectively. The formation of a larger mass of panicles and pollen by optimizing growing conditions with the help of organomineral fertilizers ensured an increase in yield. Yield increases, on average over three years, amounted to when applying *Batr Bor*, 0.5 l/ha 0.79 and 1.03 t/ha in paternal forms ♂Coral MV and ♂Anatoly MV, respectively. Top dressing with *Bio Polymic*, 1.0 l/ha provided a higher level of yield. The gains amounted to 0.6 and 1.22 t/ha, respectively.

Keywords: corn, hybrid, paternal form, top dressing, *Batr Bor*, *Bio polymic*, mass of pollen, yield.

Введение

Кукуруза является ценной продовольственной культурой, значимость которой обусловлена способностью увеличения урожайности при совершенствовании среды произрастания и высокой энергетической ценностью. Происхождение кукурузы до сих пор является открытым вопросом, так как в природе не обнаружены дикорастущие ее формы. По мнению Р.У. Югенхеймера нет механизма для распространения семян и ее выживаемость в природе низкая, так как проростки конкурируют друг с другом за питательные вещества и воду, и

большинство из них гибнет, не достигая репродуктивной стадии [13]. Следовательно, удовлетворение растущих потребностей человека может быть обеспечено усилиями селекционеров, важным фактором в увеличении производства зерна гибридов кукурузы является получение высоких урожаев качественных семян гибридов кукурузы, а это базируется на правильно организованном семеноводстве и научно обоснованной технологии возделывания родительских форм, одним из основных элементов которой является своевременное обеспечение растений питательными элемен-

тами [2, 3, 8, 11, 12, 17, 18].

Цель исследований

Изучить влияние органоминеральных удобрений на повышение пыльцевой и семенной продуктивности отцовских форм гибридов кукурузы разных групп спелости. В нашем случае это применение листовой подкормки органоминеральными удобрениями с расширенным спектром действия в посевах отцовских форм гибридов кукурузы.

Материалы и методы

Исследования проводили в 2018-2020 годах в Гулькевичском районе Краснодарского края, в НПХ «Кубань» - филиале Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко» в центральной агроклиматической зоне восточной подзоне Краснодарского края [9]. Почвы - черноземы обыкновенные слабогумусные сверхмощные.

На изолированных участках гибридизации, где выращивали семена первого поколения среднепелого двойного гибрида кукурузы Краснодарский 385 МВ (♀Кубанка М х ♂Коралл МВ), ФАО 380 и среднепелого двойного гибрида кукурузы Краснодарский 415 МВ (♀Казачка М х ♂Анатолий МВ), ФАО 400 закладывали опыты по выявлению оптимального уровня минерального питания путем листовых подкормок вегетирующих растений отцовских форм в фазе 5-6 листьев органоминеральными удобрениями Batr Bor, 0,5 л/га, Био Полимик, 1,0 л/га.

Batr Bor – жидкое органоминеральное удобрение с высоким содержанием бора, обогащен полным набором микроэлементов: В – 10 %, Мо – 0,5 %, SO_3 – 0,3 %, Mg – 0,05 %, Zn – 0,02 %, Cu – 0,02 %, Fe – 0,03 %, Mn – 0,02 %. Предотвращает появление дефицита бора.

Био Полимик – жидкое микроудобрение в полимерно-хелатной форме с усиленным пролонгированным действием: В - 0,2 %, Мо - 0,5 %, Со - 0,1 %, S - 6 %, Cu - 0,6 %, Fe - 3,2 %, Mn - 2,0 %. Обладает фунгицидными свойствами.

Предшественник озимая пшеница. Фон осенне-го внесения удобрения $N_{60}P_{60}K_{60}$. Площадь деланки: общая 20 м², уборочная 10 м². Повторность 4-х кратная. Длина общей деланки 14,3 м, учетной деланки 7,15 м, ширина 1,4 м, общее их количество 12 штук по каждому гибриду. Всего 24 деланки под всеми гибридами. Расположение деланок систематическое.

Схема опыта:

1. Без подкормки (контроль)
2. Batr Bor, 0,5 л/га
3. Био Полимик, 1,0 л/га

Отцовские формы гибридов кукурузы высевали при прогревании посевного слоя почвы до 10-12 °С восьмьюрядной сеялкой Gaspardo 15 апреля во все годы исследований с заданной нормой вы-

сева всхожих семян - 65 тыс. растений на гектаре для родительских форм среднепелого гибрида и 60 тыс. растений на гектар для родительских форм среднепозднего гибрида. Схема посева участка гибридизации 12:4, т.е. 12 рядов материнской формы и 4 ряда отцовской формы растений.

Опыты закладывали после появления всходов, нарезаая деланки на участках гибридизации. Опрыскивали вегетирующие растения в фазе 5-6 листьев рабочим раствором согласно схеме опыта, вручную ранцевым опрыскивателем, который предварительно тарировали. Вариант Без подкормки обрабатывали водой. Расход рабочего раствора на деланку из расчета общего объема, применяемого на гектар, составил 600 мл. Расход препарата на деланку Batr Bor составил 2 мл, Био Полимик 1 мл из расчета расхода препарата на гектар.

Пыльцевую продуктивность отцовских растений изучаемых гибридов определяли у пяти растений с использованием изоляционных пакетов при последующем срезании метелок, предварительно изолированных, для накопления пыльцы. Определяли сырую массу метелки и пыльцы, высушивали и определяли массу сухой метелки и пыльцы по вариантам опыта.

Урожай кукурузы убирали вручную, с каждой деланки, с определением усушки, обмолачиванием початков на стационарной молотилке. Определяли влажность, урожайность приводили к стандартной 14 % влажности зерна. Урожайность определяли в расчете на 100 % занятость площади отцом, без учета схемы посева.

Наблюдения и учеты проводили по общепринятым методикам в соответствии с Методикой Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, Методическими рекомендациями по проведению полевых опытов с кукурузой и Методическими указаниями по производству гибридных семян кукурузы [1, 4, 5, 6].

По данным метеостанции г. Кропоткин климатические условия каждого года отличались от средне-многолетних данных и оказали влияние на формирование урожайности растений кукурузы. Погода за вегетационный период кукурузы в 2018 году была чрезмерно жаркой, засушливой и с низкой относительной влажностью воздуха. Начальный период вегетации кукурузы протекал в благоприятных условиях для роста и развития растений. В апреле и мае среднесуточная температура воздуха составила 13,6 °С и 18,5 °С при среднемноголетней величине показателя 11,0 °С и 16,7 °С. В мае выпало 75,3 мм осадков, это на 13,3 мм выше среднемноголетних показателей и создало благоприятные условия для роста и развития растений кукурузы. В июне повышение среднесуточной температуры во второй декаде до 23,9 °С, т.е. на 3,4 °С выше среднемноголетних значений и отсутствие

осадков, снизило относительную влажность воздуха до 44 %, при среднемноголетнем показателе в этот период 68 %, что является наиболее неблагоприятным фактором для роста и развития растений кукурузы. Осадки 19,5 мм, выпали в третьей декаде июня при среднесуточной температуре воздуха 27,8 °С и максимальной температуре воздуха 39 °С. Июль был жарким, среднесуточная температура 26,1 °С, т. е. на 3 °С выше среднемноголетних значений, осадков при среднемноголетнем значении 59 мм, выпало 46,9 мм, они носили ливневый характер, основная часть – 37,6 мм, выпала во второй декаде. В августе среднесуточная температура воздуха составила – 25,9 °С и превысила среднемноголетние показатели на 3,4 °С, осадков выпало 1,9 мм, при среднемноголетней величине показателя 52 мм и относительная влажность воздуха 37 %, т.е. на 26 % ниже среднемесячной нормы августа. Таким образом, высокие температуры, отсутствие осадков и низкая относительная влажность воздуха в период пыльцеобразования, оплодотворения и налива зерна, отрицательно сказались на росте, развитии, образовании пыльцы, опылении и продуктивности отцовских форм гибридов кукурузы.

В 2019 году, за период с апреля по август включительно, сумма среднесуточных температур составила 3214,1 °С, что превысило среднемноголетнюю норму на 348,3 °С. При этом сумма эффективных температур, для кукурузы выше 10 °С, за период вегетации составила 1684,1 °С при величине среднемноголетнего показателя 1340,3 °С. Гидротермический коэффициент составил 0,8, при среднемноголетней величине показателя 1,0, осадки за период вегетации составили 248,2 мм, что ниже многолетней нормы на 46,8 мм. Относительная влажность воздуха за период вегетации была 53 %, что ниже нормы на 12 %. Осадков, за вегетационный период выпало 248,2 мм или на 46,8 мм меньше среднемноголетней нормы. Выпадение осадков было крайне неравномерно. В мае и июле выпало 90,6 мм, что на 46 % и 75 % выше нормы. В июне и августе выпало 6,7 мм и 17,0 мм осадков, что составило только 9 % и 32 % от среднемноголетней нормы осадков в этот период, и как следствие, экстремально высоких температур и дефицита осадков, относительная влажность составила 45 % и 43 %, с минимальными значениями 39 % во второй декаде июня и 31 % в третьей декаде августа. В июле температура воздуха была на уровне среднемноголетней – 23 °С. Выпавшие осадки 97,9 мм почти вдвое превысили среднемноголетние показатели и обеспечили оптимальную относительную влажность воздуха 59 %. Это благотворно отразилось на формировании продуктивности отцовских форм гибридов кукурузы всех групп спелости. Таким образом, погодные

условия 2019 года складывались относительно благоприятно для роста, развития и урожайности семян отцовских форм гибридов кукурузы.

В 2020 году, в период с апреля по август, температура была выше средней многолетней и составила 20,2 °С. За вегетационный период осадков выпало 254 мм, что ниже среднемноголетнего количества на 41 мм. В апреле наблюдался неустойчивый температурный режим с резкими колебаниями температуры. Средняя температура была ниже средней многолетней нормы за месяц на 0,8 °С. Количество выпавших осадков составило 9,1 мм, что на 39,9 мм меньше средней многолетней суммы осадков за этот месяц. Погодные условия для посева кукурузы были благоприятные. Средняя температура за май была на уровне многолетней. Сумма выпавших осадков составила 92,1 мм, что на 30,1 мм больше среднемноголетнего их значения. Июнь отличался жаркой погодой. Средняя температура за месяц была выше среднемноголетней на 3,2°С и составила 23,1 °С. Количество осадков на 10,4 мм превысило среднемноголетние показатели. Максимальное количество осадков выпало в первой декаде месяца 47,9 мм при величине среднемноголетнего показателя 22 мм. В июле средняя температура за месяц была 26,1 °С, что выше на 3 °С средней многолетней. Осадков выпало 52 мм, при величине среднего значения 56 мм. В период налива и созревания зерна растений кукурузы в августе температура воздуха превысила на 2,1 °С среднемноголетние значения и составила 24,6 °С, дефицит осадков, их выпало 14,4 мм при среднемноголетней величине 52 мм, и низкая относительная влажность воздуха – 39 %, отрицательно повлияли на величину урожайности семян гибридов кукурузы.

Результаты и обсуждение

Известно, что в сравнении с гибридами родительские формы менее жизнеспособны и продуктивны, что обусловлено их генетическими особенностями [7, 14]. Для формирования достаточного объема пыльцы на единице площади необходимо иметь нужное количество метелок, больших размеров. Оптимизация условий выращивания их с помощью органоминеральных удобрений направлена на повышение пыльцевой продуктивности отцовских самоопыленных линий гибридов и совпадение сроков цветения метелок отца с цветением початков материнских форм [15, 16]. Больше формирование пыльцы способствует лучшему опылению женского початка, т.е. лучшей его озерненности.

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что по данному признаку реакция отцовских форм гибридов кукурузы была не одинаковой и формирование воздушно - сухой массы метелки и пыльцы в расчете на одно растение достаточно тесно связано с погодными условиями выращивания.

Погодные условия в период роста и развития кукурузы по годам исследования и проведение органоминеральной подкормки по-разному повлияли

на формирование генеративных органов отцовских форм гибридов кукурузы в зависимости от группы спелости (рис.).

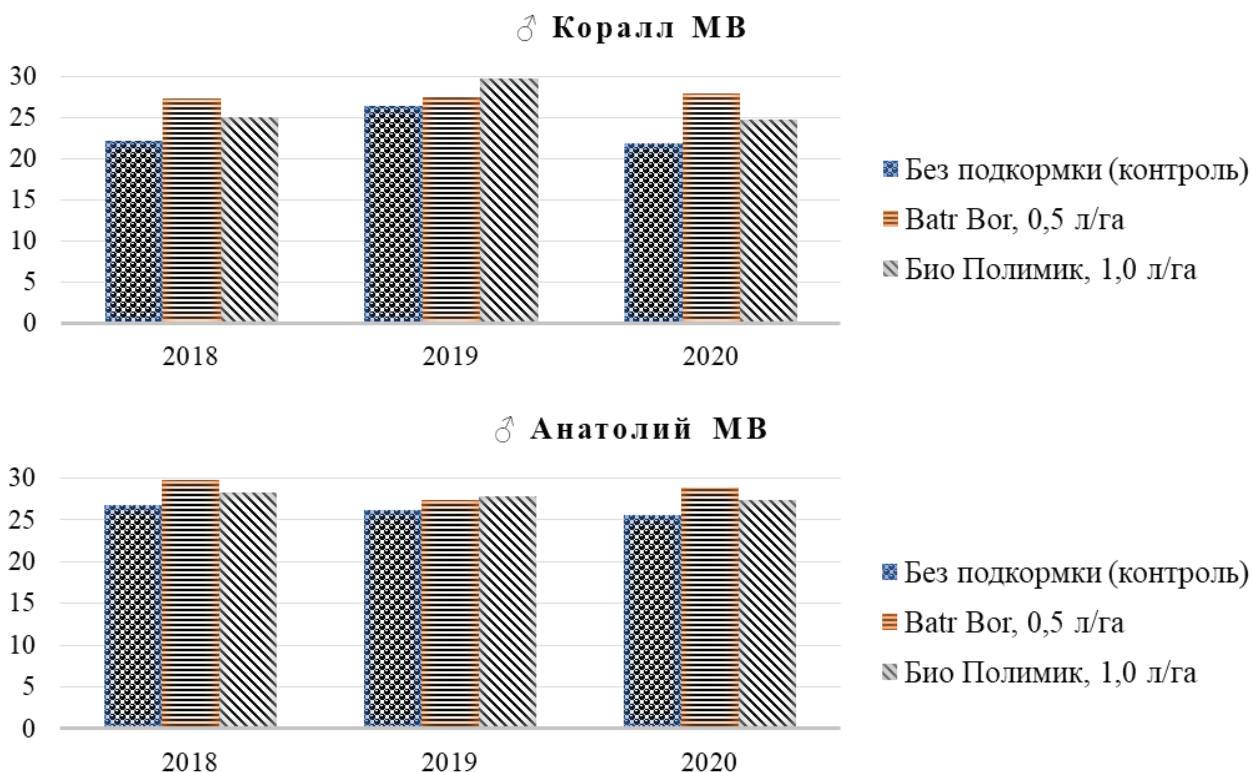


Рисунок. Масса метелки отцовских форм гибридов кукурузы в зависимости от подкормок органоминеральными удобрениями в фазе 5-6 листьев, г/раст

Наиболее благоприятно они складывались в 2019 году для отцовской формы гибридов кукурузы всех групп спелости. Наименьшими эти показатели были в более жарком 2018 году.

В среднем за три года влияние подкормки органоминеральными удобрениями в фазе 5-6 листьев кукурузы на формирование метелки отцовских форм гибридов кукурузы представлено в таблице 1.

Таблица 1. Масса метелки и пыльцы отцовских форм гибридов кукурузы, в зависимости от подкормки растений в фазе 5-6 листьев органоминеральными удобрениями, г/раст, (среднее 2018 - 2020 годы)

Вариант опыта	Масса метелки		Масса пыльцы	
	сырая	сухая	сырая	сухая
Среднеспелый гибрид Краснодарский 385МВ (♂ Коралл МВ)				
Без подкормки (контроль)	23,6	11,3	2,05	0,41
Batr Bor, 0,5 л/га	27,7	13,6	2,36	0,47
Био Полимик, 1,0 л/га	26,6	13,3	2,30	0,46
НСР ₀₅ ч.с.	2,1	0,79	-	-
Среднепоздний гибрид Краснодарский 415 МВ (♂ Анатолий МВ)				
Без подкормки (контроль)	26,2	14,9	2,13	0,42
Batr Bor, 0,5 л/га	28,8	15,1	2,55	0,51
Био Полимик, 1,0 л/га	27,9	14,9	2,42	0,48
НСР ₀₅ ч.с.	0,91	0,76	-	-

Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что отцовские формы среднеспелого гибрида Краснодарский 385 МВ ♂ Коралл МВ и среднепозднего

Краснодарский 415 МВ ♂ Анатолий МВ при проведении подкормок органоминеральными удобрениями Batr Bor, 0,5 л/га увеличивали массу сырой

метелки одного растения на 4,1 и 2,6 г/раст. При подкормке удобрением Био Полимик, 1,0 л/га увеличение составило 3,0 и 1,7 г/раст, соответственно.

Величина показателя массы пыльцы отцовских форм возрастала с увеличением продолжительности периода до спелости. Отмечено влияние органоминеральных удобрений на пыльцеобразование в сравнении с контролем. Данные, полученные нами, свидетельствуют об увеличении массы метелок и продуцирования пыльцы индивидуально взятого растения у отцовских форм гибридов всех групп спелости. Так, у отцовской формы Коралл МВ масса сухой пыльцы на контроле составила

0,41 г/раст и увеличилась на вариантах обработки Batr Bor, 0,5 л/га и Био Полимик, 1,0 л/га на 0,06 и 0,05 г/раст соответственно, или на 14,6 % и 12,2 %. Аналогично увеличивались эти показатели у среднепоздней (21,4 % и 14,3 %) отцовской формы кукурузы.

Данные исследований по годам показывают, что на черноземах обыкновенных, в условиях центральной зоны восточной подзоны Краснодарского края, посева отцовских форм гибридов двух групп спелости, т.е. самоопыленных линий, обеспечили неодинаковые уровни урожайности и положительно отзывались на подкормки органоминеральными удобрениями (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность зерна отцовских форм гибридов кукурузы в зависимости от подкормки растений в фазе 5-6 листьев органоминеральными удобрениями, т/га, 2018-2020 годы, (в расчете на 100 % занятость площади отцом)

Вариант опыта	Годы			Среднее за 2018-2020 годы	Прибавка к контролю +/-
	2018	2019	2020		
Среднеспелый гибрид (♂ Коралл МВ) Краснодарский 385 МВ					
Без подкормки (контроль)	5,24	3,51	4,91	4,55	-
Batr Bor, 0,5 л/га	5,66	4,98	5,37	5,34	0,79
Био Полимик, 1,0 л/га	5,25	5,01	5,19	5,15	0,60
НСР ₀₅ ч.с.	0,18	0,23	0,28	0,55	-
Среднепоздний гибрид (♂ Анатолий МВ) Краснодарский 415 МВ					
Без подкормки (контроль)	4,45	3,01	3,76	3,74	-
Batr Bor, 0,5 л/га	5,34	4,06	4,91	4,77	1,03
Био Полимик, 1,0 л/га	5,96	4,32	4,59	4,96	1,22
НСР ₀₅ ч.с.	0,31	0,31	0,22	0,32	-

Отцовские формы гибридов обеспечивали достоверные прибавки урожая зерна на изучаемых вариантах. Подкормки органоминеральными удобрениями способствовали не только увеличению массы метелки и пыльцевой продуктивности, но и повышали зерновую продуктивность.

Так, в среднем за три года урожайность отцовской формы среднеспелого гибрида Краснодарский 385 МВ ♂ Коралл МВ составила 4,55 т/га. При применении органоминеральных удобрений Batr Bor, 0,5 л/га и Био Полимик, 1,0 л/га увеличилась урожайность соответственно на 0,79 и 0,60 т/га по сравнению с вариантом без подкормки. У отцовской формы ♂ Анатолий МВ среднепозднего гибрида максимальная урожайность получена при подкормке Био Полимик, 1,0 л/га и составила 4,96 т/га.

Выводы

1. При возделывании отцовских форм гибридов

кукурузы на черноземах обыкновенных слабогумусных сверхмощных листовые подкормки посева в фазе 5-6 листьев у кукурузного растения органоминеральными удобрениями способствовали лучшему росту, формированию метелки и образованию пыльцы отцовских форм гибридов кукурузы.

2. Урожайность отцовских форм гибридов кукурузы по годам изменялась в зависимости от погодных условий вегетационного периода, при этом в среднем за три года наиболее эффективными были варианты подкормки для отцовской формы ♂ Анатолий МВ среднепозднего гибрида Краснодарский 415 МВ Био Полимик, 1,0 л/га, где получена прибавка 1,22 т/га. Отцовская форма ♂ Коралл МВ среднеспелого гибрида Краснодарский 385 МВ обеспечила наибольшее повышение урожайности при подкормке органоминеральным удобрением Batr Bor, 0,5 л/га, прибавка составила 0,79 т/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов // М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Марченко, М.В. Влияние предпосевной обработки семян комплексными водорастворимыми удобрениями и подкормки вегетирующих растений на урожайность и качество зерна кукурузы // М.В. Марченко, Т.Р. Толорая, С.А. Кирячек / Сборник статей по материалам III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции 8 апреля 2019 г. – Курган, ФГБОУ высшего образования «Курганская государственная сельскохозяйственная академия

имени Т.С. Мальцева», 2019. – С. 156 - 161.

3. Марченко, М.В. Протравливание семян кукурузы совместно с обогащением комплексными водорастворимыми удобрениями // Сборник материалов 10-й всероссийской конференции с международным участием молодых ученых и специалистов «Актуальные вопросы биологии, селекции, технологии возделывания и переработки масличных и других культур» 26-28 февраля 2019 года. - Краснодар, ФГБНУ Федеральный научный центр ВНИИМК имени В.С. Пустовойта, 2019. – С. 119 - 122.

4. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Зерновые и зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры / И.И. Бакшеева и др. – М.: Колос, 1971. – 239 с.

5. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой. – Днепропетровск, 1980. – 54 с.

6. Методические указания по производству гибридных семян кукурузы. – Пятигорск, 2007. – 20 с.

7. Никитенко, А.Б. Влияние листовой подкормки органоминеральными удобрениями на продуктивность родительских форм гибридов кукурузы / А.Б. Никитенко, Т.Р. Толорая, М.В. Марченко // IV Международная научно-практическая конференция «Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной наук», 9-13 сентября 2019 г. – Ялта, 2019. – С. 82 - 84.

8. Рекомендации «О проведении комплекса весенне-полевых работ с использованием научных достижений и рекомендаций центра в 2022 году». (ФГБНУ «НЦЗ» им. П.П. Лукьяненко) / Романенко А.А., Малаканова В.П., Марченко М.В., Кирычек С.А. и др. // Краснодар: ЭДВИ, 2022. – 136 с.

9. Система земледелия Краснодарского края / Методические рекомендации / Краснодар, 2009. – 268 с.

10. Система земледелия Краснодарского края на агроландшафтной основе. – Краснодар, 2015. – 352 с.

11. Технология возделывания кукурузы: рекомендации / Национальная ассоциация производителей семян кукурузы, ФГБНУ КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко // Н.Ф. Лавренчук, М.В. Петрова, В.Ю. Пацкан, А.А. Романенко, А.И. Супрунов, Т.Р. Толорая, (и др.). Краснодар. 2017. – 41 с.

12. Толорая, Т.Р. Кукуруза: Агротехнические основы возделывания на черноземах Западного Предкавказья / Т.Р. Толорая, Н.Ф. Лавренчук, М.В. Чумак, В.П. Малаканова. – Краснодар, 2003. – 310 с.

13. Югенхеймер, Р.У. Кукуруза: улучшение сортов, производство семян, использование / Р.У. Югенхеймер // Пер. с англ. Г.В. Дерягина, Н.А. Емельяновой, под ред. Г.Е. Шмараева. – М.: Колос, 1979. – 519 с.

14. Amanullah Integrated nutrient management in corn production / Amanullah, F. Shad // IntechOpen. - 2018. - P. 15-24.

15. Arturo, N. Bio active compounds in pigmented maize / N. Arturo, T. Andrea, F. Fernandez-Aulis, P. Carolina // IntechOpen. - 2018. - P. 81-106.

16. Jean-Paul, C. M. Corn productivity: the role of management and biotechnology / C. M. Jean-Paul, D. Paul // IntechOpen. - 2018. - P. 25-38.

17. Kumar, T.S. Targeting of traits through assessment of interrelationship and path analysis between yield and yield components for grain yield improvement in single cross hybrids of maize (*Zea mays* L.) / T.S. Kumar, D.M.R.K.H. Reddy, P. Sudhakar // International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology. – 2011. - № 2(3). – P. 123-129.

18. Mehar, C. Agro-techniques for higher maize productivity / C. Mehar, S. Narender, P. Dharam // Researchgate . - 2018. - P.3-8.

REFERENCES

1. Dospekhov, B.A. Methodology of field experience / B.A. Dospekhov // М.: Agropromizdat, 1985. – 351 p.

2. Marchenko, M.V. The influence of pre-sowing seed treatment with complex water-soluble fertilizers and top dressing of vegetative plants on the yield and quality of corn grain // M.V. Marchenko, T.R. Toloraya, S.A. Kiryachek / Collection of articles based on the materials of the III All-Russian (national) scientific and practical conference on April 8 2019 – Kurgan, Federal State Educational Institution of Higher Education “Kurgan State Agricultural Academy named after T.S. Maltsev”, 2019. – P. 156 - 161.

3. Marchenko, M.V. Etching of corn seeds together with enrichment with complex water-soluble fertilizers // Collection of materials of the 10th All-Russian conference with international participation of young scientists and specialists “Topical issues of biology, breeding, technology of cultivation and processing of oilseeds and other crops” February 26-28, 2019. - Krasnodar, V.S. Pustovoyt Federal Research Center of VNIIMK, 2019. – P. 119 - 122.

4. Methodology of State variety testing of agricultural crops. Cereals and legumes, corn and fodder crops / I.I. Baksheeva et al. – М.: Колос, 1971. – 239 p

5. Methodological recommendations for conducting field experiments with corn. – Dnepropetrovsk, 1980. – 54 p.

6. Guidelines for the production of hybrid corn seeds. – Pyatigorsk, 2007. – 20 p.

7. Nikitenko, A.B. The influence of leaf feeding with organomineral fertilizers on the productivity of parent forms of corn hybrids // A.B. Nikitenko, T.R. Toloraya, M.V. Marchenko / IV International scientific and practical conference “Current state, problems and prospects of development of agricultural sciences”, September 9-13, 2019 – Yalta, 2019. – P. 82 - 84.

8. Recommendations “On carrying out a complex of spring field work using scientific achievements and recommendations of the center in 2022”. (FSBI “NCZ” named after P.P. Lukyanenko) / Romanenko A.A., Malakanova V.P., Marchenko M.V., Kiryachek S.A., etc. // Krasnodar: EDVI, 2022. – 136 p.

9. The system of agriculture of the Krasnodar territory / Methodological recommendations / Krasnodar, 2009. – 268 p.

10. The system of agriculture of the Krasnodar Territory on an agro-landscape basis. – Krasnodar, 2015. – 352 p.

11. Corn cultivation technology: recommendations / National Association of Corn Seed Producers, P.P. Lukyanenko KNIISKH FGBNU // N.F. Lavrenchuk, M.V. Petrova, V.Y. Patskan, A.A. Romanenko, A.I. Suprunov, T.R. Toloraya, (and others). Krasnodar. 2017. – 41 p.

12. Toloraya, T.R. Corn: Agrotechnical bases of cultivation on the chernozems of the Western Caucasus / T.R. Toloraya, N.F. Lavrenchuk, M.V. Chumak, V.P. Malakanova. – Krasnodar, 2003. – 310 p.

