

DOI 10.37279/2413-1946

ISSN 2413-1946



ИЗВЕСТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ ТАВРИДЫ

**TRANSACTIONS OF TAURIDA
AGRICULTURAL SCIENCE**

№42 (205) 2025

№ 42 (205), 2025

*Известия
сельскохозяйственной
науки Тавриды*

**Теоретический и научно-практический
журнал основан в 1941 году.**

Издается четыре раза в год.

Учредитель и издатель: ФГАОУ ВО
«Крымский федеральный университет
имени В. И. Вернадского».

295007, Российская Федерация, Республика
Крым, г. Симферополь, проспект Академика
Вернадского, 4.

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС 77 – 61829.

Журнал включен в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ). Лицензионный договор № 248-04/2015 от 21.04.2015.

Решением Президиума ВАК Министерства образования и науки РФ от 12 июля 2017 г. журнал «Известия сельскохозяйственной науки Тавриды» рекомендован для публикации основных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук. После ввода в действие Приказа Министерства науки и высшего образования РФ от 24 февраля 2021 г. № 118 "Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, и внесении изменения в Положение о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденное приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 ноября 2017 г. № 1093" журнал входит

№ 42 (205), 2025

*Transactions
of Taurida Agricultural
Science*

**Theoretical and research journal
has been published since 1941.**

Four times a year.

Founder: FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University».

295007, Russian Federation, Republic of Crimea, Simferopol, Academician Vernadsky Ave, 4.

The journal is registered with the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technologies and Mass Media (Roskomnadzor). Certificate of mass media registration ПИ № ФС 77 – 61829

The journal is included in the Russian Index of Scientific Citation (RISC). License agreement № 248-04.2015 from 21.04.2015.

By the decision of the Presidium of the Higher Attestation Commission of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation dated July 12, 2017, the journal "Izvestia of Agricultural Science of Taurida" was recommended for publishing the main results of dissertations for the degree of Candidate of Sciences, for the degree of Doctor of Sciences. After the entry into force of the Order of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation dated February 24 , 2021 No. 118 "On Approval of the Nomenclature of Scientific Specialties for which Academic Degrees are Awarded, and Amendments to the Regulations on the Council for the Defense of Dissertations for the Degree of Candidate of Sciences, for the Degree of Doctor of Sciences, approved by the order of the Ministry of Education and Science

в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук по следующим научным специальностям: 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки), 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология (сельскохозяйственные науки), 4.1.4. Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры (сельскохозяйственные науки), 4.1.6. Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агролесомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация (сельскохозяйственные науки), 4.2.1. Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология (ветеринарные науки), 4.2.2. Санитария, гигиена, экология, ветеринарно-санитарная экспертиза и биобезопасность (ветеринарные науки), 4.2.3. Инфекционные болезни и иммунология животных (ветеринарные науки), 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки).

of the Russian Federation dated November 10, 2017 No. 1093" the journal is included in the list of peer-reviewed scientific publications in which the main scientific results of dissertations for the degree of candidate of sciences, for the degree of Doctor of Sciences in the following scientific specialties should be published: 4.1.1. General agriculture and crop production (agricultural sciences), 4.1.2. Breeding, seed production and biotechnology (agricultural sciences), 4.1.4. Horticulture, vegetable growing, viticulture and medicinal crops (agricultural sciences), 4.1.6. Forestry, forestry, forest crops, agroforestry, landscaping, forest pyrology and taxation (agricultural sciences), 4.2.1. Animal pathology, morphology, physiology, pharmacology and toxicology (veterinary sciences), 4.2.2. Sanitation, hygiene, ecology, veterinary and sanitary expertise and biosafety (veterinary sciences), 4.2.3. Infectious diseases and animal immunology (veterinary sciences), 4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences).

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Изотов А. М., д-р с.-х. наук, профессор

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Адаменко Ф.Ф., д-р с.-х. наук, профессор

Алдошин Н.В., д-р техн. наук, профессор

Алейникова Н.В., д-р с.-х. наук, доцент

Бабицкий Л.Ф., д-р техн. наук, профессор

Бебия С.М., д-р биол. наук, профессор

Ватников Ю.А., д-р ветеринар. наук, профессор

Гербер Ю.Б., д-р техн. наук, профессор

Горина В.М., д-р с.-х. наук

Догода П.А., д-р с.-х. наук, профессор

Ена А.В., д-р биол. наук, профессор

Завалий А.А., д-р техн. наук, доцент

Захаренко Г.С., д-р биол. наук

Иванченко В.И., д-р с.-х. наук, профессор

Коба В.П., д-р биол. наук, профессор

Коковихин С.В., д-р с.-х. наук, профессор

CHIEF EDITOR

Izotov A. M., Dr. Agr. Sci., Professor

EDITORIAL BOARD

Adamen F.F., Dr. Agr. Sci., Professor

Aldoshin N.V., Dr. Tech. Sci., Professor

Aleinikova N.V., Dr. Agr. Sci., Associate Professor

Babitskiy L.F., Dr. Tech. Sci., Professor

Bebiya S.M., Dr. Biol. Sci., Professor

Vatnikov Y.A., Dr. Vet. Sci., Professor

Gerber Yu.B., Dr. Tech. Sci., Professor

Gorina V.M., Dr. Agr. Sci.

Dogoda P.A., Dr. Agr. Sci., Professor

Yena A.V., Dr. Biol. Sci., Professor

Zavaliy A.A., Dr .Tech. Sci., Associate Professor

Zakharenko G.S., Dr. Biol. Sci.

Ivanchenko V.I., Dr. Agr. Sci., Professor

Koba V.P., Dr. Biol. Sci., Professor

Kokovikhin S.V., Dr. Agr. Sci., Professor

Кораблева Т.Р., д-р ветеринар. наук, профессор
Лемещенко В.В., д-р ветеринар. наук, профессор
Лиховской В.В., д-р с.-х. наук
Лукьянова Г.А., д-р ветеринар. наук, профессор
Мамсиров Н.И. д-р с.-х. наук, доцент
Мельничук Т.Н., д-р с.-х. наук
Паштетский В.С., д-р с.-х. наук, член-корреспондент РАН
Смыков А.В., д-р с.-х. наук
Сотник А.И., д-р с.-х. наук
Сулейманов С.М., д-р ветеринар. наук, профессор
Танюкевич В.В., д-р с.-х. наук, профессор
Щипакин М.В., д-р ветеринар. наук, доцент

Korablieva T.R., Dr. Vet. Sci., Professor
Lemeshchenko V.V., Dr. Vet. Sci., Professor
Likhovskoy V.V., Dr. Agr. Sci.
Lukianova G.A., Dr Vet. Sci., Professor
Mamsirov N.I. Dr. Agr. Sci.
Melnichuk T.N., Dr. Agr. Sci.
Pashtetsky V.S., Dr. Agr. Sci., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences
Smykov A.V., Dr. Agr. Sci.
Sotnik A.I., Dr. Agr. Sci.
Suleymanov S.M., Dr Vet. Sci., Professor
Tanyukevich V.V., Dr. Agr. Sci., Professor
Shchipakin M.V., Dr. Vet. Sci., Associate Professor

Содержание

АГРОНОМИЯ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Бурлак В.А. Влияние хелатов железа на проявление хлороза у саженцев груши в питомнике в условиях Крыма	6
Салогуб Р.В., Захаренко Г.С., Севастьянов В.Е. Современное состояние и перспективы использования сосны крымской в лесомелиоративных насаждениях в степном и предгорном Крыму	10
Дружинин Ф.Н., Корякина Д.М., Смирнов В.В. Повышение эффективности работ по искусственному лесовосстановлению в Балтийско-Белозерском Таёжном районе	25
Марченко Д. К. Динамика поглощения питательных веществ из почвы и водопотребление кукурузы на зерно в зависимости от подкормок комплексными удобрениями	39
Егоян Е. В. Динамика содержания элементов питания в почве и водопотребления сахарной свеклы в низинно-западинном агроландшафте западного Предкавказья.....	59
Тавадов А. С., Ничипуренко Е. Н. Оценка влияния минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на фоне предшественника сахарной свеклы в центрально-черноземной зоне Кубани	80
Роговой В.И., Салтыков А.Н., Дыган А.М. Особенности распространения и типологической структуры насаждений можжевельника высокого (<i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb.) в Крыму	95
Ена А. В., Свирин С. А. Находка желтоплодной формы плюща в горном Крыму	103
Салтыков А.Н., Мурзаханов А.Р., Логинов А.О. Вариативность пространственно-возрастной структуры ценопопуляций подроста сосны крымской (<i>Pinus nigra</i> J.F. Arnold subsp. <i>pallasiana</i> (Lamb.) Holmboe) в границах пирогенного ряда на заповедных территориях южнобережного Крыма	108
Адамень Ф. Ф., Коковихин С.В. , Сташкина А. Ф. Влияние длительного искусственного увлажнения и разных способов полива на агрофизические показатели темно-каштановой почвы в условиях Северного Причерноморья	122
Горбунова Е.В., Ильин А.В., Мещерякова С.Ф. Урожайность и качество зерна сортов ячменя озимого в условиях степной зоны Крыма	140
Кибальник С.В., Кибальник О.П. Изучение гибридов F1 сорго на основе цмс типа А2 силосного направления использования	149

АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

Воложанинов С.С., Завалий А.А., Зубоченко Д.В., Шиян О.В., Зубоченко А.А., Болильный А.О., Волобуев Д.Д. Экспериментальное исследование технико-экономических показателей бункерно-конвейерного устройства циклической импульсной инфракрасной сушки и очистки семян	164
Ажермачев С.Г., Высоцкая Н.Д., Волобуев Д.Д. Обеспечение безопасности агрегатов систем агропромышленных комплексов, имеющих гидроактивные отводы, путем демпфирования колебаний	187
Чемодуров В.Т., Литвинова Э.В., Волобуев Д.Д. Расчет изгибных деформаций телескопической стойки самоходного шасси для выполнения работ в виноградниках	197

ВЕТЕРИНАРИЯ

Куевда Н.Н., Овденко Д.А. Результаты диспансеризации лошадей при выгульном содержании ..208	
Лукьяннова Г.А., Куценко Ю.П., Лукьяннов Р.Ю. Диагностика и лечение эрлихиоза у собак ...216	
Куевда Е.Н., Решетова А.Р. Диагностика и лечение септического артрита жеребят на примере клинического случая	223
Плахотнюк Е.В., Лизогуб М.Л. Диагностика и мониторинг сахарного диабета у собак	230

Рефераты.....	239
----------------------	-----

Contents

AGRONOMY AND FORESTRY

Burlak V.A. Influence of iron chelates on the manifestation of chlorosis in pear seedlings in a nursery in the Crimea	6
Salogub R.V., Zakharenko G.S., Sevastyanov V.E. Current state and prospects for using crimean pine in forest improvement plantations in the steppe and foothill Crimea	10
Druzhinin F.N., Koryakina D.M., Smirnov V.V. Improving the efficiency of work on artificial reforestation in the Baltiysko-Belozersky Taiga region	25
Marchenko D.K. Dynamics of nutrient absorption from soil and water consumption of grain corn depending on complex fertilizer applications	39
Egoyan V. E. Dynamics of content and removal of nutrients in soil during cultivation of sugar beet in the low-western agrolandscape of the western Circaucasus	59
Tavakov A. S., Nichipurenko E. N. Assessment of the influence of mineral fertilizers on the yield and quality of winter wheat grain against the background of the predecessor sugar beet in the central black soil zone of Kuban	80
Rogovoy V.I., Saltykov A.N., Dygan A.M. Features of distribution and typological structure of high juniper (<i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb.) plants in Crimea	95
Yena A. V., Svirin S. A. A new for the southern russia weed species <i>chenopodium pratericola</i>	103
Saltykov A.N., Murzakhanov A.R., Loginov A.O. Variability of the spatial-age structure of coenopopulations of undergrowth of Crimean pine (<i>Pinus nigra</i> J.F. Arnold subsp. <i>pallasiana</i> (Lamb.) Holmboe) within the boundaries of the pyrogenic series in the protected areas of the southern coast of Crimea	108
Adamen F. F., Kokovikhin S. V., Stashkina A. F. Influence of long-term artificial moisturization and various watering methods on agrophysical indicators of dark chestnut soil in the conditions of the Northern Black sea region	122
Gorbunova E.V., Ilyin A.V., Meshcheryakova S.F Yield and quality of grain of different varieties of winter barley in the steppe zone of Crimea	140
Kibalnik S.V., Kibalnik O.P. Study of sorghum hybrids F1 based on cms A2 type silage direction of use	149

AGRO-INDUSTRIAL ENGINEERING

Volozhaninov S.S., Zavalny A.A., Zubchenko D.V., Shiyan O.V., Zubchenko A.A., Bolily A.O., Volobuev D.D. Experimental study of technical and economic indicators of a bunker conveyor device for cyclic pulsed infrared drying and cleaning of seeds	164
Azhermachev S.G., Vysotskaya N.D., Volobuev D.D. Ensuring the safety of units of systems of agricultural complexes with hydroactive branches by damping vibrations	187
CHemodurov V.T., Litvinova E.V., Volobuev D.D Calculation of bending deformations of telescopic stand of self-propelled chassis for works in vineyards	197

VETERINARY

Kuevda N.N., Ovodenko D.A. Results of horses dispensarisation at walking	208
Lukianova G.A., Kutsenko I.P., Lukianov R.Y. Diagnosis and treatment of ehrlichiosis in dogs	216
Kuevda E.N., Reshetova A.R. Diagnosis and treatment of septic arthritis in foals using a clinical case example	223
Plahotniuk E.V., Lizogub M.L. Diagnosis and monitoring of diabetes mellitus in dogs	230
Abstracts.....	239

АГРОНОМИЯ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 634.13: 634.1.03

ВЛИЯНИЕ ХЕЛАТОВ ЖЕЛЕЗА НА ПРОЯВЛЕНИЕ ХЛОРОЗА У САЖЕНЦЕВ ГРУШИ В ПИТОМНИКЕ В УСЛОВИЯХ КРЫМА

Бурлак В.А., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»

Применение хелатов железа Ferrilene 4,8 Valagro в питомнике полностью устраняет хлороз у двухлетних саженцев сорта Бере Боск, привитого на айву BA29.

Ключевые слова: саженцы, груша, подвой айва, хлороз

INFLUENCE OF IRON CHELATES ON THE MANIFESTATION OF CHLOROSIS IN PEAR SEEDLINGS IN A NURSERY IN THE CRIMEA

Burlak V.A., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor Institute «Agrotechnological Academy» of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University»

The use of iron chelates Ferrilene 4.8 Valagro in the nursery completely eliminates chlorosis in two-year-old seedlings of the Bere Bosc variety grafted onto quince BA29.

Key words: seedlings, pear, quince scion, chlorosis

Введение. В Крыму груша выращивается в основном на слаборослых по-двоих - клонах айвы, таких как ВА₂₉, айва Прованская. Однако на карбонатных почвах, характерных для Крыма, деревья груши, привитые на айву, болеют хлорозом [3]. Недостаточное поступление железа в растение приводит к пожелтению листьев вследствие угнетения синтеза хлорофилла. Лечение хлороза проводится применением различных хелатных препаратов, имеющих в своём составе Fe в форме органических соединений [3,5]. Кроме того, ослабление действия хлороза может быть получено путём залужения почвы в саду многолетними травами, что, однако невозможно в питомнике. Другой путь лечения хлороза – подкисление почвы кислотами, серой и торфом [7]. Применительно к слаборослой культуре груши устойчивость к карбонатности почвы может быть повышена использованием сеянцев лохолистной груши и клонов айвы КА₅₃, КА₉₂ [6].

Цель исследования - установить наиболее эффективный препарат для лечения хлороза у саженцев груши на айве в питомнике.

Материал и методы исследований. Полевой опыт по изучению влияния хелатов Fe и ортофосфорной кислоты на проявлении хлороза у груши проводили в плодовом питомнике. Сорт груши Бере Боск прививали на айву ВА₂₉. Саженцы сорта Бере Боск, физиологически несовместимого с айвой [4], выращивали с использованием весенней прививки двухкомпонентного черенка

«вставка Кюре 20 см + сорт» [1]. В течение вегетации 2023 года вырастили 1-летние саженцы груши со вставкой совместимого сорта. Признаки хлороза на них отсутствовали или были слабо выражены. Осенью их не выкапывали, оставили на 3-е поле питомника для получения двухлетних саженцев.

В 2024 году при выращивании двухлеток проявились признаки сильного хлороза с пожелтением листьев и появлением на них коричневых пятен.

Опыт был заложен методом рендомизированных повторений в 4-кратной повторности, по 20 подвоев в делянке. Отводки айвы высаживали в первое поле питомника по схеме 90x20 см весной 2022 года. В марте 2023 года делали весеннюю прививку двухкомпонентным черенком «вставка–сорт». Ортофосфорную кислоту, хелаты железа Ferrilene 4,8 Valagro (Италия), Fe ДТПА -119 и ОМЭК -7М-Универсал (Россия), вносили в почву с поливной водой в соответствии с инструкцией по каждому препарату. Перед разбавлением препаратов воду подкисляли PH DOWN 5 мл на 10 л.

Содержание карбонатов кальция в почве на опытном участке в слое 0-30 см 20%, на глубине 30-60 см - 27%. Оценку степени хлороза проводили по 10-балльной шкале по Сафу Э.М. [2] (табл. 1).

Таблица 1. Шкала оценки хлороза

Баллы	Описание	Степень хлороза
1	Признаки хлороза полностью отсутствуют, лист темно-зеленый	Хлороза нет
2	Листовая пластинка имеет ярко-зеленый оттенок	
3	Листовая пластинка имеет светло-зеленый оттенок	Слабо выраженный хлороз
4	Листовая пластинка имеет лимонный оттенок	
5	Листовая пластинка имеет жёлтый цвет, жилки зеленые	Средняя степень хлороза
6	Листовая пластинка полностью желтая	
7	Листовая пластинка полностью желтая, имеются небольшие коричневые пятна	
8	Листовая пластинка полностью желтая, имеются большие коричневые пятна	Сильный хлороз
9	Частичная потеря листьев	Очень сильный хлороз, не поддающийся лечению
10	Полная потеря листьев	

Результаты и обсуждение. До закладки опыта в июне 2024 года степень хлороза оценивалась в 6,1-6,8 баллов, то есть это был сильный хлороз. В конце второй декады июня (19.06.2024) внесли препараты в борозды, разбавляя поливной водой (30 мл на 10 л). Через 18 дней после внесения препаратов (07.07.2024) листья позеленели в третьем варианте Ferrilene 4,8 Valagro до 2 баллов, то есть были ярко-зелеными. В варианте 1 Fe ДТПА-119 степень хлороза уменьшилась до средней - слабой (3,8 балла), цвет листьев был светло-зе-

леный с переходом к лимонному оттенку (табл. 2).

В контроле, в вариантах с ортофосфорной кислотой и Fe ДТПА-119 в течение первых 18 дней цвет листьев не изменился, то есть хлороз был такой же степени, как и до закладки опыта.

Таблица 2. Влияние хелатов железа на степень хлороза у 2-летних саженцев груши сорта Бере Боск на подвое ВА₂₉, баллы 2024 г.

Вариант	До закладки опыта 19.06.2024	7.07.2024	22.07.2024
1. Fe ДТПА-119	6,2	3,8	2,7
2.ОМЭК-7М-Универсал	6,8	6,4	3,8
3. Ferrilene 4,8 Valagro	6,3	2,0	1,0
4.Ортофосфорная кислота	6,5	6,5	4,6
5.Без внесения (к)	6,1	6,1	6,1
HCP ₀₅		0,6	0,5

К концу июля, через 40 дней после внесения препаратов, их действие проявилось во всех вариантах, но в разной степени. В третьем варианте Ferrilene 4,8 Valagro листья стали темно-зелеными (1, 0 балла), то есть хлороз был полностью устранен.

В первом варианте с внесением Fe ДТПА-119 степень хлороза значительно уменьшилась до 2,7 баллов, то есть листья имели цвет с переходом от ярко-зеленого к светло-зеленому, что соответствует слабой степени хлороза.

Слабо действовали ортофосфорная кислота и ОМЭК-7М-Универсал – хлороз у саженцев снизился до средней степени 3,8-4,6 балла при 6,1 балла в контроле.

Следовательно, внесение Ferrilene 4,8 Valagro и Fe ДТПА-119 под хлорозящие саженцы груши в конце июня частично или полностью излечивает хлороз в течение 40 дней. Следует отметить, что Ferrilene 4,8 Valagro отличается быстрым (в течение 18 дней) и наиболее эффективным действием и практически полностью излечивает хлороз.

Ортофосфорная кислота и ОМЭК-7М-Универсал оказывают очень слабое действие и к концу июля в этих вариантах хлороз был выражен довольно сильно.

Ослабление и устранение хлороза в вариантах с внесением Ferrilene 4,8 Valagro и Fe ДТПА-119 повысило усилило ростовые процессы и повысило биометрические показатели саженцев (табл. 3).

Осевой прирост побегов составил в первом варианте Ferrilene 4,8 Valagro и третьем Fe ДТПА-119 57-93 см, в то время как в контроле и вариантах 2 и 4 он был существенно меньше – 36-42 см. Аналогично суммарный прирост побегов на 1 саженец был соответственно 217-273 см и 155-159 см.

Высота саженцев и диаметр штамба также увеличивались при внесении Ferrilene 4,8 Valagro и Fe ДТПА-119 по сравнению с контролем и вариантами с ортофосфорной кислотой и ОМЭК-7М-Универсал. По высоте саженцев увеличение составило 30-37 см, или 20-25%, по диаметру штамба 3-6 мм, или 23-46%.

Таблица 3. Влияние внесения хелатов железа на биометрические показатели 2-летних саженцев груши сорта Бере Боск, 2024 г.

Вариант	Высота саженцев, см	Диаметр штамба, мм	Прирост побегов на 1 саженец	
			Осевой, см	Суммарный, см
1. Fe ДТПА-119	174	16	57	217
2. ОМЭК-7М-Универсал	144	14	42	159
3. Ferrilene 4,8 Valagro	187	19	93	273
4. Ортофосфорная кислота	158	14	37	155
5. Без внесения (контроль)	150	13	36	156
HCP ₀₅	16,1	1,5	4,3	25,2

Выход стандартных двухлетних саженцев в лучших вариантах опыта составил 44,4 тыс. шт. с 1 га, что на 10,8-17,3 тыс. шт. больше, чем в контроле и в варианте с применением ортофосфорной кислоты (табл. 4).

Таблица 4. Выход стандартных 2-летних саженцев груши сорта Бере Боск и их товарные качества, 2024 г.

Вариант	Выход с 1 га, тыс. шт.	Товарность, %		
		1 сорт	2 сорт	Всего стандартных
1. Fe ДТПА-119	44,4	66,7	33,3	100
2. ОМЭК-7М-Универсал	44,4	60,0	40,0	100
3. Ferrilene 4,8 Valagro	44,4	100	0	100
4. Ортофосфорная кислота	33,6	55,2	20,4	75,6
5. Без внесения (контроль)	27,1	50,4	10,7	61,1
HCP ₀₅	3,2			

По товарным качествам выделялся вариант с применением Ferrilene 4,8 Valagro, где все саженцы были первого сорта. Невысокую товарность имели контроль и вариант с ортофосфорной кислотой – 50-55% 1 сорта и 51-75% - общий выход стандартных саженцев.

Аналогичные результаты по применению Ferrilene 4,8 Valagro были получены в других опытах [2].

Следует отметить, что саженцы в контроле и вариантах с ортофосфорной кислотой и ОМЭК-7М-Универсал хлорозили, и после посадки в сад необходимо продолжать их лечение.

Выводы: 1. Хелат железа Ferrilene 4,8 Valagro полностью излечивает сильный хлороз у саженцев груши на айве в питомнике в течение 40 дней после внесения в виде корневой подкормки.

2. Препарат Fe ДТПА-119 устраняет частично признаки хлороза с сильно выраженного до слабого.

3. Ортофосфорная кислота и ОМЭК-7М-Универсал оказывают очень слабое воздействие на устранение признаков хлороза у саженцев груши.

Список использованных источников:

1. Бурлак В.А., Попова В.Д. Способ выращивания саженцев груши со вставкой. – Патент на полезную модель №79897, Украина. -МКП (2013) и 2012 10703, А01Н1/00 А01Н3/00. – Заявл. 12.09.2012; Опубл. 13.05.2013. Бюл. 9.
 2. Бурлак В.А., Сафу Э.М. Влияние сорто-подвойных комбинаций и внесения хелатов железа на проявление хлороза у саженцев груши в питомнике // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. - №37 (200). - 2024 . – С.85- 91
 3. Гапиенко, А.А. Удобрение полевых, овощных и многолетних культур / А.А. Гапиенко, А.В. Кискачи, С.И. Скляр. – Симферополь, Таврида, 1999. – 109 с.
 4. Матвиенко М.В., Бабина Р.Д., Кондратенко П.В. Груша в Украине. – Киев: Аграрная мысль, 2006. – 315 с.
 5. Островская Л.К. Карбонатный хлороз и хелатные удобрения / Л.К. Островская, Г.М. Макарова., Г.М.. Яковенко– Урожай, 1973. – 174 с.
 - 6 . Сотник А.И. Груша и персик в Крыму /А.И. Сотник, Р.Д. Бабина. – Симферополь: ООО «Антиква», 2016. – 368 с.
 7. Справочник по орошаемому садоводству / В.И. Сенин, В.И. Водяницкий, Н.А. Барабаш и др. ; Под ред. В.И. Сенина. –К., Урожай, - 1992. – 192 с.
- References:**
1. Burlak V.A., Popova V.D. Method of growing pear seedlings with an insert. – Utility model Patent No. 79897, Ukraine. -MKP (2013) и 2012 10703, A01N1/00 A01N3/00. – Application 12.09.2012; Publ. 13.05.2013. Byul. 9.
 2. Burlak V.A., Safu E.M. Influence of variety-rootstock combinations and application of iron chelates on the manifestation of chlorosis in pear seedlings in a nursery // News of agricultural science of Tavrida. - No. 37 (200). - 2024 . - P.85-91
 3. Gapienko, A.A. Fertilization of field, vegetable and perennial crops / A.A. Gapienko, A.V. Kiskachi, S.I. Sklyar. – Simferopol, Tavrida, 1999. – 109 p.
 4. Matvienko M.V., Babina R.D., Kondratenko P.V. Grusha in Ukraine. – Kiev: Agrarian Thought, 2006. – 315 p.
 5. Carbonate chlorosis and chelated fertilizers / L.K Ostrovskaya., Makarova G.M., G.M/ Yakovenko.. – Harvest, 1973. – 174 p.
 6. Sotnik A.I. Pear and peach in Crimea / A.I. Sotnik, R.D. Babina. – Simferopol: Antikva LLC, 2016. – 368 p.
 7. Handbook of irrigated gardening / V.I. Senin, V.I. Vodyanitsky, N.A. Barabash et al.; Ed. V.I. Senina. –K., Harvest, - 1992. – 192 p.

Сведения об авторах:

Бурлак Владимир Александрович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры плодо-

Information about the author:

Burlak Vladimir Alexandrovich
- Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor of the Department

овощеводства и виноградарства
Институт «Агротехнологическая ака-
демия» ФГАОУ ВО «Крымский фе-
деральный университет имени В.И.
Вернадского», e-mail: bva.1951@mail.
ru, 295492, Симферополь, п. Аграрное.

of Horticulture and Viticulture of the
Institute "Agrotechnological Academy"
of V.I. Vernadsky Federal State
Autonomous Okrug, e-mail: bva.1951@
mail.ru, 295492, Simferopol, Agrarnoye
settlement.

УДК 582.475:630*228

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И
ПЕРСПЕКТИВЫ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОСНЫ
КРЫМСКОЙ В
ЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫХ
НАСАЖДЕНИЯХ В СТЕПНОМ И
ПРЕДГОРНОМ КРЫМУ**

Салогуб Р.В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
Захаренко Г.С., доктор биологических наук, профессор;
Севастьянов В.Е., кандидат биологических наук, доцент, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»

Результаты исследования роста сосны крымской в насаждениях, созданных в степных районах Крыма, показали, что наиболее высокие таксационные показатели имеют древостои на участках, почвенный покров которых представлен чернозёмами южными мицеллярно-карбонатными. Для всех насаждений в сухих условиях произрастания характерна низкая сохранность насаждений. Это указывает на необходимость программируемого лесоразведения сосны крымской в степных районах Крыма, предусматривающего замену её насаждений по достижению 55-60-летнего возраста.