13. Yugenheimer, R.U. Corn: improvement of varieties, seed production, use / R.U. Yugenheimer // Translated from English by G.V. Deryagina, N.A. Yemelyanova, edited by G.E. Shmaraev. – М.: Колос, 1979. – 519 p.

14. Amanullah. Integrated nutrient management in corn production / Amanullah, F. Shad // IntechOpen . - 2018. - P. 15-24.
15. Arturo, N. Bio active compounds in pigmented maize / N. Arturo, T. Andrea, F. Fernandez-Aulis, P. Carolina // IntechOpen. - 2018. - P. 15-24.
16. Jean-Paul, C. M. Corn productivity: the role of management and biotechnology / C. M. Jean-Paul, D. Paul // IntechOpen. - 2018. - P. 25-38.
17. Kumar, T.S. Targeting of traits through assessment of interrelationship and path analysis between yield and yield components for grain yield improvement in single cross hybrids of maize (*Zea mays* L.) / T.S. Kumar, D.M.R.K.H. Reddy, P. Sudhakar // International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology. – 2011. - № 2(3). – P. 123-129.
18. Mehar, C. Agro-techniques for higher maize productivity / C. Mehar, S. Narender, P. Dharam // Researchgate. - 2018. - P. 3-8.

Александр Борисович Никитенко

экстерн

E-mail: marchenko_ncz@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение «Национальный центр
зерна имени П.П. Лукьяненко»
Россия, 350012, г. Краснодар,
Центральная Усадьба КНИИСХ

Alexander Borisovich Nikitenko

external

E-mail: marchenko_ncz@mail.ru

Federal State Budget Scientific Organization
«National Center of Grain named
after P.P. Lukyanenko»
Central Manor of KNIISH, Krasnodar,
Krasnodar Territory, 350012, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2023-60-3-51-59

УДК: 631.86: 631.894:631.51:631.445.2: 631.153.3

Эседуллаев С. Т. канд. с.-х. наук
г. Иваново, Россия

СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРМОВОГО СЕВООБОРОТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОЗ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ И СПОСОБА ЕГО ВНЕСЕНИЯ

С целью определения влияния доз и способов внесения торфяно-навозного компоста (ТНК 1:1) на плодородие почвы, продуктивность кормового севооборота и качество продукции проводили многолетний полевой опыт на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, в пахотном слое (20...22 см) которой содержалось гумуса 1,69...1,72 %, доступных форм фосфора – 135 и калия – 138 мг/кг, рН 5,8...5,9. Изучали варианты заделки доз ТНК – 60, 70, 100 и 140 т/га обычным плугом ПН-4-35 в слой почвы 20-22 см, ярусным ПЯ-3-35 на 25-27 см и дисковой бороной БДТ-3 на 15-17 см. Установлено, что заплата органического удобрения в нижний слой почвы двухъярусным плугом увеличивает коэффициент гумификации с 1,25 до 1,65, 2,4 раза увеличивает количество дождевых червей в нижнем слое почвы, на 18,4 % повышает целлюлозлитическую активность и продуцирование CO₂, улучшает агрофизические свойства почвы. Замедление минерализации органического вещества в нижнем горизонте 20...30 см при дефиците кислорода обеспечивает расширенное воспроизводство плодородия почвы, устраняет необходимость частого внесения органического удобрения, увеличивает урожайность возделываемых культур и качество продукции. При глубокой ярусной обработке почвы и внесении 100 т/га ТНК средняя урожайность горохоовсяной смеси составила 5,27 т/га, тогда как без внесения удобрения при обычной вспашке – 4,56, по обычной вспашке и внесении 100 т/га ТНК – 4,98, по дискованию и внесении 100 т/га ТНК – 5,05 т/га, викоовсяной смеси 4,43, 3,93, 4,12, 4,06 и рапса ярового – 2,59, 2,43, 2,55 и 2,51 соответственно. Максимальный выход кормовых единиц и сборы переваримого протеина получены при ярусной обработке почвы и внесении 140 и 100 т/га ТНК – 36,9 и 36,2 тыс/га кормовых единиц и 4536 и 4333 к/га переваримого протеина.

Ключевые слова: кормовой севооборот, органическое удобрение, способ внесения, свойства почвы, плодородие, продуктивность.

PROPERTIES OF SOD-PODZOLIC SOIL AND PRODUCTIVITY OF FODDER CROP ROTATION DEPENDING ON THE DOSES OF ORGANIC FERTILIZER AND THE METHOD OF ITS APPLICATION

Long-term field experience was carried out on sod-podzolic light loamy soil, in an arable layer of 20...22 cm which contained humus 1.69...1.72%, available forms of phosphorus – 135 and potassium – 138 mg/kg, r Nsol 5.8...5.9, in order to determine the effect of doses and methods of application of peat compost (TNK 1:1) on soil fertility, productivity of fodder crop rotation and product quality. We studied options for embedding doses of TNK – 60, 70, 100 and 140 t/ha with a conventional plow PN-4-35 into a soil layer of 20-22 cm, a tiered PYA-3-35 by 25-27 cm and a disc harrow BDT-3 by 15-17 cm. It was found that plowing organic fertilizer into the lower soil layer with a two-tier plow increases the humification coefficient from 1.25 to 1.65, increases the number of earthworms in the lower soil layer by 2.4 times, increases the decomposition of flax tissue and CO₂ production by 18.4 %, improves the agrophysical properties of the soil. Slowing down the mineralization of organic matter in the lower horizon of 20...30 cm with a shortage of oxygen provides expanded reproduction of soil fertility, eliminates the need for frequent application of organic fertilizer, increases the yield of cultivated crops and product quality. With deep tiered tillage and the introduction of 100 t/ha of TNK, the average yield of the pea-oat mixture was 5.27 t/ha, whereas without fertilizing with conventional plowing – 4.56, for conventional plowing and the introduction of 100 t/ha of TNK – 4.98, for disking and the introduction of 100 t/ha of TNK – 5.05 t/ha, vico-oat mixture – 4.43, 3.93, 4.12, 4.06 and spring rapeseed – 2.59, 2.43, 2.55 and 2.51, respectively. The maximum yield of feed units and collections of digestible protein were obtained with longline tillage and the introduction of 140 and 100 t/ha of TNK – 36.9 and 36.2 thousand/ha of feed units and 4536 and 4333 k/ha of digestible protein.

Key words: feed crop rotation, organic fertilizer, method of application, soil properties, fertility, productivity.

Введение

Создание стабильной кормовой базы – одно из важнейших условий повышения производства животноводческой продукции. В областях Верхневолжья выполнение этого условия возможно при

условии проектирования и освоения севооборотов кормового направления на пашне. Обычно их создают вокруг животноводческих ферм, чтобы уменьшить затраты на перевозку навоза и выращенной продукции. Кормовые севообороты при

внесении достаточного количества органических и минеральных удобрений обеспечивают наиболее высокий выход кормов с 1 га пашни. Кроме того, они способствуют повышению качества кормов и улучшают плодородие почвы, что немаловажно для потенциально бедных дерново-подзолистых почв.

На объем производства продукции животноводства оказывает влияние два взаимосвязанных фактора: потребность животного в доступной энергии и питательных веществах и количество съедаемого сухого вещества, удовлетворяющего эту потребность. Следовательно, продуктивность животного определяется в первую очередь, концентрацией обменной энергии и наличием питательных веществ в 1 кг сухого корма. Чем больше концентрация обменной энергии в рационе, тем выше трансформация корма в животноводческую продукцию [1, 18].

В валовом производстве кормов в регионе примерно 60 % занимает объемистые корма и более 30 % концентрированные. Пока еще остается низким их качество. Средняя питательность 1 кг объемистых кормов не превышает 0,65-0,66 кормовых единиц с содержанием переваримого протеина 80-88 г, но за счет внесения удобрений, как минеральных, так и органических и повышения эффективности их использования урожайность кормовых культур можно значительно увеличить до 40-45 % при одновременном улучшении их качества [2].

Немаловажное значение в регионе имеет не только производство кормов, но и улучшение плодородия почвы. Существенную роль в повышении плодородия играет изучение почвенной биоты не только в связи с незаменимой её ролью в формировании плодородия почвы, но и способностью её к детоксикации вредных веществ, влияющих на качество продукции [3]. В исследованиях Саранина Е.К. и др. [4] при заделке навоза в середину пахотного слоя в глубоко разрыхленной почве выделялось 332,5 мг CO₂, а при заделке на дно борозды - 367,5 мг/ч.м². По фону комбинированной системы обработки продуцирование CO₂ было выше, чем при обычной отвальной вспашке: 243 и 213 в фазу выхода в трубку и 324 и 265 мг/кг почвы в фазу молочной спелости.

Известно, что физико-химические процессы, происходящие в агросистемах отличаются от естественных экосистем, вследствие антропогенного воздействия. Уменьшение содержания гумуса ухудшает условия развития полезной микрофлоры и приводит к утрате элементов питания. Органическое вещество принимает активное участие в создании благоприятных водно- физических, химических и биологических свойств почвы, питании растений, в миграции различных веществ в почвенном профиле и считается главным компонентом для формирования гумуса [5, 22]. Замедление

разложения гумусового вещества в почве – один из факторов, способствующих его накоплению при разложении органического вещества в аэробных и анаэробных условиях жизнедеятельности почвенной микрофауны.

Экспериментально установлено, что почва при окультуривании выходит из исходного состояния либо с уменьшенным, либо с увеличенным запасом гумуса, превышающим исходный уровень, в зависимости от направленной деятельности человека, что требует больших усилий и затрат [6, 7, 8].

В.Р. Вильямс [9] и Л.Н. Александрова [10] отмечали, что для синтеза гумуса навоз и растительные остатки надо запахивать глубже, чтобы происходил анаэробный процесс. Важным показателем рациональной минерализации органического удобрения является коэффициент гумификации.

Коэффициент гумификации гуминово-кормовых остатков (ПКО) в лучшем случае не превышает 25-30 % от их исходной сухой массы, и гумус минерализуется со скоростью 1-2 % в год [11, 19]. При обычных условиях разложения из 1 т навоза образуется 50 кг гумуса, при сокращении доступа воздуха может формироваться до 300 кг. При заделке торфонавозного компоста в соотношении компонентов 1:1 выход гумуса увеличивается на 15-20 % [12, 20].

Для повышения гумификации необходимо, чтобы плотность почвы не превышала 1,20...1,35 г/см³. С плотностью почвы непосредственно связаны водный, воздушный и тепловой режимы, а также условия жизни почвенной микрофлоры и накопление в доступной форме элементов питания. Кроме того, в своё время ещё В.Р. Вильямс указывал на важное значение структуры почвы для земледелия [9].

Исследованиями, проведенными в различных регионах страны, установлена эффективность органических удобрений, их влияние на продуктивность различных сельскохозяйственных культур и свойства почвы [13, 14, 21].

Но влияние различных способов внесения торфонавозного компоста (в соотношении торфа и компоста 1:1) на плодородие дерново-подзолистых почв, продуктивность кормового севооборота и качество выращенной продукции изучено недостаточно, что и послужило основанием для проведения исследований.

Цель исследований

Изучить влияние различных доз торфонавозного компоста и способов его заделки на плодородие дерново-подзолистой почвы и продуктивность кормового севооборота.

Материалы и методы

Эксперимент проводили путем закладки полевого опыта и лабораторных исследований. Схема полевого опыта включала варианты с внесением торфонавозного компоста (ТНК) в дозах 60, 70, 100

и 140 т/га и их заделку двухъярусным плугом ПЯ-3-35 на глубину 25...27 см, а также варианты с внесением ТНК в дозе 100 т/га обычным плугом ПН-4-35 на 20...22 см и тяжелой дисковой бороной БДТ-3 на 15...17 см. Контролем служил вариант ежегодной традиционной вспашки на 20...22 см без внесения компоста. В последующем все пожнивно-корневые остатки заделывали в слой 14...16 см либо дисковой бороной, либо проводили мелкую вспашку, создавая на вариантах глубокой обработки как бы второй (верхний) плодородный слой.

Опыт проводили на стационаре Ивановского НИИ-ИСХ с 2007 по 2013 гг. в прифермском кормовом севообороте методом расщепленных делянок, со следующим чередованием культур: 1) пар занятый (горох с овсом); 2) озимая рожь на зеленый корм, поукосно рапс яровой; 3) овес с подсевом клевера; 4) клевер 2 укоса; 5) картофель; 6) горох на зеленый корм; 7) вика с овсом на зеленый корм. Почва опытного участка – дерново-подзолистая легко-суглинистая с мощностью пахотного слоя 20...22 см и содержанием в нем гумуса 1,69...1,72 %, доступных форм фосфора – 135 и калия – 138 мг/кг, $pH_{\text{сол}}$ 5,8...5,9, сумма поглощенных оснований -18,4 мг-экв/100г, степень насыщенности основаниями - 81 %.

Плевые опыты проводили в соответствии с общепринятыми методиками. Агрохимические показатели почвы определяли по стандартным методикам. Минеральные удобрения (нитроаммофоску) вносили под предпосевную культивацию в дозе (NPK)60. Количество пожнивно-корневых остатков определяли по методике Н.З. Станкова [15]. Плотность и влажность почвы определяли три раза за вегетацию: после посева через две недели, в середине вегетации и перед уборкой урожая, в слоях 0...10, 10...20 и 20...30 см [5]. Почву брали в начале и в конце вегетации, в этих же слоях определяли водопроходную структуру на приборе И.М. Бакшеева [16]. Содержание дождевых червей - методом раскопок, целлюлозлитическую активность – путем закладки льняных полотен перед уборкой культуры, дыхание почвы 2 раза (через месяц после посева и перед уборкой за 2-3 недели методом Штатнова в модификации Макарова) [17]. Азот определяли по ГОСТ 26107-84, содержание белка по ГОСТ 10896-91.

Метеорологические условия в годы проведения опытов складывались по-разному: температура воздуха в годы экспериментов была близка к средним многолетним значениям, не считая июля 2009 и 2010 гг, когда она превышала норму на 3,8 °С. Максимальное количество осадков выпало в это

же время в 2007, 2008 и 2009 гг., в 1,5 раза больше нормы. Так, гидротермический коэффициент (ГТК) в 2007 и 2010 гг. составил 1,9, при норме – 1,4., а в 2008 и 2009 гг. - 3,6 и 3,9 соответственно. Ближе к норме он оказался лишь в 2011 г. – 1,47, а в 2012 – 2,0, 2013 г. - 2,5 превышал норму.

Результаты и обсуждение

В наших экспериментах формирование гумуса по вариантам опыта происходило по-разному. На контроле, где не вносились органические удобрения, а заделывались лишь растительные остатки и NPK, к концу ротации его содержание снизилось на 4,7 т/га при среднем значении -1,7 т/га (табл.1). При запашке обычным плугом 100 т/га ТНК прирост гумуса составил 0,8 и 3,2 т/га. По дисковой обработке к концу ротации он оказался на исходном уровне при среднем значении 4,4 т/га. При глубокой запашке компоста двухъярусным плугом рост гумуса варьировал от 6,1 т/га при дозе 60 т/га ТНК до 16,5 т/га при 140 т/га. Накопление гумуса возрастало с увеличением дозы органического удобрения. Коэффициент гумификации по технологии заделки компоста дисковой бороной составил 1,25, при запашке обычным плугом -1,30, а ярусным плугом в среднем -1,65. По мере увеличения дозы компоста он возрастал, что свидетельствует о более интенсивном преобразовании органического вещества в гумусовые соединения.

Важными компонентами агросистем считаются дождевые черви, благодаря роющей деятельности которых в длинных подземных ходах происходит циркуляция приземного почвенного воздуха. Разрыхляющая деятельность дождевых червей приводит к тому, что почва приобретает пористость, улучшается её поглотительная способность. Стенки, оставляемые ими ходов, пропитываются продуктами выделительной системы, содержащими аммиак, мочевины и кальций. Общее количество выделяемого азота колеблется в пределах 30...50 кг/га, кальция 25...30 кг/га, улучшается обеспеченность растений элементами питания – азотом и фосфором. Выделяемые червями в почву капролиты (экскременты) имеют прямую связь с содержанием в почве органических веществ, отсюда следует, что необходимо регулярно пополнять почву органическим веществом. На варианте глубокой запашки компоста численность дождевых червей по сравнению с обычной вспашкой и дисковой обработкой оказалась выше. По дисковой обработке их количество не превышало 35 особей/м² в слое 0...20 см и 2 особи в слое 20...30 см, по обычной вспашке – 42 и 7, а при глубокой заделке компоста в слое 0...20 см - 37, а 20...30 - 17 экз/м² (табл.1).

Таблица 1. Динамика содержания гумуса и биологическая активность дерново-подзолистой почвы (среднее за 2007-2013 гг.)

Способ обработки почвы – доза ТНК, т/га	Динамика гумуса за РС в слое 0-30 см			Количество ДЧ*, экз/м ²	Разложение льняной ткани*, %	СО ₂ *, мг/ч·м ²
	НР	КР	+ - к КР			
ПН-4-35 - 0	<u>1,75</u> 71,1	<u>1,64</u> 66,4	<u>- 0,11</u> - 4,7	<u>30</u> 3,0	<u>30</u> 5,7	<u>73,1</u> 9,5
ПН-4-35-100	<u>1,72</u> 69,7	<u>1,74</u> 70,5	<u>+ 0,02</u> + 0,8	<u>42</u> 7,0	<u>55,8</u> 11,5	<u>131</u> 12,6
ПЯ-3-35 - 140	<u>1,73</u> 70,1	<u>2,14</u> 86,6	<u>+ 0,41</u> + 16,5	<u>40</u> 21	<u>43,3</u> 18,5	<u>119</u> 62,2
ПЯ-3-35 -100	<u>1,67</u> 67,6	<u>2,01</u> 81,4	<u>+ 0,34</u> + 13,8	<u>39</u> 18	<u>42,7</u> 18,6	<u>116</u> 58,9
ПЯ-3-35 -70	<u>1,65</u> 66,8	<u>1,87</u> 75,7	<u>+ 0,22</u> + 8,9	<u>36</u> 14	<u>41,4</u> 18,5	<u>108</u> 52,2
ПЯ-3-35- 60	<u>1,64</u> 66,4	<u>1,79</u> 72,5	<u>+ 0,15</u> + 6,1	<u>34</u> 13	<u>40,5</u> 18,0	<u>103</u> 50,0
БДТ-3 -100	<u>1,66</u> 67,2	<u>1,66</u> 67,2	<u>0,0</u> 0,0	<u>35</u> 2,0	<u>47,3</u> 6,5	<u>127</u> 10,3

Примечание – НР - начало ротации, КР- конец ротации севооборота, ДЧ - дождевые червы, РС- ротация севооборота, числитель - содержание гумуса, %, знаменатель – содержание гумуса, т/га, * - в числителе - слой 0-20, в знаменателе - 20...30 см.

В целом, по всем вариантам обработки ПЯ-3-35 их численность составила 54 экз/м², прежде всего, из-за увеличения их количества в 2,4 раза в нижнем слое. По годам под разными культурами происходило более значительное колебание количества дождевых червей. В современном земледелии замедление минерализации растительных остатков – один из факторов, сдерживающих рост урожайности. Важную роль в увеличении массы и численности микроорганизмов в почве играют органическое удобрение и растительные остатки.

Количество поступающих в почву пожнивно-корневых остатков зависит от культуры системы обработки почвы. Так, в нашем опыте на контрольном варианте при отвальной вспашке накопилось в среднем 4,5 т/га ПКО (за ротацию 31,5 т), при ярусной вспашке – 5,1 т/га (35,7 т), дисковании и обычной вспашке по 4,8 т/га (по 33,6 т).

Известно, что плодородие почвы находится в прямой зависимости от интенсивности микробиологической деятельности и наличия в почве органического вещества. При обработке изменяется их активность, повышается численность биоты, накапливаются элементы питания для растений в доступной им форме.

Опыты показали, что минерализация льняной ткани, как и содержание дождевых червей, во многом определялось наличием органического вещества в том или ином горизонте почвы. Если в верхнем слое 0...20 см было больше содержание компоста и опада, то здесь в большей степени минерализовалась ткань, а в нижнем слое, наоборот, она распалась лишь на 11,5 % и 6,5 % при обычной запашке и дисковой обработке, а на контроле -

на 5,7 %. По глубокой ярусной запашке компоста разложение льняного полотна в слое 20...30 см несколько раз выше (в среднем 18,4 %), чем в других вариантах (от 5,7 до 11,5 %), поскольку в этот слой при таком способе обработки попадает значительное количество органического удобрения и ПКО. А в верхнем слое 0...20 см, наоборот, по глубокой вспашке минерализация ткани была ниже - 42,0 %, из-за дефицита органического вещества в этом слое, чем по обычной запашке – 55,8 % и дискованию – 47,3 %. Следует отметить, что разложение ткани на вариантах глубокой обработки слабо зависело от доз ТНК.

Интенсивность дыхания считается универсальным показателем деятельности почвенной биоты. Биологические процессы, протекающие в почве в основном определяются водно-физическим и термодинамическим состоянием, а также содержанием в ней органического вещества. Следовательно, на данный процесс прямое воздействие оказывает агротехника. Интенсивность дыхания почвенной микрофауны характеризует общую биологическую активность, которая определяется наличием СО₂, образовавшаяся в процессе дыхания макро- и микрофлоры.

Нами установлена прямая зависимость продуцирования СО₂ с наличием в почве органического вещества и интенсивностью разложения ткани. Минимальное продуцирование в слое 0...30 см, как и следовало ожидать, отмечено на контроле – 82,6 мг/ч·м², при запашке ТНК обычным плугом и дисковой бороной выход СО₂ составил 143,6 и 136,9 мг/ч·м² соответственно. В целом по глубоким обработкам продуцирование углекислого газа со-

ставило 167,1 мг/ч·м². Максимальное количество выявлено при внесении 140 т/га компоста - 181,4, наименьшее при дозе 60 т/га - 152,7 мг/ч·м². В целом, в нижнем слое почв, где наблюдается дефицит органического вещества и кислорода «дыхание» слабее по сравнению со слоем 0...20 см.

Как показали результаты наших опытов, образование водопрочной структуры при различных способах обработки почвы и дозах внесения ТНК происходило по - разному в различных слоях почвы. На контрольном варианте в слое 0...20 см содержание водопрочных агрегатов составило 47,0 %, а в слое 20...30 см - 29,8 % при среднем значении по профилю - 38,4 %, в вариантах с обычной и дисковой обработкой почвы в верхнем горизонте - 49,9 и 51,3 %, в нижнем - 31,2 % при среднем значении - 40,6 и 41,3 %, а по глубокой запашке компоста двухъярусным плугом в целом по дозам компоста в верхнем слое сформировалось 52,7 % водопрочных агрегатов, в нижнем - 20...30 см - 35,4 % при усредненном их значении - 44,1 % (табл. 2), что выше показателя контрольной делянки на 5,7 %, обычной запашки - на 3,5% и дискования - на 2,8 %. При ярусной обработке почвы изменения по дозам компоста составили: от 55,4 % (140 т/га)

до 50,6 % (60 т/га) или 4,8 % в верхнем слое и от 38,0 до 35,4 % или 2,6 % в нижнем слое соответственно. Вероятно, на контроле, при традиционной и дисковой обработках увеличение водопрочной структуры происходило из-за меньшего давления движителей сельскохозяйственных машин и орудий на этот горизонт и вымывания с верхнего слоя в нижний гуминовых кислот, которые склеивают частицы почвы в агрегаты.

Плотность почвы в различных слоях зависела от способа её обработки и доз органического удобрения. На контроле и по дисковой обработке в слое 0...20 см она составила 1,28 г/см³, в слое 20-30 см - 1,46 г/см³. При традиционной заделке компоста 100 т/га и ярусной 60 т/га плотность соответствовала 1,26 г/см³ в верхнем слое и 1,41 и 1,35 г/см³ в нижнем соответственно. При глубокой заделке компоста в нижний слой почвы ярусным плугом происходит снижение плотности почвы из-за обработки данного слоя. Кроме того, компост, оказавшись в нижнем слое, играет роль буфера против уплотнения. И не случайно, при запашке 140 т/га ярусным плугом в слое 0...20 см плотность составила 1,23, 20...30 см - 1,32 г/см³, а при внесении 100 и 70 т/га - 1,25 в верхнем и 1,33 г/см³ в нижнем слоях (табл. 2).

Таблица 2. Агрофизические свойства дерново-подзолистой почвы при разных дозах и способах заделки компоста (среднее за 2007-2013 гг.)

Способ обработки почвы- доза ТНК, т/га	Водопрочная структура, %	Плотность почвы, г/см ³	Общая пористость, %	Содержание глыб на м ^{2*} , %	Влажность, %
ПН-4-35 - 0	47,0	1,28	51,1	14,4	14,2
	29,8	1,44	45,0		15,7
ПН-4-35-100	51,3	1,26	52,0	12,8	14,6
	31,8	1,41	46,2		16,1
ПЯ-3-35 - 140	55,4	1,23	53,1	11,5	15,1
	38,0	1,32	49,4		17,3
ПЯ-3-35 -100	53,1	1,25	52,3	11,9	14,7
	35,8	1,33	49,2		16,6
ПЯ-3-35 -70	51,7	1,25	52,3	12,4	14,6
	33,9	1,33	49,2		16,3
ПЯ-3-35- 60	50,6	1,26	52,0	12,6	14,4
	33,9	1,35	48,5		16,3
БДТ-3 -100	49,9	1,28	51,1	13,7	14,7
	31,1	1,46	44,3		16,1

*Примечание - В числителе - слой почвы 0...20 см, в знаменателе -20...30 см, *- 0-10 см.*

С плотностью и содержанием водопрочной структуры тесно связана общая пористость почвы, которая формируется в основном обработкой. Как показывают данные таблицы 2, пористость заметно отличается по изучаемым горизонтам.

В верхней части она выше по сравнению с нижней по всем системам обработки почвы и варьирует от 51,1% по дискованию и на контроле до 53,1% по ярусной запашке 140 т/га ПЯ-3-35. В нижнем слое почвы при внесении 140, 100 и 70 т/га пористость составила в среднем 49,1%, что больше контроля на 4,1%, обычной вспашки - на 2,5 % и дисковой обработки - на 4,8 %.

В соответствии с агрономическими требованиями после предпосевной обработки на поверхности почвы не должно содержаться более 15 % глыб. Глыбистость поверхности зависит не только от физической спелости почвы, а также от уплотненности и используемых орудий для обработки почвы. При применении для обработки почвы орудий с интенсивными рабочими органами она, как правило, снижается. В наших исследованиях глыбистость поверхности почвы соответствовала агротехническим требованиям. При дисковании и на контроле она была выше, чем в других вариантах - 13,7 % и 14,4 % соответственно. В остальных вариантах

различия были несущественными и варьировали от 11,5 % при запашке 140 т/га ПЯ-3-35 и до 12,8 % при запашке 100 т/га обычным плугом.

С плотностью слоения почвы и содержанием водопроходной структуры тесно связана пористость аэрации, регулируемая обработками почвы. В структурной почве поддерживается наиболее благоприятное соотношение между объемом твердой фазы и пористостью. Для дерново-подзолистых почв это соотношение равно 50:50. Пористость изучаемого нами слоя почвы мало зависела от обработок. Если при дисковании и на контроле она равнялась 49,2 и 49,6 %, то по обычной запашке компоста – 50 %. Глубокая запашка компоста улучшила пористость аэрации, но незначительно – до 50,8 % при дозе 60 т/га и 51,5 % при 140 т/га.

Различия во влажности почвы по вариантам были незначительными, она во многом определялась запасами в почве и летними осадками. На контроле, при дисковании, обычной и ярусной запашке 70 и 60 т/га ТНК влажность не превышала 15,5 %. При увеличении доз вносимого органического удобрения до 140 и 100 т/га ярусным плугом влажность возросла до 16,2 и 15,7 %. Установлено, что влаги в верхнем слое было меньше, чем в нижнем. Видимо часть осадков просачивалась вниз и оттуда меньше тратилась на испарение, чем с верхней части. Кроме того, основная масса корней всегда располагается в слое 0...20 см и тем самым больше потребляют влаги на формирование урожая.