Ключевые слова: сосна крымская, *Pinus nigra subsp. pallasiana*, лесные культуры, лесомелиорация.

Введение. Сосна крымская является подвидом сосны чёрной (*Pinus nigra* J. F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe), естественный ареал которого

**CURRENT STATE AND
PROSPECTS FOR
USING CRIMEAN PINE IN
FOREST IMPROVEMENT
PLANTATIONS
IN THE STEPPE AND
FOOTHILL CRIMEA**

Salogub R.V., Candidate of Agricultural Sciences, Docent;
Zakharenko G.S., Doctor of Biological Sciences, Professor;
Sevastyanov V.E., Candidate of Biological Sciences, Docent, Institute «Agrotechnological Academy», FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University».

The results of the study of Crimean pine growth in plantations created in the steppe regions of Crimea showed that the highest taxation indicators are found in stands on sites with soil cover represented by south-ern micellar-carbonate chernozems. Low survival of stands is typical for all plantations in dry growing con-ditions. This indicates the need for programmed afforestation of Crimean pine in the steppe regions of Cri-mea, providing for the replacement of its plantations upon reaching 55-60 years of age.

Keywords: Crimean pine, *Pinus nigra subsp. pallasiana*, forest crops, forest reclamation.

охватывает горные районы восточного Средиземноморья, а также западную часть южного макросклона Главной гряды Крымских гор и небольшие участки в западном Закавказье. Общая площадь естественных насаждений этой породы в Крыму составляет около 9 тысяч гектаров (Дидух, 1990). По данным Ю.К. Подгорного (1995), эта сосна на территории Крыма имеет сложную популяционную структуру, связанную с различным положением насаждений на гипсометрическом профиле – от 10–15 до 800–1000 м над уровнем моря.

Эта порода, благодаря сочетанию таких качеств как нетребовательность к почвенным условиям, способность без повреждений переносить непродолжительные понижения температуры воздуха до минус 30°C, засухоустойчивость, относительная быстрота роста и долговечность, получила широкое распространение в фитомелиоративных насаждениях на юге нашей страны. Первые опыты по созданию насаждений сосны крымской в восточной части Крымского полуострова были начаты в последней четверти девятнадцатого века учёными-лесоводами П.Г. Барком и Ф.И. Зибольдом, создавшими лесные культуры с участием этой породы на территории Феодосийского лесничества. Проведенное в начале 40-х годов прошлого века обследование этих лесных культур показало, что сосна крымская существенно превосходит по продуктивности и устойчивости одновременно высаженные с ней сосны чёрную типичной формы из Австрии и обыкновенную (Шичко, 1958). По данным В.Г. Кобечинской и О.Б. Яроша (2008), состояние 130-летних деревьев сосны крымской в этих частично сохранившихся лесных культурах оценено как удовлетворительное.

В те же годы, как и в районе Феодосии, было начато испытание сосны крымской в лесных культурах на юге России в Запорожской области в Старобельском лесничестве. Было установлено, что на супесчаных и супесчано-суглинистых почвах она успешно растёт и представляет здесь интерес для лесоразведения (Устиновская, 1969).

С 1915 года проводятся работы по облесению Терско-Кумских засоленных песков и созданию полезащитных лесных насаждений с использованием сосны крымской. Опыт её выращивания показал, что в засушливых степных условиях Западного Прикаспия полезащитные полосы и искусственные лесные насаждения этой породы эффективно защищают естественные пастбища и повышают их продуктивность (Сурхаев, 2013а, б; Манаенков, 2015).

Массовое использование сосны крымской вошло в практику лесного хозяйства на юге нашей страны во второй половине 20-го столетия. В начале 50-х годов разрабатывались технологические приёмы создания лесных культур в атипичных для этой породы условиях и проводилось облесение Нижнеднепровских песков, а также создание лесомелиоративных насаждений на Луганщине, в Донбассе, Поволжье и Ростовской области (Гордеев, 1949; Гаврилов, 1950; Бодров, 1953; Скрипка, 1954; Таран, 2017; Крючков, Киреева, 2015).

Изучение насаждений сосны крымской на Нижнеднепровских песках показало, что в лесных культурах 70-летнего возраста она имеет лучшие лесовод-

ственные показателями роста, чем сосна обыкновенная (Салогуб, 2014).

Площадь антропогенных лесных насаждений сосны крымской различного функционального назначения, заложенных в Крыму во второй половине прошлого века, существенно превышает площадь крымской части её естественного ареала (Белобородов, 1992). Действующим Лесным планом Республики Крым предусматривается дальнейшее расширение работ по искусственному лесоразведению в различных районах полуострова. Это позволит продолжить начатый предшествующими поколениями крымских лесоводов уникальный по своей широте и научной значимости научно-производственный опыт выращивания сосны крымской в фитомелиоративных насаждениях в различающихся по почвенно-климатическим условиям районах Крыма.

В ближайшее время станет актуальным возобновление работы по лесоразведению в южных областях России, Луганской и Донецких Народных Республиках, где сосна крымская может быть ведущей хвойной породой как при создании мелиоративных насаждений, так и плантаций для получения высококачественной деловой древесины. Учитывая большое значение генетического потенциала лесной породы для формирования насаждений с заданными наследственными показателями устойчивости и продуктивности, весьма важно привлекать для выращивания в новых условиях по возможности полный генофонд для налаживания селекции и отбора наследственных форм, соответствующих физико-географическим условиям нового района.

Опыт массового выращивания сосны крымской вне Крыма показал, что генетические характеристики этой породы по изоаллельному составу в природной части ее ареала в Крыму и в насаждениях Криворожья очень близки (Коршиков, 2002, 2010). В этой связи имеющиеся в Крыму искусственные насаждения сосны крымской, выращенные из семян крымского происхождения, представляют интерес в качестве семенной базы как для крымского лесного питомниководства, так и для других районов юга России, поскольку при их создании использованы семена из крымских естественных насаждений. На такую возможность указывает и тот факт, что семена сосны крымской в лесных культурах в степном и предгорном Крыму не уступают по посевным качествам образцам из природных насаждений Ялтинского горнолесного природного заповедника (Захаренко и др., 2017).

Для успешного практического использования наследственного потенциала сосны крымской в лесном хозяйстве также весьма важно иметь по возможности более полные представления о её требованиях к почвенным условиям. Такую возможность, учитывая пестроту почвенного покрова в степной и предгорной частях Крыма, открывает изучение роста сосны крымской в насаждениях, созданных в прошлом столетии в степных и предгорных районах полуострова, где площадь её лесомелиоративных насаждений составляет 2032 га (29,5%) от покрытой лесом площади, в том числе чистые по составу древостои сосны занимают площадь более 1000 га (Салогуб, 2014).

Объекты и методы исследования. Объектом исследования служили искусственные лесные массивы сосны крымской, созданные в Джанкойском, Раздольненском, Евпаторийском, Белогорском и Старокрымском лесничествах. С целью получения репрезентативных для района исследования данных отбирали для закладки пробных площадей (ПП) насаждения, имеющие возраст от 30 до 55 лет и растущие в наиболее характерных для района типах лесорастительных условий, а также опирались на почвенную карту Крыма (Половицкий, Гусев, 1987). Девять из одиннадцати ПП (№№ 1-6 и 9-11) относятся к сухим супрядкам (C_1), ПП № 7 к свежим борам (A_2) и ПП № 8 к сухим суборям (B_1).

Оценку роста и состояния наваждений осуществляли методами общепринятыми в таксации лесных насаждений (Анучин, 1982). Почвенные условия на пробных площадях оценивали путём измерения мощности генетических горизонтов в специально сделанных почвенных разрезах. Измерения генетических горизонтов на почвенных разрезах сопровождались их фотографированием и зарисовкой (рис.1).

Полученный цифровой материал обработан статистическими методами.

Результаты исследований и обсуждение. Данные, приведенные в таблице 1, свидетельствуют о высокой пластичности сосны крымской по отношению к эдафическим условиям, обеспечивающей возможность рости и формировать многолетние искусственные лесные насаждения на почвах различного плодородия в засушливых условиях степного и предгорного Крыма. Общим для всех обследованных участков сосны крымской в условиях сложного сухого сугрудка (C_1), является низкая сохранность лесных культур на начальных этапах формирования насаждений, в среднем составляющая 25%, с варьированием от 19,2% до 39,9%. Наивысшая же сохранность лесных культур составила 76,6% в условиях свежего бора (ПП № 7).

Наиболее высокие таксационные показатели имеют насаждения сосны крымской, созданные на участках, почвенный покров которых представлен чернозёмами южными мицеллярно-карбонатными (ПП № 4–6 и №11). В возрасте 45 лет они имели среднюю высоту 10,2–14,3 м и средний диаметр ствола 14,9–18,6 см. Запас стволовой древесины в этих насаждениях достигает 232,1 м³/га (ПП №4).

На пробной площади №3 с аллювиально-луговыми почвами 41-летние насаждения уступают более чем на 1 м по высоте и почти на 1 см по диаметру ствола насаждению того же возраста на пробной площади № 2, где почвенный покров представлен чернозёмами южными карбонатными на краснобурых глинах.

Различия таксационных показателей разновозрастных насаждений на участках с тёмно-каштановыми солонцеватыми почвами, сформировавшимися на майкопских глинах (ПП №1, № 19 и № 11), от выше приведенных 45-летних насаждений на чернозёмах выражены нечётко. В условиях сухого сугрудка в 39-летнем возрасте (ПП 9) они превосходят их по среднему диаметру ствола (21,6 см), в то время как показатели 55-летних насаждений практически аналогичны им.

Весьма интересные данные получены при анализе роста 48-летних насаждений сосны крымской на участках с почвами, представляющими собой современные морские отложения, солонцы на майкопских глинах (ПП №7 и №8). Оказалось, что сосна крымская, являющаяся олиготрофом, может успешно расти и на солонцеватых почвах в условиях сухого сугрудка (рис. 1, ПП №8), но в условиях свежей субори (B_2) существенно уступает в росте.

Комплексный анализ всех данных, характеризующих особенности роста и продуктивность изучаемых насаждений, показывает, что существует определённая связь между почвенными условиями и сохранностью лесных культур. Общей характеристикой для всех обследованных участков сосны крымской является низкая сохранность лесных культур в сухих условиях произрастания, составляющая в среднем 25%. Наивысшая же сохранность лесных культур, равная 76,6%, отмечена в условиях свежего бора (ПП №7). Эти данные указывают на то, что показатель сохранности лесных культур на начальных этапах формирования насаждений в наибольшей степени зависит от влажности почвы и в меньшей степени от её плодородия. На выраженное влияние плодородия почв на этот показатель указывает тот факт, что сохранность лесных культур на участках с чернозёмными почвами, как правило, превышала средний показатель и достигала 39%, в то время как на участке с аллювиально-луговыми почвами (рис. 1, ПП №3) она составляла 15,2%.

Сохранность, наряду со схемой посадки лесных культур, в конечном итоге влияет на площадь питания деревьев в насаждении. В насаждениях на наиболее полно представленных почвенных разностях она варьировала в широких пределах: от 5,3 до 13,4 м² в насаждениях на чернозёмах и от 9,2 до 9,6 м² на тёмно-каштановых почвах. Наибольшую площадь питания, равную 13,7 м², имели деревья в насаждении на аллювиально-луговых почвах (ПП №3), а минимальную, равную 2,7 м², на пробной площади №7 в условиях свежего бора на почвах, сформировавшихся на песчаных морских отложениях – солонцах на майкопских глинах.

Сопоставление средних показателей роста насаждений и площади питания одного дерева на участках с почвами чернозёмного типа выявило математически доказываемое влияние площади питания на рост насаждений. Коэффициент корреляции между площадью питания и диаметром ствола сложился: $r=0,965$. В то же время зависимость высоты ствола от площади питания имеет отрицательное значение коэффициента корреляции: $r=-0,700$. Это вполне объясняется тем, что сомкнутость насаждений невелика. Здесь прослеживается тот же эффект, как и при свободном стоянии деревьев, когда объём стволовой древесины и биомассы дерева в основном возрастает за счёт увеличения диаметра ствола и размеров кроны.

Таблица 1. Показатели роста сосны крымской в лесных насаждениях, созданных во второй половине 20-го века в степных и предгорных районах Крыма на участках с различными почвенными условиями

№ пробной площади	Типы почвы	Возраст, лет	Площадь питания одного дерева, м ²	Сохранность, %	Тип условий произрастания	Средние таксационные показатели			Мощность почвы, см
						диаметр ствола, см	высота ствола, м	запас древесины, м ³ /га	
1	Темно-каштановые солонцеватые на майкопских глинах	30	10,6	19,8	C ₁	6,6	13	52,4	60
2	Чернозем южный мицеллярно-карбонатный на красно-бурых глинах	41	7,3	28,6	C ₁	9,7	17,1	66,2	60
3	Аллювиально-луговые почвы	41	13,7	15,4	C ₁	8,6	16,4	76,8	50
4	Чернозем южный мицеллярно-карбонатный	45	5,3	39,9	C ₁	13,3	14,9	232,1	50
5	Чернозем южный мицеллярно-карбонатный	45	8,1	25,9	C ₁	14,1	17,3	208,6	50
6	Чернозем южный мицеллярно-карбонатный	44	10,9	19,2	C ₁	14,3	18,4	176,1	40
7	Современные морские отложения, солонцы на майкопских глинах	48	2,7	76,6	A ₂	4,6	6,8	62,8	30 (70-90 следы потреб. почв)
8	Современные морские отложения, солонцы на майкопских глинах	48	9,2	22,9	B ₁	9,9	17,8	147,8	40 (70-90 потреб. почв)
9	Темно-каштановые солонцеватые на майкопских глинах	39	10,1	21,6	C ₁	11,7	21,6	126,6	60 (70) ные почвы
10	Темно-каштановые солонцеватые почвы на майкопских глинах	55	9,2	22,9	C ₁	14,0	19,0	216,7	50 (60)
11	Чернозем южный мицеллярно-карбонатный	45	13,4	28,6	C ₁	10,2	18,6	101,5	40 (50)

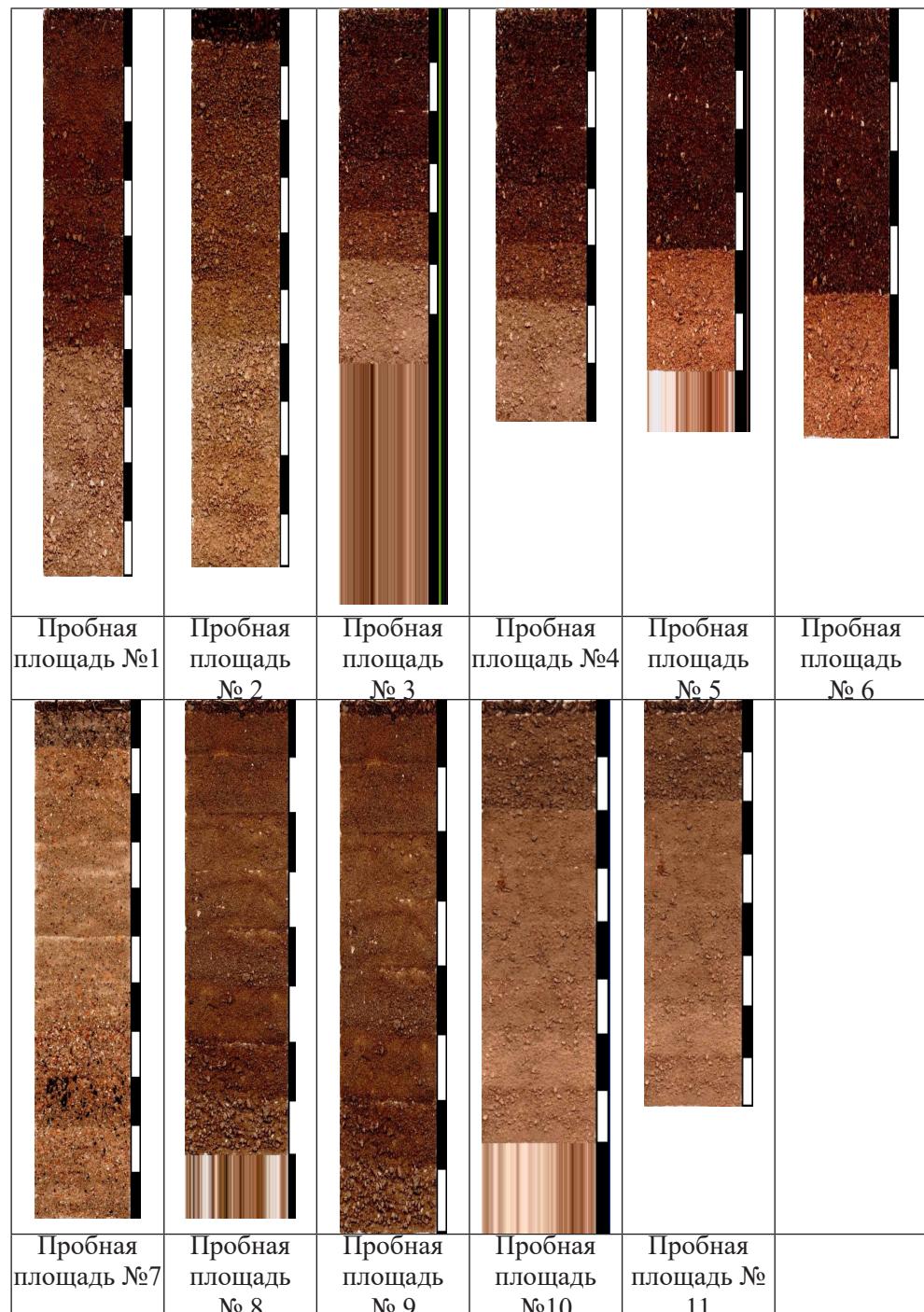


Рисунок 1. Схематическое изображение почвенных разрезов на участках зеленых культур сосны крымской в степных районах Крыма.

Сравнение таксационных показателей насаждений, растущих на однотипных почвах, показывает, что площадь питания дерева может в определённой мере компенсировать недостаточную мощность почвенного покрова. Так, на пробной площади № 5, где глубина плодородного слоя составляет около 40 см, а площадь питания одного дерева равна 10,9 м², насаждение характеризуется относительно высокими показателями роста в высоту и по диаметру ствола.

Минимальные значения таксационных показателей имели насаждения, созданные на участках, почвы которых представлены солонцами, развившимися на современных морских отложениях на майкопских глинах. По своим показателям они приближаются к насаждению на аллювиально-луговых почвах (пробная площадь № 3), но существенно уступают по таксационным показателям выше рассмотренным насаждениям, растущим на чернозёмных почвах. Эти данные показывают, что почвенные условия являются существенным фактором, определяющим успешность роста сосны крымской, но не могут рассматриваться как фактор, территориально ограничивающий возможность выращивания сосны крымской в степных районах Крыма, поскольку с точки зрения ландшафтной мелиорации здесь трудно найти замену сосне крымской как вечнозелёному дереву с широкой амплитудой экологической толерантности.

В настоящее время перспективным для рекреационного освоения являются прибрежные районы крымского Приазовья. Наши исследования показывают, что сосна крымская может успешно расти на распространённых в прибрежной полосе солонцеватых песчаных почвах, но при создании лесных культур на таких участках необходимо учитывать водный режим таких почв. На это указывает то, что на пробной площади № 7, почвы которых представлены свежими солонцами, развившимися на современных морских отложениях на майкопских глинах, в более благоприятных трофических условиях, но при избыточном увлажнении (тип условий произрастания А₂) в 48-летнем возрасте сосна крымская имеет вдвое меньшие средние значения высоты и диаметра ствола, чем в одновозрастном насаждении на участке с более бедными, но сухими почвами (тип условий произрастания В₁). Как показало изучение морфологического строения почв на этой пробной площади, относительно успешный рост насаждения связан не только с более соответствующими рассматриваемой породе условиями увлажнения, но наличия на глубине 70-90 см хорошо выраженного слоя погребённых почв мощностью более 20 см (рис. 1, пробная площадь № 8), компенсирующего трофическую бедность верхних почвенных горизонтов. В связи с тем, что во многих прибрежных районах Приазовья почвенный покров сформировался на морских отложениях, перекрывающих вследствие трансгрессии моря более древние почвы, предварительное изучение здесь строения почвенного покрова открывает возможность прогнозировать успешность выращивания сосны крымской на отводимых для этой цели участках.

Оценивая состояние изученных насаждений в целом, можно видеть, что в условиях степного Крыма для сосны крымской как и для других древесных

растений в условиях искусственного выращивания вне зоны их экологического оптимума свойственно ускоренное старение и распадание насаждений (Зайцев, 1983). Это указывает на необходимость программируемого ведения крымско-соснового лесного хозяйства в степных районах, предусматривающего 55-60-летний срок эксплуатации создаваемых здесь лесомелиоративных насаждений с последующим созданием на месте выбывших насаждений новых лесных культур сосны крымской, поскольку в её естественных насаждениях не отмечено проявления аллелопатии при естественном семенном возобновлении.

Выводы. Изучение роста и развития насаждений сосны крымской показало, что эта порода обладает широкой амплитудой экологической пластичности, позволяющей использовать её для создания в степных районах Крыма относительно долговечных лесомелиоративных насаждений на территориях с различными почвенными условиями. В степных районах Крыма наиболее благоприятными для создания лесных культур являются условия сухой сложной субори (C_1), представленные участками с чернозёмами южными мицеллярно-карбонатными, а также темно-каштановыми солонцеватыми почвами на майкопских глинах с мощностью плодородного слоя более 60 см.

К числу малопригодных для выращивания сосны крымской по почвенным условиям относятся участки с глинистыми аллювиально-луговыми почвами и избыточно увлажнёнными современными морскими отложениями, солонцами на майкопских глинах. В прибрежных районах Приазовья на участках с почвенным покровом, представленным современными морскими отложениями, солонцами на майкопских глинах, успешное выращивание возможно в сухих условия произрастания на участках с погребёнными вследствие морской трансгрессии древними почвами.

Накопленный в Крыму опыт свидетельствует о возможности создания лесомелиоративных насаждений сосны крымской в степном Крыму с периодом выращивания её лесных культур 55-60 лет и их последующим повторным возобновлением с использованием посадочного материала, выращенного из семян наиболее продуктивных степных насаждений.

Список использованных источников

1. Анучин, Н.П. Лесная таксация / Н.П. Анучин – М.: Лесная промышленность, 1982. – 552 с.
2. Белобородов В. М., Ширяев В. И., Паттай И. Н. Интродуценты в лесных культурах европейской части страны // Лесное хозяйство. – 1992. – № 8–9. – С. 38–39.
3. Дидух Я. П. Сосновые леса Горного Крыма // Ботанический жур-

References

- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Anuchin, N.P. Forest taxation / N.P. Anuchin - M.: Lesnaya Promyshlennost, 1982. - 552 p. 2. Beloborodov V. M., Shiryaev V. I., Patlay I. N. Introduced species in forest crops of the European part of the country // Forestry. - 1992. - No. 8-9. - P. 38-39. 3. Didukh Ya. P. Pine forests of | |
|---|--|

- нал. – 1990. – Т. 75. – С. 336-346.
4. Бодров, В.А. О способах культивации сосны на Нижнеднепровских песках / В.А. Бодров // Лесное хозяйство. – М.: 1953. – № 4. – С. 3-5.
5. Гордеев, А.В. Сосна крымская для облесения песков степной зоны / А.В. Гордеев // Лесное хозяйство. – М.: Министерство лесного хозяйства СССР, 1949. – № 5. – С. 89-92.
6. Зайцев Г.Н. Оптимум и норма в интродукции растений. – М.: Наука, 1983. – 271 с.
7. Захаренко Г. С., Севастьянов В. Е., Салогуб Р. В. Качество семян *Pinus nigra* ssp. *Pallasiana* в условиях культуры в степном и предгорном Крыму // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2017. – № 12 (175). – С. 13-23.
8. Кобечинская, В.Г. Современная оценка состояния лесных насаждений в окрестностях г. Феодосия / В.Г. Кобечинская, О.Б. Ярош // Лісівництво і агролісомеліорація. – Харків: УкрНДІЛГА, 2008. – Вип. 113. – С. 247-251.
9. Коршиков И. И. Популяционная генетика и репродуктивная биология сосны крымской. – Донецк: Издво «Ноулидж», 2010. – 243 с.
10. Коршиков И. И., Терлыга Н. С., Бычков С. А. Популяционно-генетические проблемы дендротех-ногенной интродукции (на примере сосны крымской). – Донецк: ООО «Лебедь», 2002. – 328 с.
11. Крючков, С.Н. Опыт интродукции видов рода Сосна (*Pinus*) в Нижнем Поволжье // С.Н. Крючков, О.В. Киреева // Вестник Волгоградского государственного университета. – 2015. – Серия 11, Естественные науки. – № 3 (13). – С. 18-28.
- Mountain Crimea // Botanical Journal. - 1990. - V. 75. - P. 336-346.
4. Bodrov, V. A. On the methods of pine cultures on the Lower Dnieper sands / V. A. Bodrov // Forestry. - M.: 1953. - No. 4. - P. 3-5.
5. Gordeev, A.V. Crimean pine for afforestation of steppe zone sands / A.V. Gordeev // Forestry. - M.: USSR Ministry of Forestry, 1949. - No. 5. - P. 89-92.
6. Zaitsev, G.N. Optimum and norm in plant introduction. - M.: Nauka, 1983. - 271 p.
7. Zakharenko, G.S., Sevastyanov, V.E., Salogub, R.V. Quality of *Pinus nigra* ssp. *Pallasiana* seeds under cultural conditions in the steppe and foothill Crimea // News of the agricultural science of Tavrida. - 2017. - No. 12 (175). - P. 13-23.
8. Kobechinskaya, V.G. Modern assessment of the state of forest stands in the vicinity of Feodosia / V.G. Kobechinskaya, O.B. Yarosh // Forestry and agro-forest melioration. - Kharkiv: Ukrainian Scientific-Research Institute of Forestry, 2008. - Issue. 113. - P. 247-251.
9. Korshikov I.I. Population genetics and reproductive biology of Crimean pine. - Donetsk: Knowledge Publishing House, 2010. - 243 p.
10. Korshikov I.I., Terlyga N.S., Bychkov S.A. Population and genetic problems of dendrotechnogenic introduction (on the example of Crimean pine). – Donetsk: OOO Lebed, 2002. – 328 p.
11. Kryuchkov, S. N. Experience of introduction of species of the genus Pine (*Pinus*) in the Lower Volga region // S. N. Kryuchkov, O. V. Kireeva // Bulletin of Volgograd State University. – 2015.