Лучшие условия для роста и развития растений, созданные при глубокой запашке компоста, обеспечили относительно высокую продуктивность пашни и более высокое качество произведенной продукции.

В таблице 3 показаны количественные и качественные показатели кормовых культур. По глубокой запашке компоста в целом выше урожайность и качество продукции. В вариантах глубокой ярусной обработки средний урожай горохоовсяной смеси

составил 5,25 т/га, в то время как на контроле – 4,56, по обычной вспашке – 4,98, по дискованию – 5,05 т/га, викоовсяной смеси – 4,40, 3,93, 4,12, 4,06 и рапса ярового – 2,57, 2,43, 2,55 и 2,51 соответственно. Содержание сухой массы в урожае у горохоовсяной смеси было выше при глубокой ярусной обработке и высоких дозах ТНК 100 и 140 т/га – 21,6 и 21,9 %, а также при обычной вспашке и дозе компоста – 100 т/га (21,3 %), а в остальных вариантах колебания были незначительными.

У викоовсяной смеси и рапса в урожае сухой массы содержалось меньше, хотя закономерности по вариантам были аналогичными. Наименьшее количество сухой массы отмечено у рапса. В прямой зависимости от сбора урожая находилось содержание обменной энергии в кормовых культурах. Больше всего ее содержалась в урожае горохоовсяной смеси при запашке 140 т/га 56,3 ГДж/га, а меньше на контрольном варианте – 45,6 ГДж/га. Викоовсяные смеси и рапс на зеленый корм уступали горохоовсяной смеси по концентрации обменной энергии. Общие закономерности изменения концентрации обменной энергии по вариантам опыта оставались такими же, как и по сухой массе. Больше сырого белка обнаружено в растениях рапса на зеленый корм, меньше – горохоовсяной смеси. Максимальное содержание сырого белка отмечено в вариантах ярусной обработки при внесении 140 и 100 т/га компоста по всем культурам от 23,7 и 22,9 % у рапса до 15,6 и 14,9 % у горохоовсяной смеси.

Максимальное количество сахаров содержалось в рапсе до 16,8 %, существенно уступали ему как горохоовсяные смеси до 3,46 %, так и викоовсяные – 2,59 %. Наименьшее содержание клетчатки отмечено у рапса – 17,7 до 19,9 %, а у смесей её содержалась значительно больше. По содержанию каротина, золы и нитратов явных закономерностей не обнаружено. Содержание нитратов во всех изученных вариантах находилось в предельно допустимых нормах.

Таблица 3. Урожайность и качество кормовых культур на сено (2007-2013 гг.)

Варианты опыта	Урожайность АСМ, т/га	Сухая масса, %	ОЭ ГДЖ/га	Сырой белок, %	Сахара, %	Клетчатка, %	Каротин, мг/кг	Зола, жир %	Нитраты, мг/кг
Горохоовсяная смесь (среднее за 2 года), НСР ₀₅ =0,13									
ПН-4-35-0	4,56	20,1	45,6	12,4	2,9	30,0	21,4	5,5	128
ПН-4-35-100	4,98	21,3	49,8	14,5	3,46	28,2	24,6	6,0	151
ПЯ-3-35 -140	5,63	21,9	56,3	15,6	3,26	27,3	26,4	6,4	152
ПЯ-3-35 -100	5,27	21,6	52,7	14,9	3,16	28,2	25,8	6,1	148
ПЯ-3-35 -70	5,17	20,8	51,7	14,2	3,10	28,0	25,3	5,9	143
ПЯ-3-35-60	4,93	20,6	49,3	13,6	3,04	28,5	24,9	5,8	135
БДТ-3-100	5,05	20,3	50,5	14,4	3,21	28,2	24,8	6,3	167
Вика с овсом, НСР ₀₅ =0,14									
ПН-4-35-0	3,93	19,8	39,3	15,4	2,12	30,3	23,6	5,3	130

Продолжение таблицы 3

Варианты опыта	Урожайность АСМ, т/га	Сухая масса, %	ОЭ ГДЖ/га	Сырой белок, %	Сахара, %	Клетчатка, %	Каротин, мг/кг	Зола, жир %	Нитраты, мг/кг
ПН-4-35-100	4,12	20,5	41,2	16,9	2,43	26,4	29,7	6,2	137
ПЯ-3-35 -140	4,66	21,1	46,6	18,3	2,59	24,7	32,5	6,0	164
ПЯ-3-35 -100	4,43	20,9	44,3	17,1	2,54	25,8	31,6	5,9	159
ПЯ-3-35 -70	4,33	20,4	43,3	16,7	2,42	26,2	29,8	5,7	156
ПЯ-3-35-60	4,20	20,2	42,0	16,4	2,41	26,8	29,3	5,6	151
БДТ-3-100	4,06	20,0	16,24	16,2	2,36	27,3	24,8	6,3	144
Рапс яровой на зеленый корм, НСР ₀₅ =0,15									
ПН-4-35-0	2,43	11,8	24,3	18,1	15,7	19,9	25,6	5,0	128
ПН-4-35-100	2,55	12,4	25,5	21,8	16,2	18,6	28,1	6,1	137
ПЯ-3-35 -140	2,64	12,8	26,4	23,7	16,8	17,7	29,3	6,5	149
ПЯ-3-35 -100	2,59	12,6	25,9	22,9	16,5	18,2	28,7	6,3	145
ПЯ-3-35 -70	2,53	12,4	25,3	22,1	16,2	18,7	28,1	6,2	139
ПЯ-3-35-60	2,53	12,4	25,3	21,6	16,1	18,9	20,0	6,1	130
БДТ-3-100	2,51	12,5	25,1	21,4	15,9	19,1	28,3	5,8	167

Примечание – У рапса вместо золы показан жир, АСМ – абсолютно сухая масса, ОЭ- обменная энергия .

Как было уже отмечено ранее, по глубокой ярусной запашке компоста значительно улучшились агрохимические и агрофизические свойства

почвы, что привело к увеличению кормовой продуктивности севооборота и сборов переваримого протеина (табл. 4).

Таблица 4. Продуктивность кормового севооборота и обеспеченность переваримым протеином (2007-2013 гг.)

Культура севооборота	Вариант опыта						
	1	2	3	4	5	6	7
1 Горох с овсом, сено	<u>4,44</u> 484	<u>4,81</u> 539	<u>5,24</u> 618	<u>4,83</u> 561	<u>4,80</u> 538	<u>4,62</u> 522	<u>5,03</u> 563
2 Оз. рожь и рапс яровой, зеленый корм	<u>4,74</u> 611	<u>50,8</u> 691	<u>54,5</u> 818	<u>51,9</u> 727	<u>50,9</u> 692	<u>46,9</u> 628	<u>50,7</u> 715
3 Овес на зерно и солома	<u>3,57</u> 292	<u>4,18</u> 365	<u>4,68</u> 470	<u>4,64</u> 431	<u>4,30</u> 390	<u>4,18</u> 369	<u>4,37</u> 393
4 Клевер, сено	<u>4,60</u> 598	<u>5,62</u> 758	<u>6,42</u> 965	<u>6,05</u> 895	<u>6,03</u> 886	<u>5,87</u> 792	<u>5,55</u> 799
5 Картофель	<u>3,70</u> 163	<u>4,31</u> 190	<u>5,52</u> 243	<u>4,60</u> 392	<u>4,53</u> 386	<u>4,40</u> 370	<u>3,94</u> 327
6 Горох с овсом, сено	<u>4,51</u> 487	<u>5,99</u> 677	<u>6,83</u> 840	<u>6,47</u> 744	<u>6,33</u> 722	<u>6,06</u> 684	<u>5,87</u> 646
7 Вика с овсом, сено	<u>3,93</u> 428	<u>4,12</u> 473	<u>4,66</u> 583	<u>4,43</u> 583	<u>4,33</u> 502	<u>4,20</u> 483	<u>4,66</u> 560
Выход на 1 га севооборотной площади	<u>29,5</u> 3064	<u>34,1</u> 4035	<u>36,9</u> 4536	<u>36,2</u> 4333	<u>35,4</u> 4116	<u>34,0</u> 3849	<u>34,5</u> 4003
Среднее	<u>4,21</u> 438	<u>4,87</u> 576	<u>5,27</u> 648	<u>5,17</u> 619	<u>5,06</u> 588	<u>4,85</u> 550	<u>4,92</u> 572
Приходится протеина на 1 корм. ед. г	104	118	123	120	116	113	116

НСР₀₅ = 0,18 тыс/га кормовых единиц

Примечание – 1. ПН-4-35, 20...22 см, 0 т/га. 2. ПН-4-35, 20...22 см, 100 т/га. 3. ПЯ-3-35, 25...27 см, 140 т/га. 4. ПЯ-3-35, 25...27 см, 100 т/га. 5. ПЯ-3-35, 25...27 см, 70 т/га. 6. ПЯ-3-35, 25...27 см, 60 т/га. 7. БДТ-3, 15...17 см, 100 т/га. в числителе сбор кормовых единиц, тыс/га, в знаменателе – переваримый протеин, кг/га.

Максимальный выход кормовых единиц и сборы переваримого протеина обеспечили варианты ярусной обработки почвы с внесением 140 и 100 т/га ТНК – 36,9 и 36,2 тыс/га кормовых единиц и 4536 и 4333 кг/га переваримого протеина. Наименьшими эти показатели были на контроле, а в остальных вариан-

тах различия оказались незначительными. По культурам севооборота наблюдали аналогичные закономерности. Обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином на всех вариантах соответствовала зоотехнической норме (110 г/к.е.), кроме контроля (104 г/к.е.) и варьировала от 113 до 123 г/к.е.

Выводы

1. Таким образом, при глубокой заделке компоста ярусным плугом повысилось содержание гумуса на 8,1 т/га по сравнению с заделкой 100 т/га обычным плугом, количество дождевых червей в нижнем слое 20...30 см увеличилось на 10 экз., а в сравнении с контролем – на 14 экз/м², усилилось разложение льняной ткани соответственно на 6,9 % и на 12,7 %, а по отношению к дискованию – на 11,9 %.

2. На вариантах глубокой обработки активнее продуцировалось CO₂. Ярусная запашка компоста увеличила содержание в почве водопроходной структуры в сравнении с контролем на 6,1 %, с дискованием – на 3,3 %, обычной запашкой – на 1,5 %. Содержание глыб на поверхности почвы на всех обработках соответствовало норме (15 %).

3. Существенных различий во влажности почвы не установлено, она зависела в основном от метеорологических условий вегетационных периодов.

4. Урожайность, качество продукции и обеспеченность переваримым протеином при ярусной заделке компоста были выше. В вариантах глубокой ярусной обработки средний урожай горохоовсяной смеси составил 5,27 т/га, в то время как на контроле – 4,56, по обычной вспашке – 4,98, по дискованию – 5,05 т/га, викоовсяной смеси – 4,43, 3,93, 4,12, 4,06 и рапса ярового – 2,59, 2,43, 2,55 и 2,51 соответственно. При глубокой запашки компоста одновременно с повышением урожая улучшилась обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином, которая варьировала от 113 до 123 г/к.е. По обычной запашке и дискованию обеспеченность составила 118 и 116 г, а на контроле – 104 г/к.е.

ЛИТЕРАТУРА

1. Демин, А.И. Прогнозирование продуктивности, затрат корма и потребность в кормах крупного рогатого скота исходя из новой энергетической системы оценки питательности кормов [Текст] / А.И. Демин, А.Я. Кравцов, Л.И. Ушакова. [и др.]. - Иваново: НПЦ «Стимул», 1993. - 114 с.
2. Лобачева, Т.И. Экономические аспекты развития кормопроизводства / Т.И. Лобачева // Кормопроизводство. - М., 2005. - № 5. - С. 2-7.
3. Нарциссов, В.П. О теоретических основах земледелия Нечерноземья / В.П. Нарциссов // Земледелие. - М., 1983. - № 3. - С. 18-20.
4. Саранин, Е.К. Контроль засоренности полей при биологизации земледелия / Е.К. Саранин // Земледелие. - М., 1997. - № 1. - С. 33-36
5. Лукин, С.М. Влияние длительного применения удобрений на продуктивность севооборота, содержание и качественный состав органического вещества / С.М. Лукин, Е.И. Золкина, Е.В. Марчук // Плодородие. - М. - 2021. - № 3 (120). - С. 93-98.
6. Хусайнов, Х.А. Плодородие почвы в зависимости от приемов её обработки и внесения органических удобрений на черноземе типичном в Чеченской республике / Х.А. Хусайнов., А.В. Тунтаев, М.С. Муртазалиев, С.М. Муртазалиев // Плодородие. - М., 2019. - № 5 (110). - С. 24-27.
7. Понкратенкова, И.В. Влияние длительного применения органических и минеральных удобрений на урожайность и качество яровой пшеницы / И.В. Понкратенкова, А.Ю. Гаврилова, Г.Е. Мерзлая, С.П. Волошин // Аграрный вестник Урала. - Екатеринбург, 2019. - № 7 (186). - С. 39-44.
8. Анкудович, Ю.Н. Эффективность длительного систематического внесения удобрений в зернотравяном севообороте на дерново-подзолистых почвах севера Томской области / Ю.Н. Анкудович // Земледелие. - М. - 2018. - № 2. - С. 37-40.
9. Вильямс, В.Р. Собрание сочинений. [Текст] / В.Р. Вильямс. - М., Сельхозиздат, 1949. - 566 с.
10. Александрова, Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации [Текст] / Л.Н. Александрова. - Л.: Наука, 1980. - 286 с.
11. Кононова, М.М. Органическое вещество почвы [Текст] / М.М. Кононова. - М., АН СССР, 1963. - 315 с.
12. Фокин, А.Д. Органическое вещество и проблема плодородия почв [Текст] / А.Д. Фокин. - М.: Наука, 1990. - С. 41-50.
13. Корнев, В.Б. Урожайность культур севооборота при длительном применении удобрений / В.Б. Корнев, Л.А. Воробьева // Достижения науки и техники АПК. - М., 2018. - Т.32. - № 2. - С. 55-57.
14. Чеботарёв, Н.Т. Эффективность длительного применения удобрений в кормовом севообороте на дерново-подзолистой почве / Н.Т. Чеботарёв, А.А. Юдин, П.И. Конкин, Н.В. Булатова // Кормопроизводство. - М., 2018. - № 11. - С. 19-22.
15. Станков, Н.З. Корневая система полевых культур [Текст] / Н.З. Станков. - М.: ИЗДАТЕЛЬСТВО, Колос, 1964. - 280 с.
16. Долгов, С.И. О некоторых закономерностях зависимости урожайности с.-х. культур от плотности почвы [Текст] / С.И. Долгов, С.А. Модина. - М., Сб. тр. Вып. 2, «Гидрометиздат», 1969. - С. 53-58.
17. Кобак, К.И. Биотические компоненты углеродного цикла [Текст] / К.И. Кобак. - М., Гидрометиздат, 1988. - 247 с.
18. Saaten- Union (Hrsg) Erbsen und Ackerbonnen Neue Chancen durch Zuchtungsfortschritt. Aufl., Saaten-Union GmbH Hannover. - 1998. - 31 p.
19. Schreiber, K.F. Cjnnectivi in Lendcape Ecologi // Munster, Gtograph. Arbeit, 1988. - 30. - 256 p.
20. Brunner, I. Kornerenbau -von der Saat bis zur Ernte // OLG-Mitt, 1986. - 17. - 101.
21. Qall, H. u.a Schlagbezogen Pflanzbeltvorbereitung Fundament jder Hochstertrags konzeption fur Kartoffelen // Feld Wortshaft. - 1985. - № 1. - P. 26-28.
22. Rid, P. Des Buch vom Boden. Verlag Rügen Ulmer. - 1984. - 280 p.

REFERENCES

1. Demin, A.I. Forecasting productivity, feed costs and the need for cattle feed based on the new energy system for assessing the nutritional value of feed [Text] / A.I. Demin, A.Ya. Kravtsov, L.I. Ushakova. [and others]. - Ivanovo: SPC "Stimulus", 1993. - 114 p.
2. Lobacheva, T.I. Economic aspects of feed production development / T.I. Lobacheva // Forage production. - M., 2005. - № 5. - P. 2-7.
3. Narcissov, V.P. On the theoretical foundations of agriculture in the Non-Chernozem region / V.P. Narcissov // Agriculture. - M., 1983. - № 3. - P. 18-20.
4. Saranin, E.K. Control of field contamination during biologization of agriculture / E.K. Saranin // Agriculture. - M., 1997. - № 1. - P. 33-36.
5. Lukin, S.M. Influence of long-term application of fertilizers on crop rotation productivity, content and qualitative composition of organic matter / S.M. Lukin, E. A. Zolkina, E.V. Marchuk // Fertility. - M., 2021. - № 3 (120). - P. 93-98.
6. Khusainov, H.A. Soil fertility depending on the methods of its processing and application of organic fertilizers on chernozem typical in the Chechen Republic. K.A. Khusainov, A.V. Tuntaev, M.S. Murtazaliev, S.M. Murtazaliev // Fertility. - M., 2019. - № 5 (110). - P. 24-27.
7. Ponkratenkova, I.V. The effect of long-term use of organic and mineral fertilizers on the yield and quality of spring wheat / I.V. Ponkratenkova, A.Yu. Gavrilova, G.E. Merzlaya, S.P. Voloshin // Agrarian Bulletin of the Urals. - Ekaterinburg. - 2019. - № 7 (186). - P. 39-44.
8. Ankudovich, Yu. N. The effectiveness of long-term systematic fertilization in the grain-grass crop rotation on sod-podzolic soils of the north of the Tomsk region / Yu.N. Ankudovich // Agriculture. - M., 2018. - № 2. - P. 37-40.
9. Williams, V.R. Collected works. [Text] / V.R. Williams. - M., - Agricultural publishing house, 1949. - 566 p.
10. Alexandrova, L.N. Soil organic matter and its transformation processes [Text] / L.N. Alexandrova. - L.: Nauka, 1980. - 286 p.
11. Kononova, M.M. Soil organic matter [Text] / M.M. Kononova. - M., publishing house of the USSR, 1963. - 315 p.
12. Fokin, A.D. Organic matter and the problem of soil fertility [Text] / A.D. Fokin. M. Science. 1990. - P. 41-50.
13. Korenev, V.B., Crop yield of crop rotation with prolonged use of fertilizers / V.B. Korenev, L.A. Vorobyova // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. -M., 2018. - V. 32. - № 2. - P. 55-57.
14. Chebotarev, N.T. Efficiency of long-term use of fertilizers in fodder crop rotation on sod-podzolic soil / N.T. Chebotarev, A.A. Yudin, P.I. Konkin, N.V. Bulatova // Forage production.-M., 2018.- № 11.- P. 19-22.
15. Stankov, N.Z. Root system of field crops [Text] / N.Z. Stankov. - M.: Kolos, 1964.- 280 p.
16. Dolgov, S.I. On some regularities of the dependence of agricultural crop yields on soil density [Text] / S. And Dolgov, S.A. Modina.-M., Sb. tr. Issue 2 "Hydrometeoisdat", 1969. - P. 53-58.
17. Kobak, K.I. Biotic components of the carbon cycle [Text] / K.I. Kobak.-M., Hydrometeoizdat, 1988. - 247 p.
18. Saaten- Union (Hrsg) Erbsen und Ackerbonnen Neue Chancen durch Zuchtungsfortschritt. Aufl., Saaten-Union GmbH Hannover / 1998. 31 p.
19. Schreiber, K.F. Cjnnectivi in Lendcape Ecologi // Munster, Gtograph. Arbeit. 1988. - 30. - 256 p.
20. Brunner, I. Kornerenbau -von der Saat bis zur Ernte // OLG-Mitt, 1986. - 17. - 101.
21. Qall H, u.a Schlagbezogen Pflanzbeltvorbereitung Fundament jder Hochstertrags konzeption fur Kartoffelen // Feld Wortshaft. - 1985. - № 1. - P. 26-28.
22. Rid, P. Des Buch vom Boden. Verlag Rügen Ulmer. - 1984. - 280 p.

Сабир Тюменбегович Эседуллаев

Директор

E-mail: ivniicx@mail.ru;

Все: Ивановский НИИСХ – филиал ФГБНУ
«Верхневолжский федеральный аграрный
научный центр»
153506, Ивановская обл., Ивановский р-н, с.
Богородское, ул. Центральная, д. 2

Sabir Tyumenbegovich Esedullaev

Director

E-mail: ivniicx@mail.ru;

All: Ivanovo Research Institute – branch of the
Verkhnevolzhsky Federal Agrarian Scientific Center,
2, Tsentralnaya str., Bogorodskoye village,
Ivanovo district, Ivanovo region,
153506, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2023-60-3-60-63
УДК 631.43:633:18

Чижиков В.Н., канд. с.-х. наук,
Парашенко В.Н., канд. с.-х. наук
г. Краснодар, Россия

РАЗЛИЧИЯ В СОДЕРЖАНИИ ГУМУСА И АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ В РИСОВЫХ СЕВООБОРОТАХ С ТРАВЯНЫМ ЗВЕНОМ И БЕЗ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ

Периодическое затопление и просушивание почвы рисовых полей создает условия для неустойчивости гумусового состояния в силу потерь органических соединений без насыщения органическим азотом. Это во многом обусловлено сокращением посевов многолетних трав, недостаточным внесением органических удобрений, а также интенсификацией производства риса, что способствует усилению процессов минерализации органического вещества почвы. Исследования проводили в период с 2017 по 2022 гг. на перегнойно-глеевой почве, освоённой под рисовые оросительные системы в восьмипольных рисовых севооборотах с посевом многолетних трав (люцерны) и без них. В севообороте без травяного звена содержание гумуса в пахотном горизонте почвы (0-20 см) снизилось на 0,73 %, а в горизонте 20-40 см на 0,18 %. На участке с многолетними травами в рисовом севообороте, за аналогичный период, снижение гумуса в пахотном слое было меньше и составляло 0,51 %. Наибольшее значение плотности почвы в пахотном горизонте было получено на участке с севооборотом без многолетних трав, которое составило 1,24 г/см³. В 2022 г. на этом участке плотность почвы пахотного горизонта повысилась на 0,13 г/см³ и составила 1,37 г/см³. Пористость почвы в пахотном горизонте (0-20 см) была наибольшей на участке с многолетними травами и составила 58,4 %, в 2022 г. она снизилась на 1,7 %. Аналогичная закономерность наблюдалась и в горизонте почвы 20-40 см, снижение составило 1,3 %. Наименьшие значения пористости в пахотном горизонте почвы были получены на участке без многолетних трав (53,2 %), что на 5,2 % ниже чем на участке с многолетними травами. Представленные результаты исследований свидетельствуют о существенном влиянии многолетних трав, возделываемых в рисовом севообороте, на плодородие почвы рисовых полей.

Ключевые слова: рис, севооборот, многолетние травы, содержание гумуса, плотность почвы.

DIFFERENCES IN HUMUS CONTENT AND SOIL AGROPHYSICAL PROPERTIES IN RICE CROPS WITH GRASS AND WITHOUT PERMANENT GRASSES

Periodic flooding and drying of the soil of rice fields creates conditions for the instability of the humus state due to the loss of organic compounds without saturation with organic nitrogen. This is largely due to the reduction in the sowing of perennial grasses, insufficient application of organic fertilizers, as well as the intensification of rice production, which contributes to the strengthening of the processes of mineralization of soil organic matter. The studies were carried out in the period from 2017 to 2022 on humus-gley soil developed for rice irrigation systems in eight-field rice crop rotations with and without sowing of perennial grasses (alfalfa). In a crop rotation without a grass link, the humus content in the arable horizon of the soil (0-20 cm) decreased by 0.73 %, and at a depth of 20-40 cm by 0.18 %. On the plot with perennial grasses in the rice crop rotation, for the same period, the decrease in humus in the arable layer was less and in the arable layer it amounted to 0.51 %. The highest value of soil density in the plow horizon was obtained on the plot with crop rotation without perennial grasses, which amounted to 1.24 g/cm³. In 2022, in this area, the soil density of the arable horizon increased by 0.13 g/cm³ and amounted to 1.37 g/cm³. Soil porosity in the plow horizon (0-20 cm) was the highest in the area with perennial grasses and amounted to 58.4 %, in 2022 it decreased by 1.7 %. A similar pattern was observed in the soil horizon of 20-40 cm, the decrease was 1.3 %. The lowest values of porosity in the plow horizon of the soil were obtained in the area without perennial grasses (53.2 %), which is 5.2 % lower than in the area with perennial grasses. The presented research results indicate a significant impact of perennial grasses cultivated in rice crop rotation on soil fertility in rice fields.

Key words: rice, crop rotation, perennial grasses, humus content, soil density.

Введение

Специфические окислительно-восстановительные процессы, связанные с периодическим затоплением, а также интенсивное применение агроприёмов по обработке почвы при возделывании риса сопровождаются направленным изменением свойств рисовых полей. Это способствует усилению минерализации органического вещества, что в конечном итоге приводит к дегумификации и наряду с этим, уплотнению верхних горизонтов почвы, что характерно для признаков деградации [4, 5, 7, 10,

13]. Радикальным ослаблением развития указанных выше негативных процессов является использование рисовых севооборотов с травяным звеном, включающих многолетние травы [1, 6, 9, 12, 17].

Многолетними опытными данными и практикой кубанского рисоводства установлено, что многолетние бобовые травы (люцерна и клевер) являются лучшими предшественниками в рисовых севооборотах. Они способны улучшать водно-физические свойства почвы, влиять на снижение и степень засоления грунтовых вод. Оказывать рас-

соляющее действие на верхние горизонты почвы и предотвращать вторичное засоление, кроме этого травы обеспечивают улучшение структуры почвы [12, 15]. Корни люцерны проникают в подпахотный горизонт и после распашки травяного поля в почве остаётся много корневой массы. Разлагаясь, она создаёт вертикальный дренаж почвы, из которого могут вымываться в более глубокие слои вредные для растений соли. Так люцерна при определённых условиях способствует расслоению почвы. Следовательно, в рисовом севообороте люцерна выполняет важную функцию биологического дренажа, предотвращая вторичное засоление и заболачивание орошаемых земель. Возделывание люцерны позволяет обеспечить накопление сухого органического вещества на 1 га в виде корней и поукосных остатков в среднем 12-16 т. При этом содержание гумуса может повышаться от 0,8 до 1 % [12, 14, 16].

Особо важная роль в сохранении плодородия почвы принадлежит растительным остаткам с высоким содержанием азота, которые обеспечивают формирование органического вещества почвы. Оно является основой для образования гумусовых веществ, а также источником азотного, фосфорного и углеродного питания риса.

Благоприятное действие растительных остатков на плодородие почвы рисовых полей проявляется в повышении биологической активности почвы, при которой органическое вещество превращается в гумус и осуществляется его накопление [8]. При этом улучшается азотный режим почвы и возрастает содержание легкодоступных форм фосфора.

Гумус почвы повышает ёмкость поглощения почвенного поглощающего комплекса, нейтрализует реакцию почвенного раствора. Для затопляемых почв рисовых полей важна их поглощательная способность обеспечивающая, избежать вымывания внесённого минерального азота и других элементов минерального питания поливной водой при чередующихся заливах и сбросах.

Возделывание многолетних трав в рисовом севообороте позволяет периодически пополнять почву органическим веществом и обеспечивать сохранность её плодородия. Многолетние травы позволяют снизить плотность пахотного слоя почвы рисовых полей, увеличить скважность и улучшить воздушный режим и аэрацию почвы.

Цель исследований

Установить различия по содержанию гумуса, плотности сложения и пористости почвы при возделывании риса в севооборотах с многолетними травами и без них.

Материалы и методы

Исследования проводили на постоянно закрепленных тестовых участках, расположенных на перегнойно-глеевой почве (СЗ 11 км от п. Голубая

Нива, Славянского района, Краснодарского края) РО – 17, карты 48 и 119.

Тестовые участки были заложены в 2009 году на рисовой оросительной системе, где рис возделывался в восьмипольном севообороте с насыщенностью 62,5 %. На одном участке (вариант 2) с травяным звеном (многолетние травы - люцерна), а на другом участке (вариант 1) – без многолетних трав. Пробы почвы отбирали в весенний период до внесения удобрений в слои почвы 0-20 см и 20-40 см в 2017 и 2022 гг. Смешанный почвенный образец состоял из 20 точечных проб. Агрохимические и агрофизические анализы выполняли общепринятыми методами [2, 8, 11].

Результаты и обсуждение

Проведенные исследования с 2017 по 2022 гг. указывают на многолетнее положительное влияние на плодородие почвы рисовых полей травяного звена в рисовом севообороте. Возделывание многолетних трав в рисовом севообороте способствовало повышению содержания гумуса почвы и положительно влияли на показатели агрофизических свойств почвы.

Данные таблицы 1 показывают, что в севообороте без травяного звена содержание гумуса в пахотном слое снизилось за изучаемый период (2017 - 2022 гг.) на 0,73 %. В то же время в севообороте с многолетними травами снижение этого показателя было значительно меньше и составило 0,51 %, то есть на 0,22 % меньше по сравнению с контролем. Возделывание многолетних трав способствует повышению углерода гумусовых веществ почвы, что объективно указывает на способность многолетних трав к воспроизводству плодородия почвы за счёт улучшения процессов гумификации.

Наряду с дегумификацией в почвах рисовых полей важной проблемой считается задача создания оптимального состояния плотности, которая оказывает многостороннее влияние на водно-воздушный режим и минеральное питание почвы. Оптимальные значения для этого показателя находятся в пределах от 1,0 до 1,2 г/см³. При этих значениях плотности создаются наиболее благоприятные условия для развития корневой системы растений. Представленные в таблице 2 данные показали, что на контрольном варианте (без многолетних трав) в пахотном горизонте (0-20 см) плотность почвы составила 1,24 г/см³, а в слое 20-40 см - 1,37 г/см³. В 2022 г. плотность почвы на этом варианте увеличилась и составила 1,37 г/см³, а в горизонте почвы 20-40 – 1,46 г/см³. Проведенные исследования показали, что возделывание многолетних трав повлияло на плотность сложения почвы. Это привело к её снижению относительно участка без многолетних трав (контроль) для горизонтов 0-20 и 20-40 см, которое составило 0,12 и 0,23 г/см³ соответственно.

Таблица 1. Содержание гумуса в перегнойно-глеевой почве рисовых севооборотах

Вариант	Горизонт, см	Гумус, %	
		2017 г.	2022 г.
1. Без многолетних трав (контроль)	0-20	3,83	3,10
	20-40	2,14	1,96
НСР ₀₅		1,824	1,226
2. Многолетние травы	0-20	4,36	3,85
	20-40	3,50	2,88
НСР ₀₅		1,702	1,314

Одним из показателей характеризующим агрофизические свойства почвы является общая пористость. Анализ данных по состоянию на 2017 г. показал, что наибольшие значения пористости (58,4 %, 56,7 %) были получены в верхнем горизонте почвы (0-20 см), а наименьшие (49,1 %, 56,1 %) в нижнем горизонте почвы (20-40 см). Возделывание многолетних трав способствовало увеличению исследуемого показателя на 5,2 % по сравнению с контрольным участком без многолетних трав. Изменение общей пористо-

сти почвы имело аналогичную закономерность и в 2022 г. Разница между изучаемыми вариантами (без многолетних трав и с многолетними травами) в пахотном горизонте почвы составила 5,4 %.

По совокупности результатов установлено влияние многолетних трав на снижение плотности почвы и повышение её пористости. Возделывание многолетних трав в рисовом севообороте обеспечивает повышение устойчивости почвы к уплотнению и стабилизации её гумусного состояния.

Таблица 2. Динамика изменения агрофизических свойств почвы в рисовых севооборотах

Вариант	Горизонт, см.	Плотность сложения, г/см ³		Общая пористость, %	
		2017 г.	2022 г.	2017 г.	2022 г.
1. Без многолетних трав (контроль)	0-20	1,24	1,37	53,2	51,3
	20-40	1,36	1,46	49,1	49,7
НСР ₀₅		0,261	0,284	5,96	6,20
2. Многолетние травы	0-20	1,12	1,17	58,4	56,7
	20-40	1,13	1,19	56,1	54,8
НСР ₀₅		0,282	0,312	7,41	5,82

Выводы

1. Возделывание риса в севообороте с многолетними травами в 2009-2017 гг. обеспечило улучшение гумусного состояния на 0,75% и 0,92 % к 2022 г. в пахотном горизонте почвы, а также плотность сложения и общую пористость в близких к

оптимальным диапазонам – менее 1,3 г/см³ и более 58 % соответственно.

2. Улучшение производительной способности почвы в севообороте с травяным звеном указывает на необходимость более широкого использования таких севооборотов в рисоводстве.

ЛИТЕРАТУРА

- Агарков, В.Д. Рисоводство / В.Д. Агарков, А.Ч. Уджуху, Е.М. Харитонов. – Краснодар, 2007. – 156 с.
- Кидин, В.В. Практикум по агрохимии / В.В. Кидин. – М.: КолосС, 2008. – 599 с.
- Кумейко, Ю.В. Влияние исключения многолетних трав из рисовых севооборотов на показатели плодородия почвы / Ю.В. Кумейко, В.Н. Парашенко, Н.М. Кремзин и др. // Совр. Решения сельскохозяйственной науки и производства. - Краснодар, 2016. - С. 103-106.
- Осипов, А.В. Изменение свойств и солевого режима почв современной дельты реки Кубани: монография / А.В. Осипов. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 131 с.
- Осипов, А.В. Современная характеристика аллювиально-луговых почв рисовых севооборотов дельты Кубани / А.В. Осипов, В.Н. Слюсарев, В.Н. Парашенко, В.Н. Чижиков // Энтузиасты аграрной науки. Краснодар: КубГАУ, 2019. - Вып. № 21 - С. 247-253.
- Парашенко, В.Н. Влияние посевов люцерны на плодородие перегнойно-глеевой почвы / В.Н. Парашенко А.В., Осипов, В.Н. Слюсарев, В.Н. Чижиков, Л.А. Швыдкая // Рисоводство. – Краснодар, 2018. - № 4 (41). – С. 38-40.
- Подколзин, О.А. Мониторинг плодородия земель Краснодарского края / О.А. Подколзин, И.В. Соколова, А.В. Осипов, В.Н. Слюсарев // Труды КубГАУ. – 2017. – № 68. – С. 117-124.
- Практикум по почвоведению (почвы Северного Кавказа) / учебное пособие для вузов / под ред. Ю.А. Штомпеля, В.С. Цховребова. – Краснодар: Советская Кубань, 2003. – 328 с.
- Система рисоводства Российской Федерации / под общ. ред. С.В. Гаркуши. – Краснодар ФГБНУ «ФНЦ риса»; Просвещение-Юг, 2022. - 368 с.
- Слюсарев, В.Н. Физико-химические свойства почв в разных агроценозах / В.Н. Слюсарев, М.Н. Мышко,

А.В. Осипов // Труды КубГАУ. – 2009. - № 10. – С. 367.

11. Теории и методы физики почв: монография / под ред. Шеина Е.В., Карпачевского Л.О. – М.: Гриф и К, 2007. - 616 с.
12. Уджуху, А.С. Регулирование почвенного плодородия в рисовых севооборотах / А.С. Уджуху, В.Ф. Щащенко. – Краснодар: Советская Кубань. 2003. – 192 с.
13. Шеин, Е.В. Курс физики почв / Е.В. Шеин – М.: Изд-во. МГУ, 2005. - 432 с.
14. Gonet, S. Organic Carbon and Humic Substances Fractions in Soil Aggregates. In Functions of Natural Organic Matter in Changing Environment; / S.S. Gonet, H. Czachor, M Markiewicz. – Dordrecht, The Netherlands: Springer. – 2013. - P. 385–389.
15. Li, Y. Humic Acid Fertilizer Improved Soil Properties and Soil Microbial Diversity of Continuous Cropping Peanut: A Three-Year Experiment / Y. Li, F. Fang, J. Wei, X. Wu, R. Cui, G. Li, F. Zheng, D Tan // Sci. Rep. - 2019. - 9. - 12014.
16. Jindo, K. From Lab to Field: Role of Humic Substances Under Open-Field and Greenhouse Conditions as Biostimulant and Biocontrol agent / K. Jindo, F.L. Olivares, D.J.P. Malcher, M.A. Sánchez-Monedero, C. Kempenaar, L.P. Canellas // Front. Plant Sci. - 2020. - 11. - 426.
17. Six, J. A history of research on the link between (micro) aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics / J. Six, H. Bossuyt, S. Degryze, K. Denef // Soil Tillage Res. - 2004. - 79. - 7-13.

REFERENCES

1. Agarkov, V.D. Rice growing / V.D. Agarkov, A.Ch. Ujuhu, E.M. Kharitonov. - Krasnodar, 2007. - 156 p.
2. Kidin, V.V. Workshop on agrochemistry / V.V. Kidin. - M.: KolosS, 2008. - 599 p.
3. Kumeiko, Yu.V. Influence of exclusion of perennial grasses from rice crop rotations on indicators of soil fertility / Yu.V. Kumeiko, V.N. Parashchenko, N.M. Kremzin and others // Modern. Solutions of agricultural science and production. - Krasnodar, 2016. - P. 103-106.
4. Osipov, A.V. Changes in the properties and salt regime of soils in the modern delta of the Kuban River: monograph / A.V. Osipov. - Krasnodar: KubGAU, 2016. - 131 p.
5. Osipov, A.V. Modern characteristics of alluvial-meadow soils of rice crop rotations in the Kuban delta / A.V. Osipov, V.N. Slyusarev, V.N. Parashchenko, V.N. Chizhikov // Enthusiasts of agricultural science. Krasnodar: KubGAU, 2019 - vol. № 21 - P. 247-253.
6. Parashchenko, V.N. Influence of alfalfa crops on the fertility of humus-gley soil / V.N. Parashchenko A.V., Osipov, V.N. Slyusarev, V.N. Chizhikov, L.A. Shvydkaya // Rice growing. - Krasnodar, 2018. - № 4 (41). - P. 38-40.
7. Podkolzin, O.A. Monitoring of soil fertility in the Krasnodar Territory / O.A. Podkolzin, I.V. Sokolova, A.V. Osipov, V.N. Slyusarev // Proceedings of KubGAU. 2017. - № 68. - P. 117-124.
8. Workshop on soil science (soils of the North Caucasus) / textbook for universities / ed. Yu.A. Stoppel, V.S. Tskhovrebova. - Krasnodar: Soviet Kuban. - 2003. - 328 p.
9. The rice growing system of the Russian Federation / under the general. ed. S.V. Garkushi - Krasnodar Federal State Budgetary Scientific Institution "FNTs Rice"; Enlightenment-South, 2022. - 368 p.
10. Slyusarev, V.N. Physical and chemical properties of soils in different agroecosystems / V.N. Slyusarev, M.N. Myshko, A.V. Osipov // Proceedings of KubGAU. - 2009. - № 10. - P. 367.
11. Theories and methods of soil physics: monograph / ed. Sheina E.V., Karpachevsky L.O. - M.: Grif and K, - 2007. - 616 p.
12. Ujuhu, A.Ch. Regulation of soil fertility in rice crop rotations / A.Ch. Ujuhu, V.F. Shashchenko - Krasnodar: Soviet Kuban, 2003. - 192 p.
13. Shein, E.V. Soil physics course / E.V. Shein - M.: Publishing house. Moscow State University, 2005. - 432 p.
14. Gonet, S. Organic Carbon and Humic Substances Fractions in Soil Aggregates. In Functions of Natural Organic Matter in Changing Environment; / S.S. Gonet, H. Czachor, M Markiewicz. – Dordrecht, The Netherlands: Springer, 2013. - P. 385–389.
15. Li, Y. Humic Acid Fertilizer Improved Soil Properties and Soil Microbial Diversity of Continuous Cropping Peanut: A Three-Year Experiment / Y. Li, F. Fang, J. Wei, X. Wu, R. Cui, G. Li, F. Zheng, D Tan // Sci. Rep. - 2019. - 9. - 12014.
16. Jindo, K. From Lab to Field: Role of Humic Substances Under Open-Field and Greenhouse Conditions as Biostimulant and Biocontrol agent / K. Jindo, F.L. Olivares, D.J.P. Malcher, M.A. Sánchez-Monedero, C. Kempenaar, L.P. Canellas // Front. Plant Sci. - 2020. - 11. - 426.
17. Six, J. A history of research on the link between (micro) aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics / J. Six, H. Bossuyt, S. Degryze, K. Denef // Soil Tillage Res. - 2004. - 79. - 7-13.

Виталий Николаевич Чижиков

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

Chizhikov Vitaliy Nikolaevich

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

Владимир Николаевич Паращенко

Ведущий научный сотрудник лаборатории агрохимии и почвоведения
E-mail: parashchenko-vn@yandex.ru

Vladimir Nikolaevich Parashchenko

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

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

All: FSBSI Federal Scientific Rice Centre,
3, Belozerny, Krasnodar,
350921, Russia
E-mail: arri_kub@mail.ru

DOI 10.33775/1684-2464-2023-60-3-64-69
УДК 635-153. 615/631.811

Бочерова И.Н.,
Кобкова Н.В.
г. Волгоград, Россия

СОЗДАНИЕ НОВОГО СОРТА АРБУЗА МЕДУНОК И РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ АГРОТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ЕГО СЕМЕНОВОДСТВА

Целью исследования являлось изучение влияния площади питания на урожай семян среднераннего сорта арбуза столового Медунок, изучение зависимости выхода семян от площади питания, а также вегетационного периода, урожайности и биохимического состава плодов. В исследованиях использовали сорт арбуза столового Медунок, включенный в Государственный реестр. Проводили все наблюдения и учеты в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания и Методикой полевого опыта. Дана характеристика сортов, использованных для скрещивания в качестве материнской и отцовской формы. Представлены результаты исследования влияния величины площади питания растений арбуза столового при его производстве на семенные цели. Дан сравнительный анализ структуры урожая плодов арбуза столового при разной площади питания. Отмечена зависимость площади питания растений арбуза столового и выхода семян с единицы площади. Урожайность за анализируемый период варьировала от 13,5 т/га до 24,5 т/га. Наибольшая урожайность отмечена при площади питания 2,10 м² и составила в среднем 22,4 т/га. Вегетационный период короче при использовании площади питания 1,05 м² и составил 72 суток. Максимальный эффект получения семенного материала арбуза столового был достигнут от использования площади питания 2,10 м², при схеме посева 2,1 x 1,0 м. По результатам биохимического анализа плодов арбуза содержание сухого вещества у сорта Медунок варьировалось от 13,8 % до 14,6 %. Содержание общего сахара – 10,45-11,35 %, витамина «С» - 6,23 - 9,64 мг/%.

Ключевые слова: арбуз столовый, вегетационный период, урожайность, селекция, семеноводство, сорт, площадь питания, выход семян с единицы площади питания.

CREATION OF A NEW VARIETY OF WATERMELON MEDUNOK AND DEVELOPMENT OF ELEMENTS OF AGROTECHNOLOGIES FOR ITS SEED PRODUCTION

The purpose of these studies was to obtain a medium-early variety of table watermelon Medunok. To study the dependence of seed yield on the area of nutrition, as well as the growing season, yield and biochemical composition of fruits. In the research, a variety of table watermelon Medunok included in the State Register was used. In the course of these studies, all observations and records were carried out in accordance with the Methodology of the state variety testing and the Methodology of field experience. The characteristics of the varieties used for crossing as maternal and paternal forms are given. The results of scientific studies of the effect of the size of the nutrition area of table watermelon plants during its production on seed purposes are presented. A comparative analysis of the structure of the harvest of table watermelon fruits with different feeding areas is given. The dependence of the area of nutrition of table watermelon plants and the yield of seeds per unit area is noted. The yield for the analyzed period varies from 13.5 t/ha to 24.5 t/ha. The highest yield was observed with a feeding area of 2.10 m² and averaged 22.4 t/ha. The growing season is shorter when using a 1.05 m² feeding area and was 72 days. The maximum effect of obtaining table watermelon seed material was achieved from the use of a feeding area of 2.10 m², with a sowing scheme of 2.1 x 1.0 m. According to the results of biochemical analysis of watermelon fruits, the dry matter content of the Medunok variety varied from 13.8 % to 14.6 %. The total sugar content is 10.45-11.35 %, vitamin "C" - 6.23 - 9.64 mg /%.

Key words: table watermelon, growing season, yield, breeding, seed production, variety, feeding area, yield, seed yield per unit of feeding area.

Введение

Реализация программы обеспечения продовольственной безопасности России в XXI в. происходит за счет инновационных ресурсов по пяти приоритетным направлениям, одними из которых является селекция и семеноводство [5]. Создание новых сортов, более продуктивных и отзывчивых на интенсивные приемы возделывания, требуют разработки новых элементов агротехники, адаптированных к различным почвенно-климатическим и агротехническим условиям [9]. Арбузы, *Citrullus Schrad.*, от-

носятся к числу наиболее широко выращиваемых овощных культур в более теплых странах мира [19, 21]. Обеспечение бахчеводов высококачественным, с высокой сортовой чистотой, семенным материалом бахчевых культур является важнейшим условием решения задач импортозамещения и повышения эффективности производства в агропромышленном комплексе, и наше исследование были направлены на решение этих задач [2].

В последние годы площади возделывания под посевами арбузов значительно расширились по

всей России. Вводимые ограничения на поставку в нашу страну посевного материала и готовой продукции обусловили необходимость перехода на собственные сорта, семена и использования потенциала отечественной селекции. Таким образом, должно быть направление селекционной работы с культурой арбуза [14].

В Волгоградской области эффективно работает Быковская бахчевая селекционная опытная станция. Сотрудники станции разрабатывают научные основы ведения селекции и семеноводства бахчевых культур для регионов РФ, занимаются созданием сортов и гибридов бахчевых культур [1, 4].

Модель сорта является теоретически достижимым идеальным типом растений, потенциальные возможности которого отвечают задачам селекции. После создания модели сорта необходимо подобрать материал, который при определенной схеме скрещиваний обеспечит желаемую генетическую изменчивость в селекционируемой популяции и установит генетический состав будущего сорта [12, 18, 22].

Основными этапами по селекции арбуза столового является:

- формирование коллекции образцов арбуза столового с генетическим разнообразием по срокам созревания и продуктивности, по устойчивости к основным заболеваниям, по вкусовым качествам и по другим важным хозяйственно-ценным признакам;

- селекция арбуза столового на высокую продуктивность, хорошие вкусовые качества и товарность, на устойчивость к болезням;

- оценка полученных сортов и гибридов, экологические испытания и передача в Госсортоиспытание [6].

Сортообновление овощных и бахчевых культур практически не ведется из-за отсутствия семян элиты. Потребность в семенах элиты бахчевых культур составляет 30-35 тонн в год. Производство оригинальных семян и элиты – это продолжение селекционного процесса по сохранению ценных качеств выведенных и улучшенных районированных сортов [7].

Цель исследований

Определить взаимосвязь выхода семян от площади питания в получении среднераннего сорта.

Материалы и методы

Опыты закладывали в 2020–2022 годах на Быковской бахчевой селекционной опытной станции, в богарных условиях. Объектом исследования являлся сорт арбуза столового среднераннего срока созревания Медунка селекции станции. В селекционной работе использовали классические методы: межсортовую гибридизацию, индивидуальный и семейный отбор. Также велась работа с использованием методов индивидуального и индивидуально-семейственного отбора с оценкой по потом-

ству, массовые отборы, метод «половинок» через питомники размножения. Исследования проводили с использованием существующих методик, рекомендаций, стандартов [10, 15].

Испытание проводили по основным хозяйственным – ценным признакам: урожайность, качество плодов, высоким содержанием сухого вещества, устойчивостью к био- и абиотическим факторам среды. Во время вегетации проводили фенологические наблюдения и фазам роста и развития. Во время созревания – полевой и органолептический анализы плодов, оценку по морфологическим признакам, качественным показателям, учёт урожая и выход семян. Изучали зависимость величины урожайности, вегетационного периода и выхода семян от площади питания растений арбуза столового. Были изучены площади питания: 3,15 м² (контроль), 1,05 м², 2,1 м², 4,2 м² [16, 17]. Схемы посева, м: 2,1 x 1,0; 2,1 x 1,5; 2,1 x 0,5; 2,1 x 2,0. Повторность опыта 3-х кратная. Расположение делянок систематическое.

Схема опыта:

- 1 вариант - площадь питания 1,05 м²;
- 2 вариант - площадь питания 2,10 м²;
- 3 вариант - площадь питания 3,15 м² - St;
- 4 вариант - площадь питания 4,2 м².

Результаты и обсуждение

Подбор исходного материала, который является геноносителем нужных признаков это важный этап селекционной работы.

Формирование генетической коллекции бахчевых культур основано на изучении образцов различного экологогеографического происхождения, сосредоточенных в мировой коллекции ВИР, которые обладают широким спектром внутривидовой и межвидовой изменчивости [13].

Прежде чем приступить к скрещиванию, необходимо ясно представить, какими хозяйственными и биологическими признаками должен обладать будущий сорт, и на основе этого подходить к подбору исходного материала [8, 20].

При подборе родительских форм для скрещивания необходимо хорошо знать происхождение, условия существования и биологию развития выбранных исходных форм [3].

В селекции тыквенных культур широко применяется принцип подбора пар из географически отдалённых мест. Потомство от такого скрещивания получается более жизненным, более пластичным и лучше адаптируется к условиям внешней среды [11].

Для получения модели сорта среднераннего срока созревания с высоким содержанием сухого вещества, дружным созреванием плодов, устойчивостью к неблагоприятным условиям произрастания было проведено скрещивание родительских форм в гибридном питомнике и получена гибридная комбинация 679.

Из коллекции ВИР выделен сорт арбуза Hazeka раннего срока созревания, вегетационный период 72–75 суток. Плоды округлой формы. Фон плода зелёный, без рисунка. Масса плода 4,0–6,0 кг. Мякоть розовая. Содержание сухих веществ 9,0–10,6 %. Засухоустойчив. Образец был выбран в качестве отцовской формы для гибридизации.

В качестве материнской формы подобрали урожайный с высокими вкусовыми качествами сорт арбуза (Быковской опытной станции) – среднеспелый сорт, вегетационный период 83–88 суток. Плоды шаровидной формы. Фон плода тёмно-зелёный, рисунок – чёрные едва заметные полосы. Масса плода 3,0–4,0 кг. Мякоть розовая, зернистая. Содержание сухих веществ 9,0–11,0 %. Достоинство многоплодность.

В 1994 г. была проведена искусственная гибридизация и получено F_0 . На второй год в гибридном питомнике была получена гибридная популяция 679 и изолирована от других гибридов. Эта популяция отработывалась в течение пяти лет от F_1 до F_5 .

В селекционном питомнике отобранные образцы испытывали по закреплению однородности селекционных признаков. Гибридные популяции размещали изолировано. Наиболее перспективные популяции, отобранные в селекционном питомнике, изучали в контрольно-элитном питомнике. Лучшие образцы, отвечающие требованиям поставленной задачи, проходили испытание сначала в питомнике предварительного испытания, а затем в питомнике конкурсного испытания в течение 3-х лет. В процессе работы проводили отбор по закреплению селекционных признаков.

По положительным результатам станционного сортоиспытания сорт арбуза среднераннего срока

созревания Медунок был размножен и передан в Государственное сортоиспытание в 2013 г. В 2016 г. сорт Медунок включен в Государственный реестр селекционных достижений.

Медунок – получен в результате ручного скрещивания с последующим индивидуальным и семейственным отбором.

Медунок - сорт среднераннего срока созревания. Вегетационный период 75–80 дней. Растение средней мощности, длиноплетистое, длина главной плети более 2,5 метров. Стебель средней толщины, слабоопушённый. Листовая пластинка сильно-рассечённая с узкими долями, окраска пластинки зелёная. Опыление перекрестное. Завяз среднего размера, слабоопушённая. Форма плода шаровидная, поверхность гладкая. Фон плода тёмно-зелёный, рисунок едва заметные чёрные узкие полосы. Масса товарного плода от 7,0 до 11,0 кг. Мякоть ярко-розовая, зернистая, нежная, сочная, сладкая. Содержание сухих веществ в соке плода от 11,0 до 12,0 %, в отдельных плодах до 14,0 %. Ценность сорта: устойчивость к неблагоприятным условиям среды – переносит временное понижение температуры и засуху, обладает хорошей транспортабельностью. Назначение: для получения товарной продукции и продуктов технической переработки.

Одним из важных показателей выращивания арбуза столового на семенные цели, является выход семян с единицы площади. Для этого проводили испытания нового сорта на различных площадях питания. Всего было исследовано 3 схемы посева на фоне контроля с площадью питания 3,15 м². Результаты проведенных испытаний представлены в таблице 1.

Таблица 1. Влияние площади питания растений арбуза столового Медунок на выход семян, урожайность, вегетационный период

Варианты опыта	Продолжительность вегетационного периода, сут.	Урожайность, т/га	Средняя масса плода, кг	Выход семян, кг/га
2020 год				
Площадь питания 1,05 м ²	75	18,8	3,4	112,05
Площадь питания 2,10 м ²	76	24,5	4,1	153,68
Площадь питания 3,15 м ² , St	79	15,7	4,9	90,20
Площадь питания 4,2 м ²	82	13,5	5,6	84,27
НСР ₀₅		0,71 т/га		
2021 год				
Площадь питания 1,05 м ²	68	22,5	3,4	117,6
Площадь питания 2,10 м ²	72	19,2	2,6	157,5
Площадь питания 3,15 м ² , St	75	16,8	3,6	134,4
Площадь питания 4,2 м ²	80	14,2	4,1	99,4
НСР ₀₅		0,75 т/га		
2022 год				
Площадь питания 1,05 м ²		20,4	2,8	102,2
Площадь питания 2,10 м ²		23,5	3,7	117,6
Площадь питания 3,15 м ² , St		18,7	4,0	93,7

Продолжение таблицы 1

Варианты опыта	Продолжительность вегетационного периода, сут.	Урожайность, т/га	Средняя масса плода, кг	Выход семян, кг/га
Площадь питания 4,2 м ²		14,1	4,4	70,3
НСР ₀₅		0,75 т/га		
среднее за три года				
Площадь питания 1,05 м ²		20,5	3,2	110,6
Площадь питания 2,10 м ²		22,4	3,5	142,9
Площадь питания 3,15 м ² , St		17,1	4,2	106,1
Площадь питания 4,2 м ²		13,9	4,7	84,6
НСР ₀₅		0,75 т/га		

Результаты исследований за три года показали, что уменьшение площади питания при выращивании среднераннего арбуза Медунок оказывает влияние на продолжительность вегетационного периода. Загущение посевов приводит к более быстрому созреванию плодов, на 3 суток раньше при площади питания 2,10 м² и от 4 до 7 суток раньше при площади питания 1,05 м² по сравнению с контрольным вариантом. При увеличении площади питания до 4,2 м² вегетационный период увеличился в среднем на 5 суток.

Выявлена зависимость урожайности от площади питания и схемы посева у сорта арбуза Медунок. На контрольном варианте, площадь питания 3,15 м², был получен урожай плодов арбуза в среднем за три года 17,1 т/га. При увеличении площади питания до 4,2 м² урожайность снизилась на 18,7 %

по сравнению с контрольным вариантом. Самая высокая урожайность была получена в варианте с использованием площади питания 2,10 м², на 31,0 % больше по сравнению с площадью питания 3,15 м². В варианте с площадью питания 1,05 м², урожайность увеличилась на 19,9 % в сравнении с контрольным вариантом.

При производстве арбуза на семенные цели, важным показателем является выход семян с единицы площади. Как показали результаты исследований, загущение посевов арбуза оказывает положительное действие на выход семян с единицы площади. Так, при снижении площади питания с 3,15 м² до 2,10 м² выход семян увеличился на 34,6 %. При площади питания 1,05 м² выход семян увеличился на 4,24 %. При увеличении площади питания выход семян уменьшился на 20,26 % в сравнении с контрольным вариантом.