12. Манаенков, А.С. Перспектива использования хвойных пород в лесомелиорации пастбищ западного прикаспия / А.С. Манаенков, И.Г. Сурхаев, Г.А. Сурхаев // Вестник АПК Ставрополя. – 2016. – № 3 (23). – С. 126-130.
13. Подгорный Ю.К. Закономерности формирования популяционной структуры горных растений и пути их использования в интродукции, селекции, охране генофондов: (На прим. сосны крымской): Автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра биол. наук: 03.00.05 / Рос.АН, Глав.ботан.сад. – М., 1995. – 52 с.
14. Половицкий И.Я., Гусев П.Г. Почвы Крыма и повышение их плодородия: справочное издание. – Симферополь: Таврия, 1987. – 152 с.
15. Салогуб, Р.В. Особливості росту деревостанів шпилькових порід на Нижньодніпровських пісках / Р.В. Салогуб // Матеріали читань з нагоди дня народження Б.Ф. Остапенко «Лісова типологія: науково-ві, виробничі, навчальні аспекти розвитку». – Харків: 2014. – С. 103-106.
16. Скрипка, П.А. Выращивание сосны посевом в котловинах выдувания Нижнеднепровских песков / П.А. Скрипка // Лесное хозяйство. – М.: Сельхозгиз, 1954. – № 2. – С. 36-39.
17. Сурхаев, И.Г. Долговечность сосны в культурах на Терских песках / И.Г. Сурхаев // Наука на службе сельского государства. – Николаев, 2013. – С. 85-86.
18. Сурхаев, И.Г. Культура сосны в Терско-Кумской пустыне / И.Г. Сурхаев // Агролесомелиорация в системе адаптивно-ландшафтного земледелия: поиск новой модели: материалы – Series 11, Nat-ural sciences. – No. 3 (13). – P. 18-28.
12. Manaenkov, A. S. Prospects of using coniferous species in forest reclamation of pastures of the western Caspian region / A. S. Manaenkov, I. G. Surkhaev, G. A. Surkhaev // Bulletin of the AIC Stavropol. – 2016. – No. 3 (23). – P. 126-130.
13. Podgorny Yu.K. Patterns of formation of population structure of mountain plants and ways of their use in introduction, selection, protection of gene pools: (On the example of Crimean pine): Abstract of dissertation for candidate of scientific degree of Doctor of Biological Sciences: 03.00.05 / Russian Academy of Sciences, Main Botanical Garden. - M., 1995. - 52 p.
14. Polovitsky I.Ya., Gusev P.G. Soils of Crimea and increase of their fertility: reference publication. - Simferopol: Tavria, 1987. - 152 p.
15. Salogub R.V. Peculiarities of growth of tree stands of coniferous species on the Lower Dnieper Sands/R.V. Salogub // Reading materials dedicated to the birthday of B.F. Ostapenko "Forest typology: science, development, basic aspects of development." – Kharkiv: 2014. – P. 103-106.
16. Skripka P.A. Growing pine by sowing in the blowing basins of the Lower Dnieper sands / P.A. Skripka // Forestry. – M.: Selkhozgiz, 1954. – No. 2. – P. 36-39.
17. Surkhaev I.G. Durability of pine crops on the Tersky Sands / I.G. Surkhaev // Science in the service of the rural state. – Nikolaev, 2013. – P. 85-86.
18. Surkhaev I.G. Pine culture in the Terek-Kuma desert / I.G. Surkhaev // Agroforestry in the system of adaptive

к 90-летию академика РАСХН Е.С. Павловского. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2013 – С. 244-246.

19. Таран, С.С. Закономерности роста и формирования насаждений с участием *Pinus sylvestris* и *Pinus pallasiana* в условиях Нижнего Дона / С.С. Таран, Е.Ю. Матвиенко, С.Н. Кружилин // Репутациология. – 2017. – № 1 (43). – С. 19-26.

20. Устиновская, Л.Т. Лесонасаждения в степи / Л.Т. Устиновская. – М.: Лесная промышленность, 1969. – 133 с.

21. Щичко, В.С. Сосна крымская и ее выращивание в условиях Крыма / В. Щичко. Крымская горно-лесная опытная станция. – Алушта, 1958. – 39 с.

landscape agriculture: search for a new model: materials for the 90th anniversary of Academician of the Russian Academy of Agricultural Sciences E.S. Pavlovsky. - Volgograd: All-Union Scientific-Research Academy of Forest Melioration, 2013 - Pp. 244-246.

19. Taran S.S. Patterns of growth and formation of plantations with the participation of *Pinus sylvestris* and *Pinus pallasiana* in the conditions of the Lower Don / S.S. Taran, E.Yu. Matvienko, S.N. Kruzhilin // Reputa-tionology. - 2017. - No. 1 (43). - Pp. 19-26.

20. Ustinovskaya L.T. Afforestation in the steppe / L.T. Ustinovskaya. - M.: Forest Industry, 1969. - 133 p.

21. Shchichko, V.S. Crimean pine and its cultivation in the Crimea / V. Shchichko. Crimean mountain forest experimental station. - Alushta, 1958. - 39 p.

Сведения об авторах:

Захаренко Геннадий Сергеевич – доктор биологических наук, профессор кафедры лесного дела и садово-паркового строительства Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», e-mail: cupressus@inbox.ru, 295492, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В. И. Вернадского»;

Салогуб Роман Васильевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесного дела и садово-паркового строительства Институ-

Information about the authors:

Zakharenko Gennadiy Sergeevich – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Forestry and Landscape Construction of the Institute «Agrotechnological Academy» FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University», e-mail: cupressus@inbox.ru, Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Agrarnoye v., Simferopol, Republic of Crimea, 295492, Russia;

Salogub Roman Vasilevich – Candidate of Agricultural Sciences, Docent of the Department of Forestry and Landscape Construction of the

та «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», e-mail: salogubroman@mail.ru, 295492, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В. И. Вернадского»;

Севастьянов Виктор Евгеньевич – кандидат биологических наук, доцент кафедры лесного дела и садово-паркового строительства Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», e-mail: vegavictor2007@mail.ru, 295492, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В. И. Вернадского».

Institute «Agrotechnological Academy» FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University», e-mail: cupressus@inbox.ru, Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Agrarnoye v., Simferopol, Republic of Crimea, 295492, Russia;

Sevastyanov Victor Evgenyevich – Candidate of Biological Sciences, Docent of the Department of Forestry and Landscape Construction of the Institute «Agrotechnological Academy» FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University», e-mail: cupressus@inbox.ru, Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Agrarnoye v., Simferopol, Republic of Crimea, 295492, Russia.

УДК 630*23

**ПОВЫШЕНИЕ
ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТ ПО
ИСКУССТВЕННОМУ
ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЮ В
БАЛТИЙСКО-БЕЛОЗЕРСКОМ
ТАЁЖНОМ РАЙОНЕ**

Дружинин Ф.Н. доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой лесного хозяйства ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА

Корякина Д.М. кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры лесного хозяйства ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА

Смирнов В.В. соискатель, генеральный директор ООО «Центр лесных инноваций»

**IMPROVING THE EFFICIENCY
OF WORK ON ARTIFICIAL
REFORESTATION
IN THE
BALTIYSKO-BELOZERSKY
TAIGA REGION**

Druzhinin F.N. Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Forestry, Vologda State Agricultural Academy

Koryakina D.M. Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Forestry, Vologda State Agricultural Academy

Smirnov V.V. Applicant, General Director of the Center for Forest Innovations LLC

В работе рассматривается одна из наиболее важных технологических операций при лесовосстановлении – подготовка почвы с применением современных самоходных землеройных машин и оценка влияния качества этих работ на динамику роста лесных культур. Разработана технологическая карта на подготовку почвы экскаватором с навесным оборудованием ковшом-лопатой, предложены оценочные критерии и параметры для оценки качества этих работ. В заключении выполнена лесоводственная оценка влияния подготовки почвы на динамику роста лесных культур, созданных посадочным материалом с открытой и закрытой корневыми системами при их высадке в микроповышения (посадочные площадки) при дискретной подготовке почвы на

The paper considers one of the most important technological operations in reforestation – soil preparation using modern self-propelled earthmoving machines and assessing the impact of the quality of these works on the growth dynamics of forest crops. A technological map has been developed for soil preparation by an excavator with a bucket-shovel attachment, and estimated parameters have been proposed to assess the quality of these works. In conclusion, a forestry assessment was carried out of the impact of soil preparation on the growth dynamics of forest crops created by planting material with open and closed root systems when they were planted in micro-plants (sites) with discrete soil preparation at the training and production site in the rental base of the Babaevsky Forestry Enterprise.

учебно-производственном полигоне в аренданой базе предприятия АО «Ба-баевский леспромхоз».

Ключевые слова: лесовосстановление, дискретная подготовка почвы, технологическая карта, качество работ, лесные культуры, открытая и закрытая корневая система, прирост по высоте.

Keywords: Reforestation, discrete soil preparation, technological map, quality of work, forest crops, open and closed root system, height increase.

Введение. В настоящее время процесс лесовосстановления, в свете ухудшения многих факторов (экологических, экономических, социальных), приобретает ещё более важное значение. О целевом воспроизведстве лесов заговорили на самом высоком уровне, что нашло отражение в реализации национального проекта «Экологическое благополучие», стратегии развития лесного комплекса РФ до 2030 года, а на территории Вологодской области – в рамках реализации пилотного проекта по внедрению модели интенсивного использования и воспроизведения лесов.

Сегодня, при выполнении работ по лесовосстановлению уделяется, на наш взгляд, излишнее внимание использованию посадочного материала с закрытой корневой системой. При этом абсолютно упускается из виду или недооценивается такой важный и необходимый технологический элемент как подготовка почвы. В настоящее время на предприятиях лесного комплекса отсутствуют технологические карты на обработку почвы, не отражена и фактически не выполняется оценка качества этих работ, а применяемые, традиционные для этих целей, машины и механизмы, с учетом перехода на сортиментную заготовку древесины многооперационной агрегатной техникой, крайне неэффективны по ряду причин: высокий износ материально-технической базы, низкое качество запасных частей, отсутствие квалифицированных кадров для работы на этой технике, не выполнение работ по расчистке лесокультурных площадей.

Успешность искусственного лесовосстановления, в первую очередь, зависит от приживаемости сеянцев-саженцев, их интенсивного роста и развития в первые годы после выполнения лесокультурных работ, что должно быть обеспечено, в первую очередь, за счет качественной подготовки почвы для выполнения лесокультурных работ [5, 6, 8 и др.]. Сегодня лесная промышленность выпускает многофункциональные машины (в нашем случае экскаватор), способные, при правильном агрегировании, эффективно решать многие задачи по различным видам лесохозяйственных работ.

Основным сдерживающим фактором на пути массового внедрения в производство апробированной технологии подготовки почвы экскаватором (создание микроповышений – посадочных площадок), является отсутствие нормативной базы и технологической карты с детальным описанием каждой операции.

При этом отсутствие разработанной системы контроля и критериев оценки качества работ также не позволяют в полной мере применять инновационные подходы к подготовке почвы. Второстепенными проблемами считаем, техническую сторону подготовки почвы: производительность, совершенствование агрегатов (ковша-лопаты), квалификация машинистов и т.д.

Материал и методы исследований

Цель исследования – разработать оценочные критерии и технологическую базу на основе лесоводственной оценки искусственного лесовосстановления по дискретной обработке почвы экскаватором, оснащенным ковшом лопатой.

В рамках поставленной цели решались следующие задачи исследования:

- дать количественную и качественную оценку по агротехнике подготовки почвы экскаватором;

- разработать технологию и технологическую карту по дискретной обработке почвы;

- выполнить сравнительную оценку лесных культур, созданных с использованием различного посадочного материала на учебно-производственном полигоне в арендной базе АО «Бабаевский леспромхоз».

Объектом исследования являлся лесной участок, пройденный в 2021 году сплошной рубкой с последующим лесовосстановлением. Эксплуатационная площадь объекта – 8,9 га (табл. 1). Рельеф участка – равнинный, почва – подзолистая, супесчаная, хорошо дренированная. Лесорастительные условия характеризуются оптимальным режимом увлажнения. В составе подлеска существует рябина. В живом напочвенном покрове доминирующее положение (встречаемость до 30%), после завершения лесосечных работ, занимал иванчай (*Chamaenerion angustifolium*).

Таблица 1. Таксационная характеристика древостоя на демонстрационном участке до рубки

Площадь, га	Индекс типа леса	Элемент леса состав древостоя	Средние по древостою			Бонитет	Количество, шт/га		Полнота	Запас, м ³ /га
			A, лет	H, м	D, см		деревьев	подроста		
8,9	E _{чеп}	E	90	23	24	II	59		0,7	145
		C	-	24	30		328			25
		B	-	22	24		161			70
		Oд _с	-	-	-		-			-
		6Е1С3Б+Од	90	23	24		548	2000		240

Морфологическое описание почв производилось с учётом требований ОСТ 56-81-84 по методике, опубликованной в работе Е.Н. Наквасиной и др. [7]. Почвенные прикопки закладывались глубиной до 40 см. Почвенные образцы изымались из центральной их части и упаковывались в полиэтиленовые пакеты для последующего анализа в лабораторных условиях [2, 3, 4].

Для оценки жизненного состояния хвойных пород (естественного и искус-

ственного происхождения) после выполнения комплекса лесохозяйственных работ по воспроизведению лесов применялись общепринятые методические положения в действующих нормативно-правовых актах.

Результаты и обсуждение. Основной и наиболее распространенной является механическая обработка почвы [1] путем воздействия на почву рабочими органами машин и орудий. При создании высокопродуктивных лесных культур важное значение имеет качество этих работ, что позволяет создать благоприятные условия для роста и развития сеянцев и саженцев при их посадке на лесокультурную площадь, улучшить водно-физические и агрохимические свойства почв [3].

Внедряемая в настоящее время по многим субъектам РФ технология по дискретной подготовке почвы является, на наш взгляд, более перспективной и эффективной по следующим причинам:

- значительный износ имеющейся материально-технической базы по тракторам с тросово-чекерной оснасткой и отсутствие качественных запасных частей для их ремонта;
- отсутствие кадров и некомфортные условия труда в отличие от современных (зарубежных) самоходных машин и техники;
- используя технологическую сеть коридоров, устроенную при заготовке древесины, исключается необходимость расчистки полос для проезда (спиливание пней за под лицо, уборка захламленности);
- нет необходимости в разметке будущих рядов лесных культур для прокладки плужных борозд;
- на обработку почвы не оказывает влияние рельеф лесного участка, наличие пней в любом их количестве;
- при подготовке почвы, ввиду частичного (фрагментарного) воздействия, в той или иной степени, снижается интенсивность появления и густота вегетативной поросли лиственных пород, оказывающей в дальнейшем влияние на рост и развитие лесных культур;
- за счет удвоения гумусового горизонта, улучшения водно-физических и агрохимических характеристик почв создаются более благоприятные условия для формирования искусственных фитоценозов (табл. 2);
- после дискретной обработки почвы, даже на богатых почвах, отпадает необходимость в проведении агротехнических уходов или, как минимум, их количество может быть сокращено до однократного на третий год выращивания без ущерба качества работ по лесовосстановлению;
- равномерность размещаемых площадок позволяет повысить устойчивость формируемых насаждений, а самое главное, дает возможность при последующем лесохозяйственном использовании этих лесных участков назначать и выполнять механизированные ликвидные виды рубок ухода, что практически невозможно при применении традиционных подходов к воспроизведению лесов.

Таблица 2. Изменения агрохимических характеристик почв под влиянием ее механической обработки

Показатель	Единица измерения	Место отбора почвенных образцов на объекте исследования			
		технологическая зона пасек		центральная часть пасек	
		посадочные площадки	без обработки почвы	посадочные площадки	без обработки почвы
Кислотность солевой вытяжки	pH	4,3±0,1	3,7±0,1	5,3±0,1	4,4±0,1
Содержание органического вещества	%	1,9±0,4	1,5±0,3	5,7±0,7	2,0±0,4
Массовая доля подвижного фосфора	мг/кг	46,3±9,3	16,2±5,6	114,0±22,8	78,7±15,8
Массовая доля подвижного калия	мг/кг	55,3±17,6	44,7±8,9	46,7±9,3	44,3±9,0

В целом, выявлены следующие изменения и особенности агрохимических показателей почв в результате механического воздействия. Различия, в первую очередь, связаны с местом отбора, гидрологическим режимом почв и механической обработкой. Кислотность почв на участках без механического воздействия характеризуется более высокими значениями – от очень сильнокислых до сильнокислых. При этом более высокие значения характерны для технологической зоны пасек. Следует отметить, что кислотность почв на посадочных площадках во всех случаях была ниже.

Содержание органического вещества на лесном участке – невысокое. Колебания органических веществ в почве составляет от 1,5 до 5,7%. Более высокие значения по этому показателю отмечались на механически подготовленных площадках. При этом в центральной части пасек значения превышают почву без обработки. Почвы характеризуются как малогумусные (5,7%).

Массовая доля подвижного фосфора и калия на лесном участке характеризуется очень низкими и низкими значениями, что свойственно для лесных почв таежной зоны. Подготовленные площадки, в виде микроповышений, характеризуются более высокими значениями по этим химическим элементам. В центральной части пасек содержание фосфора в почве достигает самых высоких значений. Максимальное содержание фосфора в почве достигало 114 мг/кг, а по калию – более 55 мг/кг.

Содержание химических элементов в почве (азота, фосфора, калия) оказывает влияние на все физиологико-биохимические процессы. При этом предельно допустимые концентрации в почве для рассматриваемых элементов не установлены отраслевыми стандартами и ГОСТами. По результатам сравнительного анализа установлено, что механическая обработка почвы площадками позволила в некоторой степени улучшить кислотность почвы и повысить со-

держание в почве основных макроэлементов. Гумусовые вещества в почве, хотя и присутствуют в относительно небольших количествах, но оказывают влияние на рост сеянцев в начальный период их культивирования на лесокультурной площади. Кроме этого, за счет повышения плодородия почв, сглаживается уровень питания растений в питомниках (комплексах по выращиванию посадочного материала с закрытой корневой системой) с лесным участком, что отражается на сокращении периода адаптации сеянцев к новым условиям среды.

Процесс создания посадочных мест (площадок) экскаватором заключается в равномерном их размещении по площади лесного участка со средними расстояниями между ними от 2 до 3 м (табл. 3). При этом должны быть использованы специальные малогабаритные ковши, подходящие для обработки пластов. Они должны иметь длинную переднюю губу (длина – около 45 см, нижняя ширина – 45-60 см, верхняя ширина – 140-160 см) для обеспечения маневренности и качества выполнения технологических операций (описываются ниже). Небольшие изнашиваемые части (приблизительно 25 мм) могут быть приварены на внутреннюю часть ковша, чтобы предотвратить прилипание почвы к нему. Место для создания посадочной площадки (микроповышения) выбирает машинист экскаватора, что повышает качество этих работ. При этом может быть применено два технологических решения (рисунок 1).

Таблица 3. Критерии для оценки качества подготовки почвы

№ п/п	Оценочный показатель	Единица измерения	Фактические параметры	Рекомендуемые параметры
1	Ширина пасеки с сохранением лесной среды	м	18,2±1,0	не менее 16,0
2	Высота микроповышения с гумусовым горизонтом	м	0,21±0,01	не менее 0,20
3	Ширина площадки	м	0,52±0,03	не менее 0,50
4	Длина площадки	м	0,69±0,02	не менее 0,65
5	Минимальное количество площадок при густоте создания лесных культур 2000 шт/га	шт	1044±2,0	не менее 1000
6	Минимальное количество площадок при густоте создания лесных культур 3000 шт/га	шт	1544±8,0	не менее 1500
7	Среднее расстояние между площадками при веерной подготовке почвы	м	2,45±0,10	не более 2,50
8	Шаг посадки при линейной дискретной подготовке почвы	м	1,90±0,10	не более 2,00
9	Ширина междуурядий при линейной дискретной подготовке почвы	м	2,95±0,15	не более 3,0
10	Захламлённость участка	м ³ /га	7	не более 15

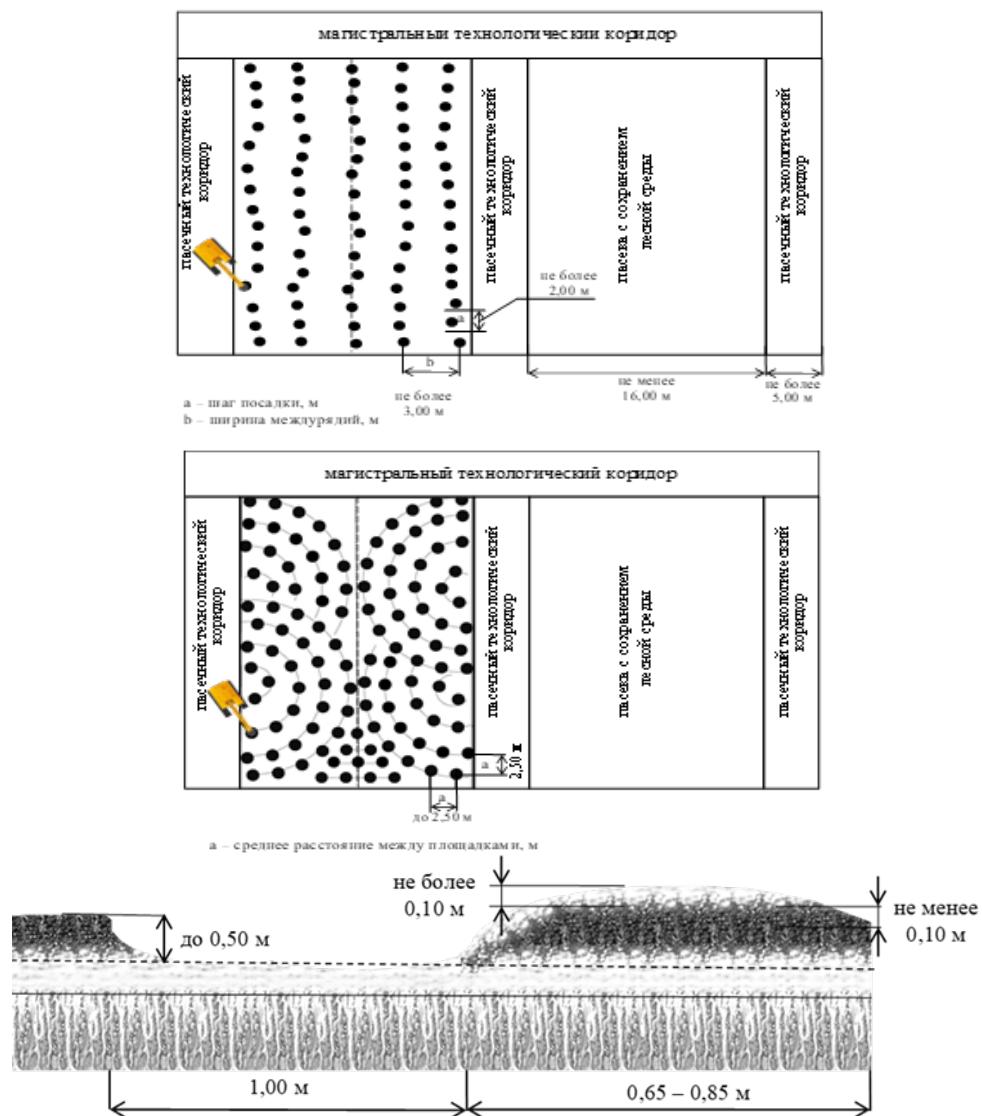


Рисунок 1. Дискретная подготовка почвы экскаватором

При веерной подготовке почвы на лесном участке для создания лесных культур сеянцами (саженцами) экскаватором последовательно выполняются следующие технологические операции:

- 1) Обозначение на местности опасных мест для работы, обустройство места стоянки техники и хранения ГСМ.
- 2) Выбор направления движения для поэтапного освоения лесного участка:
 - для прохода (проезда), с целью сохранения лесной среды используются только технологические коридоры (объездной, магистральный и пасечные);
 - движение осуществляется челноком.

3) Использование технологических коридоров для прохода (проезда) позволяет исключить расчистку площади от валежной древесины и порубочных остатков, производить доочистку мест рубок.

4) При проходе (проезде) осуществляется освоение двух полупасек по обе стороны от технологического коридора. При проходе по объездному технологическому коридору по границе лесного участка (делянки) экскаватор устраивает минерализованную полосу.

5) В каждой полупасеке производится веерная равномерная обработка почвы, где среднее расстояние между микроповышениями составляет до 2,5 м. Обработка почвы выполняется после проезда с таким расчетом, чтобы в ходе обработки вылет стрелы с ковшом позволял захватывать уже обработанную площадь, для исключения необработанных участков.

6) В ходе выполнения работ формируются посадочные места: холмики – площадки.

7) Перед выкопкой грунта (ковшом – лопатой) делается обратное движение для очистки посадочной площадки от порубочных остатков, камней и прочего захламления.

8) Микроповышения создаются путем выемки грунта полосой около 1 м, а их ширина соответствует параметрам ковша – лопаты; его переворачиванием и созданием холмика – площадки с удвоенным гумусовым горизонтом.

9) Высота образуемых микроповышений (холмиков – площадок) составляет от 0,20 м, а ширина (длина) – не менее 0,50 м.

10) Микроповышения (холмики – площадки), после их образования, подлежат обязательному уплотнению за счет придавливания ковшом – лопатой экскаватора. При подготовке почвы для создания лесных культур будущего года, уплотнение микроповышений не обязательно, т.к. за год площадки усядут сами. Под микроповышениями не должно находиться больших камней, пней, порубочных остатков, сучьев, веток (воздушных окон).

11) Количество закладываемых микроповышений (посадочных площадок), в зависимости от используемого посадочного материала, должно составлять: для ЗКС – не менее 1000 шт/га, для ОКС – не менее 1500 шт/га.

При втором варианте подготовки почвы экскаватором, технологический процесс, описанный в первом случае, повторяется кроме пункта 5. В каждой полупасеке производится линейная обработка почвы, где среднее расстояние между условными рядами составляет до 3 м., а расстояние между площадками в ряду – не более 2,0 м (рисунок). Обработка выполняется таким образом, чтобы экскаватор устраивал сразу не менее пяти борозд, по две-три – в каждой полупасеке.

Весной 2021 года выполнено лесовосстановление с закладкой трех экспериментальных участков (рисунок 2):

- лесные культуры, созданные сеянцами ели с закрытой корневой системой (ЗКС) с двойной высотой;

- лесные культуры, созданные сеянцами ели с закрытой корневой системой

(ЗКС) стандартной высоты;

- лесные культуры, созданные сеянцами ели с открытой корневой системой (ОКС).

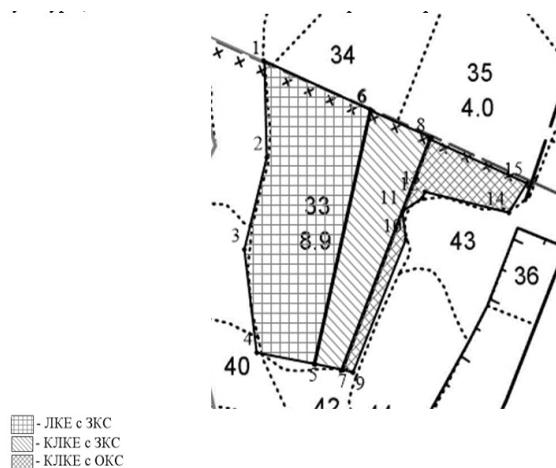


Рисунок 2. Схема экспериментального участка на учебно-производственном полигоне

Подготовка почвы производилась в ранневесенний период экскаватором. Производительность составила до 3 га за смену или 6 га за сутки. Проектируемые затраты на формирование насаждений, включающие подготовку почвы, лесовосстановление и последующие уходы до перевода в покрытую лесом площадь, составят 59 000 руб/га без затрат на приобретение посадочного материала.

Для оценки жизненного состояния формирующихся насаждений определялись метрические параметры годичных приростов (табл. 4) за период наблюдений (2021-2024 г.г.). Измерения выполнялись с учетом расположения растений на посадочной площадке (с краю, ближе к центру). При этом, отдельно учитывались и выделялись в отдельную группу растения (самосев, подрост) естественного происхождения. Следует отметить, что учету и выполнению измерительных работ, для обеспечения репрезентативности данных, подлежали только жизнеспособные экземпляры без различного рода повреждений (механические, подмерзание верхушечных побегов, растения с ожогом хвои и т.д.). Высоту растений измеряли линейкой с точностью до 0,1 см, а диаметр – штангенциркулем с точностью до 0,1 мм. Результаты замеров по высоте распределялись по категориям роста.

На лесном участке учебно-производственного полигона, в общей сложности, выполнена оценка жизненного состояния растений различного происхождения по 9 вариантам. Особое внимание уделялось месту размещения сеянцев на площадке: центр или край. В ходе выполнения лесоучетных работ нами зафиксировано и установлено следующее. Независимо от варианта опыта, в первые годы после выполнения лесокультурных работ (2021 год и 2022 год) отмечается низкая энергия роста растений, независимо от вида посадочного

материала. В этот период, в том числе и из-за неблагоприятных климатический условий, различия в значениях годичного прироста по высоте незначительные.

Таблица 4. Оценка прироста по высоте ели различного происхождения

№ варианта опыта	Среднегодовые приrostы в высоту, см				Средний прирост, см	Высота растений, см	Диаметр у шейки корня, см	Отношение D/H*100
	2021	2022	2023	2024				
1-а	4,7±0,3	6,0±0,5	16,1±1,2	31,6±6,7	10,4±1,0	36,6±1,7	0,6±0,05	1,6
1-б	4,5±0,4	6,8±0,5	16,2±1,1	27,6±2,9	10,3±0,8	35,4±2,0	0,6±0,04	1,7
1-в	6,1±0,7	6,8±0,5	16,8±1,1	27,6±2,9	14,3±5,1	35,5±2,1	0,6±0,04	1,7
2-а	5,6±0,4	5,2±0,4	11,0±0,8	13,0±2,3	7,6±0,5	47,6±1,4	1,1±0,05	2,3
2-б	4,5±0,5	5,1±0,4	13,1±0,9	20,6±2,0	8,3±0,6	46,3±1,9	1,1±0,06	2,4
2-в	4,5±0,8	6,7±0,7	18,1±2,0	27,9±3,7	14,3±5,4	27,7±3,4	0,7±0,12	2,5
3-а	3,6±0,5	4,2±0,7	14,8±0,9	28,4±2,1	8,9±0,9	52,4±1,3	1,4±0,04	2,7
3-б	2,8±0,4	4,2±0,6	15,9±1,1	22,1±1,0	11,2±1,0	54,4±1,4	1,4±0,04	2,6
3-в	3,5±0,6	11,6±1,7	19,9±1,4	27,2±1,8	15,6±5,1	48,5±3,8	0,9±0,18	1,9

Примечание:

Вариант 1 (сейнцы ели с открытой корневой системой: а – посадка с краю площадки; б – посадка ближе к центру площадки; в – естественное возобновление.

Вариант 2 (стандартные сейнцы с закрытой корневой системой): а – посадка с краю площадки; б – посадка ближе к центру площадки; в – естественное возобновление.

Вариант 3 (сейнцы двойного стандарта с закрытой корневой системой): а – посадка с краю площадки; б – посадка ближе к центру площадки; в – естественное возобновление.

В последующие годы (2023 и 2024 гг.) проявилось влияние и вида посадочного материала и места его высадки на лесокультурную площадь. На всех исследуемых участках по вариантам (1а и 1б; 2а и 2б; 3а и 3б) были выявлены различия в формировании годичных приростов, в зависимости от места размещения растений в посадочной площадке, которые достигали от 1 до 56 см.

Средняя высота растений на момент высадки на лесокультурную площадь составляла для сейнцев с открытой корневой системой – 12 см, для стандартных сейнцев с закрытой корневой системой – 12 см, а для двойного стандарта – 24 см. При оценке месторасположения посаженных культур в первом варианте (OKC) не выявлено различий в приросте по высоте. В других вариантах эти различия зафиксированы. В центральной части площадки сейнцы с закрытой корневой системой достигли больших размеров (вариант 2б – 8,3±0,6; вариант 3б – 11,2±1,0), в сравнении с растениями, высаженными с краю площадок (вариант 2а – 7,6±0,5; вариант 3 а – 8,9±1,0). Значения диаметров у шейки корня характеризуются такой же закономерностью.

Растения естественного происхождения, за все анализируемые годы, характеризуются значениями годичного прироста по высоте, превышающими сейнцы ели, независимо от вида посадочного материала. Максимальные значения зафиксированы у подроста ели в 3 варианте (48±4 см). Помимо елового

подроста, за счет сохраненных семенных деревьев и механической обработки почвы, появился и самосев сосны обыкновенной. Средняя высота растений на момент учета составила 42 см, а значения среднегодового прироста по высоте достигали 21 ± 1 см.

Таким образом, на данной стадии формирования насаждений, наилучшим вариантом для искусственного лесовосстановления является посадочный материал двойного стандарта. Согласно выполненных изысканий, значения по высоте (от 0,52 до 0,54 м) через 4 года после посадки близки параметрам по этому показателю для их перевода в покрытую лесом площадь. На основании вышеизложенного следует заключить, что этот период (в соответствии с правилами – 8 лет) сокращается практически в 2 раза. Полученные средние значения проверены статистически и являются достоверными (более 4). Точность опыта – удовлетворительная (5%-11%), а изменчивость прироста по высоте на исследуемых вариантах – большая (более 30%).

На ранних этапах роста и развития растений затруднительно выполнить объективную качественную оценку. В связи с этим, в качестве дополнительного критерия, нами использовано отношение диаметра у шейки корня к высоте стволика. В первые годы выращивания, растения не имеют резких отличий. В последующем происходит дифференциация их роста, как по высоте, так и по диаметру.

По результатам оценки жизненного состояния лесных культур и растений естественного происхождения установлено следующее. Значения во всех вариантах находятся в диапазоне от 1,6 до 2,7. Эти данные позволяет нам судить о высоком жизненном состоянии молодых растений в течение первых 4 лет произрастания на лесокультурной площади. Помимо этого важно отметить, что сеянцы с закрытой корневой системой характеризуются самыми высокими значениями (2,3-2,7).

Кроме этого, анализ выполнялся и по относительным группам роста по высоте на протяжении 2021-2024 г.г.:

- медленнорастущие (среднегодовой прирост в высоте не превышает 5 см);
- умереннорастущие (среднегодовой прирост в высоте достигает 5-19 см);
- быстрорастущие (среднегодовой прирост в высоте превышает 19 см).

Основная доля растений, независимо от места произрастания, характеризовалась за период наблюдений, умеренными темпами роста по высоте (50%). Сеянцы с низкими значениями по высоте зафиксированы в 35% случаях, а с самыми высоким – в 15% случаев.

Выводы. По результатам выполненных изысканий следует:

1) Экскаватор, в настоящее время, является наиболее перспективной самоходной землеройной машиной, позволяющей, при условии соответствующего агрегатирования, выполнять комплекс различных технологических операций: валку, обрезку сучьев и раскряжевку стволов на сортименты; подготовку почвы; посадку лесных культур, устройство минерализованных полос и противо-

пожарных разрывов; уход за лесами (осветления, прочистки, прореживания); строительство, ремонт и реконструкцию объектов лесной инфраструктуры.

2) В рамках реализации интенсивной модели по воспроизведству лесов разработана и апробирована на учебно-производственном полигоне технология по дискретной обработке почвы ковшом-лопатой, составлена и согласована технологическая карта на веерную и линейную подготовку почвы.

3) Для рассмотрения на техническом совете при профильном министерстве предложены показатели и оценочные критерии (параметры) на оценку качества подготовки почвы.

4) Сеянцы ели как с открытой, так и закрытой корневыми системами, за рассматриваемый период (с 2021 по 2024 г.г.), более чем в 50% случаев формируют годичные приrostы по высоте, соответствующие умеренно растущим экземплярам (не менее 10 см/год), что характеризуется III классом текущего бонитета.

5) Растения, как искусственного, так и естественного происхождения характеризуются высоким жизненным состоянием. Соотношение диаметра у шейки корня к высоте во всех случаях превышает 1,0. Среди сравниваемых вариантов наиболее перспективно использование в качестве посадочного материала сеянцев двойного стандарта. Самосев и подрост хозяйствственно-ценных пород обладает сравнимо высокими темпами роста, при произрастании на механически обработанных участках.

6) Разработанная и апробированная технология подготовки почвы позволяет, без ущерба качества работ по воспроизведству лесов, уменьшить количество или даже исключить полностью агротехнические уходы при формировании культурфитоценозов в таежной зоне.

Список использованных источников:

1. ГОСТ 17559-82 «Лесные культуры термины и определения». – М.: Издательство стандартов, 1982 – 15 с.
2. ГОСТ 26483-85. – ГОСТ 26490-85 Почвы. Определение pH солевой вытяжки, обменной кислотности, обменных катионов, содержания нитратов, обменного аммония и подвижной серы методами ЦИНАО. – М.: Издательство стандартов, 1985. – 6 с.
3. ГОСТ Р 54650-2011 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. – М.: Стандартинформ, 2013. – 11 с.

References:

1. GOST 17559-82 "Forest crops terms and definitions." – M.: Publishing House of standards, 1982 – 15 p.
2. GOST 26483-85. – GOST 26490-85 Soils. Determination of the pH of salt extract, exchangeable acidity, exchangeable cations, nitrate content, exchangeable ammonium and mobile sulfur by the TsINAO methods. – M.: Publishing House of Standards, 1985. – 6 p.
3. GOST R 54650-2011 Soils. Determination of mobile phosphorus and potassium compounds by the Kirsanov method in the modification of TsINAO.

4. ГОСТ 26213-2021 Почвы. Методы определения органического вещества. – М.: ФГБУ «РСТ», 2021. – 11 с.
5. Ильинцев А.С., Романов Е.М., Воронин В.В., Богданов А.П. Современная практика искусственного лесовосстановления в таежной зоне Европейской части России /А.С. Ильинцев, Е.М. Романов, В.В. Воронин, А.П. Богданов //Известия высших учебных заведений. – Лесной журнал. – 2024. – №1 (397). – С.52-64.
6. Малаховец П.М. Лесные культуры: практическое пособие /П.М. Малаховец. – Архангельск: АГТУ, 2006. – 103 с.
7. Наквасина Е.Н. и др. Полевой практикум по почвоведению /Е.Н. Наквасина, В.С. Серый, Б.А. Семенов. – Архангельск: АГТУ, 2007. – 127 с.
8. Рекомендации по восстановлению искусственным и комбинированным способами хвойных и твердолиственных молодняков на землях лесного фонда (с базовыми технологическими картами на выполнение работ). – Пушкино: ВНИИЛМ, 2015. – 80 с.
- М.: Standartinform, 2013. – 11 p.
4. GOST 26213-2021 Soils. Methods for the determination of organic matter. Moscow: Federal State Budgetary Institution "PCT", 2021. 11 p.
5. Ilyintsev A.S., Romanov E.M., Voronin V.V., Bogdanov A.P. Modern practice of artificial reforestation in the taiga zone of the European part of Russia /A.S. Ilyintsev, E.M. Romanov, V.V. Voronin, A.P. Bogdanov //News of higher educational institutions. – Forest Journal
6. Malakhovets P.M. Forest cultures: a practical guide /P.M. Malakhovets. Arkhangelsk: AGTU, 2006. 103 p.
7. Nakvasina E.N. et al. Field workshop on soil science / E.N. Nakvasina, V.S. Seriy, B.A. Semenov. Arkhangelsk: AGTU, 2007. 127 p.
8. Recommendations on restoration by artificial and combined methods of coniferous and hard-leaved young trees on the lands of the forest fund (with basic technological maps for the work). – Pushkino: VNIILM, 2015. – 80 p.

Сведения об авторах:

Дружинин Ф.Н. доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой лесного хозяйства ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 160002, Вологодская область, г. Вологда, ул. Петина, д. 8а, кв. 46, e-mail: drujinin@mail.ru

Корякина Д.М. кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры лесного хозяйства ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА 160019, Вол-

Information about the authors:

Druzhinin F.N. Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Forestry of the Vologda State Dairy Academy named after N.V.Vereshchagin, 160002, Vologda region, Vologda, Petina str., 8a, sq. 46, e-mail: drujinin@mail.ru

Koryakina, D.M., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Forestry, Vologda State

лого́дская область, г. Вологда, ул. Чернышевского д.101 кв. 73, e-mail koryakina.dary@yandex.ru

Смирнов В.В. соискатель, гене-ральный директор ООО «Центр лесных инноваций»; 162483, Вологод-ская область, г. Бабаево, ул. Кленовая д. 52, e-mail: 79210540672@yandex.ru

Agricultural Academy 160019, Vologda region, Chernyshevsky str., 101 sq. 73, e-mail koryakina.dary@yandex.ru

Smirnov V.V., applicant, General Director of the Center for Forest Innovations LLC; 52 Klenovaya str., Babaev, Vologda region, 162483, e-mail: 79210540672@yandex.ru

**ДИНАМИКА ПОГЛОЩЕНИЯ
ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ
ПОЧВЫ И
ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ
КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО В
ЗАВИСИМОСТИ ОТ
ПОДКОРМОК
КОМПЛЕКСНЫМИ
УДОБРЕНИЯМИ**

Марченко Д.К., ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»

**DYNAMICS OF
NUTRIENT ABSORPTION
FROM SOIL AND
WATER CONSUMPTION OF
GRAIN CORN
DEPENDING ON
COMPLEX
FERTILIZER
APPLICATIONS**

Marchenko D.K., Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin”

В полевых опытах выявлено существенное влияние водорастворимых удобрений и погодных условий в годы проведения полевых экспериментов на параметры пищевого и водного режима почвы. Установлено, что максимальное потребление растениями кукурузы азота зафиксировано в средневлажном 2023 г – 97,3 кг/га, что было больше на 7-8%, чем при выращивании культуры в 2021 и 2022 гг. Аналогичные тенденции наблюдались и для фосфора и калия. Установлено, что для формирования высокого уровня урожая зерна кукурузы необходим азот – в дозе 92,7 кг/га, а также растения требуют фосфор (33,1 кг/га) и калий (24,0 кг/га). В суммарном водопотреблении кукурузы лидирующую позицию занимали атмосферные осадки, как основной источник обеспечения растений доступной влагой. Суммарное водопотребление варьировалось от 2581 м³/га в засушливом 2022 г до 4599 м³/га во влажном 2023 г., демон-

Field experiments revealed a significant impact of water-soluble fertilizers and weather conditions in the years of field experiments on the parameters of the nutrient and water regime of the soil. It was found that the maximum nitrogen consumption by corn plants was recorded in the average wet year of 2023 - 97.3 kg/ha, which was 7-8% more than when growing the crop in 2021 and 2022. Similar trends were observed for phosphorus and potassium. It was found that nitrogen is necessary for the formation of a high level of corn grain yield - at a dose of 92.7 kg/ha, and plants also require phosphorus (33.1 kg/ha) and potassium (24.0 kg/ha). In the total water consumption of corn, atmospheric precipitation occupied the leading position, as the main source of providing plants with available moisture. Total water consumption varied from 2581 m³/ha in the dry 2022 to 4599 m³/ha in the wet 2023, demonstrating a strong dependence on precipitation. In the dry

стрируя сильную зависимость от количества осадков. В засушливом 2022 г коэффициент водопотребления был минимальным, а в 2023 г. зафиксировано его увеличение в два раза. Самые низкие его значения наблюдались при внесении удобрений Микроплант и Комби Плюс в 2022 г, а самые высокие – в 2023 г на контроле. На контроле использование влаги за три года улучшилось на 11,9%. Полученные при математическом анализе данные подтверждают важнейшую роль азота при формировании урожая зерна, учитывая его максимальное потребление растениями при более низкой потребности в фосфоре и калии. Также проявилась устойчивая тенденция нарастания урожайности кукурузы при увеличении суммарного водопотребления до максимально высоких их показателей на уровне 4200-4500 м³/га, а затем линия полиномиального тренда стабилизируется.

Ключевые слова: кукуруза, водорастворимые удобрения, вынос макроэлементов, азот, фосфор, калий, суммарное водопотребление, коэффициент водопотребления.

Введение. Высокоэффективное выращивание зерна кукурузы, являющейся одной из важнейших зерновых культур в мировом современном сельском хозяйстве, напрямую зависит от разработки и внедрения эффективных агротехнологий, учитывающих особенности как орошаемых, так и неполивных земель. В условиях изменяющегося климата и возрастающего воздействия различных стресс-факторов (засуха, вредители, болезни), адаптация технологий становится критичным фактором повышения урожайности. Главная роль в этом процессе играют тщательно спланированные и проведенные полевые опыты [1, 2, 3]. Такие полевые эксперименты эти испытания позволяют проводить сравнительный анализ различных гибридов кукурузы по ключевым показателям: урожайность, устойчивость к заболеваниям и вредителям, а также реакция на изменение различных факторов, как природных (климатические

2022, the water consumption coefficient was minimal, and in 2023, it doubled. Its lowest values were observed when applying Microplant and Combi Plus fertilizers in 2022, and the highest in 2023 under control. Under control, moisture use improved by 11.9% over three years. The data obtained from the mathematical analysis confirm the most important role of nitrogen in the formation of grain yield, given its maximum consumption by plants with a lower need for phosphorus and potassium. A stable trend of increasing corn yields with an increase in total water consumption to their maximum high values at the level of 4200-4500 m³/ha was also revealed, and then the polynomial trend line stabilizes.

Key words: corn, water-soluble fertilizers, removal of macronutrients, nitrogen, phosphorus, potassium, total water consumption, water consumption coefficient.

условия, почвенные характеристики), так и антропогенных (применение удобрений, техники обработки почвы) [5, 6]. Благодаря экспериментам, можно оптимизировать различные аспекты агротехники: определить оптимальную плотность и сроки посева, разработать схемы внесения удобрений, создать эффективные системы орошения, и разработать стратегии борьбы с сорными растениями [7, 8, 9, 10]. Кроме того, полевые исследования дают ценную информацию о распространении и развитии болезней и вредителей кукурузы, позволяя разработать эффективные и своевременные меры борьбы с ними. В конечном итоге, результаты таких исследований способствуют повышению эффективности производства кукурузы и обеспечению продовольственной безопасности. Вся эта работа направлена на повышение урожайности и качества кукурузы как важного сельскохозяйственного ресурса, адаптированного к современным вызовам.

Научное обоснование полевых опытов по оптимизации питательного и водного режима почвы при выращивании кукурузы базируется на понимании физиологических потребностей растений и влияния разных факторов на её рост и продуктивность. Эксперименты должны быть проведены таким образом, чтобы проверить конкретные гипотезы, связанные с этими факторами. Кукуруза – высокопродуктивная культура, требующая значительного количества макро- и микроэлементов. Дефицит элементов питания ограничивает рост и урожайность. Опыты должны изучать оптимальные дозы и соотношения питательных веществ, учитывая тип почвы и её плодородие, а также сравнительную характеристику внесения удобрений под основную обработку и в подкорники. Кукуруза чувствительна к дефициту доступной влаги в почве, особенно в критические периоды развития (фазы кущения, выметывания и налива зерна). Недостаток влаги приводит к снижению фотосинтеза, уменьшению размера початков и снижению урожайности. Опыты должны изучать влияние различных уровней орошения (например, дефицит, оптимальное увлажнение, избыток) на урожайность, качество зерна и физиологические показатели растений (например, водный потенциал, транспирацию). Также может быть исследовано влияние различных методов орошения (дождевание, капельное орошение) на эффективность использования воды. Комбинация оптимизации питательного и водного режимов приводит к синергетическому эффекту и значительному увеличению урожайности кукурузы по сравнению с оптимизацией только одного из факторов [11, 12, 13, 14, 15].

Продуктивность сельскохозяйственных культур, в том числе и кукурузы определяется действием и взаимодействием большого количества биотических и абиотических условий. К ним относятся, во-первых, климатические условия, такие как количество и режим осадков, температура воздуха и влажность, которые непосредственно влияют на интенсивность роста и развития растения. Во-вторых, решающую роль играет состав почвы: наличие необходимых питательных веществ (макро- и микроэлементов), ее структура, уро-

вень плодородия, определяющий доступность этих элементов для растения. В-третьих, применяемые сельскохозяйственные методы, включая обработку почвы, систему удобрения (как основного внесения, так и подкормок), защиту растений от вредителей и болезней, существенно влияют на конечный результат. Наконец, генетический потенциал самого гибрида кукурузы предопределяет его максимальную продуктивность при благоприятных условиях [16, 17, 18, 19, 20]. В условиях искусственного влагообеспечения оптимизация агротехники приобретает особую значимость. Необходимо учитывать не только биологические особенности конкретного гибрида, но и прогнозы погоды, данные почвенного анализа, а также планируемую урожайность для составления наиболее эффективной стратегии выращивания. При этом важнейшим аспектом является выбор агротехнических приемов, учитывающих местные климатические и почвенные особенности. Современные экономические и экологические реалии диктуют необходимость внедрения инновационных технологий выращивания кукурузы. Это предполагает комплексный подход, включающий не только оптимизацию использования удобрений и средств защиты растений, но и бережное отношение к ресурсам, обогащение почвы органическими веществами (гумусом) для повышения плодородия. Особое внимание заслуживает научно обоснованная система удобрения, включающая не только основное внесение макроудобрений, но и целевое применение водорастворимых макро- и микроудобрений в виде подкормок в течение всего вегетационного периода, что позволит обеспечить сбалансированное питание и максимально реализовать генетический потенциал гибрида [21, 22, 23, 24].

Материал и методы исследований. Целью исследований было изучить особенности формирования элементов пищевого и водного режима почвы на посевах кукурузы в зависимости от влияния подкормок комплексными удобрениями при выращивании культуры в условиях Центральной зоны Краснодарского края.

Полевые опыты проведены в 2021-2023 гг. в условиях учебного хозяйства «Кубань» Кубанского государственного аграрного университета им. И. Т. Трубилина. Схема однофакторного полевого опыта приведена в таблицах 1-2 данной статьи. В опыте изучали продуктивность гибрида кукурузы отечественной селекции Краснодарский 291 АМВ, площадь учётных делянок была равна 37 м², повторность четырёхкратная. Исследования содержания элементов питания, динамику водопотребления, дисперсионный анализ и корреляционно-регрессионную обработку экспериментальных данных проводили согласно методики опытного дела [25].

Агротехника в опытах с кукурузой была общепринятой для условий Центральной зоны Краснодарского края за исключением исследуемых вариантов применения водорастворимых удобрений. Предшественник – озимый ячмень. Подготовка почвы состояла из глубокой вспашки на 25 см с оборотом пласта и выравниванием поверхности осенью, и предпосевной культивации весной. Посев проводили в третьей апреля сеялкой «Amazone», норма высева 70 тысяч

семян на 1 га. Осенью вносился аммофос в дозе 100 кг/га, весной, перед посевом – аммиачная селитра в дозе 120 кг/га. В период весенней вегетации (вторая декада мая), опытные делянки были обработаны гербицидом Элюмис (75 г/л месотрион + 30 г/л никосульфурон) в норме 1,5 л/га. В соответствии со схемой опыта, обработка опытных делянок была проведена в 5-8 листьев. Норма расхода рабочей жидкости составляла 300 л/га. Обработка проведена ручным опрыскивателем, оборудованным распылителями для мелкокапельного опрыскивания. Уборка опытных делянок проводилась в фазу полной спелости зерна кукурузы, путём прямого комбайнирования с последующим взвешиванием зерна комбайном «Sampo 500» с дальнейшим отбором проб для пересчёта на стандартную влажность и определения качественных показателей зерна.

Результаты и обсуждения. Агрохимический анализ почвы опытных делянок в пахотном слое (0-30 см) позволил установить динамику содержания макроэлементов (NPK) в разные фазы развития растений. В начале вегетационного периода разница между удобренными вариантами была несущественной, однако начиная с вымётывания были отмечены существенные отличия (рисунок 1).

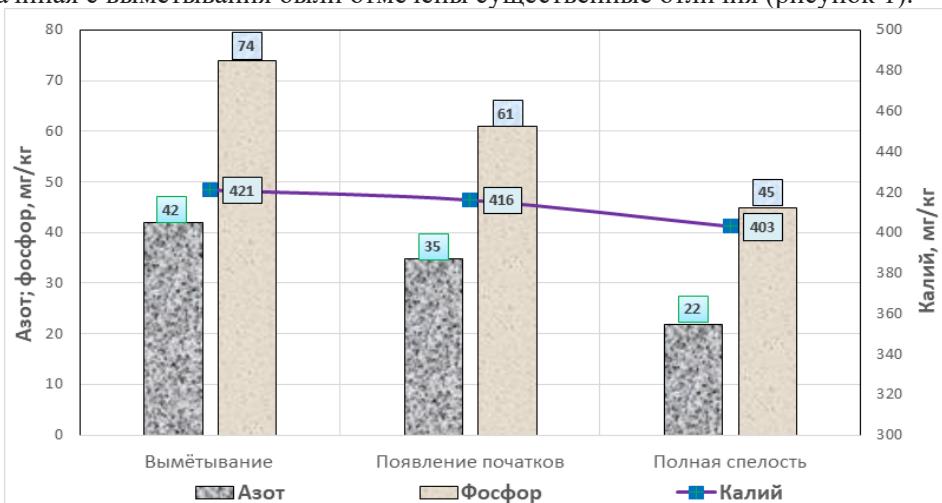


Рисунок 1. Динамика показателей содержания в чернозёме выщелоченном почве азота (NO_3+NH_4), фосфора (P_2O_5) и калия (K_2O) в зависимости от фаз развития растений кукурузы, мг/кг, 2021-2023 гг.

Содержание азота в почве в фазу вымётывания в среднем по полевому опыту было на уровне 42 мг/кг, в фазу появления початков оно уменьшилось до 35 мг/кг (на 18,9%), а минимального уровня – 22 м/кг достигло в конце вегетации в фазу полной спелости зерна кукурузы, что было меньше первого показателя в фазу вымётывания на 93,5%. Такое существенное уменьшение содержания нитратного, аммонийного и общего азота объясняется потреблением этого важнейшего элемента растениями кукурузы, а также процессами денитрификации и трансформации азота при действии влаги, повышенного температурного режима и других абиотических и биотических факторов, которые в значительной степени отличаются

лись по годам проведения полевых экспериментов.

Тенденция снижение содержания фосфора в почве опытных делянок под зерновой кукурузой также проявилась, но имела некоторые особенности. В первую контрольную фазу (вымётывание) этот показатель был равен 74 мг/кг, а в фазу появления початка он снизился до 61 мг/кг или на 21,3%, что было больше, чем по азоту. Однако при сравнении фаз появления початка и поной спелости зерна исследуемой культуры – такое снижение составило 64,4%, что было на 29,1% меньше, чем по азоту.

По калию проявились те же тенденции, но их значения были не существенны. По первому исследуемому периоду (от вымётывания до появления початков) содержание в чернозёме выщелоченном К₂O снизилось с 421 до 416 мг/кг или всего лишь на 1,2%. От появления початков и до молочной спелости зерна кукурузы такое снижение было больше – с 416 до 403 мг/кг или на 4,5%.

Интересные закономерности были установлены при анализе динамики содержания азота, фосфора и калия в растениях кукурузы по фазам их развития (рисунок 2). В фазу всходов кукурузы содержание всех макроэлементов было максимальным, особенно азота (в среднем 3,77% сухой массы) и фосфора (3,59% сухой массы). Также проявилась тенденция нарастания содержания в растениях всех макроэлементов на вариантах с внесением водорастворимых удобрений по сравнению с неудобренным контролем. Так, по азоту такое отличие находилось в диапазоне от 6,9 до 18,9%, по фосфору – 8,6-12,3%, по калию – 7,5-14,8%, соответственно.

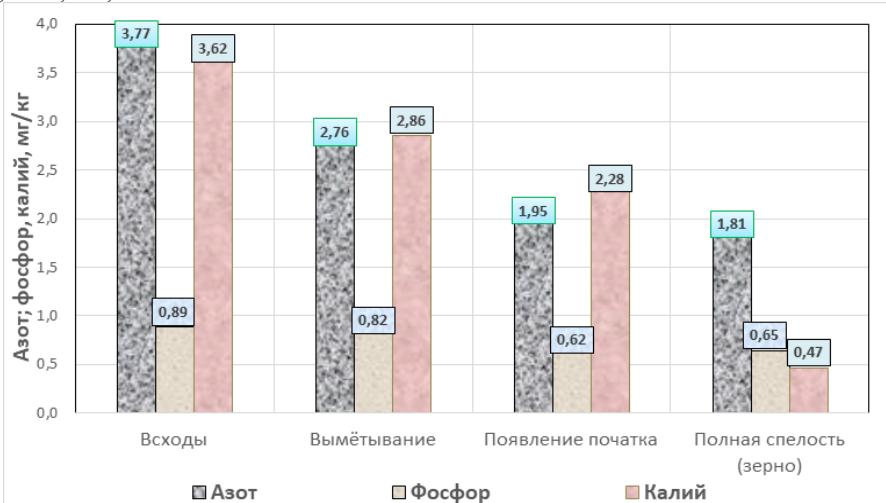


Рисунок 2. Динамика содержания в растениях кукурузы азота, фосфора и калия в зависимости от фаз развития, % сухой массы, 2021-2023 гг

В фазу вымётывания зафиксировано снижение содержания в растениях азота, в среднем по вариантам применения удобрений и в среднем по годам исследований, до 2,76% сухой массы или на 36,9%. По фосфору и калию такое уменьшение составило 8,3 и 26,5%. Также сохранилась закономерность увеличения содержания элементов в растениях кукурузы на вариантах с внесением удобрений по сравнению с контролем.

чения содержания в растениях кукурузы всех макроэлементов по сравнению с неудобренным контрольным вариантом, особенно на вариантах с внесением удобрений Комби Плюс, Микроплант, Бетино и при комплексном внесение изучаемых удобрений.

В фазу появления початка процесс снижение содержания NPK в кукурузе усилился и составлял по азоту – в 1,4 раза, а по фосфору и калию – в 1,3 раза. Ещё большее снижение содержания азота, фосфора и калия в растениях кукурузы проявилось в фазу полной спелости зерна. Так, по азоту данный показатель составлял, в среднем, 0,74% сухой массы (в 2,7 раза меньше предыдущей фазы – появление початка), по фосфору – 0,40 % сухой массы (меньше в 1,6 раза), по калию – 1,51% сухой массы (меньше в 1,5 раза).