Таблица 2. Биохимический состав плодов арбуза столового Медунок

Название сорта	Сухое вещество, %	Общий сахар, %	Моносахара, %	Фруктоза, %	Сахароза, %	Глюкоза, %	Витамин «С», мг/%	Кислотность, %	Нитраты, мг/кг
2020 год									
Медунок	14,2	11,35	3,70	2,36	7,70	1,34	9,64	0,134	13,9
2021 год									
Медунок	13,8	11,35	4,75	3,08	6,60	1,67	6,23	0,107	10,5
2022 год									
Медунок	14,6	10,45	3,90	2,72	6,55	1,18	7,29	0,107	14,6
НСР ₀₅	0,40	0,28					0,20		

По результатам испытания за три года плодов арбуза по содержанию сухого вещества у сорта Медунок показатели варьировали от 13,8 % до 14,6 %. Содержание общего сахара – 10,45-11,35 %, витамина «С» - 6,23 - 9,64 мг/%. Содержание нитратов, показатель, определяющий экологическую чистоту продукта, не превышало ПДК (60 мг/кг) (табл. 2).

Выводы

В результате целенаправленной селекционной работы получен среднеранний сорт арбуза Медунок.

Содержание сухого вещества у сорта Медунок

в среднем составило 14,2 %, общего сахара – 11,05 %, витамина «С» - 7,72 мг/%. Содержание нитратов не превысил ПДК (60 мг/кг).

При создании сорта разрабатывались агротехнические приемы для увеличения выхода семян с единицы площади для данного сорта. По результатам исследований выявили, что при выращивании семян сорта Медунок наиболее эффективной является площадь питания 2,10 м². Урожайность плодов на этой площади составила в среднем за три года 22,4 т/га и выход семян составил в среднем 142,9 кг/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буренин, В.И. Роль сорта при импортозамещении (на примере овощных культур) / В. И. Буренин, А. М. Артемьева // Овощи России. - Москва, 2018. - № 2.- С. 10-14.
2. Варивода, Е.А. Влияние площадей питания на индекс плода в первичном семеноводстве арбуза / Е. А. Варивода, Т. Г. Колебошина, Н. Г. Байбакова и др. // Овощи России. - Москва, 2018. - № 5. - С. 36-39.
3. Варивода, Е.А. Результаты изучения и использования генетических коллекций в селекции арбуза / Е.А. Варивода, И.Н. Бочерова, Е.С. Масленникова // Орошаемое земледелие. - Волгоград, 2020. - № 2. - С. 25-28.
4. Галичкина, Е.А. Биохимические показатели сортов арбуза различных групп спелости и их динамика в результате селекционных отборов / Е. А. Галичкина, Е. А. Варивода, Н. В. Кобкова // Орошаемое земледелие. - Волгоград, 2019. - № 2. - С. 44-45.
5. Ерофеев, А.А. Семеноводство многолетних трав – основа инновационных преобразований в республике Мордовия / А. А. Ерофеев, В. И. Каргин, Р. А. Захаркина // Вестник Чувашской ГСХА. – 2017. - № 3. - С. 15-18.
6. Козловская, Е.А. Внутрисортные скрещивания как метод повышения адаптивного потенциала исходного материала / Е. А. Козловская, О. Н. Пышная, М. И. Мамедов и др. // Овощи России. - Москва, 2017. - № 5. — С.18 – 20.
7. Колебошина, Т.Г. Первичное семеноводство как основа для получения оригинальных и элитных семян бахчевых культур / Т. Г. Колебошина, Г. С. Егорова, Е. А. Варивода и др. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - Волгоград, 2016. - № 3(43). — С. 30-35.
8. Корнилова, М.С. Изучение исходного материала для использования в селекционном процессе по созданию новых сортов дыни / М. С. Корнилова, Е. А. Варивода // Орошаемое земледелие. - Волгоград, 2019. - № 4. - С. 17-20.
9. Кулякина, Н.В. Влияние площади питания на продуктивность растений огурца различных сроков созревания / Н. В. Кулякина, Г. А. Кузьмицкая // Евразийский союз ученых. - 2014. - № 8-10. - С. 82-84.
10. Литвинов, С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С. С. Литвинов. - М. Россельхозакадемия. - 2011. - С. 125.
11. Малуева, С.В. Качественные показатели новых и перспективных сортов и гибридов арбуза / С. В. Малуева, И. Н. Бочерова, Н. Б. Рябчикова // Сборник научных трудов элементы технологии возделывания, хранение, переработка овощных и бахчевых культур. - Астрахань, 2018. - С. 30-33.
12. Малуева, С.В. Этапы процесса при создании сорта арбуза Малахит / С. В. Малуева, Е. А. Варивода, И. Н. Бочерова // Овощи России. - Москва, 2019. - № 2. - С. 31-33.
13. Малуева, С.В. Использование исходного материала в селекции арбуза и дыни / С. В. Малуева, И. Н. Бочерова, М.С. Корнилова // ИЗВЕСТИЯ ФНЦО. -2020. - № 2. - С. 68-72.
14. Сирота, С.М. Состояние семеноводства овощебахчевых культур в рф и продовольственная безопасность страны / С. М. Сирота, Е. Г. Козарь, Ю. Н. Николаев // Овощи России. - 2017. - № 2.- С. 7-13.
15. Фурса, Т.Т. Селекция бахчевых культур / Т. Т. Фурса // Методические указания. - Л., - 1988. - С. 78.
16. Варивода, Е.А. Роль первичного семеноводства бахчевых культур в сохранении биологических особенностей сортов / Е. А. Варивода, Н. В. Кобкова, Е. С. Масленникова, И. Н. Бочерова // сб. научных трудов Мировые научно-технологические тенденции социально-экономического развития АПК и сельских территорий. - Волгоград. - 2018.- С. 224-228.
17. Кобкова, Н. В. Влияние площадей питания на сортовые признаки арбуза столового среднераннего срока созревания сорта Медунок в семеноводстве / Н. В. Кобкова, Е. А. Галичкина, В. А. Сухов, А. Г. Кузин // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в современных экономических условиях: Материалы Международной научно-практической конференции, Волгоград, 10–12 февраля 2021 года. Том I. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет. - 2021. – С. 267-270.
18. Foltyn, J. Determination of the quantitative characteristics of wheat and barley ideotype for Central Europa / J. Foltyn // Stl.agric bohemse, 1977. - V.9. - № 1.- P. 13-19.
19. Paris H. S. Origin and emergence of the sweet dessert watermelon, *Citrullus lanatus*. / Harry S. Paris// Annals of Botany. - 2015. - Volume 116. - Issue 2. - Pages 133–148. <https://doi.org/10.1093/aob/mcv077>.
20. Grumet, R. Genetic Resources and Vulnerabilities of Major Cucurbit Crops / Rebecca Grumet, James D. McCreight, Cecilia McGregor, Yiqun Weng, Michael Mazourek, Kathleen Reitsma, Joanne Labate, Angela Davis and Zhangjun Fei// Genes. 2021, doi.org/10.3390/genes12081222.
21. Wu, S. Genome of 'Charleston Gray', the principal American watermelon cultivar, and genetic characterization of 1,365 accessions in the US National Plant Germplasm System watermelon collection / S. Wu, X. Wang, U. Reddy, H.H. Sun, K. Bao, L.Gao, et al. // Plant Biotechnol. J. - 2019. - 17. - 2246–2258.
22. Yin, X. Grop modeling, QTL mapping, and their complementary role in plant breeding / X. Yin, P. Stam, M.J. Kropff, A.H. Schapendonk// Agronomy Journal. - 95. - 2003. - P. 90-98.

REFERENCES

1. Burenin, V.I. The role of varieties in import substitution (on the example of vegetable crops) / V.I. Burenin, A.M. Artemyeva // Vegetables of Russia. - 2018. - № 2.-P. 10-14.
2. Varivoda, E.A. The influence of nutrition areas on the fruit index in the primary seed production of watermelon / E.A. Varivoda, T.G. Koleboshina, N.G. Baibakova, N.V. Kobkova, D.S. Shaposhnikov // Vegetables of Russia. - 2018. - № 5. - P. 36-39.
3. Varivoda, E.A. Results of studying and using genetic collections in watermelon breeding / E.A. Varivoda, I.N. Bocharova, E.S. Maslennikova // Irrigated agriculture. - 2020. - № 2. - P. 25-28.
4. Galichkina, E.A. Biochemical parameters of watermelon varieties of different maturity groups and their dynamics as a result of selection selections / E.A. Galichkina, E.A. Varivoda, N.V. Kobkova // Volgograd. Irrigated agriculture. - 2019. - № 2. - P. 44-45
5. Erofeev, A.A. Seed production of perennial herbs – the basis of innovative transformations in the Republic of Mordovia / A.A. Erofeev, V.I. Kargin, R.A. Zakharkina // Bulletin of the Chuvash State Agricultural Academy. – 2017. – № 3. – P. 15-18.

6. Kozlovskaya, E.A. Intraport crosses as a method of increasing the adaptive potential of the source material / E.A. Kozlovskaya, O.N. Pyshnaya, M.I. Mammadov, E.A. Jones, O.A. Mitrofanova // Vegetables of Russia. – 2017. – № 5.– P.18-20.
7. Kaleboshina, T.G. Primary seed production as a basis for obtaining original and elite seeds of melon crops / T. G. Kaleboshina, G. S. Egorova, E. A. Varivoda, N. V. Kobkova // Proceedings of the Nizhnevolskiy agrouniversitetskiy complex: Science and higher professional education. – 2016. – № 3(43). – P. 30-35.
8. Kornilova, M.S. Study of the source material for use in the breeding process for the creation of new varieties of melon / M.S. Kornilova, E.A. Varivoda // Irrigated agriculture. - 2019. - № 4. - P. 17-20.
9. Kulyakina, N.V. The influence of the nutrition area on the productivity of cucumber plants of different maturation periods / N.V. Kulyakina, G.A. Kuzmitskaya // Eurasian Union of Scientists. – 2014. - № 8-10. - P. 82-84.
10. Litvinov, S. S. Methodology of field experience in vegetable growing / S. S. Litvinov // M. Rosselkhoznadzor. - 2011. – P. 125.
11. Malueva, S.V. Qualitative indicators of new and promising varieties and hybrids of watermelon / S.V. Malueva, I.N. Bocharova, N.B. Ryabchikova // Collection of scientific papers elements of technology of cultivation, storage, processing of vegetable and melon crops. – Astrakhan. – 2018. - P. 30-33.
12. Malueva, S. V. Stages of the process when creating a watermelon variety Malachite / S.V. Malueva, E.A. Varivoda, I.N. Bocharova // Vegetables of Russia. - 2019. - № 2. - P. 31-33.
13. Malueva, S.V. The use of the source material in the selection of watermelon and melon / S.V. Malueva, I.N. Bocharova, M.S. // IZVESTIYA FNTSO. - 2020. - № 2. - P. 68-72.
14. Sirota, S.M. The state of seed production of vegetable and berry crops in the Russian Federation and food security of the country / S.M. Sirota, E.G. Kozar, Yu.N. Nikolaev // Vegetables of Russia. – 2017. - № 2. – P.7-13.
15. Fursa, T. T. Selection of melon crops / T. T. Fursa // Methodical instructions. - L., 1988. – P. 78
16. Varivoda, E.A. The role of primary seed production of melon crops in the preservation of biological characteristics of varieties / E.A. Varivoda, N.V. Kobkova, E.S. Maslennikova, I.N. Bocharova // Collection of scientific papers World scientific and technological trends in the socio-economic development of agriculture and rural areas. - Volgograd. - 2018.- P. 224-228
17. Kobkova, N. V. The influence of nutrition areas on the varietal characteristics of table watermelon of the mid-early ripening period of the Medunok variety in seed production / N. V. Kobkova, E. A. Galichkina, V. A. Sukhov, A. G. Kuzin // Innovative technologies in the agro-industrial complex in modern economic conditions: Materials of the International Scientific and Practical Conference, Volgograd, 10-12, 2021. Volume I. – Volgograd: Volgograd State Agrarian University. - 2021. – P. 267-270.
18. Foltyn, J. Determination of the quantitative characteristics of wheat and barley ideotype for Central Europe / J. Foltyn // Stl.agric bohems, 1977.- V. 9.- № 1.- P.13-19
19. Paris, H. S. Origin and emergence of the sweet dessert watermelon, *Citrullus lanatus*. / Harry S. Paris// Annals of Botany. - 2015. - Volume 116. - Issue 2. - Pages 133–148.
20. Grumet, R. Genetic Resources and Vulnerabilities of Major Cucurbit Crops / Rebecca Grumet, James D. McCreight, Cecilia McGregor, Yiqun Weng, Michael Mazourek, Kathleen Reitsma, Joanne Labate, Angela Davis and Zhangjun Fei// Genes. 2021, doi.org/10.3390/genes12081222.
21. Wu, S. Genome of 'Charleston Gray', the principal American watermelon cultivar, and genetic characterization of 1,365 accessions in the US National Plant Germplasm System watermelon collection / S. Wu, X. Wang, U. Reddy, H.H. Sun, K. Bao, L.Gao, et al. // Plant Biotechnol. J. - 2019. - 17. - 2246–2258.
22. Yin, X. Grop modeling, QTL mapping, and their complementary role in plant breeding / X. Yin, P. Stam, M.J. Kropff, A.H. Schapendonk// Agronomy Journal. - 95. - 2003. - P. 90-98.

Ирина Николаевна Бочерова

Научный сотрудник отдела селекции арбуза
E-mail: BBSOS34@yandex.ru

Irina Nikolaevna Bocharova

Researcher of the Watermelon Breeding Department
E-mail: BBSOS34@yandex.ru

Наталья Викторовна Кобкова

Научный сотрудник отдела первичного семеноводства
E-mail: BBSOS34@yandex.ru

Natalia Viktorovna Kobkova

Researcher of the Department of Primary Seed Production
E-mail: BBSOS34@yandex.ru

Все: Быковской бахчевой селекционной опытной станции – филиала ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»
404067, Волгоградская область, Быковский район, посёлок Зелёный, ул. Сиреневая, д.11

All: Bykovskaya Melon Breeding Experimental Station – branch of the Federal Research Center of Vegetable Growing
11, Lilac street, village Green, Bykovsky district, Volgograd region, 404067, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2023-60-3-70-75
УДК:632.4.01:635.34

Королева С.В., канд. с.-х. наук,
Полякова Н.В.,
Пистун О.Г.
г. Краснодар, Россия

ВРЕДНОСНОСТЬ АЛЬТЕРНАРИОЗА НА СЕЛЕКЦИОННОМ УЧАСТКЕ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ В УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРА

Капуста белокочанная позднего срока созревания при выращивании на юге испытывает, многочисленными стрессами, в том числе, поражение различными инфекционными заболеваниями. Одним из таких заболеваний является альтернариоз, вызываемый грибами рода *Alternaria brassicae* и *Alternaria brassicicola*. Альтернариоз распространен повсеместно, но наиболее частые вспышки происходят в районах с повышенной влажностью. Основными источниками первичной инфекции являются зараженные грибами рода *Alternaria* семена, растительные остатки, зимующие в поле, а также почва. В условиях юга наибольшая вероятность распространения *Alternaria brassicicola*, который вызывает черный бактериоз. Выращивание толерантных гибридов капусты, в том числе, к альтернариозу предполагает минимальное количество обработок фунгицидами, что желательно в системе защиты культуры. Выращивание капусты белокочанной на небольших площадях (0,3-0,5 га) без уборки растительных остатков в системе севооборота общей площадью 6 га способствовало накоплению в почве инокулюма возбудителя рода *Alternaria*, который при наступлении благоприятных условий по влажности и температуре в августе 2021 г. и 2022 г., дал вспышку заболевания. В такие годы (2021 г. и 2022 г.) проявление альтернариоза на листьях среднего яруса (2021 г.) в средней и сильной степени наблюдалось на 83 % образцов, на кочанах (2022 г.) – на 57,5 %. По результатам 4-х летних наблюдений в конкурсном испытании можно выделить очень высоко толерантный гибрид (Ges1 x Hn861) F₁, на котором отмечено минимальное поражение – не более 10 % растений, гибриды Викторина и Сударыня также имели высокую толерантность – не более 25 % пораженных растений.

Ключевые слова: капуста белокочанная, гибрид F₁, альтернариоз, *Alternaria brassicicola*.

HARMFULLNESS OF ALTERNARIA BLIGHT ON WHITE CABBAGE BREEDING PLOT IN CONDITIONS OF KRASNODAR

Late ripening white cabbage when grown in the south experiences numerous stresses, including damage by various infectious diseases. One of these diseases is Alternaria caused by fungi of the genus *Alternaria brassicae* and *Alternaria brassicicola*. Alternariosis is ubiquitous, but most outbreaks occur in areas with high humidity. The main sources of infection are seeds, spores carried by wind and air, post-harvest residues in the topsoil of infected cabbage crops. One of these diseases is Alternaria blight caused by fungi *Alternaria brassicae* and *Alternaria brassicicola*. In southern conditions, *Alternaria brassicicola*, which causes black bacteriosis, is most likely to spread. Cultivation of tolerant cabbage hybrids, including tolerance to Alternaria blight, requires a minimum number of fungicide treatments, which is desirable in the crop protection system. Growing white cabbage in small areas (0.3-0.5 ha) without harvesting plant residues in a crop rotation system with a total area of 6 ha contributed to the accumulation of the inoculum of *Alternaria* pathogen in the soil, which, when favorable conditions for humidity and temperature had occurred in August 2021 and 2022, gave an outbreak of the disease. In such years (2021 and 2022), the manifestation of Alternaria blight on leaves of the middle tier (2021) was observed to a medium and strong degree in 83 % of samples, on cabbage heads (2022) - by 57.5 %. According to the results of 4 years of observations in a competitive test, a very highly tolerant F₁ hybrid (Ges1 x Hn861) can be distinguished, on which minimal damage is noted - no more than 10 % of plants, hybrids Victorina and Sudarynya also had high tolerance - no more than 25 % of affected plants.

Key words: white cabbage, F₁ hybrid, Alternaria blight, *Alternaria brassicicola*.

Введение

Одним из наиболее вредоносных заболеваний капустных культур, вызываемый возбудителями рода *Alternaria brassicae* и *Alternaria brassicicola*, является альтернариоз.

Основные источники инфекции - это зараженные грибами рода *Alternaria* семена, послеуборочные остатки в верхнем слое почвы капустных культур.

Заболевание может проявить себя на различных этапах развития растения: всходах, в период формирования кочана, хранения и на семенниках. Альтернариоз распространен повсеместно, но наиболее частые вспышки происходят в районах с повышенной влажностью.

Результаты исследований прошлых лет указывают на то что, в ряде областей Центрального

федерального округа в отдельных регионах Северо-Запада, Поволжья и Сибири отмечено умеренное распространение альтернариоза капусты и рапса [6]. Наиболее интенсивно развивалось данное заболевание в Брянской и Калининградской областях, где распространение болезни часто достигало 100 %, а развитие в среднем составляло 28 и 23 % (до 46), соответственно. Максимальное распространение альтернариоза капусты также зафиксировано в Брянской области [3].

Возбудителями альтернариоза являются несколько видов грибов рода *Alternaria*. В случае заражения растений возбудителем вида *Alternaria brassicicola* на листьях формируются черно-сажистые пятна, которые после сливаются. олее крупные коричневые пятна с образующимися спорами черно-коричневой окраски свойственны виду. В условиях Южного федерального округа (ЮФО) самым распространенным и вредоносным является *Alternaria brassicicola* (Schw.) Wiltis. Он считается более теплолюбивым и хорошо развивается при температуре 20-30 °С. Симптоматика заболевания на начальном этапе слабо выражена и может проявиться через два-три дня после заражения, а визуально определить инфекцию не всегда удается вовремя, потому, как патоген развивается на нижних листьях растения, образуя вначале желтоватые, а затем концентрические округлые пятна с темным налетом. Через время пятна на листовой поверхности увеличиваются в диаметре, вызывая преждевременную гибель листьев [4, 9]. В случае заражения растений возбудителем вида *Alternaria brassicicola* на листьях формируются черно-сажистые пятна, которые после сливаются. Альтернариоз, вызванный *Alternaria brassicicola*, получил название «черный альтернариоз». Виду *Alternaria brassicae* свойственны более крупные коричневые пятна с образующимися спорами черно-коричневой окраски. В дальнейшем центры пятен отмирают, образуя отверстия на листьях. В результате чего нижние листья отмирают, а инфекция постепенно переходит на средний и верхний яруса розетки. При сильном развитии альтернариоза может поражаться кочан, особенно, у восприимчивых образцов.

Зачастую применение эффективных фунгицидов на посадках капусты сдерживает распространение заболевания, но не исключает его уничтожение полностью. Кроме того, минимальные участки поражения на растениях капусты являются очагом для развития вторичных инфекций, например таких, как слизистый бактериоз. Отмирание нижних листьев постепенно приводит к уменьшению фотосинтетической зоны, что приводит к угнетению обменных процессов внутри растения, в результате чего кочан, либо теряет в массе или становится нетоварным. В некоторых случаях снижение уро-

жайности может достигать 20-50 % [8].

К основным способам контроля альтернариоза капусты относят соблюдение севооборота, уничтожение растительных остатков, использование для посева здоровых семян, выращивание толерантных гибридов.

В соответствии с разнообразием климатических условий зон РФ и повсеместным выращиванием капусты белокочанной требования к гибридам имеют определенные различия. Поздние гибриды, выращиваемые в Северо-Кавказском регионе, должны формировать высокий урожай в условиях воздушной засухи, высоких температур и более короткого светового дня. Гетерозисные гибриды капусты должны обладать комплексной устойчивостью к основным болезням и вредителям, наиболее опасным в регионе.

Необходимо отметить, что возделывание восприимчивых гибридов влечет за собой большие затраты на химические обработки, ставя под угрозу получение запланированного урожая. В случае заражения альтернариозом кочаны капусты недолговечны при хранении или транспортировке, что в последствии снижает рентабельность выращивания таких гибридов.

Таким образом, альтернариозная пятнистость в отдельные годы является опасным и стремительно развивающимся заболеванием, борьба с которым требует создания относительно устойчивого селекционного материала, на основе которого целесообразно получать устойчивые гибридные комбинации.

Необходимость создания новых гетерозисных гибридов, устойчивых к альтернариозу, обусловлена появлением новых форм патогена, а также увеличением жизнеспособности конидий изолятов *Alternaria Nees*, способных преодолеть иммунитет старого устойчивого сорта [7].

На сегодняшний день в Государственном реестре селекционных достижений насчитывается более 100 гетерозисных гибридов белокочанной капусты позднего срока созревания, но несмотря на разнообразие сортамента культуры, лидирующее положение на рынке семян занимают те гибриды процесс возделывания которых не только имеет малую энергоемкость, но и низкие трудозатраты, что напрямую связано с комплексной устойчивостью.

Многочисленные исследования свидетельствуют о том, что инфицированию *Alternaria brassicicola* способствует совокупность метеорологических факторов, а именно, температура 20-28 °С с удлиненным влажным периодом до 48 часов, а также повышенная влажность воздуха, приближенная к 100 %.

Надо отметить, что на естественном фоне заражения инфекция распространена неравномерно, что предполагает разную степень поражения вы-

ращиваемых гибридов. Поэтому оценку образцов необходимо проводить в течение ряда лет, чтобы получить достаточно точные данные по устойчивости.

Иногда достаточным для выявления устойчивых образцов является проведение учётов заражённости на коллекционных посевах в течение трёх лет. Это возможно в том случае, когда на коллекционных посевах ежегодно или с высокой регулярностью складываются все условия для сильного развития альтернариоза (благоприятная погода и наличие инокулюма).

Цель исследований

Выявить гибриды капусты белокочанной, высоко толерантные к возбудителю рода *Alternaria*.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в центральной почвенно-климатической зоне Краснодарского края в полевых условиях на селекционном участке ФГБНУ «ФНЦ риса» в 2019-2022 гг. Объект исследований гибриды F₁ капусты белокочанной поздней группы спелости. Рассадку позднеспелых гибридов выращивали в кассетах № 96 в открытом грунте. Посев проводился в 2019 и 2020 году – 8 мая, в 2021 и 2022 году – 5 и 7 мая, соответственно. При выращивании образцов придерживались рекомендациям по выращиванию капусты белокочанной на Кубани, разработанным в ФГБНУ «ФНЦ риса» [5]. Высадку в грунт производили в начале второй декады июня. Схема посадки в поле: (90+50) /2х50 см, 28,6 тыс. га. Предпосевное удобрение (нитроаммофоску) вносили под весеннюю культивацию из расчета 100 кг по д. в, аммиачную селитру вносили в рядки из расчета – 200 кг/га или 70 кг N по д. в. В период вегетации была проведена подкормка через капельный полив из расчета 10 кг N по д. в. Способ полива – капельное орошение. Обработка от вредителей - 6 раз, от альтернариоза – 2 раза в 2022 году.

Позднюю капусту убирали в фазе массовой технической спелости кочанов - в 3-й декаде октября.

Учеты по степени развития и распространения альтернариоза на исследуемых гибридах проводили согласно методике по оценке устойчивости селекционного материала крестоцветных и паслёновых культур к альтернариозам, разработанной Ф.Б. Ганнибалом [2].

Как было сказано ранее, развитию *Alternaria brassicicola* способствует чередование жаркой и прохладной погоды, сопровождающееся увеличением влажности воздуха. В Краснодарском крае в благоприятные для развития заболевания годы первые проявления симптомов заболевания начинаются в августе, и активное развитие их приходится на сентябрь-октябрь.

Погодные условия первых двух лет исследований (2019 и 2020 гг.) являлись благоприятными для развития капусты. Так, в июле и августе среднемесячные показатели не превышали 27 °С. Необходимо отметить, что в июле, как в 2019 году, так и в 2020 году наблюдалось рекордное выпадение осадков в виде ливневых продолжительных дождей, что могло спровоцировать более позднее развитие альтернариоза на капусте (табл. 1).

Между 2021 и 2022 годами наблюдается схожая динамика по температурным показателям, так начиная с июня месяца и заканчивая сентябрем наблюдается небольшая разница между годами исследований примерно в 1-3 °С. В 2021 году выпадение осадков с июля по август было неравномерным по декадам и превышало средние многолетние показатели. Наиболее сильное развитие заболевания характерно для последних двух лет исследований (2021, 2022 гг.) что обусловлено, дождливым периодом в августе месяце. В результате резкого перепада влажности воздуха и температурного режима началось активное развитие и распространение альтернариоза.

Таблица 1. Метеорологические условия в период вегетации капусты поздней 2019-2022 гг.

Месяц	Декада	Температура воздуха, °С				Осадки, мм			
		2019 год	2020 год	2021 год	2022 год	2019 год	2020 год	2021 год	2022 год
Июнь	2	26,2	23,9	22,2	23,3	2,5	18,6	34	16
	3	25,5	24,9	25,4	21,6	22,4	1	41	142
Июль	1	24,3	27,9	24,9	24,4	1,0	18,2	66	0
	2	21,0	25,2	29,2	23,6	61,8	28,3	2	34,0
	3	23,7	26,3	26,6	23,2	67,7	58,8	20	29,1
За месяц		23,0	26,5	26,9	23,7	130,5	105,3	88,0	63,1
Август	1	21,2	25,8	29,2	25,7	10,0	6	24	17
	2	24,0	23,6	24,7	26,2	20,5	0,3	85	70,1
	3	25,9	24,2	27,1	26,8	0	5,1	4,0	3,1
За месяц		23,7	24,5	27,0	26,2	30,5	11,4	113	90,2
Сентябрь	1	22,0	24,2	16,2	20,0	18,0	88	21,2	1,0
	2	19,4	20,9	19,3	20,1	6,0	0	15,4	10,5
	3	14,2	20,2	14,1	18,3	17,2	0,9	53,8	28,2
За месяц		18,5	21,8	16,5	19,5	41,2	88,9	90,4	39,7

Продолжение таблицы 1

Месяц	Декада	Температура воздуха, °С				Осадки, мм			
		2019 год	2020 год	2021 год	2022 год	2019 год	2020 год	2021 год	2022 год
Октябрь	1	16,8	17,4	10,9	20,5	24,5	5,4	17,2	14,4
	2	16,4	12,5	12,5	12,3	6,1	9,5	0	0,7
	3	12,7	13,7	8,8	11,4	3,3	1,8	23	27,4
За месяц		15,3	14,5	10,7	14,7	33,9	16,7	40,2	42,5

Результаты и обсуждение

Наблюдения, проводимые в течение 4 лет позволили оценить перспективные и включенные в Госреестр гибриды, на различных по степени вредности естественных инфекционных фонах.