Установлено, что в зерне кукурузы максимальную величину от сухой массы занимает азот – 1,81%. Фосфора и калия содержится 0,65 и 0,47% от сухой массы, что меньше азота в 2,8-2,9 раза. Также, как и в предыдущих фазах развития кукурузы, сохранилась тенденция возрастания содержания макроэлементов в зерне по азоту на 9,8-19,6%, по фосфору – на 5,0-18,3, по калию, максимально – на 17,6-64,8%.

Таким образом, установленные закономерности свидетельствуют о необходимости применения водорастворимых удобрений Вуксал в подкормки, потому что они способствуют активизации физиологических процессов кукурузы в разные фазы вегетационного периода и повышают содержание азота, фосфора и калия, как в вегетативной массе, так и в зерне.

На основе полученных результатов выноса макроэлементов с урожаем зерна были рассчитаны показатели выноса азота, фосфора и калия по годам исследований и по вариантам применения водорастворимых удобрений (рисунок 3).

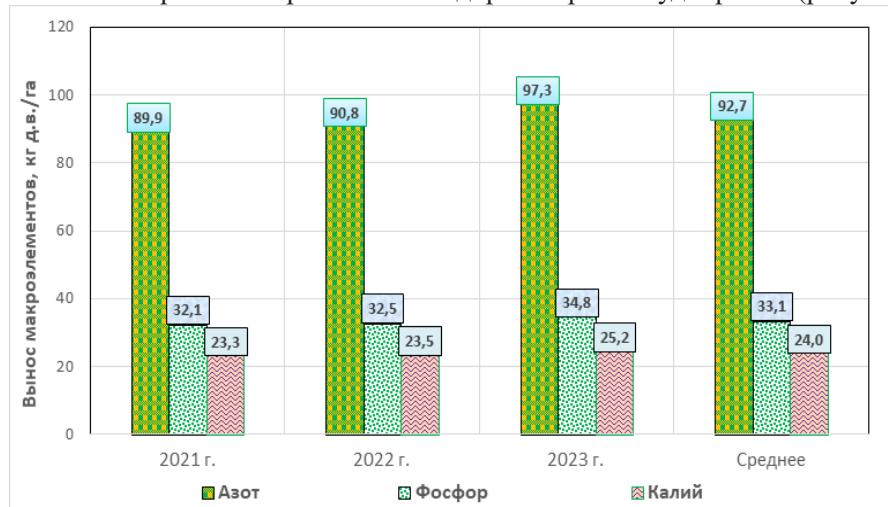


Рисунок 3. Показатели выноса азота, фосфора и калия с урожаем зерна кукурузы по годам исследований, кг д.в./га

Доказано, что, в среднем, наибольший вынос азота 97,3 кг д.в./га был в 2023 г, а в первый и второй годы исследований наблюдалось его понижение до 89,9-90,8 кг д.в./га или на 7,2-8,3%. По фосфору и калию зафиксированы такие же закономерности со снижением на 6,9-8,5 и 7,2-8,1%, соответственно. Доказано, что при выращивании в условиях Краснодарского края кукурузы на зерно с применением водорастворимых удобрений важнейшим является обеспечение растений азотом, которого в среднем по годам исследований необходимо на уровне 92,7 кг д.в./га. Также существует необходимость обеспечения кукурузы фосфором (33,1 кг д.в./га) и калием (24,0 кг д.в./га).

По вариантам внесения водорастворимых удобрений Вуксал также зафиксировано повышение выноса азота с урожаем зерна в 2023 г – 103,1 кг д.в./га на варианте с применением удобрения Микроплант, а также на удобренных вариантах с внесением в подкормку удобрения Комби Плюс и комбинированном применении двух препаратов. По фосфору и калию также наблюдалось увеличение выноса данных элементов питания при благоприятных погодных условиях (2023 г) и подкормок удобрениями Комби Плюс, Микроплант, Бетино и Макромикс совместно с Аминоплант.

Суммарное водопотребление исследуемой культуры изменялось в очень широком диапазоне в зависимости от метеорологических параметров (в первую очередь количества атмосферных осадков в период вегетации) каждого года проведения полевых экспериментов и незначительно варьировало по вариантам удобрения (таблица 1).

Этот показатель в благоприятном по естественному увлажнению для растений кукурузы 2023 г превысил 4600 м³/га, а в засушливом 2022 г. наблюдалось его резкое падение до 2452-2460 м³/га, то есть разница между этими показателями составила 1,9 раза. Почвенная влага по всем изучаемым вариантам применения водорастворимых удобрений Вуксал очень слабо изменялась в диапазоне от 2 до 16 м³/га, однако была установлена слабая тенденция увеличения использования влагозапасов почвы на вариантах с применением удобрений Микроплант, Комби Плюс, а также при комплексном применении водорастворимых удобрений, что связано с формированием большей урожайности зерна.

Обобщение полученных данных о динамике суммарного водопотребления в среднем по годам проведения исследований и в среднем по полевому опыту позволило определить существенные отличия этих показателей (рисунок 4).

Следует отметить, что во все годы исследований в общем балансе суммарного водопотребления максимальный удельный вес занимали атмосферные осадки: 2021 г – 97,5%; 2022 г – 93,1%; 2023 г – 98,1%; в среднем за годы исследований – 96,6%. Доля участия в суммарном водопотреблении возросла до 6,9% в засушливом 2022 г, а в первый и третий годы исследований она уменьшилась до 2,5 и 1,9%, соответственно.

Таблица 1. Суммарное водопотребление гибрида кукурузы Краснодарский 291 МВ в зависимости от влияния удобрений в годы проведения полевых исследований, м³/га

№ п/п	Вариант	Показатели										в среднем	
		2021			2022			2023					
		ВП	О	СВ	ВП	О	СВ	ВП	О	СВ	ВП	О	СВ
1	Контроль	75	3028	3103	162	2402	2564	81	4510	4591	106	3313	3419
2	Микроплант	68	3028	3096	178	2402	2580	85	4510	4595	110	3313	3424
3	Макромикс	73	3028	3101	180	2402	2582	90	4510	4600	114	3313	3428
4	Макромикс + Микроплант	77	3028	3105	182	2402	2584	87	4510	4597	115	3313	3429
5	Аминоплант	84	3028	3112	185	2402	2587	90	4510	4600	120	3313	3433
6	Макромикс + Аминоплант	79	3028	3107	182	2402	2584	93	4510	4603	118	3313	3431
7	Грейн	78	3028	3106	180	2402	2582	91	4510	4601	116	3313	3430
8	Макромикс + Грейн	75	3028	3103	179	2402	2581	91	4510	4601	115	3313	3428
9	Комби Плюс	73	3028	3101	180	2402	2582	88	4510	4598	114	3313	3427
10	Грейн + Аминоплант	77	3028	3105	178	2402	2580	90	4510	4600	115	3313	3428
11	Бетино	74	3028	3102	180	2402	2582	91	4510	4601	115	3313	3428
12	Аскофол	81	3028	3109	183	2402	2585	88	4510	4598	117	3313	3431
13	Сера	77	3028	3105	178	2402	2580	92	4510	4602	116	3313	3429
14	Аминокал	80	3028	3108	181	2402	2583	90	4510	4600	117	3313	3430
	Среднее	77	3028	3105	179	2402	2581	89	4510	4599	115	3313	3428

Примечания: ВП – влага из почвы; О – осадки за вегетационный период;
 СВ – суммарное водопотребление

В среднем по вариантам внесения водорастворимых удобрений максимальное суммарное водопотребление $4599 \text{ м}^3/\text{га}$ было в 2023 г, который имел наибольшее количество осадков, а в сухом 2022 г – оно снизилось до $2581 \text{ м}^3/\text{га}$ или в 1,8 раза. В 2021 г зафиксировано среднее значение суммарного водопотребления – $3105 \text{ м}^3/\text{га}$.

Эффективность использования доступной влаги из почвы растениями кукурузы гибрида Краснодарский 291 АМВ позволило определения коэффициента водопотребления, который отображает расход воды на единицу полученной растениеводческой продукции – зерна кукурузы (таблица 2). Исследуемый показатель был минимальным (в среднем $445 \text{ м}^3/\text{т}$) в засушливом 2022 г, а при высоком уровне обеспеченности осадками в 2023 г он увеличился в 2,0 раза и составлял $738 \text{ м}^3/\text{т}$.

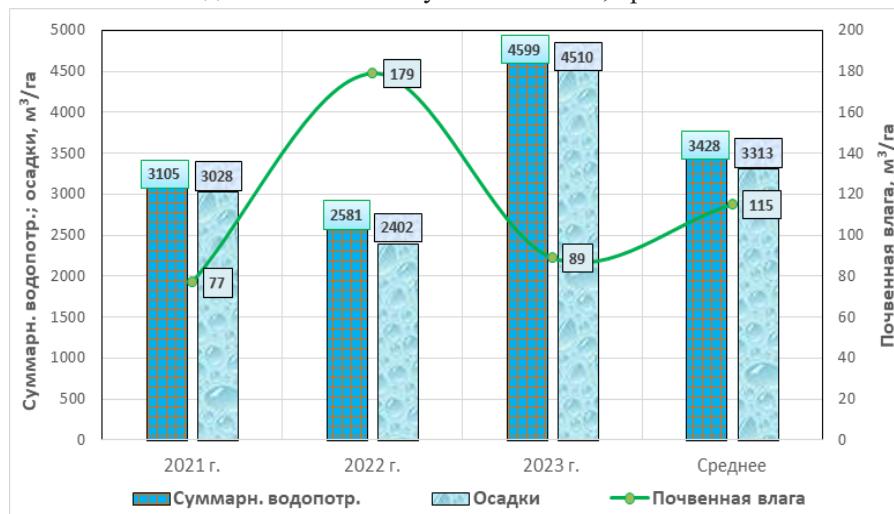


Рисунок 4. Суммарное водопотребление, количество осадков и почвенная влага в полевых опытах с кукурузой на зерно в годы проведения исследований, $\text{м}^3/\text{га}$

Наибольшие величины коэффициента водопотребления $764\text{--}768 \text{ м}^3/\text{т}$ также сформировались в 2023 г на варианте с применением удобрения Сера и на неудобренном контроле. Минимальные его значения ($412\text{--}415 \text{ м}^3/\text{т}$) зафиксированы при внесении удобрений Микроплант и Комби Плюс в условиях 2022 г.

На контрольном варианте, в среднем за три года исследований, наблюдалось увеличение коэффициента водопотребления до $609 \text{ м}^3/\text{т}$, а лучшее использование влаги, где исследуемый он уменьшился до $544 \text{ м}^3/\text{т}$ или на 11,9%, обеспечило применение водорастворимого удобрения Микроплант. Также высокую эффективность обеспечила подкормка посевов кукурузы удобрением Комби Плюс.

С помощью корреляционно-регрессионного анализа установлена математическая зависимость между содержанием макроэлементов в почве и в растениях кукурузы, которое показала высокий уровень взаимозависимости и возрастания азота и калия, а фосфора – средней степени (рисунок 5).

Таблица 2. Коэффициент водопотребления гибрида кукурузы Краснодарский 291 АМВ в зависимости от влияния удобрений, м³/т

№ п/п	Вариант	Коэффициент водопотребления, м ³ /т			
		2021	2022	2023	в среднем
1	Контроль	576	484	768	609
2	Микроплант	503	412	717	544
3	Макромикс	543	444	752	579
4	Макромикс + Микроплант	514	438	736	563
5	Аминоплант	557	439	735	577
6	Макромикс + Аминоплант	537	450	720	569
7	Грейн	541	456	731	576
8	Макромикс + Грейн	517	435	742	565
9	Комби Плюс	505	415	716	545
10	Грейн + Аминоплант	575	463	734	591
11	Бетино	536	437	731	568
12	Аскофол	545	444	738	576
13	Сера	574	474	764	604
14	Аминокал	545	439	748	578
	Среднее	541	445	738	575

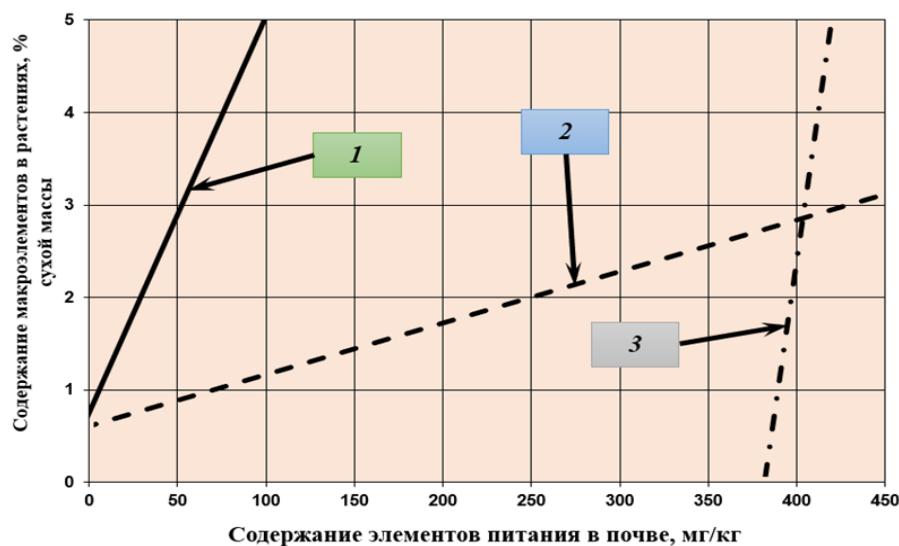


Рисунок 5. Корреляционно-регрессионная зависимость между содержанием в почве (мг/кг) и в растениях кукурузы (% сухой массы) исследуемых макроэлементов:

- 1 – азота ($y = 0,0429x + 0,7588; R^2 = 0,7195$);
- 2 – фосфора ($y = 0,0056x + 0,3625; R^2 = 0,5625$);
- 3 – калия ($y = 0,1341x - 53,547; R^2 = 0,9986$);

Анализ содержания макроэлементов в растениях показал неоднородность их потребления в зависимости от доступности питательных веществ в почве. Для азота установлена прямая корреляционная зависимость между его концен-

трацией в растениях и содержанием в почве. При увеличении содержания азота в почве от 27 до 90 мг/кг наблюдалось значительное повышение его концентрации в сухой массе растений — от 2% до 5%. Это указывает на высокую потребность растений в азоте и его существенное влияние на формирование урожая.

В отличие от азота, зависимость накопления фосфора в растениях от его содержания в почве характеризовалась более плавным ростом. При снижении прогнозируемого уровня фосфора в почве от 50 до 25 мг/кг, его концентрация в сухой массе растений изменялась от 0,8% до 2,0%. Это свидетельствует о меньшей потребности растений в фосфоре по сравнению с азотом в исследуемом диапазоне.

Динамика накопления калия в растениях отличалась от динамики азота и фосфора. Максимальное содержание калия в сухой массе растений (от 1% до 5%) наблюдалось при высоком его содержании в почве — от 380 до 440 мг/кг. Несмотря на высокое содержание калия в почве, его влияние на формирование урожая, судя по данным, проявилось меньше, чем влияние азота.

Полученные результаты подтверждают ключевую роль азота в продуктивности исследуемой культуры. Растения демонстрировали максимальное потребление азота, в то время как потребность в фосфоре и калии была значительно ниже. Следует также отметить, что обеспеченность опытных участков калием была наивысшей среди всех исследуемых макроэлементов. Это значит, что дефицит калия в почве не ограничивал рост и развитие растений в рамках проведённого эксперимента.

Математический анализ позволил установить закономерности влияния суммарного водопотребления, которое отображает общий расход влаги посевами кукурузы за вегетационный период, на уровень теоретической (смоделированной) урожайности зерна кукурузы в годы проведения исследований (рисунок 6).

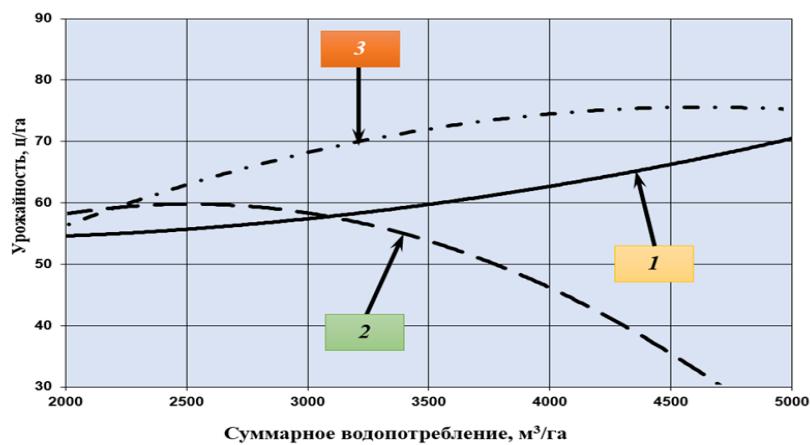


Рисунок 6. Корреляционно-регрессионная зависимость между урожайностью зерна кукурузы (ц/га) и суммарным водопотреблением (м³/га)

по годам проведения исследований:

- 1 – 2021 г. ($y = 0,0006x^2 - 0,0034x + 56,39$; $R^2 = 0,5106$);
- 2 – 2022 г. ($y = -0,0007x^2 + 0,0309x + 20,797$; $R^2 = 0,6278$);
- 3 – 2023 г. ($y = -0,0003x^2 + 0,026x + 4,538$; $R^2 = 0,7452$)

Исследование влияния водопотребления на урожайность кукурузы в условиях разного уровня природной влагообеспеченности показало интересную динамику. В среднесухом 2021 г наблюдалась ярко выраженная положительная корреляция между суммарным водопотреблением растений и урожайностью зерна, что объясняется дефицитом атмосферных осадков, особенно в начальный период вегетации. В результате, при водопотреблении в диапазоне 3550-3600 м³/га теоретический уровень урожайности превысил 60 ц/га.

В условиях сухого 2022 г установленная закономерность изменилась. Дефицит влаги в июле привёл к обратно пропорциональной зависимости между урожайностью и водопотреблением, хотя в расчётом диапазоне выше 2700 м³/га теоретически было возможно получить урожай выше 60 ц/га, дальнейшее увеличение водопотребления не приводило к его повышению, а наоборот, вызывало снижение зерновой продуктивности. Это свидетельствует о том, что критическая точка влагообеспеченности была пройдена, и избыток воды стал негативно скаживаться на развитии растений.

В средневлажном 2023 г прослеживалась устойчивая тенденция повышения урожайности зерна кукурузы пропорционально увеличению суммарного водопотребления. Эта положительная тенденция сохранялась вплоть до максимальных значений водопотребления, достигающих 4200-4500 м³/га. После этого наблюдалась стабилизация урожайности – дальнейшее увеличение водопотребления не приводило к её значительному росту, что указывает на насыщение потребности растений в воде при оптимальном уровне влагообеспеченности. Результаты исследования демонстрируют сложную и нелинейную зависимость урожайности кукурузы от водопотребления, значительно зависящую от климатических условий конкретного года.

Выводы. В полевых опытах выявлено существенное влияние водорастворимых удобрений и погодных условий в годы проведения полевых экспериментов на параметры пищевого и водного режима почвы. Установлено, что максимальное потребление растениями кукурузы азота зафиксировано в средневлажном 2023 г. – 97,3 кг/га, что было больше на 7-8%, чем при выращивании культуры в 2021 и 2022 гг. Аналогичные тенденции наблюдались и для фосфора и калия. Установлено, что для формирования высокого уровня урожая зерна кукурузы необходим азот – в дозе 92,7 кг/га, а также растения требуют фосфор (33,1 кг/га) и калий (24,0 кг/га). В суммарном водопотреблении кукурузы лидирующую позицию занимали атмосферные осадки, как основной источник обеспечения растений доступной влагой. Суммарное водопотребление варьировалось от 2581 м³/га в засушливом 2022 г. до 4599 м³/га во влажном 2023 г., демонстрируя сильную зависимость от количества осадков. В засушливом 2022 г коэффициент водопотребления был минимальным, а в 2023 г зафиксировано его увеличение в два раза. Самые низкие его значения наблюдались при внесении удобрений Микроплант и Комби Плюс в 2022 г, а самые высокие – в 2023 г на контроле. На контроле использование влаги за три года улучшилось на 11,9%.

Установлено, что полученные в корреляционно-регрессионном анализе теоретические значения содержания в растениях азота при росте в пределах от 2 до 5% сухой массы обусловили увеличение этого важнейшего элемента питания в почве в диапазоне от 27 до 90 мг/кг почвы. По фосфору наблюдалось плавное нарастание в растениях этого макроэлемента от 0,8 до 2,0% сухой массы при его прогнозируемом содержании в почве от 50 до 25 мг/кг. По калию проявился максимальный рост исследуемого показателя в растениях от 1 до 5% сухого вещества при очень высоким его содержании в почве в диапазоне от 380 до 440 мг/кг. Полученные данные подтверждают важнейшую роль азота при формировании урожая зерна исследуемой культуры, учитывая его максимальное потребление растениями при более низкой потребности в фосфоре и калии. Кроме того, следует подчеркнуть, что калием почвы обеспечены опытных делянок в наибольшей степени.

С помощью математического моделирования доказано, что в условиях среднесухого 2021 г растения кукурузы в наибольшей степени позитивно реагировали на увеличение суммарного водопотребления, что было обусловлено дефицитом атмосферных осадков, особенно в первую половину вегетации. При этом теоретический уровень урожайности зерна превышает 60 ц/га при водопотреблении 3550-3600 м³/га. Дефицит естественного влагообеспечения в июле 2022 г вызвал обратно пропорциональную зависимость формирования урожая больше 60 ц/га в расчётом диапазоне выше 2700 м³/га с дальнейшим снижением зерновой продуктивности. В условиях средневлажного 2023 г проявилась устойчивая тенденция нарастания урожайности зерна исследуемой культуры при увеличении суммарного водопотребления до максимально высоких их показателей на уровне 4200-4500 м³/га, а затем линия полиномиального тренда стабилизируется.

Список использованных источников:

1. Калинин, О. С. Влияние способа основной обработки почвы на урожайность сахарной свеклы в условиях центральной зоны Краснодарского края / О. С. Калинин, В. С. Баландин, А. С. Ивлев // Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства : Сборник статей V Международной научно-практической конференции, Пенза, 21–22 февраля 2020 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2020. – С. 67-69.
2. Эффективность применения азотных удобрений под озимую пшеницу

52

References:

1. Kalinin, O. S. Influence of the method of primary soil cultivation on the yield of sugar beet in the central zone of the Krasnodar Territory / O. S. Kalinin, V. S. Balandin, A. S. Ivlev // Resource-saving technologies and technical means for the production of crop and livestock products: Collection of articles of the V International Scientific and Practical Conference, Penza, February 21-22, 2020. - Penza: Penza State Agrarian University, 2020. - P. 67-69. 2. Efficiency of applying nitrogen fertilizers for winter wheat in early spring top dressing on leached chernozem / A. M. Kravtsov, A. V. Zagorulko, N. N. Kravtsova, A. A.

цу в ранневесеннюю подкормку на черноземе выщелоченном / А. М. Кравцов, А. В. Загорулько, Н. Н. Кравцова, А. А.

Макаренко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 89. – С. 54-59.

3. Вожегова, Р. А. Оптимизация структуры посевных площадей и моделирование севооборотов с учетом локальных параметров орошаемых и неполивных земель в условиях юга Украины / Р. А. Вожегова, И. Н. Беляева, С. В. Коковихин // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2017. – № 2(66). – С. 183-190.

4. Баландин, В. С. Динамика плотности почвы под кукурузой в зависимости от системы основной обработки почвы / В. С. Баландин, В. П. Василько // Виртуозы науки : Сборник тезисов Международной научно-практической конференции студентов и молодых учёных за 2023 г, Краснодар, 06–15 ноября 2023 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2024. – С. 28-29.

5. Коковихин, С. В. Эффективность использования орошения при выращивании сельскохозяйственных культур в Северном Причерноморье в условиях изменения климата / С. В. Коковихин, Е. О. Чернышова, О. В. Макуха // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2022. – № 31(194). – С. 7-16.

6. Assessment of the CROPWAT 8.0 software reliability for evapotranspiration and crop water requirements calculations / R. A. Vozhehova, Y. O. Lavrynenko, S. V. Kokovikhin [et al.] // Journal of Water and Land Development. – 2018. – Vol. 39, No. 1. – P. 147-152.

7. Коковихин, С. В. Влияние изме-

Makarenko // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. – 2021. – No. 89. – P. 54-59.

3. Vozhegova, R. A. Optimization of the structure of sown areas and modeling of crop rotations taking into account local parameters of irrigated and non-irrigated lands in the south of Ukraine / R. A. Vozhegova, I. N. Belyaeva, S. V. Kokovikhin // Ways to improve the efficiency of irrigated agriculture. – 2017. – No. 2(66). – P. 183-190.

4. Balandin, V. S. Dynamics of soil density under corn depending on the primary tillage system / V. S. Balandin, V. P. Vasilko // Virtuosos of Science: Collection of abstracts of the International scientific and practical conference of students and young scientists for 2023, Krasnodar, November 6-15, 2023. – Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 2024. – P. 28-29.

5. Kokovikhin, S. V. Efficiency of using irrigation in growing agricultural crops in the Northern Black Sea region under climate change / S. V. Kokovikhin, E. O. Chernyshova, O. V. Makukha // News of agricultural science of Tavrida. – 2022. – No. 31(194). – P. 7-16.

6. Assessment of the CROPWAT 8.0 software reliability for evapotranspiration and crop water requirements calculations / R. A. Vozhehova, Y. O. Lavrynenko, S. V. Kokovikhin [et al.] // Journal of Water and Land Development. – 2018. – Vol. 39, No. 1. – P. 147-152.

7. Kokovikhin, S. V. The impact of climate change and weather conditions on the yield of winter wheat in the Central Zone of Krasnodar Krai / S. V. Kokovikhin, E. S. Boyko, A. A.

- нений климата и погодных условий на урожайность озимой пшеницы в условиях Центральной зоны Краснодарского края / С. В. Коковихин, Е. С. Бойко, А. А. Магомедтагиров // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 106. – С. 104-115.
8. Чернышова, Е. О. Продуктивность гибридов кукурузы в зависимости от сроков посева и системы защиты растений от болезней и вредителей в условиях орошения Северного Причерноморья / Е. О. Чернышова, О. В. Макуха, С. В. Коковихин // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2024. – № 37(200). – С. 26-46.
9. Программирование урожая кукурузы в условиях орошения в зависимости от интенсивности ФАР и термического режима / Ю. А. Лавриненко, В. В. Базалий, С. В. Коковихин, П. В. Писаренко // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. – 2011. – № 75-1. – С. 91-101.
10. Адамень, Ф. Ф. Научное обоснование агротехнологий на неполивных и орошаемых землях Северного Причерноморья в современных эколого-мелiorативных и хозяйственно-экономических условиях / Ф. Ф. Адамень, С. В. Коковихин, А. Ф. Сташкина // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2024. – № 38(201). – С. 180-198.
11. Баландин, В. С. Влияние системы удобрения на урожайность и качество зерна кукурузы в условиях низинно-западинного агроландшафта / В. С. Баландин, В. П. Василько // Современные векторы развития науки : Сборник статей по материалам ежегодной научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2023 Magomedtagirov // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. - 2023. - No. 106. - P. 104-115.
8. Chernyshova, E. O. Productivity of corn hybrids depending on sowing dates and plant protection systems from diseases and pests under irrigation conditions of the Northern Black Sea region / E. O. Chernyshova, O. V. Makukha, S. V. Kokovikhin // News of agricultural science of Tavrida. - 2024. - No. 37 (200). - P. 26-46.
9. Programming the corn yield under irrigation conditions depending on the intensity of PAR and thermal regime / Yu. A. Lavrinenko, V. V. Bazaliy, S. V. Kokovikhin, P. V. Pisarenko // Collection of scientific works of the Uman National University of Horticulture. - 2011. - No. 75-1. - P. 91-101.
10. Adamen, F. F. Scientific substantiation of agricultural technologies on non-irrigated and irrigated lands of the Northern Black Sea region in modern ecological-meliorative and economic conditions / F. F. Adamen, S. V. Kokovikhin, A. F. Stashkina // News of agricultural science of Tavrida. - 2024. - No. 38 (201). - P. 180-198.
11. Balandin, V. S. The influence of the fertilization system on the yield and quality of corn grain in the conditions of the lowland-western agricultural landscape / V. S. Balandin, V. P. Vasylko // Modern vectors of science development: Collection of articles based on the materials of the annual scientific and practical conference of teachers on the results of R&D for 2023, Krasnodar, February 06, 2024. – Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, 2024. – P. 3-4.
12. Adamen, F. F. Index analysis

год, Краснодар, 06 февраля 2024 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2024. – С. 3-4.