В таблице 2 представлены результаты по распространению *Alternaria brassicicola* на районированных

и перспективных гибридах по годам исследований. На опытных делянках научного центра заболевание впервые проявилось в 2019-2020 годах, распространение которого было единичным и не превышало 15 % в 2019 году и 10 % в 2020, за исключением гибрида (Бс1ф х Бр272-21п) процент поражения которого варьировал в пределах 15-60 %.

Таблица 2. Распространение альтернариоза в конкурсном испытании, 2019-2022 гг.

Гибрид F1	2019 год	2020 год	2021 год	2022 год
Илона	5-10	0	10-45	0-30
Доминанта	0-15	0-10	25-50	5-10
Орбита	0	0	10-45	20
Викторина	0-10	5	0-20	5-20
Гес1 х Хн861	0	10	0-5	5-5
Сударыня	5-10	0-10	15-25	5-15
Марьяна	0-15	0-10	40-100	30-50
Бс1ф х Бр272-21п	-	15-60	90-100	15-20
Агрессор	-	-	35	18

Интенсивное развитие заболевания зафиксировано в 2021 году на листьях среднего яруса розетки в 3-й декаде августа. Этому способствовали ливневые дожди во 2-й декаде августа и экстремально высокая температура. В 2022 году внешние условия во второй декаде августа повторили предыдущий год, что спровоцировало эпифитотию по данному заболеванию. В итоге, на фоне принимаемых методов борьбы, заболевание прогрессирует и распространилось в той или иной степени на кочаны селекционных образцов. Варьирование по повторностям указывает на то, что на селекционном участке существовали очаги поражения инфекцией, которые визуально определялись в местах понижения, где сложились более благоприятные условия для заражения.

По результатам 4-х летних наблюдений можно выделить высоко толерантный гибрид (Гес1 х Хн861), на котором отмечено минимальное поражение – не более 10 % растений, гибриды Викторина и Сударыня также имели высокую толерантность – не более 25 % растений, в группу среднеустойчивых попали гибриды Илона, Доминанта, Орбита, Агрессор, слабо устойчивыми оказались гибрид Марьяна и (Бс1ф х Бр272-21п).

Наблюдения и учеты поражения в питомнике F₁ гибридов на большом количестве образцов позволяет выявить перспективные, как по устойчивости, так и по признакам продуктивности. В то же время, можно проанализировать, какие линии, дают кон-

трастные гибриды по устойчивости и, возможно, исключить нежелательные комбинации при скрещивании.

Данные таблицы 3 показывают, что в 2019 году, отличающимся засушливым периодом в августе, распространение альтернариоза на кочанах проявлялось на 84 % образцов в очень слабой степени до 10 %; 10 % образцов показали слабое поражение, 6 % - поражены были в средней степени. В 2022 году, ввиду благоприятных условий для развития болезни в августе, и прогрессированием болезни во 2-ю фазу вегетации при формировании кочанов, отмечалось массовое поражение растений в той или иной степени. При этом 41 % образцов проявили себя, как высоко устойчивые и устойчивые, распространение болезни до 25 % при развитии симптомов от 0 до 14,7 %. Средне устойчивая группа была самой многочисленной и представлена 39 гибридами, что составило 32,5 %. Восприимчивые гибриды составили 25 % от общего количества. При этом, при оценке степени устойчивости следует обращать внимание на показатель развития болезни, который зависит от степени повреждения патогеном. В одной и той же группе оказались образцы со слабым и сильным развитием болезни, например, в IV варьирование развития болезни от 8,3 % до 75 %. Следует отметить, что восприимчивыми к заболеванию из IV группы по 2-м показателям – по распространенности и по развитию

болезни оказались 7 гибридов. Поэтому, важно учитывать оба показателя, так как при полигенной устойчивости, возможны различные системы защиты, в том числе, и сверхчувствительность, которая препятствует развитию очагов поражения на растении.

Таблица 3. Распространение альтернариоза на кочанах поздних гибридов, 2019, 2022 гг.

Распространение, %	2019 год		2022 год		
	Кол-во образцов, шт	Кол-во образцов, %	Кол-во образцов, шт	Кол-во образцов, %	Развитие болезни, %
0-10	59	84	19	15,8	0-4,2
10,1-25	7	10	32	26,7	2,6-14,7
25,1-50,0	4	6	39	32,5	6,6 – 31,2
50,1-100	0	0	30	25,0	8,3-75,0

Оценка образцов по поражению листьев среднего яруса розетки также в условиях, контрастных по влажности, показывает резко различающиеся результаты (табл. 4). Если в 2020 году распространение альтернариоза, в основном проявлялось в очень слабой и слабой степени, то в 2021 году, наоборот, эти группы составили только 17 %. Среднее и сильное распространение отмечалось

на 83 % растений. Это указывает на то, что в условиях, благоприятных для развития патогена и наличия инокулюма, альтернариоз получает широкое распространение на листьях розетки и для окончательной оценки гибрида на устойчивость необходимо провести оценку распространения болезни на кочанах во вторую половину вегетации – сентябрь, октябрь.

Таблица 4. Распространение альтернариоза на листьях среднего яруса розетки, 2020, 2021 гг.

Распространение, %	2020 год		2021 год	
	Кол-во образцов, шт.	Кол-во образцов, %	Кол-во образцов, шт.	Кол-во образцов, %
0-10	52	81	2	2,5
10,1-25	8	13	12	14,5
25,1-50,0	4	6	36	42,8
50,1- 100	0	0	34	40,2

Выводы

Выращивание капусты белокочанной на небольших площадях (0,3-0,5 га) без уборки растительных остатков в системе севооборота общей площадью 6 га способствует накоплению в почве инокулюма возбудителя рода *Alternaria*, который при наступлении благоприятных условий по влажности и температуре в августе, дает вспышку заболевания. В такие годы (2021 г. и 2022 г.) проявление альтерна-

риоза на листьях среднего яруса (2021 г.) в средней и сильной степени наблюдалось на 83 % образцов, на кочанах (2022 г.) – на 57,5 %. По результатам 4-х летних наблюдений в конкурсном испытании можно выделить высоко толерантный гибрид (Гес1 x Хн861), на котором отмечено минимальное поражение – не более 10 % растений, гибриды Викторина и Сударыня также имели высокую толерантность – не более 25 % пораженных растений.

ЛИТЕРАТУРА

- Гагкаева, Т. Ю. Патогенные свойства грибов родов *Alternaria* и *Fusarium*, выделенных из растений семейства Капустные / Т. Ю. Гагкаева, О. П. Гаврилова, А. С. Орина // Защита и карантин растений. – СПб, 2021. – № 9. – С. 29-32.
- Ганнибал, Ф. Б. Оценка устойчивости селекционного материала крестоцветных и пасленовых культур к альтернариозам / Ф. Б. Ганнибал., Е. Л. Гасич, А. С. Орина // Методическое пособие. – СПб. – 2011. – 40 с. – 2011.
- Ганнибал, Ф. Б. Альтернариозы сельскохозяйственных культур на территории России / Ф. Б. Ганнибал, А. С. Орина, М. М. Левитин // Защита и карантин растений. – 2010. – № 5. – С. 30-32.
- Королева, С. В. Создание гибридов F1 капусты белокочанной с комплексной устойчивостью на юге России / С.В. Королева, С. А. Дякунчак, С. А. Юрченко // Овощи России. – 2019. – № 4. – С. 16-20.
- Королева, С. В. Капуста белокочанная. Рекомендации по выращиванию на Кубани / С.В. Королева, В.Э.Лазько, А.Г. Левченко // под общ.ред. С.В. Гаркуши – Краснодар: ФГБНУ «ФНЦ риса», 2022. – 24 с.
- Лешкевич, Н. В. Развитие болезней в посевах сортов и гибрида озимого рапса в условиях Республики Беларусь / Н. В. Лешкевич // Земледелие и растениеводство. – 2022. – № 1. – С. 32-38.
- Маслова, А. А. Исходный материал для селекции капусты белокочанной с устойчивостью к болезням / А. А. Маслова, А. А. Ушаков, Л. Л. Бондарева // Селекция и семеноводство овощных культур. – 2014. – № 45. – С. 399-405.
- Humpherson-Jones, F. M. Survival of *Alternariabrassiccae* and *Alternariabrassicicola* on crop debris of oilseed rape and cabbage // Annals of Applied Biology. – 1989. – Т. 115. – № 1. – P. 45-50.
- Pawar, S. S. Cultural and Morphological Characterisation of *Alternariabrassicicola* Schwein. & Wiltshire. Associated with Leaf Spot Disease of Cabbage / S. S. Pawar, N. K. Khandare, G. G. Potdar // BIOINFOLET-A Quarterly Journal of Life Sciences. – 2023. – V. 20. – № 2a. – P. 195-197.

REFERENCES

1. Gagkaeva, T. Yu. Pathogenic properties of fungi of the genera *Alternaria* and *Fusarium* isolated from plants of the Cabbage family / T. Yu. Gagkaeva, O. P. Gavrilova, A. S. Orina // Protection and quarantine of plants. – 2021. – № 9. – P. 29-32.
2. Gannibal, F. B. Evaluation of the resistance of breeding material of cruciferous and nightshade crops to *Alternaria* / F. B. Gannibal., E. L. Gasich, A. S. Orina // Methodological guide, 2011. – 40 p. – 2011.
3. Gannibal, F. B. Alternariosis of agricultural crops in Russia / F. B. Gannibal, A. S. Orina, M. M. Levitin // Protection and quarantine of plants. – 2010. – № 5. – P. 30-32.
4. Koroleva, S.V. Creation of hybrids F 1 of white cabbage with complex resistance in the south of Russia / S.V. Koroleva, S. A. Dyakunchak, S. A. Yurchenko // Vegetables of Russia. – 2019. – № 4. – P. 16-20.
5. Koroleva, S. V. White cabbage. Recommendations for growing in the Kuban / S.V. Koroleva, V.E. Lazko, A.G. Levchenko // ed. S.V. Garkushi - Krasnodar. - FSBSI "FNC Rice", - 2022. - 24 p.
6. Leshkevich, N.V. Development of diseases in crops of varieties and hybrids of winter rapeseed in the conditions of the Republic of Belarus / N.V. Leshkevich // Agriculture and crop production. – 2022. – № 1. – P. 32-38.
7. Maslova, A. A., Ushakov, A. A., and Bondareva, L. L. Source material for breeding white cabbage with disease resistance, Breeding and seed production of vegetable crops. – 2014. – № 45. – P. 399-405.
8. Humpherson-Jones, F. M. Survival of *Alternaria brassicae* and *Alternaria brassicicola* on crop debris of oilseed rape and cabbage // Annals of Applied Biology. - 1989. - V. 115. - №1. - P. 45-50.
9. Pawar, S. S. Cultural and Morphological Characterization of *Alternaria brassicicola* Schwein. & Wiltshire. Associated with Leaf Spot Disease of Cabbage / S. S. Pawar., N. K. Khandare., G. G. Potdar // BIOINFOLET-A Quarterly Journal of Life Sciences. - 2023. - V. 20. - № 2a. – P. 195-197.

Светлана Викторовна Королева

Заведующая отделом овощеводства, ведущий
научный сотрудник
E-mail: agrotransfer@mail.ru

Svetlana Victorovna Koroleva

Head of Vegeculture Growing Department,
Leading Researcher
E-mail: agrotransfer@mail.ru

Нелли Владимировна Полякова

Научный сотрудник отдела
овощеводства
E-mail: nelshul1994@gmail.com

Nelli Vladimirovna Polyakova

Researcher of the Department of vegetable and
potato growing
E-mail: nelshul1994@gmail.com

Ольга Геннадьевна Пистун

Научный сотрудник отдела
овощеводства
E-mail: pistun-o@mail.ru

Olga Gennadievna Pistun

Researcher of the Department of vegetable and
potato growing
E-mail: pistun-o@mail.ru

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

All: FSBSI «FSC of rice»
3, Belozerny, Krasnodar, 350921, Russian

DOI 10.33775/1684-2464-2023-60-3-76-82
УДК: 635.649:631.526.3

Брагина О.А., канд. биол. наук,
Лыско И.А., канд. биол. наук,
Козлова И.В.,
Решетько Д.Г.
г. Краснодар, Россия

МОНИТОРИНГ РАЗВИТИЯ ФИТОФТОРОЗА НА ТОМАТАХ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЫ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Одним из наиболее вредоносных заболеваний томата является фитофтороз. Болезнь распространена почти в 100 странах мира. Ущерб, наносимый оомицетом *Phytophthora infestans* (Mont.) de Vary, часто составляет до 70 % потери урожая. Цель исследований – мониторинг развития фитофтороза на растениях томата в условиях центральной зоны Краснодарского края. Фитосанитарное обследование посадок томата проводили на овощном сортоиспытательном участке ФГБНУ «Федеральный научный центр риса» в 2023 году на естественном провокационном фоне. Материалом для проведения исследований служило 76 коллекционных и селекционных образцов томата. В работе использовали методы визуальной и фенотипической оценки, фитопатологического наблюдения развития болезни. Степень поражения растений оценивали по характерным симптомам на листьях в соответствии с модифицированной десятибалльной шкалой и шкалой ВНИИССОК. Учеты проводили с появлением первых признаков заболеваний. В процессе онтогенеза были описаны симптомы проявления фитофтороза на растениях томата. Фенотипический анализ коллекционных и селекционных образцов томата позволил выделить относительно устойчивые и средневосприимчивые к фитофторозу линии. Наименьшую восприимчивость к *Phytophthora infestans* (Mont.) de Vary продемонстрировали ЛК-3000, ЛК-2898, ЛГ-1377-8, ЛК-2930, ЛГ-1377-3, УФВ 58х60, сорта Гаидас, Новинка Кубани и Жанна. При этом степень развития болезни варьировала от 3,7 до 13,3 %, в основном за счет поражения нижних листьев.

Ключевые слова: томат, фитофтороз, патогены, грибковые заболевания, мониторинг, устойчивость.

MONITORING THE DEVELOPMENT OF LATE BLIGHT ON TOMATOES IN THE CENTRAL ZONE OF KRASNODAR REGION

One of the most harmful diseases of tomato is late blight. The disease is common in almost 100 countries around the world. Damage caused by the oomycete *Phytophthora infestans* (Mont.) de Vary often accounts for up to 70 % yield loss. The purpose of our research is to monitor the development of late blight on tomato plants in the central zone of Krasnodar region. Phytosanitary inspections of tomato plantings were carried out at the vegetable variety testing site of FSBSI «Federal Scientific Rice Centre» in 2023 against a natural provocative background. The material for the research were 76 collection and breeding tomato samples. The work used methods of visual and phenotypic assessment, phytopathological observation of the development of the disease. The degree of plant damage was assessed by characteristic symptoms on the leaves in accordance with the modified ten-point scale and the VNISSOK scale. Records were carried out when the first signs of disease appeared. In the process of ontogenesis, the symptoms of late blight on tomato plants were described. Phenotypic analysis of collection and breeding tomato samples made it possible to identify lines that are relatively resistant and moderately susceptible to late blight. The least susceptibility to *Phytophthora infestans* (Mont.) de Vary was demonstrated by LK-3000, LK-2898, LG-1377-8, LK-2930, LG-1377-3, UVV 58x60, varieties Gaidas, Novinka Kubani and Zhanna. At the same time, the degree of disease development varied from 3.7 to 13.3 %, mainly due to damage to the lower leaves.

Key words: tomato, late blight, pathogens, fungal diseases, monitoring, resistance.

Введение

Томат (*Lycopersicon esculentum*) является одной из значимых продовольственных культур, способствующих сохранению генофонда и здоровья населения. Его плоды богаты биологически активными веществами, отличаются высокими вкусовыми качествами, обладают полезными и целебными свойствами. Плоды томата содержат около 94 % воды, 1 % белка, 0,1% жиров, 4 % углеводов, 0,6 % клетчатки, органические кислоты, витамины А, С, РР и другие [4, 16].

По данным ФАО, мировое товарное производство томатов в 2020 году составило более 186,821 млн. тонн, которые возделываются на площади более 5,0 млн. га. Наиболее крупными производителями томатов в мире являются Китай – 64,8; Индия – 20,6; Турция – 13,2; США – 12,2; Египет – 6,7 млн. тонн [18]. В Российской Федерации в 2020 году под томатами было занято 118,5 га, при средней урожайности 25,2 т/га, а валовой сбор составил 2,986 т.

Получению высоких и устойчивых урожаев томатов при выращивании в открытом и закрытом

грунтах препятствуют биотические и абиотические факторы, в частности, развитие комплекса вредоносных заболеваний. Одной из наиболее распространенных и вредоносных болезней томата является фитофтороз, потери от которого по данным многочисленных исследований составляют до 70 %. Эта болезнь развивается как в открытом, так и защищенном грунтах [1, 17].

Фитофтороз томата распространен повсеместно и зарегистрирован почти в 100 странах мира. В России заболевание отмечено в центральных, южных, северных, дальневосточных и высокогорных регионах. Максимальная степень вредоносности отмечается в зонах с умеренным климатом и повышенной влажностью [8, 9, 14].

Грибоподобный организм *Phytophthora* поражает растения семейства Пасленовые – картофель, томат, перец, баклажан (*P. infestans*), а также яблони (*P. cactorum*) сою (*P. sojae*) и другие растения (*P. ramorum*, *P. cinnamomi*, *P. palmivora*) [21, 22, 23].

Самым распространенным возбудителем фитофтороза томатов является вид *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Оомицет представляет собой мицелий межклеточный, без перегородок. Проникновение в клетку происходит посредством гаусторий – мелких шаровидных выростов, при помощи которых гриб питается. Зооспорангиеносители слабо древовидно-разветвленные, имеют ветви только первого порядка, которые составляют со стволком острый угол. На них формируются эллипсоидальные, одноклеточные зооспорангии с зернистым содержимым размером 25-30 x 15-20 мкм. Распространяется грибок с помощью зооспорангов, которые в капельной влажности прорастают с образованием бобовидной формы двухжгутиковых зооспор. В одной зооспорангии образуется от 4 до 16 зооспор. Зооспоры представляют собой голые кусочки протоплазмы, а продолжительность их жизни измеряется часами [6, 15].

Благоприятными условиями развития для грибоподобных организмов являются температура 20-24 °С и высокая относительная влажность воздуха до 90 % [19].

Наиболее эффективной защитой от данных заболеваний является создание устойчивых сортов и гибридов, которое предусматривает использование генетических источников устойчивости и объективную оценку поражаемости исходного материала [11].

Цель исследований

Изучить развития фитофтороза на томатах в условиях центральной зоны Краснодарского края.

Материалы и методы

Работа выполнена в лаборатории иммунитета и защиты растений ФГБНУ «Федеральный научный центр риса» (г. Краснодар) на овощном сортоиспытательном участке. Материалом исследований

являлись 76 коллекционных и селекционных образцов томата селекции отдела овощекртофельводства ФГБНУ «Федеральный научный центр риса» и ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства».

Исследование образцов проводили в полевых условиях. Агротехнику возделывания культуры томата осуществляли в соответствии с методикой опытного дела в овощеводстве [2, 10]. Высадку рассады в открытый грунт проводили в III декаде апреля в фазу 4-5 настоящих листьев. Исследования выполняли в 3-х кратной повторности по 10 растений каждого образца на делянке площадью 9,8 м² согласно методике государственного сортоиспытания овощных культур [13].

В течение вегетации проводили визуальную оценку общего состояния растений и пораженности наиболее распространенными и вредоносными заболеваниями томата в условиях центральной зоны Краснодарского края.

Учет поражения растений *P. infestans* проводили в динамике, начиная с первого появления симптомов (I декада июня). Поражение растений оценивали методом визуальной диагностики по характерным симптомам на листьях по модифицированной десятибалльной шкале и шкале ВНИИССОК, 2022, где 0 – нет симптомов; 1 – поражено 1-5 % площади листа, мелкие поражения (< 2 мм), отсутствие поражений стебля; 2 – поражено 6-10 % площади листа, отсутствие повреждений стеблей; 3 – поражено 11-20 % площади листа, отсутствие повреждений стеблей; 4 – поражено 21-30 % площади листа, сливающиеся поражения листьев или крошечные водянистые поражения стеблей; 5 – поражено 31-40 % площади листьев, расширяющиеся по краям поражения листьев или несколько небольших стеблевых поражений (< 5 мм); 6 – поражено 41-50 % площади листьев, стеблевые поражения (< 30 мм); 7 – поражено 51-60 % площади листьев, засыхающие повреждения листьев или поражения стебля с расширением краев, 20 % пораженных плодов; 8 – поражено 61-70 % площади листьев, засыхающие повреждения листьев и поражения стебля с расширением краев, 40 % пораженных плодов; 9 – поражено 71-100 % площади листьев, стеблей и плодов. Устойчивость каждого образца оценивали по индексу поражения (I, средний балл). По совокупности всех оценок образцы дифференцировали на группы устойчивости: У – устойчивые (I = 0), ОУ – относительно устойчивые (0 < I ≤ 1), СВ – средневосприимчивые (1 < I ≤ 2), В – восприимчивые (2 < I ≤ 3), ВВ – высоковосприимчивые (I > 3) [12].

Результаты исследований обработаны методами биометрической статистики, с использованием статистической обработки Excel [3, 20]. Анализ метеорологических показателей, их сопоставление

со средними многолетними значениями – по данным Краснодарского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, г. Краснодар [7].

Результаты и обсуждение

Климат центральной зоны Краснодарского края характеризуется как умеренно-континентальный. Среднегодовое количество осадков варьирует от 400 до 600 мм. Продолжительность теплого пе-

риода составляет 10 месяцев в году. Тепловые и водные ресурсы благоприятны для возделывания овощных культур. По данным Краснодарского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды в 2023 году в период вегетации томатов метеорологические условия отличались как повышенным количеством выпавших осадков, так и незначительным повышением температуры воздуха (табл. 1).

Таблица 1. Метеорологические условия в период вегетации томатов, 2023 г.

Месяц	Декада	Температура воздуха, °С		Осадки, мм		Относительность влажности воздуха, %
		2023 год	средняя многолетняя	2023 год	средняя многолетняя	
Май	1	13,4	15,0	59,4	18	78,5
	2	16,3	16,8	1,8	19	63,0
	3	19,6	18,5	65,2	20	81,3
За месяц		16,4	16,8	126,4	57,0	74,3
Июнь	1	20,6	19,5	67,0	22	72,0
	2	21,6	20,4	66,8	23	79,4
	3	23,0	21,3	20,4	22	61,6
За месяц		21,7	20,4	154,2	67,0	71,0

Из представленных данных следует, что в 2023 году гидрометеорологические условия вегетационного периода томатов характеризовались умеренными температурами и обилием осадков (в 2-3 раза выше среднемноголетней нормы). Так, в июне количество выпавших осадков составило 154,2 мм, что на 87,2 мм больше нормы. При этом относительная влажность воздуха варьировала в среднем от 70 до 80 %. Максимальное значение влажности (81,3 %) отмечено в III декаде мая в период бутонизации растений томатов. Эти факторы способствовали распространению и развитию патогенов фитофтороза на сортоиспытательном участке.

Решающее значение в развитии грибоподобного

организма *P. infestans* имеет температура и влажность воздуха. Инкубационный период развития фитофтороза на растениях томатов составляет 3-4 дня при оптимальной температуре для прорастания спорангиев 13-24 °С и относительной влажности воздуха 80-90 %. Они выдерживают температуру -2 °С и погибают при температуре -8 °С. При температуре свыше +28 °С зооспорангиеносители не образуются, мицелий растет слабо, а повышение ее до 32 °С приводит к гибели на третьи сутки [5, 24].

Прорастание зооспорангиеносителей возможно только в присутствии капельно-жидкой влаги. Мицелий и зооспорангиеносители *P. infestans* не выдерживают иссушения и быстро теряют жизнеспособность. Зооспорангиеносители гибнут через 1-3 часа при относительной влажности воздуха, равной 20-40 % [19].

При визуальной диагностике растений томата симптомы заболевания проявлялись в виде небольших расплывчатых пятен бурого цвета на нижних листьях куста, которые быстро некротизировались и высыхали (рис. 1). При этом с нижней стороны листьев отмечались темные мокнущие пятна, окруженные белым кольцом спороношения. Беловатый налет с нижней стороны пятна на листе представляет собой спорангий грибоподобного организма. На стеблях и черешках наблюдались крупные, вытянутые вдоль темно-бурые пятна, иногда с налетом. Зачастую первичные очаги сливались, что приводило к обширному некрозу и гнилоственному внешнему виду.

По литературным данным, единичное заражение дает несколько десятков тысяч зооспорангиев, прорастающих еще шестью-восемью зооспорами (рис. 2). Это обуславливает взрывной, лавинообразный характер развития болезни [6, 19].



Рисунок 1. Растения томата, пораженные фитофторозом, (фото авторов).

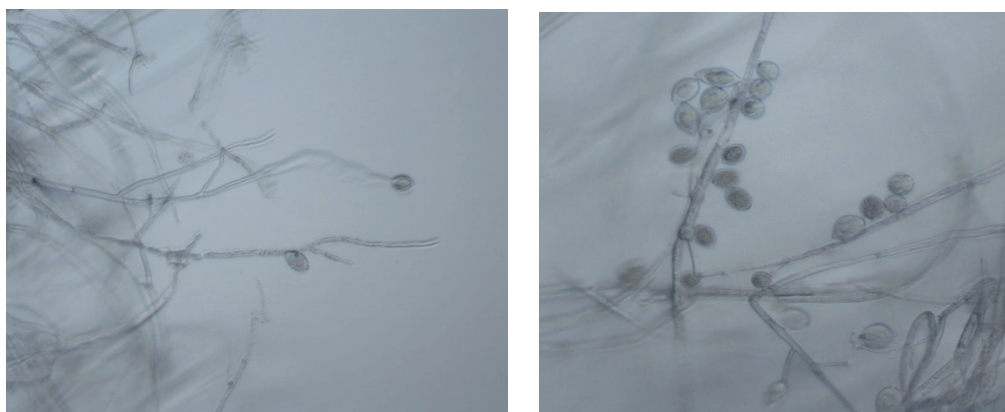


Рисунок 2. Зооспорангии и мицелий *Phytophthora infestans*, 20x, Nikon eclipse 50i, (фото авторов)

В таблице 2 представлены результаты фенотипической оценки устойчивости к *P. infestans* коллекционных и селекционных образцов томата фитоторозом на естественном провокационном фоне.

Таблица 2. Фенотипическая оценка полевой устойчивости к фитоторозу образцов томата (*Lycopersicon esculentum*)

№ п/п	Образец	Степень поражения растений, %		Группа устойчивости по фенотипу	№ п/п	Образец	Степень поражения растений, %		Группа устойчивости по фенотипу
		20.06.2023	29.06.2023				20.06.2023	29.06.2023	
1	БЛ-19	15,0	20,0	В	39	ЛК-3037	13,3	25,0	ВВ
2	БЛ-75	10,0	35,0	ВВ	40	ЛК-3038	13,3	25,0	ВВ
3	БЛ-75/1	15,0	25,0	ВВ	41	ЛК-3039	11,7	20,0	В
4	БЛ-4	11,7	15,0	В	42	ЛК-3040	10,0	20,0	В
5	БЛ-92	13,3	15,0	В	43	ЛК-3041	6,7	25,0	В
6	БЛ-92/1	18,3	4,0	В	44	ЛК-3042	10,0	25,0	В
7	БЛ-55	13,3	25,0	ВВ	45	Израиль	11,7	15,0	В
8	БЛ-79	15,0	20,0	В	46	Ал 19(2)	11,7	15,0	В
9	БЛ-57	13,3	20,0	В	47	ЛК 2930	6,7	10,0	СВ
10	БЛ-82	15,0	25,0	ВВ	48	ЛК 2898	5,3	8,3	ОУ
11	БЛ-76	13,3	20,0	В	49	ЛК 3000	3,7	4,9	ОУ
12	БЛ-72	13,3	15,0	В	50	ЛГ 1377-1	18,3	20,0	В
13	БЛ-1	15,0	40,0	ВВ	51	ЛК 2955	11,7	14,8	В
14	ЛК-3012	10,0	30,0	В	52	ЛГ 1377-8	3,7	4,3	ОУ
15	ЛК-3013	18,3	30,0	ВВ	53	ЛГ 1377-3	13,3	15,0	СВ
16	ЛК-3014	16,7	25,0	ВВ	54	УФВ 85x60	21,7	25,3	ВВ
17	ЛК-3015	15,0	45,0	ВВ	55	ЛК 2848	11,7	18,8	В
18	ЛК-3016	13,3	40,0	ВВ	56	УФВ 52x60	13,3	19,2	В
19	ЛК-3017	10,0	10,0	СВ	57	УФВ 54x60	18,3	20,0	ВВ
20	ЛК-3018	8,3	35,0	ВВ	58	УФВ 58x60	10,0	15,8	СВ
21	ЛК-3019	13,3	25,0	ВВ	59	24x61	11,7	19,3	В
22	ЛК-3020	15,0	15,0	В	60	24x63	13,3	18,9	В
23	ЛК-3021	16,7	30,0	ВВ	61	Виктор	10,0	20,0	В
24	ЛК-3022	15,0	20,0	В	62	Мальш	13,3	30,0	В
25	ЛК-3023	11,7	40,0	ВВ	63	Роксет	15,0	40,0	В
26	ЛК-3024	11,7	45,0	ВВ	64	Мираж	2,3	30,0	В

Продолжение таблицы 2

№ п/п	Образец	Степень поражения растений, %		Группа устойчивости по фенотипу	№ п/п	Образец	Степень поражения растений, %		Группа устойчивости по фенотипу
		20.06.2023	29.06.2023				20.06.2023	29.06.2023	
27	ЛК-3025	18,3	30,0	BB	65	Краснодарский малиновый	13,3	20,0	B
28	ЛК-3026	15,0	30,0	BB	66	Марсианка	8,3	20,0	B
29	ЛК-3027	23,3	25,0	BB	67	Вера	8,3	30,0	B
30	ЛК-3028	15,0	20,0	B	68	Гаидас	2,3	15,0	CB
31	ЛК-3029	15,0	35,0	BB	69	Новинка Кубани	5,3	5,5	CB
32	ЛК-3030	8,3	20,0	B	70	Жанна	5,0	10,0	CB
33	ЛК-3031	11,7	30,0	BB	71	Зарница	8,3	25,0	B
34	ЛК-3032	15,0	30,0	BB	72	Маряна	16,7	40,0	BB
35	ЛК-3033	13,3	25,0	BB	73	Астраханский	10,0	25,0	B
36	ЛК-3034	11,7	25,0	BB	74	Авьюри оранжевый	15,0	30,0	BB
37	ЛК-3035	13,3	15,0	B	75	Бульдог	11,7	30,0	BB
38	ЛК-3036	10,0	15,0	B	76	Малиновый шар	5,0	25,0	B
Среднее значение, %							12,2	23,0	
C							±0,48	±1,07	
CV, %							3,9	4,6	

Примечание - C – стандартная ошибка, ±; CV – коэффициент вариации, %; ОУ – относительно устойчив; СВ – средневосприимчив; В – восприимчив; BB – высоковосприимчив.

Результаты фенотипической оценки коллекционных и селекционных образцов томата позволили выделить три относительно устойчивых к фитофторозу линии, что составило 3,9 % от числа изученных линий, у которых средний балл по устойчивости равен 1. К ним относятся следующие образцы томата ЛК-3000, ЛК-2898, ЛГ-1377-8. При этом степень развития болезни варьировала от 3,7 до 5,3 %, в основном за счет поражения нижних листьев.

Для дальнейшей работы могут представлять интерес семь образцов из средневосприимчивой группы, соответственно 9,2 % от всей изученной коллекции, у которых средний балл по устойчивости к фитофторозу составил 2. В это число вошли следующие образцы томата: ЛК-2930, ЛГ-1377-3, УФВ 58x60, сорта Гаидас, Новинка Кубани, Жанна. Показатель пораженных растений не превышал 13,3 %.

Выводы

Мониторинговые исследования развития фитофтороза на селекционных и коллекционных образцах томата позволили сделать следующие выводы:

1) Фитофтороз, вызываемый возбудителем *Phytophthora infestans*, является наиболее разру-

шительным заболеванием томата, которое возникает в период вегетации данной культуры.

2) Первые единичные симптомы фитофтороза зарегистрировали в I декаде июня в фазе цветения растений томата. Влажная и умеренно-теплая погода способствовали быстрому распространению заболевания.

3) При оценке пораженности коллекционных и селекционных образцов томата в полевых условиях полностью устойчивых линий к патогену не выявлено. Установлено, что основная часть изученных образцов томатов восприимчивы и высоковосприимчивы к поражению возбудителем фитофтороза (48,7 и 38,2 % от числа изученных образцов соответственно). Фенотипический анализ коллекционных и селекционных образцов томата позволил выделить относительно устойчивые и средневосприимчивые к фитофторозу линии.

4) В дальнейшей перспективе будут более подробно исследованы причины возникновения данного заболевания в зависимости от метеорологических условий, биологических особенностей патогена и генотипа, взаимодействие растения-хозяина.

Работа выполнена в соответствии с заданием № FGRG-2022-0010 «Разработка стратегии иммунитета растений риса и овощных культур для усиления селекции на устойчивость к опасным болезням».

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахатов, А.К. Защита овощных культур и картофеля от болезней / А.К. Ахатов, Ф.С. Джалилов, О.О. Белошапкина, Ю.М. Стройков, В.Н. Чижов, А.В. Трусевич. – Москва, 2006. – 352 с.
2. Грушанин, А.И. Технология выращивания томата в открытом грунте на Кубани. Рекомендации / Грушанин А.И., Есаулова Л.В. и др. – Краснодар: ЭДВИ, 2016. – 36 с.
3. Доспехов, Б.А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1972. – 206 с.
4. Елисеева, Т. Томаты (лат. *Solanum lycopersicum*) / Т. Елисеева, Н. Ткачева // Журнал здорового питания и диетологии. – 2018. – № 3. – С. 31-40
5. Жученко, А.А. Адаптивный потенциал культурных растений: (Эколого-генетические основы) / А.А. Жученко. – Кишинев: Штиинца, 1988. – 766 с.
6. Коваль, Э.З. Микроскопическое изучение грибов В кн.: Методы экспериментальной микологии. Справочник. Под ред. В.И. Билай / Э.З. Коваль, Л.Т. Горбик. – Киев: Наукова думка, 1982. – 551 с.
7. Краснодарский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал ФГБУ «Северо-Кавказское УГМС» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kubanmeteo.ru/>.
8. Кузнецова, М.А. Фитопатологическая и молекулярная характеристика изолятов *Phytophthora infestans*, собранных с устойчивых и восприимчивых генотипов картофеля. Микология и фитопатология / М.А. Кузнецова, Б.Е. Козловский, М.П. Бекетова, Е.А. Соколова, О.П. Малюченко, Я.И. Алексеев, Е.В. Рогозина, Э.Е. Хавкин // Микология и фитопатология. – 2016. – № 3. – С. 175-184.
9. Левитин, М.М. Современные видовые названия фитопатогенных грибов / М.М. Левитин // Защита и карантин растений. – 2018. – № 38. – С. 8-11.
10. Литвинов, С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С.С. Литвинов. Москва, 2011. – 648 с.
11. Логинов, Н.Г. Основа агротехника / Н.Г. Логинов // Защита и карантин растений. – 2003. – № 7. – С. 6-7.
12. Мартынов, В.В. Особенности первичной структуры гена Ph-3, выявленные при создании нового маркера устойчивости томата к фитофторозу / В.В. Мартынов, Е.Г. Козарь, И.А. Енгальчева // Сельскохозяйственная биология. – 2022. – Том 57. – № 5. – С. 954-964.
13. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (картофель, овощные и бахчевые культуры). – Москва: ФГБУ «Госсорткомиссия», 2015. – 61 с.
14. Нековаль, С.Н. Новые источники устойчивости томата к наиболее вредоносным патогенам для условий Краснодарского края / С.Н. Нековаль, А.Е. Садовая, А.В. Беляева // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34. – № 10. – С. 67-72.
15. Поликсенова, В.Д. Микозы томата: возбудители заболеваний, устойчивость растений: монография / В.Д. Поликсенова. – Минск: БГУ, 2008. – 159 с.
16. Скорина, В.В. Биохимический состав томата в открытом грунте/ В.В. Скорина, Т.Л. Соляник // Известия ФНЦО. – 2019. – № 1. – С. 157-159.
17. Станчева, Й. Атлас болезней сельскохозяйственных культур. Том 1. Болезни овощных культур / Й. Станчева // - Текст: непосредственный, переведен с болгарского Г. Даниловой, София. – Москва, 2005. – 181 с.
18. ФАОСТАТ. Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fao.org>.
19. Черепанова, Н.П. Грибы / Н.П. Черепанова, Л.И. Пшедецкая. – Ленинград: Лениздат, 1990. – С. 93.
20. Шеуджен, А.Х. Методика агрохимических исследований и статистическая оценка их результатов / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева. – Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2015. – 664 с.
21. Akilli, S. Involvement of *Phytophthora spp.* in chestnut decline in the Black Sea region of Turkey / S. Akilli, C.U. Serce, Y.Z. Katircioglu, S. Maden // Forest Pathology. – 2012. – № 42. – P. 377-386.
22. Camilo-Alves, C.S. Decline of Mediterranean oak trees and its association with *Phytophthora cinnamomi*: a review / C.S. Camilo-Alves, M.I. Esteves da Clara, N.M. Ribeiro // European Journal of Forest Research. – 2013. – № 132. – P. 411-432.
23. Harwood, T.D. Epidemiological risk assessment using linked network and grid based modelling: *Phytophthora ramorum* and *Phytophthora kernoviae* in the UK / T.D. Harwood, X. Xu, M. Pautasso, M.J. Jeger, M.W. Shaw // Ecological Modelling. – 2009. – Vol. 220. – №. 23. – P. 3353-3361.
24. Schumann, G.L. Late blight of potato and tomato/ G.L. Schumann, C.J. D'Arcy // The Plant Health Instructor. – 2000. doi: 10.1094/PHI-I-2000-0724-01.

REFERENCES

1. Akhatov, A.K. Protection of vegetable crops and potatoes from diseases / A.K. Akhatov, F.S. Jalilov, O.O. Beloshapkina, Yu.M. Stroikov, V.N. Chizhov, A.V. Trusevich. - Moscow, 2006. – 352 p.
2. Grushanin, A.I. Technology of growing tomatoes in the open field in the Kuban. Recommendations / Grushanin A.I., Esaulova L.V. etc. – Krasnodar: EDVI, 2016. – 36 p.
3. Armor, B.A. Planning a field experiment and statistical processing of its data / B.A. Armor. – M.: Kolos, 1972. – 206 p.
4. Eliseeva, T. Tomatoes (lat. *Solanum lycopersicum*) / T. Eliseeva, N. Tkacheva // Journal of Healthy Nutrition and Dietology, 2018. – № 3. – P. 31-40.
5. Zhuchenko, A.A. Adaptive potential of cultivated plants: (Ecological and genetic bases) / A.A. Zhuchenko. – Chisinau: Shtiintsa, 1988. – 766 p.
6. Koval, E.Z. Microscopic study of fungi In the book: Methods of experimental mycology. Directory. Ed. IN AND. Bilay / E.Z. Koval, L.T. hump. - Kyiv: Naukova Dumka, 1982. – 551 p.
7. Krasnodar center for hydrometeorology and environmental monitoring - branch of the Federal State Budgetary Institution «North Caucasian UGMS» [Electronic resource]. URL: <http://www.kubanmeteo.ru/>.
8. Kuznetsova, M.A. Phytopathological and molecular characterization of *Phytophthora infestans* isolates collected from

- resistant and susceptible potato genotypes. *Mycology and phytopathology* / M.A. Kuznetsova, B.E. Kozlovsky, M.P. Beketova, E.A. Sokolova, O.P. Malyuchenko, Ya.I. Alekseev, E.V. Rogozina, E.E. Khavkin // *Mycology and phytopathology*. – 2016. – № 3. – P. 175-184.
9. Levitin, M.M. Modern species names of phytopathogenic fungi / M.M. Levitin // *Protection and quarantine of plants*. – 2018. – № 38. – P. 8-11.
10. Litvinov S.S. Methods of field experiment in vegetable growing / S.S. Litvinov. Moscow, 2011. – 648 p.
11. Loginov, N.G. The basis of agricultural technology / N.G. Loginov // *Protection and quarantine of plants*. – 2003. – № 7. – P. 6-7.
12. Martynov, V.V. Features of the primary structure of the Ph-3 gene, revealed during the creation of a new marker of tomato resistance to late blight / V.V. Martynov, E.G. Kozar, I.A. Engalychev // *Agricultural biology*. – 2022. Volume 57. – № 5. – P. 954-964.
13. Methodology for state variety testing of agricultural crops (potatoes, vegetables and melons). – Moscow: FGBU «Gossortkomissiya», 2015. – 61 p.
14. Nekoal, S.N. New sources of tomato resistance to the most harmful pathogens for the conditions of the Krasnodar Territory / S.N. Nekoal, A.E. Sadovaya, A.V. Belyaeva // *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. – 2020. – V. 34. – № 10. – P. 67-72.
15. Poliksenova, V.D. Mycoses of tomato: pathogens, plant resistance: monograph / V.D. Poliksenova. – Minsk: BGU, 2008. – 159 p.
16. Skorina, V.V. Biochemical composition of tomato in open ground / V.V. Skorina, T.L. Solyanik // *Izvestiya FNTSO*. – 2019. – № 1. – P. 157-159.
17. Stancheva, Y. Atlas of crop diseases. Volume 1. Diseases of vegetable crops / Y. Stancheva // - Text: direct, translated from Bulgarian by G. Danilova, Sofia. – Moscow, 2005. – 181 p.
18. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations [Electronic resource]. URL: <http://www.fao.org>.
19. Cherepanova, N.P. Mushrooms / N.P. Cherepanova, L.I. Pshedetskaya. – Leningrad: Lenizdat, 1990. – P. 93.
20. Sheujen, A.Kh. Methods of agrochemical research and statistical evaluation of their results / A.Kh. Sheudzen, T.N. Bondarev. – Maykop: JSC «Polygraph-Yug», 2015. – 664 p.
21. Akilli, S. Involvement of *Phytophthora spp.* in chestnut decline in the Black Sea region of Turkey / S. Akilli, C.U. Serce, Y.Z. Katircioglu, S. Maden // *Forest Pathology*. – 2012. – № 42. – P. 377-386.
22. Camilo-Alves, C.S. Decline of Mediterranean oak trees and its association with *Phytophthora cinnamomi*: a review / C.S. Camilo-Alves, M.I. Esteves da Clara, N.M. Ribeiro // *European Journal of Forest Research*. – 2013. – № 132. – P. 411-432.
23. Harwood, T.D. Epidemiological risk assessment using linked network and grid based modelling: *Phytophthora ramorum* and *Phytophthora kernoviae* in the UK / T.D. Harwood, X. Xu, M. Pautasso, M.J. Jeger, M.W. Shaw // *Ecological Modelling*. – 2009. – Vol. 220. – № 23. – P. 3353-3361.
24. Schumann, G.L. Late blight of potato and tomato / G.L. Schumann, C.J. D'Arcy // *The Plant Health Instructor*. – 2000. doi: 10.1094/PHI-I-2000-0724-01.

Олеся Анатольевна Брагина

Ведущий научный сотрудник лаборатории
иммунитета и защиты растений
E-mail: olesya.bragina.1984@mail.ru

Olesya Anatolyevna Bragina

Leading Researcher of Laboratory
of Immunity and Plant Protection
E-mail: olesya.bragina.1984@mail.ru

Ирина Анатольевна Лыско

Ведущий научный сотрудник лаборатории
иммунитета и защиты растений
E-mail: ilysko@mail.ru

Irina Anatolyevna Lyskova

Leading Researcher of Laboratory
of Immunity and Plant Protection
E-mail: ilysko@mail.ru

Ирина Викторовна Козлова

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

Irina Viktorovna Kozlova

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

Дарья Геннадьевна Решетько

Младший научный сотрудник
лаборатории иммунитета и защиты растений
E-mail: tifonisol@gmail.com

Daria Gennadievna Reshetko

Junior Researcher
of Laboratory of Immunity and Plant Protection
E-mail: tifonisol@gmail.com

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

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

DOI 10.33775/1684-2464-2023-60-3-83-89
УДК 581.52(470.311)

Криворотов С. Б., д-р биол. наук,
Мельченко А. И., д-р биол. наук,
Капралова Н. И.
г. Краснодар, Россия

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДЕКОРАТИВНЫХ И ЛЕКАРСТВЕННЫХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ УРБООКОСИСТЕМЫ ГОРОДА КОЛОМНЫ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Целью исследований являлось выявление видового состава декоративных и лекарственных древесных растений города Коломны Московской области, а также исследование их экологических особенностей в условиях урбозооэкосистемы. Для выявления видового состава использовали маршрутный метод и методы сбора и гербаризации растений. Видовой состав и жизненные формы выявлялись с использованием соответствующих определителей. Анализ видов древесных растений на их принадлежность к соответствующей ресурсной группе проводили по методике, предложенной А. А. Гроссгеймом. Для выяснения значения и применения декоративных и лекарственных древесных растений урбозооэкосистем Московской области были использованы данные ряда авторов. Для оценки зимостойкости использовали шкалы В. Н. Вехова, М. Р. Дюваль-Строева и А. В. Лукина. Оценку засухоустойчивости выполняли по методике, предложенной П. С. Плотниковой. Биоморфологический анализ проводился по методике, предложенной Т. А. Работновым. Для проведения географического анализа древесных растений города Коломны было использовано флористическое районирование, предложенное А. Л. Тахтаджяном. В результате проведенных исследований выявлен флористический состав дендрофлоры города Коломны Московской области. Флористический список содержит 78 видов и форм древесных растений урбозооэкосистемы, относящихся к 2 отделам, 23 семействам и 42 родам. Из них декоративных растений 54 вида и 2 формы, лекарственных – 24 вида. Проведен таксономический, биоморфологический и географический анализы дендрофлоры. Выявлены адаптационные характеристики изученных древесных растений в условиях урбозооэкосистемы.

Ключевые слова: декоративные и лекарственные древесные растений, урбозооэкосистема, таксономический, биоморфологический, географический анализ, зимостойкость, засухоустойчивость.

ECOLOGICAL FEATURES OF ORNAMENTAL AND MEDICINAL WOODY PLANTS IN THE URBAN ECOSYSTEM OF THE CITY OF KOLOMNA, MOSCOW REGION

The purpose of these studies was to identify the species composition of ornamental and medicinal woody plants in the city of Kolomna, Moscow Region, as well as to study their ecological characteristics in an urban ecosystem. To identify the species composition, the route method was used, as well as the method of plants collecting and herbarization. The species composition and life forms were identified using the appropriate determinants. The analysis of woody plant species for their belonging to the corresponding resource group was carried out according to the method proposed by A. A. Grossgeim. To clarify the significance and use of ornamental and medicinal woody plants in the urban ecosystems of the Moscow region, data from a number of authors were used. To assess winter hardiness, the scales of V. N. Vekhov, M. R. Duval-Stroev and A. V. Lukin were used. The assessment of drought resistance was carried out according to the method proposed by P. S. Plotnikova. As a result of the research, the floristic composition of the dendroflora of the city of Kolomna, Moscow Region, was revealed. The floristic list contains 78 species and forms of woody plants of the urban ecosystem belonging to 2 divisions, 23 families and 42 genera. Of these, there are 54 species and 2 forms of ornamental plants, 24 species of medicinal plants. Taxonomic, biomorphological and geographical analyzes of the dendroflora were carried out. The adaptation characteristics of the studied woody plants under the conditions of the urban ecosystem were revealed.

Keywords: ornamental and medicinal woody plants, urban ecosystem, taxonomic, biomorphological, geographical analysis, winter hardiness, drought resistance.

Введение

Роль зеленых насаждений в городах трудно переоценить, они не только создают эстетический вид, украшая собой улицы, парки, скверы и бульвары, но являются своеобразными живыми фильтрами, листья деревьев и кустарников обладают свойствами накопления пыли, обезвреживания и снижения содержания вредных веществ в воздухе [1, 13].

Декоративные деревья и кустарники являются основой для озеленения различных населенных пунктов. Их видовой состав отражается на санитарно-гигиенических качествах, пригодности в долгосрочной перспективе использования, а также на архитектурных свойствах города [15].

Особую практическую ценность представляют лекарственные древесные растения, произраста-

ющие на территории урбоэкосистемы города Коломны.

Цель исследований

Выявить видовой состав декоративных и лекарственных древесных растений города Коломны Московской области и исследовать их экологические особенности в условиях урбоэкосистемы.

Материалы и методы

Исследования проводили в 2022–2023 гг. в городе Коломне Московской области. Для выявления видов древесных растений и типов декоративных насаждений урбоэкосистемы использовали маршрутный метод и метод сбора и гербаризации растений. Объектом исследования являлись 78 видов и 2 формы древесных растений урбоэкосистемы. Из них к основным ресурсным группам относятся: 54 вида и 2 формы декоративных древесных растений, лекарственных – 24 вида.

Для выяснения значения и применения декоративных и лекарственных древесных растений урбоэкосистем Московской области нами были использованы данные ряда авторов [5, 7, 10, 12].

Видовой состав и жизненные формы выявлялись с использованием соответствующих определителей [1, 8, 14, 16].

Использованная нами методика А.А. Гроссгейма позволила провести анализ видов древесных рас-

тений на их принадлежность к ресурсной группе и оценить их полезность как декоративных и лекарственных растений [4].

Для оценки зимостойкости использовали шкалу В.Н. Вехова с изменениями М.Р. Дюваль-Строева, которая учитывает повреждаемость растений низкими температурами [3, 6]. Оценка зимостойкости хвойных растений проводили по шкале А.В. Лукина [9]. Оценка засухоустойчивости выполняли по методике ГБС РАН, описанной П.С. Плотниковой [11].

Биоморфологический анализ проводили по методике, предложенной Т. А. Работновым [2].

Для проведения географического анализа древесных растений исследуемой территории было использовано флористическое районирование, предложенное А. Л. Тахтаджяном [17].

Результаты и обсуждение

Составленный аннотированный флористический список включает 78 видов и 2 формы древесных растений из 42 родов, 23 семейств. В списке указываются декоративные древесные растения и использование их в различных типах насаждений урбоэкосистемы, а также возможность использования древесных растений в качестве лекарственных.

Количественный состав семейств изученных декоративных и лекарственных древесных растений приведен в таблице 1.

Таблица 1. Количественный состав семейств декоративных и лекарственных древесных растений урбоэкосистемы города Коломна Московской области

Семейство	Количество видов	Видовой состав
<i>Rosaceae</i>	14	Боярышник вееролистный (обыкновенный) – <i>Crataegus rhipidophylla</i> Gand, малина обыкновенная – <i>Rubus idaeus</i> L., шиповник рошевой – <i>Rosa dumalis</i> Bechst., ш. собачий – <i>Rosa canina</i> L., роза морщинистая – <i>R. rugosa</i> Thunb., р. карликовая – <i>R. pygmaea</i> M. Bieb., р. бальзамическая – <i>R. balsamica</i> Besser., р. острозубая – <i>R. oxyodon</i> Boiss, р. иглистая – <i>R. acicularis</i> Lindl., спирея японская – <i>Spiraea japonica</i> L., сп. Вангутта – <i>Sp. × vanhouttei</i> L., черемуха обыкновенная – <i>Padus avium</i> Mill., рябина обыкновенная – <i>Sorbus aucuparia</i> L., лапчатка кустарниковая – <i>Potentilla fruticosa</i> (L.) Rydb
<i>Pinaceae</i>	11	Сосна обыкновенная – <i>Pinus silvestris</i> L., с. сибирская – <i>Pinus sibirica</i> Du Tour., лиственница американская – <i>Larix laricina</i> (Du Roi) K. Koch., л. европейская – <i>L. decidua</i> Mill., ель колючая голубая – <i>Picea pungens</i> f. <i>glauca</i> (Regel) Beissn., е. европейская – <i>P. abies</i> (L.) H. Karst., е. сизая – <i>P. glauca</i> (Moench) Voss., е. сибирская – <i>Picea obovata</i> Ledeb., пихта сибирская – <i>Abies sibirica</i> Ledeb., п. великая – <i>A. grandis</i> (Douglas ex D. Don) Lindl., псевдотсуга Мензиса – <i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco.
<i>Salicaceae</i>	9	Ива белая – <i>Salix alba</i> L., и. вавилонская – <i>Salix babylonica</i> L., и. пятитычинковая – <i>S. pentandra</i> L., и. мирзинолистная – <i>S. myrsinifolia</i> Salisb., и. ломкая – <i>S. × fragilis</i> L., и. тонкостолбиковая – <i>S. gracilistyla</i> Miq., тополь дрожащий – <i>Populus tremula</i> L., т. пирамидальный – <i>Populus pyramidalis</i> Rozier., т. белый – <i>Populus alba</i> L.
<i>Cupressaceae</i>	8	Туя западная – <i>Thuja occidentalis</i> L., т. складчатая – <i>Thuja plicata</i> Donn ex D. Don., можжевельник обыкновенный – <i>Juniperus communis</i> L., м. виргинский – <i>J. virginiana</i> L., м. горизонтальный – <i>J. horizontalis</i> Moench., кипарисовик туевидный – <i>Chamaecyparis thyoides</i> (L.) Britton, Sterns & Poggenb., к. горохоплодный – <i>Ch. picifera</i> (Siebold & Zucc.) Endl., микробиота перекрестнопарная – <i>Microbiota decussata</i> Kom.