12. Адамень, Ф. Ф. Индексный анализ и моделирование продуктивности полевых культур в зависимости от уровней природного и искусственного увлажнения при выращивании в орошаемых условиях Северного Причерноморья / Ф. Ф. Адамень, С. В. Коковихин, А. Ф. Сташкина // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2023. – № 34(197). – С. 58-70.

13. Возделывание кукурузы на юге Украины / Р. А. Вожегова, Ю. А. Лавриненко, С. В. Коковихин, П. В. Писаренко // Кормопроизводство. – 2012. – № 11. – С. 35-36.

14. Базалий, В. В. Статистическая оценка продуктивности озимой пшеницы в зависимости от гидротермических факторов в условиях орошения юга Украины / В. В. Базалий, Ю. А. Лавриненко, С. В. Коковихин // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. – 2011. – № 75-1. – С. 20-32.

15. Коковихин, С. В. Продуктивность материнской формы простого гибрида кукурузы Борисфен 433 МВ в зависимости от режимов орошения, доз азотного удобрения и густоты стояния растений в условиях южной зоны Степи Украины : специальность 06.01.09 "Овощеводство" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Коковихин Сергей Васильевич. – Днепропетровск, 2000. – 18 с.

16. Modeling safflower seed productivity in dependence on cultivation

and modeling of the productivity of field crops depending on the levels of natural and artificial moisture when grown in irrigated conditions of the Northern Black Sea region / F. F. Adamen, S. V. Kokovikhin, A. F. Stashkina // News of agricultural science of Tavrida. – 2023. – No. 34(197). – P. 58-70.

13. Corn cultivation in the south of Ukraine / R. A. Vozhegova, Yu. A. Lavrinenko, S. V. Kokovikhin, P. V. Pisarenko // Forage production. – 2012. – No. 11. – P. 35-36.

14. Bazaliy, V. V. Statistical assessment of winter wheat productivity depending on hydrothermal factors under irrigation conditions in the south of Ukraine / V. V. Bazaliy, Yu. A. Lavrinenko, S. V. Kokovikhin // Collection of scientific works of Uman National University of Horticulture. – 2011. – No. 75-1. – P. 20-32.

15. Kokovikhin, S. V. Productivity of the maternal form of a simple hybrid of corn Borysfen 433 MB depending on irrigation regimes, doses of nitrogen fertilizer and plant density in the conditions of the southern zone of the Steppe of Ukraine: specialty 06.01.09 "Vegetable growing": abstract of a dissertation for the degree of candidate of agricultural sciences / Kokovikhin Sergey Vasilievich. - Dnepropetrovsk, 2000. - 18 p.

16. Modeling safflower seed productivity in dependence on cultivation technology by the means of multiple linear regression model / R. V. Vozhehova, S. Kokovikhin, P. Lykhovyd [et al.] // Journal of Ecological Engineering. – 2019. – Vol. 20, No. 4. – P. 8-13.

- technology by the means of multiple linear regression model / R. Vozhehova, S. Kokovikhin, P. Lykhovyd [et al.] // Journal of Ecological Engineering. – 2019. – Vol. 20, No. 4. – P. 8-13.
17. Вожегова, Р. А. Моделирование и агромелиоративное обоснование севооборота на неполивных и орошаемых землях Южной Степи Украины / Р. А. Вожегова, И. Н. Беляева, С. В. Коковихин // Научно-технический бюллетень Института масличных культур НААН. – 2016. – № 23. – С. 110-120.
18. Вожегова, Р. А. Агромелиоративное обоснование севооборотов на неполивных и орошаемых землях Южной степи Украины / Р. А. Вожегова, И. Н. Беляева, С. В. Коковихин // Стратегические направления развития АПК стран СНГ : материалы XVI Международной научно-практической конференции: в трех томах, Барнаул, 27–28 февраля 2017 года. Том 2. – Барнаул: Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, 2017. – С. 235-237.
19. Эффективность обработки чернозема выщелоченного на агрофизические показатели и урожайность зерна кукурузы в центральной зоне Краснодарского края / А. Н. Матирный, А. А. Макаренко, Н. И. Бардак, Т. В. Логойда // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – № 74. – С. 101-106.
20. Адамень, Ф. Ф. Влияние гидротермических факторов на продуктивность гибридов кукурузы разных групп спелости в орошаемых условиях Северного Причерноморья / Ф. Ф. Адамень, С. В. Коковихин, А. Ф. Стаскина // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2019. – № 42 (205). – С. 110-120.
17. Vozhegova, R. A. Modeling and agro-meliorative justification of crop rotation on non-irrigated and irrigated lands of the Southern Steppe of Ukraine / R. A. Vozhegova, I. N. Belyaeva, S. V. Kokovikhin // Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Oilseed Crops of the National Academy of Agrarian Sciences. – 2016. – No. 23. – P. 110-120.
18. Vozhegova, R. A. Agromeliorative justification of crop rotations on non-irrigated and irrigated lands of the Southern steppe of Ukraine / R. A. Vozhegova, I. N. Belyaeva, S. V. Kokovikhin // Strategic directions of development of the agro-industrial complex of the CIS countries: materials of the XVI International scientific and practical conference: in three volumes, Barnaul, February 27-28, 2017. Volume 2. - Barnaul: Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences, 2017. - P. 235-237.
19. Efficiency of processing leached chernozem on agrophysical indicators and grain yield of corn in the central zone of the Krasnodar Territory / A. N. Matirny, A. A. Makarenko, N. I. Bardak, T. V. Logoyda // Transactions of the Kuban State Agrarian University. – 2018. – No. 74. – P. 101-106.
20. Adamen, F. F. Influence of hydrothermal factors on the productivity of corn hybrids of different maturity groups in irrigated conditions of the Northern Black Sea region / F. F. Adamen, S. V. Kokovikhin, A. F. Stashkina // News of agricultural science of Tavrida. – 2022. – No. 32 (195). – P. 18-29.
21. Kokovikhin, S. V. Influence of agrometeorological conditions on the

Тавриды. – 2022. – № 32(195). – С. 18-29.

21. Коковихин, С. В. Влияние агро-метеорологических условий на продуктивность растений сельскохозяйственных культур в условиях Юга Украины / С. В. Коковихин, В. В. Нестерчук, Т. А. Гречишко // Стратегические направления развития АПК стран СНГ : материалы XVI Международной научно-практической конференции: в трех томах, Барнаул, 27–28 февраля 2017 года. Том 2. – Барнаул: Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, 2017. – С. 257-259.

22. Влияние влагообеспечения, минерального питания и густоты стояния на урожайность семян самоопыленных линий кукурузы / С. В. Коковихин, П. В. Писаренко, В. Г. Пилярский, Е. А. Пилярская // Научный журнал Российской НИИ проблем мелиорации. – 2013. – № 2(10). – С. 78-88.

23. The influence of farming activities on seeds productivity of winter wheat varieties in the conditions of the South of Ukraine / S. V. Kokovikhin, V. Y. Zaporozhchenko, G. V. Karashchuk [et al.] // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2019. – Vol. 10, No. 1. – P. 449-456.

24. Макаренко, А. А. Моделирование и оптимизация режима орошения полевых культур на уровне севооборотов и полей с учётом метеорологических факторов / А. А. Макаренко, С. В. Коковихин, Е. С. Бойко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 191. – С. 238-253.

25. Ушканенко В.А., Лазарев Н.Н.,

productivity of agricultural crops in the South of Ukraine / S. V. Kokovikhin, V. V. Nesterchuk, T. A. Grechishkina // Strategic directions for the development of the agro-industrial complex of the CIS countries: materials of the XVI International scientific and practical conference: in three volumes, Barnaul, February 27-28, 2017. Volume 2. – Barnaul: Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences, 2017. – P. 257-259.

22. The influence of moisture supply, mineral nutrition and plant density on the seed yield of self-pollinated maize lines / S. V. Kokovikhin, P. V. Pisarenko, V. G. Pilyarsky, E. A. Pilyarskaya // Scientific journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems. – 2013. – No. 2(10). – P. 78-88.

23. The influence of farming activities on seed productivity of winter wheat varieties in the conditions of the South of Ukraine / S. V. Kokovikhin, V. Y. Zaporozhchenko, G. V. Karashchuk [et al.] // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2019. – Vol. 10, No. 1. – P. 449-456.

24. Makarenko, A. A. Modeling and optimization of the irrigation regime of field crops at the level of crop rotations and fields taking into account meteorological factors / A. A. Makarenko, S. V. Kokovikhin, E. S. Boyko // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. - 2023. - No. 191. - P. 238-253.

25. Ushkanenko V. A., Lazarev N. N., Goloborodko S. P., Kokovikhin S.

Голобородько С.П., Коковихин С.В. Дисперсионный и корреляционный анализ в растениеводстве и луговодстве: монография. – М.: Изд. РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. – 336 с.

V. Dispersion and correlation analysis in crop production and meadow farming: monograph. - M.: Publ. RSA - Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev, 2011. – 336 p.

Сведения об авторах:

Дмитрий Константинович Марченко – аспирант Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», e-mail: dmitri.marchenko@uniferx.com, 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13.

Information about the authors:

Dmitry Konstantinovich Marchenko – postgraduate student of the Kuban agricultural enterprise of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin”, e-mail: dmitri.marchenko@uniferx.com, 350044, Krasnodar, st. Kalinina, 13.

УДК 633.63.003.13

**ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ
ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В
ПОЧВЕ И ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ
САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В
НИЗИННО-ЗАПАДИННОМ
АГРОЛАНДШАФТЕ ЗАПАДНОГО
ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

Егоян В. Е., аспирант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»

В полевых исследованиях доказано, что в фазе всходов содержание азота было значительно выше (на 43-53 мг/кг) при органо-минеральном удобрении, чем в контрольной группе (снижение на 48,3-57,9%). Разница усиливалась к середине вегетации (55-114%), но к уборке урожая резко сокращалась (до 3 мг/кг или 24,8%, особенно при поверхностной обработке). Способ обработки почвы (вспашка, безотвальная, поверхностная) практически не оказывал значительного влияния на содержание азота в начале и середине вегетации, но в конце вегетации поверхностная обработка привела к снижению показателя на 37,2-43,3%. Влияние способов обработки почвы на содержание фосфора было менее выражено, чем для азота. В фазе всходов содержание фосфора составляло 66-70 мг/кг при отвальной и дисковой обработке, снижаясь на 7,5-13,1% при мелком дисковании. Разница в середине вегетации была

**DYNAMICS OF
NUTRIENT CONTENT IN SOIL
AND WATER CONSUMPTION OF
SUGAR BEET IN THE
LOW-WESTERN
AGROLANDSCAPE OF THE
WESTERN CIRCAUCASUS**

Egoyan V. E., Graduate Student,
*Federal State Budgetary Educational
Institution of Higher Education "Kuban
State Agrarian University named after I.
T. Trubilin"*

Field studies have shown that the nitrogen content in the germination phase was significantly higher (by 43-53 mg/kg) with organic -mineral fertilization than in the control group (a decrease of 48.3-57.9%). The difference increased by the middle of the growing season (55-114%), but by harvesting it sharply decreased (to 3 mg/kg or 24.8%, especially with surface cultivation). The method of soil cultivation (plowing, no-till, surface) had virtually no significant effect on the nitrogen content at the beginning and middle of the growing season, but at the end of the growing season, surface cultivation led to a decrease in the indicator by 37.2-43.3%. The effect of soil cultivation methods on the phosphorus content less pronounced than for nitrogen. At the emergence stage, the phosphorus content was 66-70 mg/kg with moldboard and disk tillage, decreasing by 7.5-13.1% with shallow disking. The difference in the middle of the growing season was insignificant

незначительной (0,5-1,6%), увеличиваясь перед уборкой до 3,3-8,3%. Система удобрения существенно влияла на содержание фосфора, причём максимальное содержание наблюдалось при органо-минеральном удобрении (разница с контролем составляла 13,0-19,3% в начале вегетации и 14,7-28,5% в последующие периоды). Содержание калия практически не зависело от способа обработки почвы. Разница между вариантами обработки была минимальной (0,3-1,2%). Влияние системы удобрения также было незначительным (0,9-2,1% при всходах, 0,7-4,3% в середине вегетации и 0,7-6,1% перед уборкой). В фазу всходов, в среднем в почве содержалось 41 мг/кг азота, в середине вегетации оно снизилось на 20,6%, а перед уборкой урожая – на 95,2%. Очень близкие показатели снижения получили по содержанию фосфора. В момент всходов этот показатель был равен 66 мг/кг, а в дальнейшем снизился на 26,9- 94,1%. Содержание калия было наиболее стабильным и характеризовалось очень слабым изменением в разные периоды вегетации сахарной свёклы. Максимальный вынос азота (254 кг/га) с урожаем корнеплодов зафиксирован на варианте с вспашкой и применением органических удобрений. На неудобренном контроле этот показатель был минимальным и составил 66 кг/га. По выносу фосфора и калия зафиксированы закономерности, которые были зафиксированы по азоту. Исследования показали, что суточное испарение в начале вегетации составляло 38,2 м³/га в период от всходов до смыкания листьев и увеличи-

(0.5-1.6%), increasing before harvesting to 3.3-8.3%. The fertilization system significantly affected the phosphorus content, with the maximum content observed with organic-mineral fertilization (the difference with the control was 13.0-19.3% at the beginning of the growing season and 14.7-28.5% in the following periods). The potassium content was practically independent of the soil tillage method. The difference between the tillage options was minimal (0.3-1.2%). The effect of the fertilization system was also insignificant (0.9-2.1% at emergence, 0.7-4.3% in the middle of the growing season and 0.7-6.1% before harvesting). During the germination phase, the soil contained an average of 41 mg/kg of nitrogen, in the middle of the growing season it decreased by 20.6%, and before harvesting - by 95.2%. Very close reduction rates obtained for the phosphorus content. At the time of germination, this indicator was equal to 66 mg/kg, and later decreased by 26.9-94.1%. The potassium content was the most stable and characterized by very slight changes in different periods of the sugar beet growing season. The maximum nitrogen removal (254 kg/ha) with the root crop yield was recorded in the variant with plowing and the use of organic fertilizers. In the unfertilized control, this indicator was minimal and amounted to 66 kg/ha. The same patterns recorded for the removal of phosphorus and potassium as for nitrogen. The studies showed that daily evaporation at the beginning of the growing season was 38.2 m³/ha during the period from emergence to leaf closure and increased to 48.7 m³/ha, or 27.4% more. Statistical

чивалось до 48,7 м³/га, или на 27,4% больше. Статистический анализ данных по орошаемой сахарной свёкле выявил различную силу корреляции между уровнем влагообеспеченности и количеством дней после всходов.

Ключевые слова: сахарная свёкла, обработка почвы, удобрения, содержание элементов питания в почве, азот, фосфор, калий.

analysis of data on irrigated sugar beet revealed different strengths of correlation between the level of moisture supply and the number of days after emergence.

Keywords: sugar beet, soil cultivation, fertilizers, the content of nutrients in the soil, nitrogen, phosphorus, potassium.

Введение. Рациональное использование всех видов ресурсов, и оптимизация питательного режима почвы при выращивании сахарной свёклы критически важна для формирования высоких и качественных урожаев культуры с высоким выходом сахара и экономической эффективностью. Неправильное питание приводит к снижению урожайности, ухудшению качества корнеплодов (снижение сахаристости, увеличение содержания вредных примесей), повышению восприимчивости к болезням и вредителям, снижает конкурентоспособность по отношению к сорным растениям. Систему удобрений исследуемой культуры необходимо планировать и усовершенствовать учитывая несколько ключевых аспектов, в первую очередь это высокий уровень физиологических потребностей в питательных веществах [1; 2; 3; 4; 5].

Сбалансированное питание напрямую влияет на содержание сахара в корнеплодах. Так, избыток азота может снизить сахаристость и увеличить содержание вредных примесей (например, альфа-аминокислот), а дефицит калия – уменьшить размер и вес корнеплодов, снизить сахаристость и повысить содержание несахаров. Оптимизация почвенного режима питания позволяет значительно увеличить урожайность сахарной свеклы и улучшить качество продукции (повысить сахаристость, снизить потери при хранении). Это напрямую влияет на прибыльность производства. Рациональное внесение удобрений минимизирует потери питательных веществ из-за вымывания, фиксации в почве или неполного усвоения растениями. Это экономит средства и снижает негативное воздействие на окружающую среду. Также отмечают снижение затрат на борьбу с болезнями и вредителями. Укрепление растений за счет сбалансированного питания повышает их устойчивость к болезням и вредителям, снижая расходы на пестициды. Рациональная система питания сахарной свеклы уменьшает количество применяемых удобрений, снижая риск загрязнения почвы, воды и воздуха нитратами и фосфатами. При этом более эффективное усвоение питательных веществ растениями при повышении окупаемости прибавками урожая минеральными и органическими удобрениями снижает потребность в их применении, сохраняя природные ресурсы [6; 7; 8; 9].

Оптимизация питательного режима достигается путем агрохимического анализа почвы. Определение содержания питательных веществ в почве позво-

ляет точно рассчитать необходимое количество удобрений. На основе проведённого анализа почвы по балансовым методам моделируется потребность в макро- и микроэлементах, рассчитываться дифференцированного дозы внесения удобрений в зависимости от потребностей растения на разных этапах развития и особенностей почвенно-климатических факторов и других параметров. Использование передовых технологий в агротехнике, таких как системы точного земледелия, значительно оптимизирует процесс внесения удобрений. В частности, метод локального внесения удобрений непосредственно в полосу посева, в отличие от традиционных способов равномерного распределения по всей площади поля, обеспечивает более эффективное их усвоение растениями [10; 11; 12; 13; 14]. Это происходит потому, что питательные вещества концентрируются в зоне корневой системы, минимизируя потери от вымывания, испарения и неэффективного использования. В результате такого точечного подхода достигается повышение урожайности сельскохозяйственных культур, в данном случае корнеплодов. Более того, улучшается их качество: повышается содержание полезных веществ, улучшается внешний вид и лёгкость. Таким образом, применение современных технологий внесения удобрений не только экономически выгодно за счёт снижения расхода удобрений, но и способствует экологически чистому земледелию, уменьшая негативное воздействие на окружающую среду [15; 16; 17; 18; 19].

Применение органических удобрений оказывает многогранное положительное воздействие на почву и выращиваемые на ней культуры. Внесение органических веществ, таких как компост, навоз или сидераты, значительно увеличивает содержание гумуса в почве [20; 21; 22; 23; 24]. Это, в свою очередь, приводит к улучшению ее физической структуры – повышению водо- и воздухопроницаемости, улучшению водоудерживающей способности и снижению эрозии. Более того, обогащение почвы органикой повышает доступность питательных элементов для растений, делая их более легко усвояемыми. Одновременно с этим, использование биопрепаратов, содержащих полезные микроорганизмы, стимулирует рост и развитие сахарной свеклы. Биологические фиксаторы азота обеспечивают растение доступным азотом, уменьшая потребность в синтетических азотных удобрениях. Фосформобилизирующие микроорганизмы повышают доступность фосфора из почвенного запаса, что также способствует улучшению питания растений. В результате применения биопрепаратов наблюдается увеличение урожайности и получение экологически чистой продукции, свободной от остаточных количеств химических веществ. Оптимизация питания сахарной свеклы – это комплексный подход, учитывающий несколько взаимосвязанных факторов [25; 26; 27]. Он основан на рациональном сочетании органических и биологических удобрений, с учетом физиологических потребностей растения на разных этапах развития. Главными целями такого подхода являются повышение экономической эффективности производства за счет увеличения урожайности и снижения затрат на химические удобрения, обеспечение экологической безопасности путем мини-

мизации негативного воздействия на окружающую среду, и, наконец, повышение качества получаемой продукции. Комплексный подход позволяет достичь баланса между максимизацией урожайности, минимальным воздействием на окружающую среду и экономической целесообразностью.

Материал и методы исследований. Целью проведённых исследований было изучить динамику содержания и выноса макроэлементов из почвы на посевах сахарной свёклы, а также показатели суточного водопотребления культурой, при её выращивании в условиях низинно-западинного агроландшафта Западного Предкавказья.

Полевые и лабораторные опыты с сахарной свёклой гибрида отечественной селекции Успех проведены на протяжении 2020-2022 гг. в учебном хозяйстве «Кубань» Кубанского государственного аграрного университета им. И. Т. Трубилина.

Схема опыта включала:

1. Система основной обработки почвы (фактор А): отвальная (контроль); безотвальная; поверхностная.
2. Система удобрения (фактор В): без удобрений (контроль); минеральная; органо-минеральная; органическая.

Площадь учётных делянок равнялась 56,7 м² при трёхкратной повторности. Делянки закладывали по методу реномизированных блоков. Устанавливали показатели содержания, выноса макроэлементов из почвы на посевах и суточное испарение (эвапотранспирацию) сахарной свёклы проводили с использованием специальных методик [28].

Результаты и обсуждения. В среднем за годы проведения исследований в фазу всходов отмечено увеличение содержание азота на вариантах с органико-минеральной системой удобрения, где этот макроэлемент был равен 43-53 мг/кг, а на контрольных вариантах зафиксировано его уменьшение на 48,3-57,9% (таблица 1). В середину вегетации сахарной свеклы между контрольным вариантом и вариантом с комплексным применением минеральных и органических удобрений наблюдался ещё более выраженный диапазон отличий, который составлял 55-114%, что было обусловлено нарастанием надземной массы и корнеплодов.

Однако конце вегетации, перед уборкой корнеплодов такая разница была минимальной, особенно на варианте с поверхностной обработкой почвы, где она составляла 3 мг/кг, или 24,8%. По обработке почвы разница содержания азота в начале, середине и в конце вегетации была несущественной между исследуемыми вариантами вспашки и безотвальной обработки, а на поверхностной обработке отмечено снижение данного показателя по исследуемым периодам на: 15,1-20,3; 18,8-23,7; 37,2-43,3%.

По содержанию фосфору отмечено менее значительный, чем по азоту диапазон колебаний в разные фазы развития исследуемой культуры, особенно по первому изучаемому фактору. Так, в момент всходов культуры при дисковании и при отвальной обработке (вспашка) изучаемый показатель, в среднем,

составлял 66-70 мг/кг, а при мелком дисковании уменьшился на 7,5-13,1%. В середину вегетации сахарной свеклы отличия были несущественно (0,5-1,6%), а перед уборкой урожая – увеличились до 3,3-8,3%.

Таблица 1. Динамика содержания минерального азота, подвижного фосфора и калия в 0-30 см слое почве на посевах сахарной свёклы, мг/кг, 2020-2022 гг.

Факторы полевого опыта		Годы исследований		
		всходы	середина вегетации	перед уборкой корнеплодов
A (обработка почвы)	B (удобрения)			
Азот				
Отвальная (контроль)	Без удобрений	33	20	19
	Минеральная	47	43	23
	Органо-минеральная	50	43	27
	Органическая	46	42	28
Безотвальная	Без удобрений	30	22	17
	Минеральная	44	37	23
	Органо-минеральная	48	43	28
	Органическая	46	40	25
Поверхностная	Без удобрений	29	23	15
	Минеральная	36	29	17
	Органо-минеральная	43	36	18
	Органическая	39	32	18
Среднее		41	34	21
Фосфор				
Отвальная (контроль)	Без удобрений	64	50	27
	Минеральная	69	52	36
	Органо-минеральная	76	53	35
	Органическая	69	53	32
Безотвальная	Без удобрений	60	49	30
	Минеральная	68	54	34
	Органо-минеральная	72	54	36
	Органическая	64	55	37
Поверхностная	Без удобрений	58	46	32
	Минеральная	61	56	35
	Органо-минеральная	65	55	37
	Органическая	63	54	38
Среднее		66	52	34
Калий				
Отвальная (контроль)	Без удобрений	403	399	392
	Минеральная	408	404	397
	Органо-минеральная	407	402	395
	Органическая	408	404	398
Безотвальная	Без удобрений	405	392	380
	Минеральная	410	405	398
	Органо-минеральная	412	403	395
	Органическая	409	405	395
Поверхностная	Без удобрений	401	385	375
	Минеральная	409	403	395
	Органо-минеральная	410	402	398
	Органическая	411	407	395
Среднее		407	401	392

Существенно варьировала величина содержания в почве фосфора по вариантам внесения удобрений, причём максимальный уровень был при орга-

но-минеральной системе удобрений. Разница между контролем и вариантом с применением органо-минеральной системой удобрения составляла в первых срок отбора почвы для агрохимического анализа 13,0-19,3%, а во второй и третий – 14,7-28,5%.

По динамике содержания калия не отмечено влияние обработки почвы на этот показатель во все периоды проведения агрохимических исследований. При этом разница между вариантами фактора А была очень низкой – в пределах 0,3-1,2%. Между вариантами системы удобрений (фактор В) также отмечены незначительные отличия, которые составили в период всходов 0,9-2,1%, в середине вегетации – 0,7-4,3%, перед уборкой урожая – 0,7-6,1%.

Анализ экспериментальных данных позволил установить среднефакториальные показатели содержание в пахотном слое макроэлементов в разные периоды вегетации – всходы, середина вегетации и перед уборкой урожая корнеплодов сахарной свеклы (рисунок 1).

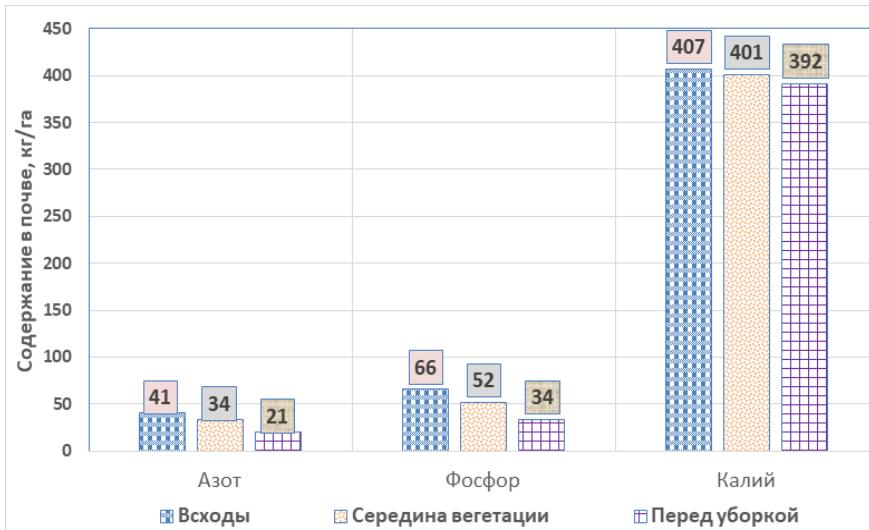


Рисунок 1. Среднефакториальные показатели содержания азота, фосфора и калия в 0-30 см слое почвы в разные периоды вегетации, мг/кг, 2020-2022 гг.

По всем элементам питания наблюдалось снижение их содержания, что объясняется использованием их растениями исследуемой культуры для обеспечения своих потребностей при росте, развитии и формировании урожая. В момент появления всходов сахарной свёклы определено содержание в пахотном горизонте азота – на уровне 41 мг/кг азота. В середине вегетационного периода данный показатель уменьшился на 20,6%, а в момент уборки корнеплодов очень существенно – на 95,2%. Очень близкие показатели снижения получили по содержанию фосфора. В момент всходов этот показатель был равен, в среднем, 66 мг/кг, в середине вегетации отмечено его снижение на 26,9%, а перед уборкой – на 94,1%, соответственно.

Содержание калия было наиболее стабильным и характеризовалось очень

слабым изменением в разные периоды вегетации сахарной свеклы. Так, в фазу всходов оно равнялось, в среднем по факторам и в среднем по годам проведения исследований, 407 мг/кг. В середине вегетации содержания калия составляло 401 мг/кг, то есть произошло несущественное снижение на 1,5% по сравнению с фазой всходов культуры. В конце вегетации (перед уборкой урожая), исследуемый показатель снизился до 392 мг/кг, что было меньше, чем при всходах на 3,8%, а по сравнению с серединой вегетационного периода – на 2,3%.