Продолжение таблицы 1

Семейство	Количество видов	Видовой состав
<i>Oleaceae</i>	5	Ясень обыкновенный – <i>Fraxinus excelsior</i> L., я. зеленый – <i>Fr. pennsylvanica</i> Marshall., сирень обыкновенная – <i>Syringa vulgaris</i> L., с. венгерская – <i>S. josikaea</i> J. Jacq. ex Reichenb., форзиция промежуточная – <i>Forsythia × intermedia</i> Zabel
<i>Betulaceae</i>	4	Береза повислая (обыкновенная) – <i>Betula pendula</i> Roth, береза пушистая – <i>B. pubescens</i> Ehrh., ольха клейкая – <i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn., о. серая – <i>A. incana</i> (L.) Moench.
<i>Aceraceae</i>	3	Клен остролистный – <i>Acer platanoides</i> L., к. американский – <i>A. negundo</i> L., к. татарский – <i>A. tataricum</i> L.
<i>Hydrangeaceae</i>	3	Гортензия метельчатая – <i>Hydrangea paniculata</i> Siebold., г. древовидная – <i>H. arborescens</i> L., чубушник обыкновенный – <i>Philadelphus coronaries</i> L.
<i>Taxaceae</i>	2	Тис канадский – <i>Taxus canadensis</i> Marshall., т. остроконечный – <i>Taxus cuspidata</i> Siebold & Zucc.
<i>Viburnaceae</i>	2	Калина бульденеж – <i>Viburnum opulus</i> f. <i>roseum</i> (L.) Hegi, к. обыкновенная – <i>V. opulus</i> L.
<i>Ulmaceae</i>	2	Вяз голый – <i>Ulmus glabra</i> Huds., в. гладкий – <i>U. laevis</i> Pall.
<i>Ericaceae</i>	2	Клюква обыкновенная (болотная) – <i>Oxycoccus palustris</i> Pers., черника обыкновенная – <i>Vaccinium myrtillus</i> L.
<i>Sambucaceae</i>	2	Бузина кистевидная (обыкновенная) – <i>Sambucus racemosa</i> L., бузина черная – <i>Sambucus nigra</i> L.
<i>Cornaceae</i>	2	Дерен белый – <i>Swida alba</i> (L.) Opiz., свидина белая серебристоокаймленная – <i>Swida alba</i> var. <i>argenteomarginata</i> (L.) Opiz.
<i>Fagaceae</i>	1	Дуб черешчатый – <i>Quercus robur</i> L.
<i>Fabaceae</i>	1	Карагана кустарниковая – <i>Caragana frutex</i> (L.) K. Koch.
<i>Hippocastanaceae</i>	1	Конский каштан обыкновенный – <i>Aesculus hippocastanum</i> L.
<i>Tiliaceae</i>	1	Липа сердцевидная (мелколистная) – <i>Tilia cordata</i> Mill.
<i>Caprifoliaceae</i>	1	Вейгела цветущая – <i>Weigela florida</i> (Bunge) A. DC.
<i>Elaeagnaceae</i>	1	Облепиха крушиновидная – <i>Hippophae rhamnoides</i> L.
<i>Paeoniaceae</i>	1	Пион древовидный – <i>Paeonia suffruticosa</i> Andrews.
<i>Hypericaceae</i>	1	Зверобой чашечковый – <i>Hypericum calycinum</i>
<i>Rhamnaceae</i>	1	Крушина ольховидная – <i>Frangula alnus</i> Mill.
Всего	78	

Наиболее крупными в видовом отношении семействами декоративных и лекарственных древесных растений урбоэкосистемы являются: *Rosaceae* (14 видов), *Pinaceae* (11), *Salicaceae* (9), *Cupressaceae* (8), *Oleaceae* (5), *Betulaceae* (4). К мало видовым семействам относятся *Fagaceae*, *Fabaceae*, *Tiliaceae*, *Caprifoliaceae* и др. (по 1 виду).

В результате проведенных исследований экологических особенностей декоративных и лекарственных древесных растений урбоэкосистемы выявлены их адаптационные характеристики: зимостойкость и засухоустойчивость.

При использовании древесных растений в озеленении городской среды учитывается их зимостойкость. Данные о зимостойкости декоративных и лекарственных древесных растений представлены на рисунке 1.

Балл V получили 75 видов и форм растений (96,2 % от общего числа видов): *Quercus robur*, *Sambucus racemosa*, *Fraxinus excelsior* и др. Дан-

ные растения не повреждаются воздействием низких температур. Балл IV получили 3 вида растений (3,8 %): *Alnus incana*, *Hydrangea paniculata*, *Hydrangea arborescens*. При низких температурах у данных растений проявляются незначительные повреждения, наблюдается гибель генеративных почек. Балл III и II не получил ни один из изучаемых видов.

Данные по изучению засухоустойчивости декоративных и лекарственных древесных растений урбоэкосистемы представлены на рисунке 2.

Хорошую засухоустойчивость показало 68 видов и форм древесных растений, что составляет 87,2 % от общего числа видов: *Forsythia intermedia*, *Betula pendula*, *Tilia cordata*, и др. Эти виды растений хорошо переносят засуху, повышенные температуры атмосферного воздуха и оценены баллом V. Оценку IV балла получили 10 видов древесных растений (12,8 %): *Larix laricina*, *Hydrangea paniculate*, *Aesculus hippocastanum* и др. Эти виды подверга-

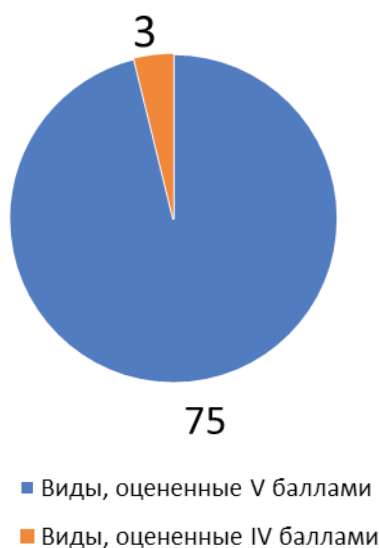


Рисунок 1. Оценка зимостойкости декоративных и лекарственных древесных растений урбоэкосистемы города Коломна (количество видов).

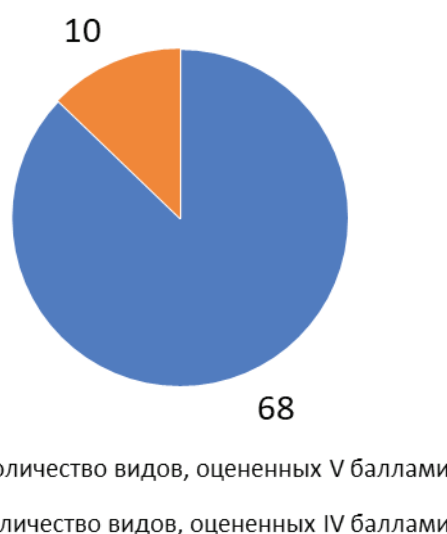


Рисунок 2. Оценка засухоустойчивости декоративных и лекарственных древесных растений города Коломна (количество видов)

ются незначительному повреждению повышенными температурами. У них может происходить подгорание листьев. Балл III и балл II не получил ни один из изучаемых видов.

Биоморфологический анализ показал, что древесные растения урбоэкосистемы относятся к 3

жизненным формам: деревья, кустарники и полукустарники (табл. 2). По биологическим группам декоративные и лекарственные древесные растения распределены следующим образом: хвойные (21 вид), лиственные вечнозеленые (4) и лиственные листопадные (53).

Таблица 2. Биоморфологический анализ декоративных и лекарственных древесных растений города Коломна Московской области

Биологическая группа	Жизненная форма			
	Дерево	Кустарник	Полукустарник	Итого
Хвойные	16	5	-	21
Лиственные вечнозеленые	2	1	1	4
Лиственные листопадные	27	23	3	53
Всего	45	29	4	78

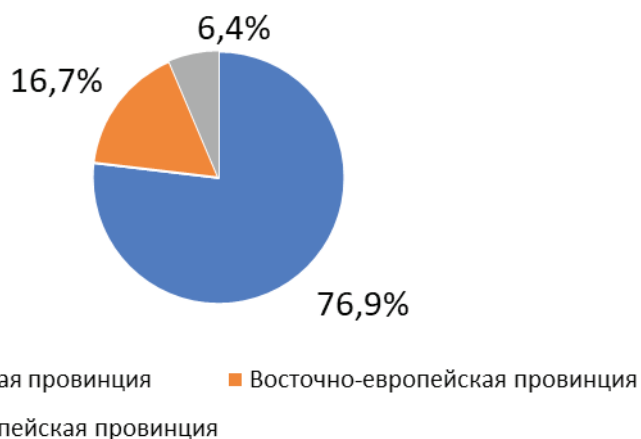


Рисунок 3. Географический спектр декоративных и лекарственных древесных растений урбоэкосистемы города Коломна, %

Из хвойных деревьев произрастают: *Picea pungens f. glauca*, *Pinus silvestris*, *Abies sibirica*, *Juniperus communis* и др. Многие виды растений относятся к листопадным деревьям и кустарникам: *Acer tataricum*, *Syringa vulgaris*, *Salix alba* и др.

В результате проведенного географического анализа установлено, что из 78 видов древес-

ных растений наибольшее количество (60 видов) относится к циркумбореальной провинции, что составляет 76,9 % от общего числа видов растений (табл. 3). Восточно-европейская провинция включает 13 видов растений (16,7 %), а центрально-европейская провинция включает 5 видов (6,4 %).

Таблица 3. Географический анализ декоративных и лекарственных древесных растений урбозко-системы города Коломна

Царство	Подцарство	Провинция	Представители
Голарктическое	Бореальное	Циркумбореальная	<i>Pinus sylvestris</i> , <i>P. sibirica</i> , <i>Picea pungens f. glauca</i> , <i>P. abies</i> , <i>P. glauca</i> , <i>P. obovata</i> , <i>Abies sibirica</i> , <i>A. grandis</i> , <i>Larix laricina</i> , <i>L. decidua</i> , <i>Pseudotsuga menziesii</i> , <i>Thuja occidentalis</i> , <i>Th. plicata</i> , <i>Betula pubescens</i> , <i>B. pendula</i> , <i>Alnus glutinosa</i> , <i>A. incana</i> , <i>Microbiota decussata</i> , <i>Acer negundo</i> , <i>A. tataricum</i> , <i>Populus tremula</i> , <i>P. pyramidalis</i> , <i>Populus alba</i> , <i>Salix alba</i> , <i>S. babylonica</i> , <i>S. pentandra</i> , <i>S. myrsinifolia</i> , <i>S. × fragilis</i> , <i>S. gracilistyla</i> , <i>Fraxinus pennsylvanica</i> , <i>F. excelsior</i> , <i>Ulmus glabra</i> , <i>U. laevis</i> , <i>Tilia cordata</i> , <i>Sorbus aucuparia</i> , <i>Spiraea × vanhouttei</i> , <i>Spiraea japonica</i> , <i>Viburnum opulus f. roseum</i> , <i>Frangula alnus</i> , <i>Rubus idaeus</i> , <i>Oxycoccus palustris</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Crataegus rhipidophylla</i> , <i>Rosa dumalis</i> , <i>R. canina</i> , <i>R. rugosa</i> , <i>R. pygmaea</i> , <i>R. balsamica</i> , <i>R. oxyodon</i> , <i>R. acicularis</i> , <i>Padus avium</i> , <i>Syringa vulgaris</i> , <i>S. josikaea</i> , <i>Hippophae rhamnoides</i> , <i>Swida alba var. argenteomarginata</i> , <i>Juniperus horizontalis</i> , <i>Chamaecyparis thyoides</i> , <i>Ch. picifera</i> , <i>Taxus canadensis</i> , <i>T. cuspidata</i>
		Восточно-европейская	<i>Quercus robur</i> , <i>Acer platanoides</i> , <i>Potentilla fruticosa</i> , <i>Sambucus racemosa</i> , <i>S. nigra.</i> , <i>Oxycoccus palustris</i> , <i>Vaccinium myrtillus.</i> , <i>Hypericum calycinum</i> , <i>Juniperus communis</i> , <i>J. virginiana</i> , <i>Aesculus hippocastanum</i> , <i>Forsythia × intermedia</i> , <i>Paeonia suffruticosa</i>
		Центрально-европейская	<i>Philadelphus coronaries</i> , <i>Hydrangea paniculata</i> , <i>H. arborescens</i> , <i>Caragana frutex</i> , <i>Weigela florida</i>

В результате проведенного географического анализа установлено, что наибольшее количество видов древесных декоративных и лекарственных растений относятся к голарктическому царству бореальному подцарству циркумбореальной провинции.

Общее количество древесных растений, выявленных в городе Коломне, составляет 101 вид, 2 формы, из них 78 видов и 2 формы – это декоративные и лекарственные древесные растения. На их долю приходится 77,2 % от всех выявленных в урбозкосистеме видов древесных растений.

Учитывая, что зеленые насаждения города Коломны занимают площадь 50,3 км² (при общей площади города 65,1 км²), и принимая во внимание изученные экологические особенности (зимостойкость и засухоустойчивость) декоративных и лекарственных древесных растений, можно сделать вывод о возможности насыщения урбозкосистемы этими видами.

Выводы

Составлен аннотированный флористический список декоративных и лекарственных древесных

растений урбозкосистемы города Коломны Московской области, включающий 78 видов и 2 формы из 42 родов и 23 семейств.

Биоморфологический анализ дендрофлоры показал, что из жизненных форм наибольшим количеством видов представлены деревья (45 видов). Из биологических групп наибольшее количество видов включают лиственные листопадные древесные растения (53 вида).

Географический анализ показал, что наибольшее количество видов декоративных и лекарственных древесных растений относится к голарктическому царству бореальному подцарству циркумбореальной провинции (53 вида).

Не повреждается воздействием низких температур 75 видов и форм растений (96,2 % от общего числа изученных видов): *Quercus robur*, *Sambucus racemosa*, *Fraxinus excelsior* и др.

Хорошую засухоустойчивость в условиях Московской области показали 68 видов и форм древесных растений, что составляет 87,2 % от общего числа видов: *Forsythia intermedia*, *Betula pendula*, *Tilia cordata*, и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александрова, М. С. Древесные растения парков Подмосковья / М. С. Александрова, П. И. Лапин, И. П. Петрова и др. - М.: Наука, 1979. - 236 с.
2. Биологическая флора Московской области / Под редакцией Т. А. Работнова. - М.: изд-во Моск. ун-та, 1978. - Вып. 4. - 232 с.
3. Вехов, В. Н. Интродукция растений и зелёное строительство / В. Н. Вехов. - М.; Л., 1957. - 198 с.
4. Гроссгейм, А. А. Определитель растений Кавказа / А.А. Гроссгейм. - М.: Сов. наука, 1949. 749 с.
5. Дороница, Н. В. Ландшафтный дизайн: Выбор стиля. Планировка и подбор растений. Дизайнерские решения / Н. В. Дороница. - М.: ЗАО «Фитон+», 2006. - 144 с.
6. Дюваль-Строев, М.Р. Ценные деревья и кустарники для озеленения городов и сёл Краснодарского края / М.Р. Дюваль-Строев. - Краснодар, 1969. - 247 с.
7. Ефремов, А. П. Лекарственные растения и грибы средней полосы России: Полный атлас-определитель / Ред. Н. О. Воронова. - М.: Фитон XXI, 2021. - 504 с.
8. Карпун Ю. Н. Декоративная дендрология Северного Кавказа / Ю. Н. Карпун, С. Б. Криворотов. - Краснодар, 2009. - 471 с.
9. Лукин, А. В. Морозоустойчивость хвойных пород в условиях Центральной лесостепи / А. В. Лукин. - М., 1967. - 49 с.
10. Лучник, А. Н. Энциклопедия декоративных растений умеренной зоны / А. Н. Лучник. - М.: Просвещение, Лик-Пресс, Институт технологических исследований, Поматур, 1997. - 462 с.
11. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР / П. С. Плотникова [и др.]. - М., 1975. - 27 с.
12. Полякова, Г. А. Флора и растительность старых парков Подмосковья / Г. А. Полякова. - М.: Наука, 1992. - 225 с.
13. Селенина, Е. А. Рекомендации по формированию правил озеленения и элементов благоустройства современного муниципального образования / Е. А. Селенина, Е. В. Авдеева, Н. А. Селенин, Е. А. Вагнер // Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства // Сборник статей Международной научно-практической конференции. - Красноярск, 2020. - С. 10-14.
14. Скворцов, А. К. Определитель растений Московской области / А. К. Скворцов [и др.]. М., 1966. - 369 с.
15. Соколова, Т. А. Декоративное растениеводство: Цветоводство / Т. А. Соколова, И. Ю. Бочкова. - М.: Изд. центр «Академия», 2014. - 432 с.
16. Тахтаджян, А. Л. Система и филогения цветковых растений / А. Л. Тахтаджян. - М.: Наука, 1966. - 611 с.
17. Тахтаджян, А. Л. Флористические области Земли / А. Л. Тахтаджян. - Л.: Наука, 1978. - 248 с.

REFERENCES

1. Aleksandrova, M. S. Woody plants of parks near Moscow / M. S. Aleksandrova, P.I. Lapin, I.P. Petrova and others - M.: Nauka. 1979. - 236 p.
2. Biological flora of the Moscow region / Edited by T. A. Rabotnov. - M.: publishing house Mosk. un-ta, 1978. - Issue. 4. - 232 p.
3. Vekhov, V. N. Plant introduction and green building / V. N. Vekhov. - M.; L., 1957. - 198 p.
4. Grossgeim, A. A. Key to plants of the Caucasus / A. A. Grossheim. - M.: Sov. Science, 1949. - 749 p.
5. Doronina, N. V. Landscaping: Choice of style. Planning and selection of plants. Design solutions / N. V. Doronina. - M.: ZAO Fiton+, 2006. - 144 p.
6. Duval-Stroev, M. R. Valuable trees and shrubs for landscaping cities and villages of the Krasnodar Territory / M. R. Duval-Stroev. - Krasnodar, 1969. - 247 p.
7. Efremov, A.P. Medicinal plants and mushrooms of central Russia: A complete atlas-determinant / Ed. N. O. Voronova. - M.: Фитон XXI, 2021. - 504 p.
8. Karpun, Yu. N. Decorative dendrology of the North Caucasus / Yu. N. Karpun, S. B. Krivorotov. - Krasnodar, 2009. - 471 p.
9. Lukin, A. V. Frost resistance of conifers in the conditions of the Central forest-steppe / A. V. Lukin. - M., 1967. - 49 p.
10. Luchnik, A. N. Encyclopedia of ornamental plants in the temperate zone / A. N. Luchnik. - M.: Education, Lik-Press, Institute of Technological Research, Pomatur, 1997. - 462 p.
11. Methods of phenological observations in the botanical gardens of the USSR / P. S. Plotnikova [and others]. - M., 1975. - 27 p.
12. Polyakova, G. A. Flora and vegetation of old parks near Moscow / G. A. Polyakova - M.: Nauka, 1992. - 225 p.
13. Selenina, E. A. Recommendations on the formation of rules for landscaping and improvement elements of a modern municipality / E. A. Selenina, E. V. Avdeeva, N. A. Selenin, E. A. Vagner // Technologies and equipment of landscape gardening. and landscape construction // Collection of articles of the International Scientific and Practical Conference. - Krasnoyarsk, 2020. - P. 10-14.
14. Skvortsov A. K. Guide to plants of the Moscow region / A. K. Skvortsov [et al.]. M. - 1966. - 369 p.
15. Sokolova T. A. Ornamental plant growing: Floriculture / T. A. Sokolova, I. Yu. Bochkova. - M.: Ed. Center "Academy", 2014. - 432 p.
16. Takhtadzhyan A. L. System and phylogeny of flowering plants / A. L. Takhtajyan. - M.: Nauka, 1966. - 611 p.
17. Takhtadzhyan, A. L. Floristic regions of the Earth / A. L. Takhtadzhyan. - L.: Nauka, 1978. - 248 p.

Сергей Борисович Криворотов

Заведующий кафедрой ботаники и общей экологии

E-mail: s.krivorotov_2002@rambler.ru

Александр Иванович Мельченко

Профессор кафедры прикладной экологии

E-mail: alexkuban59@mail.ru

Все: ФГБОУ КубГАУ имени И.Т.Трубилина
350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13

Ника Ивановна Капралова

Магистрант биологического факультета

E-mail: niktorius2000@gmail.com

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

Sergey Borisovich Krivorotov

Head of the Department of Botany and General Ecology

E-mail: s.krivorotov_2002@rambler.ru

Alexander Ivanovich Melchenko

Professor of Department of Applied Ecology

E-mail: alexkuban59@mail.ru

All: FGBOU KubGAU named after I.T. Trubilin
13, str. Kalinina, Krasnodar, 350044, Russia

Nika Ivanovna Kapralova

Master's Degree student, Faculty of Biology

E-mail: niktorius2000@gmail.com

Kuban State University,
149, str. Stavropolskaya, Krasnodar, 350040, Russia

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ АВТОРСКИХ ОРИГИНАЛОВ

К публикации принимаются ранее не опубликованные статьи на русском и английском языках. Рукописи представляются на твердом и электронном носителях или по e-mail на адрес arri_kub@mail.ru с пометкой «**В редакцию журнала**». Название файла должно содержать указание полугодия и года выпуска номера и фамилию автора латиницей, например, «**1(2014)Ivanova.doc**». Допустимые форматы файлов: **.doc, .docx, .rtf**. В отдельных случаях редакция может попросить представить отдельные файлы изображений или текст также в формате **.pdf**, либо в печатном варианте.

Структура статьи

- УДК;
- фамилия и инициалы, ученая степень автора/авторов и указание города и страны;
- название статьи, аннотация и ключевые слова на русском и английском языках;
- текст статьи;
- литература;
- информация об авторе/авторах с указанием их фамилии, имени и отчества (полностью), должности и контактных данных (информация о месте работы, почтовый адрес, e-mail, контактный телефон) на русском и английском языках.

Статью рекомендуется четко структурировать. Примерная структура: обзор, проблема, гипотезы, материал и методы, изложение, аргументация, обсуждение, выводы. Формально структуру статьи желательно отразить в заголовках внутри текста, выделенных **полужирным** шрифтом.

В случае необходимости перевод редактируется или осуществляется редакцией журнала.

Форматирование текста

Пожалуйста, избегайте собственного форматирования. Окончательное форматирование осуществляется редакцией.

- поля: верхнее, нижнее, правое – 1,5 см, левое – 2 см; шрифт – Times New Roman, 12 кегль; интервал полуторный; абзацный отступ – 1,25 см; без переносов;
- используйте *курсив* или **полужирный курсив** для примеров, а также наиболее важных терминов и понятий;
- избегайте использования подчёркиваний;
- таблицы и рисунки должны иметь отдельную нумерацию (например, **Таблица 1**, **Рисунок 1**) и быть озаглавлены, ссылки на них обязательны в тексте статьи. Название таблиц размещается над левым верхним углом таблицы, название рисунка – под рисунком по центру;
- в случае необходимости можно использовать обычные (не концевые!) пронумерованные сноски

Оформление ссылок и списка литературы

Библиографический список приводится в конце статьи в алфавитном порядке в виде пронумерованного списка источников под названием **ЛИТЕРАТУРА**. Библиографический список оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание».

- | | |
|---------------------|--|
| Книги | Сметанин, А. П. Методики опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса / А. П. Сметанин, В. А. Дзюба, А. И. Аprod. – Краснодар, 1972. – 156 с.
Жученко, А. А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы): в 2 т. / А. А. Жученко. – М.: Изд-во РУДН, 2001. – Т. 1. – 780 с; Т. 2. – 785 с.
Ерыгин, П. С. Физиология риса / П. С. Ерыгин. – М.: Колос, 1981. – 208 с.
Система рисоводства Краснодарского края / под ред. Е. М. Харитоновна. – Краснодар, 2011. – 316 с. |
| Авторефераты | Ляховкин, А. Г. Мировой генофонд риса (<i>Oryza sativa</i> L.) в связи с проблемами селекции: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / А. Г. Ляховкин. – Ленинград, 1989. – 58 с. |
| Диссертации | Ковалев, В. С. Селекция сортов риса для Краснодарского края и Адыгеи и разработка принципов их рационального использования: дис. ... д-ра с.-х. наук в форме научного доклада : 06.01.05 : защищена 25.03.1999 / В. С. Ковалев. – Краснодар, 1999. – 49 с. |
| Газеты, журналы | Рисоводство: научно-производственный журнал / учредитель: ГНУ «ВНИИ риса» Россельхозакадемии. – 2013, № 1 (22). – Краснодар: Просвещение-Юг, 2013. – ISSN 1684-2464. |
| Статьи | Кумейко, Ю. В. Влияние ингибитора нитрификации на показатели, характеризующие режим азотного питания растений риса / Ю. В. Кумейко // Рисоводство. – Краснодар, 2013. – № 1 (22). – С. 66-70.
Чижикова, Н. П. Эволюция минералогического состава и микростроения основных типов почв Кубани при рисосеянии / Н. П. Чижикова, М. П. Верба // Почвы и их плодородие на рубеже столетий: Материалы 2-го съезда Белорусского общества почвоведов. – Минск, 2001. – Кн.1. – С. 232-233. |
| Электронные ресурсы | Зеленский, Г. Л. Российские сорта риса для детского и лечебного питания [Электронный ресурс] / Г. Л. Зеленский // Научный журнал КубГАУ. – Краснодар, 2011. – № 72 (08). – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2011/08/pdf/01.pdf (Дата обращения: 1.10.2014). |
| Зарубежные издания | Satake, T. High Temperature-Induced Sterility in Indica Rice in the Flowering Stage / T. Satake, S. Yoshida // Japanese Journal of Crop Science. – 1978. – № 47. – P. 6-17. |

Ссылки на зарубежные издания размещаются в алфавитном порядке, после отечественных. В тексте статьи ссылка на источник делается путем указания в квадратных скобках порядкового номера цитируемой литературы, например, [1].

Возвращение рукописи автору на доработку не означает, что статья принята к печати. После получения доработанного текста рукопись вновь рассматривается редколлегией. Доработанный текст необходимо вернуть вместе с ответом на все замечания рецензента. Датой поступления считается день получения редакцией финального варианта статьи.

Редколлегия сборника оставляет за собой право отклонять статьи, оформление и/или содержание которых не соответствует изложенным требованиям, а также статьи, получившие отрицательные оценки рецензентов.

Очередность публикации принятых материалов устанавливается в соответствии с внутренним планом редакции.

FORMATTING REQUIREMENTS

Preparing the manuscript

Editorial address

Please send your manuscripts as an e-mail attachment to the following address: **arri_kub@mail.ru**,
“**Attn. Editors of the Magazine**”.

Languages

Manuscripts can be written in English or in Russian. In view of academic globalization, English articles are especially welcome.

File format

Please prepare the text of your manuscript and submit it as a **.doc, .docx, .rtf file**. Sometimes we may ask for a **.pdf** file for our reference, or for separate **.jpg** files.

Manuscript materials should be ordered as follows:

- authors' names, academic credentials, city and country;
- abstract of approximately 100 words and its Russian translation 5-7 key words;
- body of work;
- list of references and sources;
- information about the authors including full names, affiliation and contacts including mailing and e-mail addresses;
- If needed, translation can be effected by the editors.

Basic formatting

- Do not format the text, use standard paper size to A4
 - Set line spacing to 1.5
 - Use the same font (Times New Roman, point 12) throughout the document
 - Use *italics* or **boldface italics** to draw the readers' attention to particular aspects of the text
 - Tables and figures should be numbered separately (**Table 1, Figure 1, etc.**)
 - Use footnotes
- Final formatting will be done by the editors.

Bibliographical references

At the end of the manuscript, provide a full bibliography with the heading: **REFERENCES**.

Arrange the entries **alphabetically** by surnames of authors.

Some examples of references are given below.

- Books and monographs Modeling the Impact of Climate Change on Rice Production in Asia / edited by R. B. Matthews, M. J. Kroppf, D. Bachelet, H. H. van Laar. – Wallingford: CAB INTERNATIONAL. – 289 p.
 Yoshida, S. Fundamentals of Rice Crop Science / S. Yoshida. – Los Banos, 1981. – 269 pp.
- Journal articles Satake, T. High Temperature-Induced Sterility in Indica Rice in the Flowering Stage / T. Satake, S. Yoshida // Japanese Journal of Crop Science. – 1978. – № 47. – P. 6-17
- Online sources Vaghefi, N. The Economic Impacts of Climate Change on the Rice Production in Malaysia [Electronic source] / N. Vaghefi, M. Nasir Shamsudin, A. Makmom, M. Bagheri // International Journal of Agricultural Research. – 2011. – Vol. 6, Issue 1. – Pp. 67-74. – Access mode: <http://scialert.net/abstract/?doi=ijar.2011.67.74> (Accessed 1.10.2014).

References in the text and in the footnotes should include the number of the publication as in the references list enclosed in square brackets, Eg.: [1].

Подписано в печать Тираж изготовлен в типографии
20.09.2023 ИП Копыльцов П.И.,
Формат 60*84/8 394052, г. Воронеж,
Бумага офсетная ул. Маршала Неделина, д. 27, кв. 56.
Усл. печатн. листов 13,875
Заказ № 1694. Тираж 500 экз.