Результаты исследования демонстрируют, что внесение как органических, так и минеральных удобрений приводит к значительному повышению уровня доступных для растений питательных веществ в пахотном горизонте. Проявилась тенденция возрастания в почве содержания макроэлементов: минерального азота, подвижного фосфора и обменного калия. Это свидетельствует о положительном влиянии удобрений на плодородие почвы. При этом следует отметить, что различные методы основной обработки почвы, которые изучали в рамках нашего полевого эксперимента, продемонстрировали незначительное воздействие на изменение агрохимических показателей. Другими словами, влияние способов обработки почвы на содержание минерального азота, подвижного фосфора и обменного калия было статистически не значимым, в то время как эффект от внесения удобрений был на высоком уровне, а также имел математическую достоверность.

Динамика выноса азота сельскохозяйственными культурами в ходе наших исследований (2020-2022 гг.) демонстрирует значительную изменчивость, обусловленную взаимодействием двух ключевых факторов: глубины обработки почвы и применяемой системы удобрения (таблица 2). Наблюдалась существенная разница в показателях выноса азота между годами, что, вероятно, связано с различными погодными условиями и другими абиотическими факторами. Минимальный вынос азота (146 кг/га) был зафиксирован в 2020 г. в контрольной группе, где использовалась поверхностная обработка почвы без внесения каких-либо минеральных или органических удобрений.

В 2022 г., характеризующемся, предположительно, более благоприятными агроклиматическими условиями, вынос азота с урожаем корнеплодов исследуемой культуры значительно увеличился, достигнув 365 кг/га, что в 2,5 раза превышает показатель 2020 г. Это увеличение свидетельствует о существенном влиянии как погодных факторов, так и, потенциально, о влиянии самой системы обработки почвы и/или внесения удобрений в других изучаемых вариантах.

Результаты анализа содержания фосфора в почве продемонстрировали значительные колебания, зависящие от способа обработки почвы и системы удобрения. В 2022 г. максимальное содержание фосфора достигло 119 кг/га. Это значение было зафиксировано в вариантах с традиционной вспашкой (контрольная группа) и чизельной обработкой почвы, при этом использовалась органическая система удобрения. Напротив, применение мелкой поверхностной обработки почвы без удобрений, а также при использовании минеральных удобрений, привело к значительному снижению уровня фосфора – почти в 2,5 раза (до 48-49 кг/га).

Таблица 2. Вынос азота, фосфора и калия с урожаем корнеплодов сахарной свёклы в годы проведения исследований, кг д.в. на 1 га

Факторы полевого опыта		Годы исследований			
		2020	2021	2022	в среднем
A (обработка почвы)	B (удобрения)				
Азот					
Отвальная (контроль)	Без удобрений	198	212	262	224
	Минеральная	246	245	303	265
	Органо-минеральная	202	234	285	240
	Органическая	251	256	363	290
Безотвальная	Без удобрений	200	212	257	223
	Минеральная	249	237	302	263
	Органо-минеральная	199	230	281	236
	Органическая	255	260	365	293
Поверхностная	Без удобрений	146	165	156	156
	Минеральная	150	177	177	168
	Органо-минеральная	152	180	169	167
	Органическая	167	187	183	179
Среднее		201	216	259	225
Фосфор					
Отвальная (контроль)	Без удобрений	65	69	86	73
	Минеральная	80	80	99	86
	Органо-минеральная	66	76	93	78
	Органическая	82	84	119	95
Безотвальная	Без удобрений	65	69	84	73
	Минеральная	81	77	99	86
	Органо-минеральная	65	75	92	77
	Органическая	83	85	119	96
Поверхностная	Без удобрений	48	54	51	51
	Минеральная	49	58	58	55
	Органо-минеральная	50	59	55	54
	Органическая	54	61	60	58
Среднее		66	71	84	74
Калий					
Отвальная (контроль)	Без удобрений	254	273	337	288
	Минеральная	316	315	390	341
	Органо-минеральная	260	301	366	309
	Органическая	322	329	467	373
Безотвальная	Без удобрений	257	272	330	286
	Минеральная	320	304	388	338
	Органо-минеральная	255	296	361	304
	Органическая	328	334	469	377
Поверхностная	Без удобрений	188	212	200	200
	Минеральная	193	227	228	216
	Органо-минеральная	195	231	217	214
	Органическая	215	240	235	230
Среднее		259	278	332	290

Аналогичная тенденция наблюдалась и в отношении выноса калия с урожаем сахарной свёклы. Минимальное значение выноса калия (188 кг/га) было зафиксировано в 2020 г. в варианте без внесения удобрений и с применением

поверхностной обработки почвы. В 2022 г., при безотвальной обработке почвы и использовании органических удобрений, вынос калия существенно возрос, достигнув 469 кг/га. Таким образом, как содержание фосфора в почве, так и вынос калия с урожаем оказались высокочувствительными к выбору агротехнических приёмов и систем удобрения.

Обобщение полученных экспериментальных данных по первому исследуемому фактору (А – обработка почвы) позволило установить, что вынос азота наибольшего уровня достиг при проведении вспашки и отвальной обработки почвы, где он составлял 255 и 254 кг/га, соответственно (рисунок 2). При мелкой поверхностной обработке изучаемый показатель существенно снизился до 167 кг/га, или в 1,5 раза.

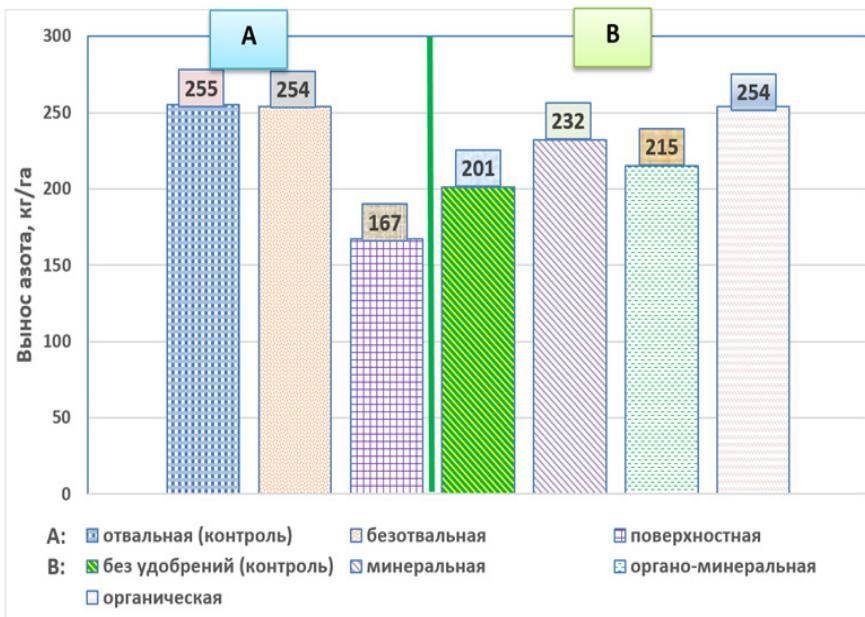


Рисунок 2. Среднефакториальные показатели выноса азота из почвы с урожаем корнеплодов сахарной свёклы в зависимости от влияния способов обработки почвы (А) и системы удобрения (В), кг/га, 2020-2022 гг.

Доказано, что по вариантам удобрения на контроле вынос азота был наименьшим и был равен 201 кг/га. При внесении минеральных удобрений он увеличился на 15,4% и составлял 232 кг/га. При одновременном внесении минеральных и органических удобрений такой прирост был менее значительным – до 215 кг/га, что превышало неудобренный контроль на 7,0%. Максимальный вынос азота, который увеличился до 254 кг/га, был зафиксирован на варианте с применением органических удобрений, что превышало контроль на 26,4% и было больше других удобренных вариантов на 9,5-18,1%.

Установлено, что вынос фосфора с урожаем был практически идентичен при двух традиционных способах обработки почвы – отвальной и безотвальной. В среднем, для фактора А этот показатель составил 83 кг фосфора с каж-

дого гектара. Однако, применение поверхностной обработки почвы привело к существенному снижению выноса фосфора. В данном варианте он составил всего 55 кг/га, что на 38 кг/га (или на 50,9%) меньше, чем при отвальной и безотвальной обработках. Это указывает на значительное влияние способа обработки почвы на доступность фосфора для растений, причём поверхностная обработка, в рамках данного эксперимента, привела к значительному уменьшению его выноса (рисунок 3).

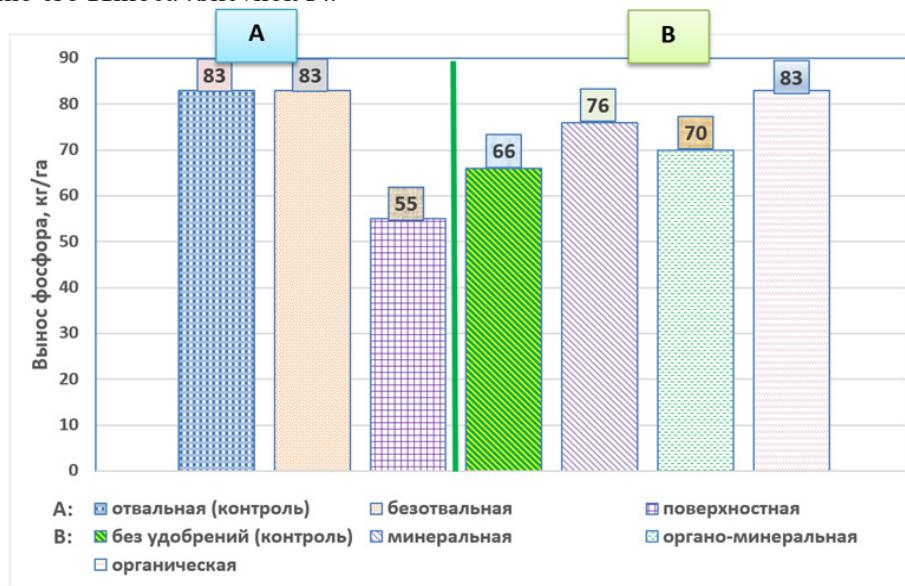


Рисунок 3. Среднефакториальные показатели выноса фосфора из почвы с урожаем корнеплодов сахарной свёклы в зависимости от влияния способов обработки почвы (А) и системы удобрения (В), кг/га, 2020-2022 гг.

Доказано существенное воздействие на содержание и вынос фосфора системы удобрения. Такой вынос наибольшим сформировался при внесении только органических удобрений – на уровне 83 кг/га. При органо-минеральной и минеральной системах удобрений он снизился, в среднем по второму фактору, до 70-76 кг/га, или на 9,2-18,6%. На неудобренном контроле вынос фосфора был минимальным и составил 66 кг/га, что было меньше удобренных вариантов на 6,1-28,8%.

По выносу калия, в целом, также проявились тенденции, которые ранее были зафиксированы относительно среднефакториальных показателей по азоту и фосфору. Наибольшее значение выноса по фактору А (обработка почвы) на уровне 326 и 328 кг/га показали безотвальная обработка и вспашка (рисунок 4). При мелкой поверхностной обработке показатели выноса калия снизились до 215 кг/га или в 1,5 раза.

Анализ влияния удобрений (фактор В) на вынос калия показал значительные различия между исследуемыми вариантами. Наибольшим (327 кг/га) этот показатель был зафиксирован на делянках, где использовалась органическая система удобрений.

Переход к органо-минеральной системе привёл к снижению выноса калия до 298 кг/га, что составляет уменьшение на 9,7% по сравнению с органическим вариантом.

Наименьшие показатели выноса калия были отмечены в контрольной группе (без внесения удобрений), где он достиг 258 кг/га, и на варианте с применением органо-минеральной системы удобрений, показавшей 276 кг/га. Эти результаты демонстрируют существенное преимущество органической системы удобрений в обеспечении растений калием по сравнению как с контрольным вариантом, так и с органо-минеральной системой. Разница в выносе калия между органической и органо-минеральной системами свидетельствует о необходимости дальнейшего исследования оптимального соотношения органических и минеральных удобрений для достижения максимального эффекта от их применения.

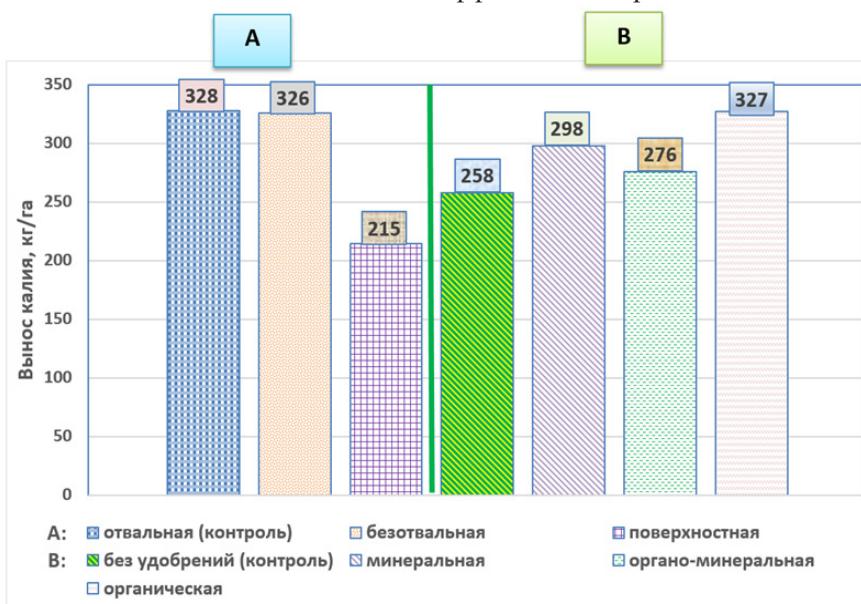


Рисунок 4. Среднефакториальные показатели выноса калия из почвы с урожаем корнеплодов сахарной свёклы в зависимости от влияния способов обработки почвы (А) и системы удобрения (В), кг/га, 2020-2022 гг.

Среднесуточный расход влаги растениями сахарной свёклы (эвапотранспирация) существенно отличался как межфазным периодам и за вегетацию в целом, так и по годам проведения исследований (рисунок 5). В 2021 г. в период от всходов до смыкания листьев в междурядьях зафиксировано увеличение среднесуточного расхода влаги до 43,5 м³/га/сут., что было на 13,3-32,6% меньше, чем в тот же период в 2020 и 2022 гг. Такая же закономерность правила и в период формирования корнеплода (период максимального влагопотребления), когда на фоне повышенного температурного режима и увеличения количества осадков в 2021 г. изучаемый показатель возрос до 53,7 м³/га/сут. Такой уровень среднесуточного расхода влаги на 26,4 и 7,6% превысил показатели, получен-

ные в 2020 и 2022 гг. В целом за вегетационный период также зафиксировано максимальное значение эвапотранспирации в 2021 г. – 35,0 м³/га/сут., что превысило первый и третий годы исследований на 2,6-4,9 м³/га/сут.

В среднем за годы исследований установлено, что сахарная свёкла имела высокий уровень эвапотранспирации как в отдельные этапы органогенеза, так и в целом за вегетацию. В межфазный период от формирования полных всходов и до фазы смыкания листьев в междуурядьях данных показатель составил 38,2 м³/га/сут., а в период формирования корнеплода увеличился до 48,7 м³/га/сут. или на 27,4. В среднем за вегетационный период суточное испарение составило 35,0 м³/га.

Статистический анализ показателей среднесуточного испарения сахарной свёклы в условиях орошения позволил установить разницу в плотности корреляционных связей относительно условий влагообеспеченности и количества дней от всходов растений.

Доказано, что в разные по уровням естественного увлажнения годы наблюдается сильная корреляция с коэффициентами корреляции 0,9286; 0,9064; 0,9108. Такая плотная связь позволила построить математические модели динамики среднесуточного испарения по дням вегетационного периода, начиная от фазы всходов и до уборки урожая по отдельным годам исследований (рисунок 6).

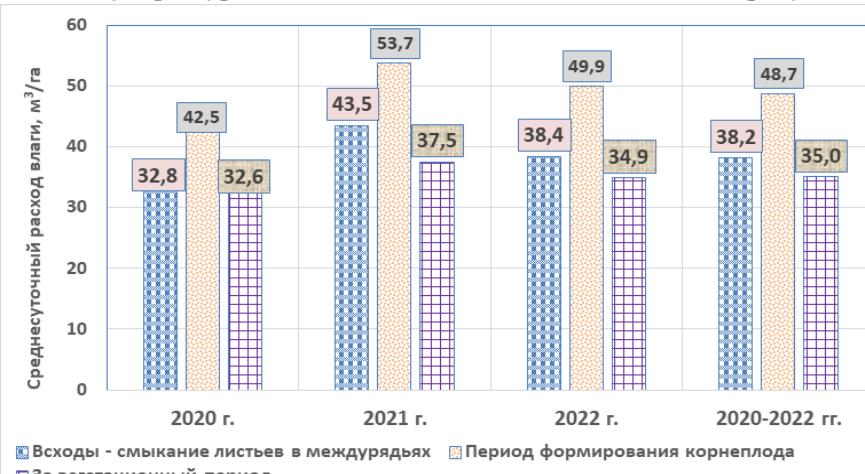


Рисунок 5. Среднесуточный расход влаги (м³/га) из слоя 0-200 см по межфазным периодам и за вегетацию сахарной свёклы в годы проведения исследований

Максимальная величина суточного испарения влаги посевами сахарной свёклы (эвапотранспирация) зафиксирована в 2021 г., который характеризовался повышенным количеством атмосферных осадков в начале вегетационного периода и повышенным температурным режимом, а в конце вегетации – дефицитом осадков.

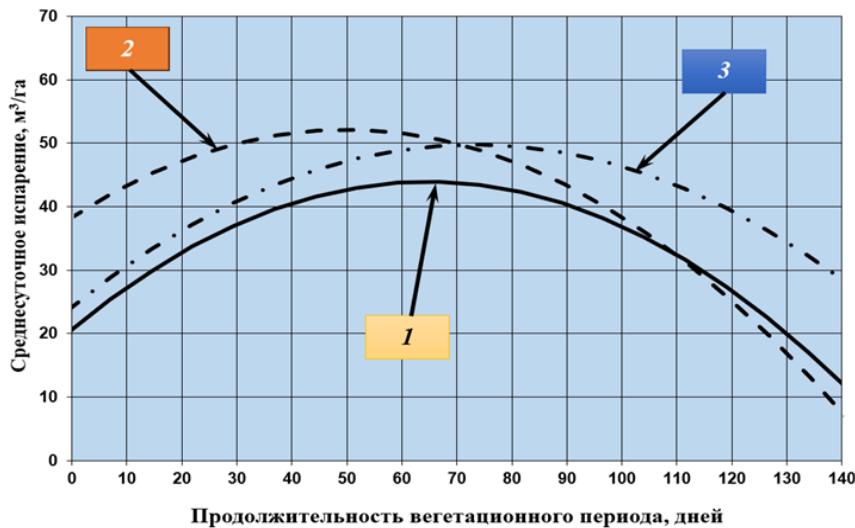


Рисунок 6. Корреляционно-регрессионная зависимость между количеством дней от начала всходов сахарной свёклы и показателями суточного расхода

влаги из слоя почвы 0-200 см в годы

1 – 2020 г.: $y = -0,0056x^2 + 0,7219x + 20,594$; $R^2 = 0,9286$;

2 – 2021 г.: $y = -0,0047x^2 + 0,5707x + 35,012$; $R^2 = 0,9064$;

3 – 2022 г.: $y = -0,0048x^2 + 0,6994x + 21,839$; $R^2 = 0,9108$

Разработанные корреляционно-регрессионные зависимости показывают, что при возрастании количества осадков годы (2022 г.) суточный расход воды постепенно повышается, а начиная с 77-80 дня вегетации начинает постепенно снижается. В засушливые годы (2020 г.) процесс суточного испарения более динамичен, что связано более быстрым прохождением фаз развития сахарной свёклы. При действии таких метеорологических факторов (дефицит осадков, высокая температура и сниженная относительная влажность воздуха и т.п.) максимум суточного расхода воды отмечен на 45-52 день от начала вегетационного периода, а затем происходит его более быстрое, чем при благоприятных погодных условиях, как в 2020 и 2022 гг. – снижение.

Выводы. В полевых исследованиях доказано, что применение как органических, так и минеральных удобрений оказывает существенное положительное воздействие на питательный режим почвы. Агрохимический анализ пахотного слоя выявил значительное увеличение содержания элементов питания, доступных для растений. Зафиксировано достоверное возрастание количества ключевых макроэлементов: минерального азота, подвижного фосфора и обменного калия. Эти результаты однозначно свидетельствуют о повышении плодородия почвы под влиянием удобрений. Воздействие различных способов обработки почвы на агрохимические показатели оказалось незначительным. В фазе всходов содержание азота было значительно выше (на 43-53 мг/кг) при органо-минеральном удобрении, чем в контрольной группе (снижение на 48,3-

57,9%). Разница усиливалась к середине вегетации (55-114%), но к уборке урожая резко сокращалась (до 3 мг/кг или 24,8%, особенно при поверхностной обработке). Способ обработки почвы (вспашка, безотвальная, поверхностная) практически не оказывал значительного влияния на содержание азота в начале и середине вегетации, но в конце вегетации поверхностная обработка привела к снижению показателя на 37,2-43,3%.

Влияние способов обработки почвы на содержание фосфора было менее выражено, чем для азота. В фазе всходов содержание фосфора составляло 66-70 мг/кг при отвальной и дисковой обработке, снижаясь на 7,5-13,1% при мелком дисковании. Разница в середине вегетации была незначительной (0,5-1,6%), увеличиваясь перед уборкой до 3,3-8,3%. Система удобрения существенно влияла на содержание фосфора, причём максимальное содержание наблюдалось при органо-минеральном удобрении (разница с контролем составляла 13,0-19,3% в начале вегетации и 14,7-28,5% в последующие периоды). Содержание калия практически не зависело от способа обработки почвы. Разница между вариантами обработки была минимальной (0,3-1,2%). Влияние системы удобрения также было незначительным (0,9-2,1% при всходах, 0,7-4,3% в середине вегетации и 0,7-6,1% перед уборкой).

Анализ экспериментальных данных позволил установить среднефакториальные показатели содержание в пахотном слое макроэлементов в разные периоды вегетации сахарной свёклы. В фазу всходов, в среднем в почве содержалось 41 мг/кг азота, в середине вегетации оно снизилось на 20,6%, а перед уборкой урожая – на 95,2%. Очень близкие показатели снижения получили по содержанию фосфора. В момент всходов этот показатель был равен 66 мг/кг, а в дальнейшем снизился на 26,9- 94,1%. Содержание калия было наиболее стабильным и характеризовалось очень слабым изменением в разные периоды вегетации сахарной свёклы. Максимальный вынос азота (254 кг/га) с урожаем корнеплодов зафиксирован на варианте с вспашкой и применением органических удобрений. На неудобренном контроле этот показатель был минимальным и составил 66 кг/га. По выносу фосфора и калия зафиксированы закономерности, которые были зафиксированы по азоту.

Исследования показали, что сахарная свёкла характеризуется высокой эвапотранспирацией на протяжении всего вегетационного периода. Суточное испарение в начале вегетации составляло 38,2 м³/га в период от всходов до смыкания листьев и увеличивалось до 48,7 м³/га (на 27,4% больше) в период формирования корнеплода. В среднем за вегетацию этот показатель составил 35,0 м³/га. Статистический анализ данных по орошаемой сахарной свёкле выявил различную силу корреляции между уровнем влагообеспеченности и количеством дней после всходов. С помощью корреляционно-регрессионного метода установлено, что в засушливые годы (2020 г.) суточный расход воды у сахарной свёклы достигает максимума более ранний период – на 45-52 день вегетации, и быстрее снижается, чем в годы с достаточным количеством осадков (2022 г), где максимум наблюдается позже – 77-80 день, а снижение водопотребления медленнее.

Список использованных источников:

1. Николаев, Е. В. Адаптивные технологии – основное направление развития растениеводства / Е. В. Николаев, А. М. Изотов, Б. А. Тарасенко // Научные труды Южного филиала Национального университета биоресурсов и природопользования Украины "Крымский агротехнологический университет". Серия: Сельскохозяйственные науки. – 2012. – № 149. – С. 5-13.
2. Калинин, О. С. Влияние способа основной обработки почвы на урожайность сахарной свеклы в условиях центральной зоны Краснодарского края / О. С. Калинин, В. С. Баландин, А. С. Ивлев // Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства : Сборник статей V Международной научно-практической конференции, Пенза, 21–22 февраля 2020 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2020. – С. 67-69.
3. Базалий, В. В. Статистическая оценка продуктивности озимой пшеницы в зависимости от гидротермических факторов в условиях орошения юга Украины / В. В. Базалий, Ю. А. Лавриненко, С. В. Коковихин // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. – 2011. – № 75-1. – С. 20-32.
4. Modeling safflower seed productivity in dependence on cultivation technology by the means of multiple linear regression model / R. Vozhehova, S. Kokovikhin, P. Lykhovyd [et al.] // Journal of Ecological Engineering. – 2019. – Vol. 20, No. 4. – P. 8-13.
5. Коковихин, С. В. Влияние изменений климата и погодных условий на урожайность озимой пшеницы в усло-

References:

1. Nikolaev, E. V. Adaptive technologies - the main direction of crop production development / E. V. Nikolaev, A. M. Izotov, B. A. Tarasenko // Scientific works of the Southern branch of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine "Crimean Agrotechnological University". Series: Agricultural sciences. - 2012. - No. 149. - P. 5-13.
2. Kalinin, O. S. Influence of the method of primary soil cultivation on the yield of sugar beet in the central zone of the Krasnodar Territory / O. S. Kalinin, V. S. Balandin, A. S. Ivlev // Resource-saving technologies and technical means for the production of crop and livestock products: Collection of articles of the V International Scientific and Practical Conference, Penza, February 21-22, 2020. – Penza: Penza State Agrarian University, 2020. – P. 67-69.
3. Bazaliy, V. V. Statistical assessment of winter wheat productivity depending on hydrothermal factors under irrigation conditions in the south of Ukraine / V. V. Bazaliy, Yu. A. Lavrinenco, S. V. Kokovikhin // Collection of scientific works of Uman National University of Horticulture. – 2011. – No. 75-1. – P. 20-32.
4. Modeling safflower seed productivity in dependence on cultivation technology by the means of multiple linear regression model / R. Vozhehova, S. Kokovikhin, P. Lykhovyd [et al.] // Journal of Ecological Engineering. – 2019. – Vol. 20, No. 4. – P. 8-13.
5. Kokovikhin, S. V. The impact of climate change and weather conditions on the yield of winter wheat in the Central zone of the Krasnodar Territory / S. V. Kokovikhin, E. S. Boyko, A. A.

виях Центральной зоны Краснодарского края / С. В. Коковихин, Е. С. Бойко, А. А. Магомедтагиров // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 106. – С. 104-115.

6. Герасименко, В. Н. Использование новых гибридов сахарной свеклы для устойчивого получения сахара в Брюховецком районе / В. Н. Герасименко // Политехнический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 181. – С. 71-82.

7. Кравченко, Р. В. Влияние основной обработки на агрофизические свойства почвы в технологии возделывания сахарной свеклы / Р. В. Кравченко, А. В. Загорулько, О. С. Калинин // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2019. – № 81. – С. 97-102.

8. Вожегова, Р. А. Моделирование и агромелиоративное обоснование севооборота на неполивных и орошаемых землях Южной Степи Украины / Р. А. Вожегова, И. Н. Беляева, С. В. Коковихин // Научно-технический бюллетень Института масличных культур НААН. – 2016. – № 23. – С. 110-120.

9. The influence of farming activities on seeds productivity of winter wheat varieties in the conditions of the South of Ukraine / S. V. Kokovikhin, V. Y. Zaporozhchenko, G. V. Karashchuk [et al.] // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2019. – Vol. 10, No. 1. – P. 449-456.

10. Вожегова, Р. А. Агрометеорологическое обоснование режимов орошения сельскохозяйственных культур / Р. А. Вожегова, И. Н. Беляева, С. В. Коковихин // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2017. – №

Magomedtagirov // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. - 2023. - No. 106. - P. 104-115.

6. Gerasimenko, V. N. Use of new sugar beet hybrids for sustainable sugar production in the Bryukhovetsky district / V. N. Gerasimenko // Polythematic online electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. - 2022. - No. 181. - P. 71-82.

7. Kravchenko, R. V. Influence of primary tillage on agrophysical properties of soil in sugar beet cultivation technology / R. V. Kravchenko, A. V. Zagorulko, O. S. Kalinin // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. - 2019. - No. 81. - P. 97-102.

8. Vozhegova, R. A. Modeling and agro-ameliorative justification of crop rotation on non-irrigated and irrigated lands of the Southern Steppe of Ukraine / R. A. Vozhegova, I. N. Belyaeva, S. V. Kokovikhin // Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Oilseed Crops of the National Academy of Agrarian Sciences. - 2016. - No. 23. - P. 110-120.

9. The influence of farming activities on seed productivity of winter wheat varieties in the conditions of the South of Ukraine / S. V. Kokovikhin, V. Y. Zaporozhchenko, G. V. Karashchuk [et al.] // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2019. – Vol. 10, No. 1. – P. 449-456.

10. Vozhegova, R. A. Agrometeorological substantiation of irrigation regimes for agricultural crops / R. A. Vozhegova, I. N. Belyaeva, S. V. Kokovikhin // Ways to improve the efficiency of irrigated agriculture. – 2017. – No. 1(65). – P. 187-192.

11. Kokovikhin, S. V. Optimization of

- 1(65). – С. 187-192.
11. Коковихин, С. В. Оптимизация систем земледелия на территории Северного Причерноморья в условиях изменения климата и эколого-мелиоративного состояния почв / С. В. Коковихин, В. П. Василько, А. Ф. Сташкина // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2023. – № 36(199). – С. 71-89.
12. Коковихин, С. В. Кластерный анализ качественных показателей поливной воды рек Ингулец и Днепр, используемых для орошения в условиях Северного Причерноморья / С. В. Коковихин, Ф. Ф. Адамень, А. Ф. Сташкина // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2023. – № 35(198). – С. 69-81.
13. Вожегова, Р. А. Агромелиоративное обоснование севооборотов на неполивных и орошаемых землях Южной степи Украины / Р. А. Вожегова, И. Н. Беляева, С. В. Коковихин // Страгетические направления развития АПК стран СНГ : материалы XVI Международной научно-практической конференции: в трех томах, Барнаул, 27–28 февраля 2017 года. Том 2. – Барнаул: Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, 2017. – С. 235-237.
14. Коковихин, С. В. Эффективность использования орошения при выращивании сельскохозяйственных культур в Северном Причерноморье в условиях изменения климата / С. В. Коковихин, Е. О. Чернышова, О. В. Макуха // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2022. – № 31(194). – С. 7-16.
15. Energy efficiency of sweet corn cultivation at drip irrigation in dependence on depth of plowing, fertilization and plants density / R. Vozhehova, S. Kokovikhin, I. Biliaieva [et al.] // Bulgarian Journal of Agricultural Science. – 2020. – Vol. 26, No. 4. – P. 885.
16. Adamen, F. F. Efficiency of artificial moisture application taking into farming systems in the Northern Black Sea region under changing climate conditions and ecological and meliorative state of soils / S. V. Kokovikhin, V. P. Vasylko, A. F. Stashkina // News of agricultural science of Tavrida. - 2023. - No. 36 (199). - P. 71-89.
12. Kokovikhin, S. V. Cluster analysis of qualitative indicators of irrigation water of the Ingulets and Dnieper rivers used for irrigation in the Northern Black Sea region / S. V. Kokovikhin, F. F. Adamen, A. F. Stashkina // News of agricultural science of Tavrida. - 2023. - No. 35 (198). - P. 69-81.
13. Vozhegova, R. A. Agromeliorative justification of crop rotations on non-irrigated and irrigated lands of the Southern steppe of Ukraine / R. A. Vozhegova, I. N. Belyaeva, S. V. Kokovikhin // Strategic directions of development of the agro-industrial complex of the CIS countries: materials of the XVI International scientific and practical conference: in three volumes, Barnaul, February 27-28, 2017. Volume 2. - Barnaul: Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences, 2017. - P. 235-237.
14. Kokovikhin, S. V. Efficiency of using irrigation in growing agricultural crops in the Northern Black Sea region under climate change / S. V. Kokovikhin, E. O. Chernyshova, O. V. Makukha // News of agricultural science of Tavrida. – 2022. – № 31(194). – P. 7-16.
15. Energy efficiency of sweet corn cultivation at drip irrigation in dependence on depth of plowing, fertilization and plants density / R. Vozhehova, S. Kokovikhin, I. Biliaieva [et al.] // Bulgarian Journal of Agricultural Science. – 2020. – Vol. 26, No. 4. – P. 885.
16. Adamen, F. F. Efficiency of artificial moisture application taking into

Agricultural Science. – 2020. – Vol. 26, No. 4. – P. 885.

16. Адамень, Ф. Ф. Эффективность применения искусственного увлажнения с учётом метеорологических факторов при выращивании основных сельскохозяйственных культур в условиях Северного Причерноморья / Ф. Ф. Адамень, С. В. Коковихин, А. Ф. Стаскина // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2023. – № 33(196). – С. 34-43.

17. Магомедтагиров, А. А. Изучение продуктивности отечественных гибридов сахарной свеклы при возделывании в низинно-западинном агроландшафте центральной зоны Краснодарского края / А. А. Магомедтагиров, В. П. Василько // Год науки и технологий 2021 : Сборник тезисов по материалам Всероссийской научно-практической конференции, Краснодар, 09–12 февраля 2021 года / Отв. за выпуск А.Г. Кошаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – С. 411.

18. Макаренко, А. А. Моделирование орошаемых севооборотов с использованием эколого-мелиоративных и хозяйственно-экономических параметров агропредприятий / А. А. Макаренко, С. В. Коковихин, Е. С. Бойко // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2023. – № 36(199). – С. 6-20.

19. Василько, В. П. Разработка биологизированных технологий возделывания гибридов сахарной свеклы Кубанской селекции, обеспечивающих сохранение плодородия чернозема выщелоченного и реализацию биологического потенциала культуры / В. П. Василько, Е. С. Бойко // Теория и практика адаптивной селекции растений : Материалы Национальной научно-практической конференции, с.

account meteorological factors in growing main agricultural crops in the Northern Black Sea region / F. F. Adamen, S. V. Kokovikhin, A. F. Stashkina // News of the agricultural science of Tavrida. – 2023. – No. 33(196). – P. 34-43.

17. Magomedtagirov, A. A. Study of productivity of domestic bends sugar beet seeds during cultivation in the lowland-western agrolandscape of the central zone of the Krasnodar Territory / A. A. Magomedtagirov, V. P. Vasilko // Year of Science and Technology 2021: Collection of abstracts based on the materials of the All-Russian scientific and practical conference, Krasnodar, February 9-12, 2021 / Responsible for the issue A.G. Koshchaev. - Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 2021. - P. 411.

18. Makarenko, A. A. Modeling of irrigated crop rotations using ecological-ameliorative and economic-economic parameters of agricultural enterprises / A. A. Makarenko, S. V. Kokovikhin, E. S. Boyko // News of agricultural science of Tavrida. – 2023. – No. 36(199). – P. 6-20.

19. Vasilko, V. P. Development of biologized technologies for cultivating sugar beet hybrids of Kuban selection, ensuring the preservation of the fertility of leached chernozem and the realization of the biological potential of the crop / V. P. Vasilko, E. S. Boyko // Theory and practice of adaptive plant breeding: Proceedings of the National Scientific and Practical Conference, p. July, July 20, 2022. – Izhevsk: Izhevsk State Agricultural Academy, 2022. – P. 41-48.

20. Shuvalov, A. A. Dependence of agrochemical and agrophysical parameters of the soil on its primary cultivation in the

- Июльское, 20 июля 2022 года. – Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2022. – С. 41-48.
20. Шувалов, А. А. Зависимость агрохимических и агрофизических показателей почвы от основной ее обработки в технологии возделывания сахарной свеклы / А. А. Шувалов, Р. В. Кравченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 162. – С. 219-228.
21. Василько, В. П. Динамика основных параметров агрохимических свойств чернозема выщелоченного в равнинном агроландшафте центральной зоны Краснодарского края в зависимости от системы основной обработки почвы / В. П. Василько, А. А. Макаренко, А. А. Магомедтагиров // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 102. – С. 110-113.
22. Эффективность применения азотных удобрений под озимую пшеницу в ранневесеннюю подкормку на черноземе выщелоченном / А. М. Кравцов, А. В. Загорулько, Н. Н. Кравцова, А. А. Макаренко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 89. – С. 54-59.
23. Эффективность применения гербицидов в посевах кукурузы на зерно в зависимости от срока посева на черноземе выщелоченном центральной зоны Краснодарского края / Т. В. Логойда, А. А. Макаренко, А. А. Магомедтагиров [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 82. – С. 90-96.
24. Влияние системы основной обработки почвы на структуру чернозема выщелоченного Западного Предкавказья / Т. В. Логойда, А. А. Макаренко, В. С. Баландин, А. А. Магомедтагиров // Труды technology of sugar beet cultivation / A. A. Shuvalov, R. V. Kravchenko // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. - 2020. - No. 162. - P. 219-228.
21. Vasilko, V. P. Dynamics of the main parameters of agrochemical properties of leached chernozem in the flat agrolandscape of the central zone of the Krasnodar Territory depending on the primary soil cultivation system / V. P. Vasilko, A. A. Makarenko, A. A. Magomedtagirov // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. - 2022. - No. 102. - P. 110-113.
22. Efficiency of applying nitrogen fertilizers to winter wheat in early spring top dressing on leached chernozem / A. M. Kravtsov, A. V. Zagorulko, N. N. Kravtsova, A. A. Makarenko // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. - 2021. - No. 89. - P. 54-59.
23. Efficiency of using herbicides in grain corn crops depending on the sowing time on leached chernozem in the central zone of the Krasnodar Territory / T. V. Logoida, A. A. Makarenko, A. A. Magomedtagirov [et al.] // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. - 2020. - No. 82. - P. 90-96.
24. The influence of the primary tillage system on the structure of leached chernozem in the Western Ciscaucasia / TV Logoida, AA Makarenko, VS Balandin, AA Magomedtagirov // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. - 2024. - No. 112. - P. 155-166.
25. The influence of agricultural factors on the physiological and biochemical parameters of winter wheat plants cultivated after different predecessors / Yu. P. Fedolov, Yu. V. Podushin, AV Zagorulko [et al.] // Proceedings of the Kuban State

Кубанского государственного аграрного университета. – 2024. – № 112. – С. 155-166.

25. Влияние факторов агротехники на физиолого-биохимические параметры растений озимой пшеницы, возделываемой по различным предшественникам / Ю. П. Федулов, Ю. В. Подушин, А. В. Загорулько [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – № 74. – С. 158-168.

26. Коковихин, С. В. Оптимизация орошаемых севооборотов и агроэкологическое обоснование климатически ориентированных систем земледелия / С. В. Коковихин, А. А. Макаренко, Т. В. Логойда // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2024. – № 39 (202). – С. 80-99.

27. Эффективность применения биопрепаратов при выращивании озимой пшеницы после разных предшественников / С. В. Коковихин, В. П. Василько, А. А. Макаренко, Т. В. Логойда // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2024. – № 112. – С. 113-124.

28. Ушканенко В.А., Лазарев Н.Н., Голобородько С.П., Коковихин С.В. Дисперсионный и корреляционный анализ в растениеводстве и луговодстве: монография. – М.: Изд. РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. – 336 с.

Agrarian University. - 2018. - No. 74. - P. 158-168.

26. Kokovikhin, S. V. Optimization of irrigated crop rotations and agroecological substantiation of climate-oriented farming systems / S. V. Kokovikhin, A. A. Makarenko, T. V. Logoyda // News of agricultural science of Tavrida. - 2024. - No. 39 (202). - P. 80-99.

27. Efficiency of using biopreparations in growing winter wheat after different predecessors / S. V. Kokovikhin, V. P. Vasilko, A. A. Makarenko, T. V. Logoyda // Transactions of the Kuban State Agrarian University. - 2024. - No. 112. - P. 113-124.

28. Ushkarenko V.A., Lazarev N.N., Goloborodko S.P., Kokovikhin S.V. Dispersion and correlation analysis in plant growing and grassland farming: monograph. – M.: Publishing house. RGAU - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazeva, 2011. – 336 p.

Сведения об авторе:

Владимир Ервантович Егоян – аспирант Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», e-mail: agronomic@kubsau.ru, 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13.

Information about the author:

Vladimir Ervantovich Egoyan – Graduate Student of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin", e-mail: agronomic@kubsau.ru, 350044, Krasnodar, st. Kalinina, 13.

УДК 631.452

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ
МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ
НА УРОЖАЙНОСТЬ И
КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ
ПШЕНИЦЫ НА ФОНЕ
ПРЕДШЕСТВЕННИКА
САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В
ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ
ЗОНЕ КУБАНИ**

**ASSESSMENT OF THE
INFLUENCE OF MINERAL
FERTILIZERS ON THE YIELD
AND QUALITY OF WINTER
WHEAT GRAIN AGAINST
THE BACKGROUND OF THE
PREDECESSOR SUGAR BEET
IN THE CENTRAL BLACK SOIL
ZONE OF KUBAN**

Тавадов А.С., студент;
Ничипуренко Е.Н., кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»

Tavadov A.S., ;
Nichipurenko E.N., Candidate of Agricultural Sciences, FSBEI HE "I. T. Trubilin Kuban State Agrarian University"

В статье представлены результаты полевых исследований по изучению влиянию минеральных удобрений на урожайность и качество урожая растений озимой пшеницы. Исследование выявило существенное влияние минеральных удобрений на урожайность и качественные характеристики зерна озимой пшеницы. Двойная норма удобрений способствует максимальной плотности продуктивного стеблестоя, увеличению длины колосса, числа колосков и зёрен в колосе, а также массы зерна с одного колоса и массы 1000 зёрен. Урожайность озимой пшеницы на контролльном варианте (без внесения удобрений) составила 23,8 ц/га, что является наименьшим значением среди всех исследуемых вариантов. Вариант с двойной нормой минеральных удобрений ($N_{140}P_{140}K_{100}$) показал наилучшие результаты, на 34,7 ц/га, что составляет 146%. Доля участия в формировании урожая была

The article presents the results of field studies on the effect of mineral fertilizers on the yield and quality of winter wheat crops. The study revealed a significant effect of mineral fertilizers on the yield and quality characteristics of winter wheat grain. Double rate of fertilizers contributes to the maximum density of productive stems, an increase in the length of the ear, the number of spikelets and grains in the ear, as well as the weight of grain from one ear and the weight of 1000 grains. The yield of winter wheat in the control variant (without fertilizers) was 23.8 c/ha, which is the lowest value among all the studied variants. The variant with a double rate of mineral fertilizers ($N_{140}P_{140}K_{100}$) showed the best results, at 34.7 c / ha, which is 146%. The share of participation in the formation of the yield was maximum from the use of fertilizers (59.2%), and was also largely due to the influence of weather conditions in the years of

максимальной от применения удобрений (59,2 %), а также в высокой степени была обусловлена влиянием погодных условий в годы проведения исследований (30,5 %). Анализ показателей качества зерна демонстрирует положительную корреляцию между увеличением нормы минеральных удобрений и улучшением его характеристик. Натура зерна, содержание протеина, клейковины и стекловидность возрастают при внесении удобрений. Доказано, что применение повышенных доз минеральных удобрений после предшествующей культуры сахарной свёклы обеспечивает урожайность до 58,5 ц/га при высоком качестве зерна, соответствующем требованиям, предъявляемым к ценным сортам пшеницы.

Ключевые слова: удобрений, гербициды, урожайность, качество урожая, структура урожая, озимая пшеница.

research (30.5%). Analysis of grain quality indicators demonstrates a positive correlation between increasing the rate of mineral fertilizers and improving its characteristics. Grain nature, protein content, gluten and vitreousness increase with the application of fertilizers. It has been proven that the use of increased doses of mineral fertilizers after the preceding crop of sugar beet provides a yield of up to 58.5 c/ha with high grain quality, corresponding to the requirements for valuable wheat varieties.

Key words: fertilizers, herbicides, yield, crop quality, crop structure, winter wheat.

Введение. Зерновое хозяйство является ключевой отраслью продовольственного комплекса России, занимая более половины пахотных земель. На Кубани озимая пшеница, отличающаяся высоким содержанием белка и углеводов, является основной культурой. Она используется в хлебопечении, макаронной и кондитерской промышленности, а также служит предшественником для других культур, снижая засоренность и повышая эффективность удобрений [6,7,8,10,12].

В 2018-2019 гг. валовой сбор зерновых культур составил 7,6 млн тонн, включая 6,1 млн тонн озимой пшеницы с урожайностью 48 ц/га, что стало третьим результатом в истории Кубани. Однако рыночные реформы привели к снижению экономической эффективности производства из-за диспаритета цен и дефицита удобрений [2,4,5,9].

Интенсивность развития зернового хозяйства ограничивается сокращением использования минеральных удобрений и нарушением баланса питательных веществ. Для повышения урожайности и качества зерна необходимо внедрение научно обоснованных систем удобрения и комплекса агротехнических мероприятий [1,3,11,14,15].

Вынос питательных веществ с тонной зерна озимой пшеницы и послеурбочными остатками составляет: $N_{37}P_{13}K_{25}$.

Азот активно потребляется с начала вегетации до налива зерна. В кущение

это 20%, в трубкование – колошение 50–55%, цветение – начало восковой спелости 10–15%, середина восковой спелости 5–10%. Весенние азотные подкормки важны для формирования урожая, а в период колошения – для повышения содержания белка и клейковины. Дефицит или избыток азота снижают урожайность, ухудшают качество зерна и его технологические свойства [17,18].

Фосфор наиболее интенсивно потребляется растениями в фазы трубкование, колошение и цветение. Недостаток фосфора замедляет рост растений, снижает урожайность и качество зерна, а также устойчивость к полеганию и болезням. Достаточное фосфорное питание улучшает корневую систему, повышает засухо- и морозостойкость. Озимая пшеница слабо усваивает труднодоступные формы фосфора, что требует применения научно обоснованных подходов при формировании системы удобрения и учёта взаимодействия между азотом и фосфором [13,16,20].

Калий необходим с всходов до цветения, с пиком потребления в трубкование, колошение и цветение. Он улучшает фотосинтез, углеводный и белковый обмен, повышает устойчивость к полеганию, зимостойкость и снижает поражение корневыми гнилями и ржавчиной. Дефицит калия в критические фазы не компенсируется в последующие периоды [19].

Озимая пшеница обладает значительным потенциалом, который может быть полностью реализован при оптимальном использовании удобрений с учётом биологических особенностей этой культуры. Изменения в условиях жизни растений, особенно в питании, оказывают существенное влияние на их физиологические процессы, ускоряя или замедляя их развитие. Потребность озимой пшеницы в минеральных элементах питания варьируется в зависимости от фазы роста и развития, что требует точного расчета доз удобрений для обеспечения ее полноценного питания. Эффективность применения удобрений зависит от типа почвы, предшественников и сорта пшеницы. Анализ почвы и учет потребностей растений позволяют оптимизировать дозы удобрений.

Материалы и методы исследования. Целью исследований было изучить влияние минеральных удобрений на засорённость посевов озимой пшеницы, урожайность и качество зерна при выращивании культуры в условиях Центрально-Черноземной зоне Кубани после предшественника сахарная свекла.

Исследования проводились на протяжении 2018-2020 гг. в условиях производственного отделения, расположенного в Центрально-Черноземной зоне Кубани. В рамках нашего исследования основным изучаемым параметром стали дозировки минеральных удобрений.

Схема полевого опыта:

1. Контроль – без удобрения.
2. N₇₀P₇₀K₅₀ (в кг. по д.в.).
3. N₁₄₀P₁₄₀K₁₀₀ (в кг. по д.в.).

Исследовалась эффективность применения различных доз минеральных удобрений в условиях поверхностной обработки почвы с использованием интегрированной системы защиты растений. В частности, применялись:

1. Гербицид "Раундап" в дозах 4–6 л/га перед посевом.
2. Гербицид 2,4-Д-аминная соль в дозе 2,5 л/га в фазу весеннего кущения.

Следующим этапом является внесение минеральных удобрений, которое осуществляется в процессе поверхностной обработки почвы. Глубина обработки составляет 6–8 см, что позволяет обеспечить равномерное распределение питательных веществ в корнеобитаемом слое. Минеральные удобрения, такие как аммофос и хлористый калий, являются основными источниками фосфора и калия, необходимых для роста и развития растений.

Посев озимой пшеницы сорта Бригада проводился в оптимальный срок – в первой декаде октября. Для посева использовалась сеялка ЗС-6, которая была настроена на заделку семян на оптимальную глубину 4–5 см. Это позволяет обеспечить хороший контакт семян с почвой и способствует их быстрому прорастанию.

Применение минеральных удобрений осуществляется в несколько этапов. Аммофоска и хлористый калий вносятся в виде гранул, которые равномерно распределяются по поверхности почвы. Аммиачная селитра, содержащая 50% азота, вносится осенью для обеспечения начального роста растений. Оставшаяся часть аммиачной селитры (50%) используется в качестве подкормки в начале возобновления весенней вегетации, что способствует активизации ростовых процессов и повышению урожайности.

Уборка урожая озимой пшеницы проводится методом прямого комбайнирования с использованием комбайна CLASS TUCANO 450. Этот метод позволяет минимизировать потери урожая и обеспечить его высокое качество. Комбайн оснащен современными системами управления и навигации, что позволяет эффективно выполнять все операции по уборке урожая.

Засоренность посевов озимой пшеницы зависит от климатических условий, агрохимических свойств почвы, агротехнических мероприятий, удобрений, севооборота и плотности посевов. Сорняки могут снижать урожай до 15–16%. Озимая пшеница конкурентоспособна, но при слабом развитии посевы страдают от сорняков. Основной метод борьбы – создание благоприятных условий для формирования устойчивых всходов.

Благоприятные условия включают подготовку почвы (вспашка, рыхление, удобрения), соблюдение севооборота и борьбу с сорняками (механические методы и гербициды). Механические методы требуют значительных затрат труда, а гербициды эффективны и экономически выгодны.

Для оптимизации условий роста озимой пшеницы важны контроль влажности, температуры и освещения, а также агромелиоративные мероприятия. Комплексный подход, включающий агротехнические, химические и агрофизические методы, снижает потери урожая и повышает его качество.

Результаты и обсуждения. В рамках эксперимента был проведен анализ уровня засоренности посевов. Результаты показали, что в конце осенней вегетации на контролльном участке без применения удобрений количество сорняков составило 57 штук на квадратный метр. Данные представлены в рисунке 1.



Рисунок 1. Уровень засоренности посевов озимой пшеницы сорта Бригада в зависимости от различных норм внесения минеральных удобрений, шт./м²
(среднее за 2019-2020 гг.)

Применение удобрений в двойной норме $N_{140}P_{140}K_{100}$ снизило численность сорняков на 11% по сравнению с контролем. Внесение удобрений в одинарной дозе $N_{70}P_{70}K_{50}$ привело к уменьшению количества сорняков на 32% по сравнению с контрольным вариантом.

К началу весенней вегетации уровень засоренности на всех опытных участках уменьшился. При этом на участке с двойной нормой удобрений $N_{140}P_{140}K_{100}$ снижение составило 11%, на контроле без удобрений – 37–44%, а при внесении одинарной дозы удобрений $N70P70K50$ – 32%. Доминирующими видами сорняков в этот период были:

1. Мелколепестник канадский (*Erigeron Canadensis*);
2. Дескурения София (*Descurainia Sophia*);
3. Мокрица (*Stellaria media*).

К началу уборочных мероприятий озимой пшеницы уровень засоренности посевов значительно уменьшился по сравнению с весенним периодом. Это обусловлено использованием гербицидов и ингибирующим воздействием хорошо сформировавшихся растений озимой пшеницы на процесс роста и развития сорных растений.

В ходе исследования было установлено, что густота продуктивного стеблестоя является ключевым фактором, минимальная плотность продуктивного стеблестоя составила 273 шт./м² на контрольном варианте без внесения удобрений. Применение одинарной дозы минеральных удобрений ($N_{70}P_{70}K_{50}$) способствовало увеличению плотности стеблестоя до 404 шт./м², что представляет собой прирост на 131 побег или 50% по сравнению с контрольным вариантом. Данные представлены в таблице 1.

Двойная доза минеральных удобрений ($N_{140}P_{140}K_{100}$) обеспечила максимальную плотность продуктивного стеблестоя, которая составила 431 шт./м², что на 158 побегов или 60% выше контрольного значения. Минеральные удобрения оказывают значительное влияние на урожайность озимой пшеницы. Исследование показало, что увеличение норм удобрений способствует увеличению длины колоса, количества колосков и зёрен, массы зерна с одного коло-

са, а также массы 1000 зёрен.

На контроле длина колоса составила 8,2 см с 21 колосками (из них продуктивных 19), 30 зёрнами и массой 1,29 г на колос. Одинарная норма удобрений ($N_{70}P_{70}K_{50}$) увеличила длину колоса до 8,8 см, количество колосков до 22 (продуктивных 20), зёрен до 32 и массу зерна до 1,30 г. Двойная норма ($N_{140}P_{140}K_{100}$) дала максимальные показатели: длина колоса 9,4 см, 23 колосков (21 продуктивных), 35 зёрен и 1,34 г на колос. Масса 1000 зёрен варьировалась от 37,1 до 43,1 г, с наибольшей выполненностью на удобренных вариантах.

Таблица 1. Элементы структуры урожая озимой пшеницы в зависимости от норм минеральных удобрений (среднее за 2019-2020 гг.)

Вариант	Количество колосков в колосе		Масса, г		Длина колоса, см	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Количество зерен в колосе, шт.	Биологическая урожайность, ц/га
	продуктивных	всего	зерна с колоса	1000 зерен				
Без удобрений (к)	19	21	1,29	37,1	8,2	273	30	34,3
$N_{70}P_{70}K_{50}$	20	22	1,30	41,1	8,8	404	32	51,7
$N_{140}P_{140}K_{100}$	21	23	1,34	41,6	9,4	431	35	56,8
HCP ₀₅	0,6	0,4	0,03	0,3	0,2	38	1,2	4,3

Результаты исследования показали, что двойная норма удобрений оказывает наиболее значительное положительное влияние на структуру урожая озимой пшеницы.

В ходе исследования влияния предшественника сахарной свёклы и различных норм внесения минеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы, установлено, что оптимальные результаты достигаются при использовании двойной нормы минеральных удобрений ($N_{140}P_{140}K_{100}$). В этом варианте урожайность превысила контрольный показатель (без внесения удобрений) на 34,7 ц/га (146%). Максимальная урожайность в данном варианте составила 58,5 ц/га. Данные продемонстрированы в таблице 2.

Таблица 2. Влияние минеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы сорта Бригада

Вариант	Урожайность				
	по годам исследований, ц/га		средняя, ц/га	отклонение от контроля	
	2019	2020		ц/га	%
Без удобрений (к)	19,8	27,8	23,8	—	—
$N_{70}P_{70}K_{50}$	39,8	59,5	49,7	+25,9	109
$N_{140}P_{140}K_{100}$	48,3	68,7	58,5	+34,7	146
HCP ₀₅	—	—	—	3,7	8,8

Применение одинарной нормы минеральных удобрений ($N_{70}P_{70}K_{50}$) также способствовало увеличению урожайности озимой пшеницы на 25,9 ц/га (109%) по сравнению с контролем.

Наименьшая урожайность (23,8 ц/га) была зафиксирована в варианте без внесения минеральных удобрений, что указывает на их существенное положительное влияние на продуктивность озимой пшеницы в исследуемых условиях.

Наименьшая существенная разность (HCP_{05}) составила 3,7 ц/га в абсолютных значениях, что соответствует 8,8% в относительных и статистически подтверждает значимое влияние применения удобрений.

Следует отметить, что агрометеорологические условия вегетационного периода 2019–2020 годов характеризовались избыточным увлажнением, что благоприятствовало развитию озимой пшеницы. В осенний сезон количество выпавших осадков превысило средние многолетние значения на 25 мм.

Применение двойной нормы минеральных удобрений ($N_{140}P_{140}K_{100}$) совместно с рекомендуемыми агротехническими приемами в условиях оптимальных агрофизических характеристик почвы и достаточного уровня влагообеспеченности позволило достичь максимального урожайности озимой пшеницы, который составил, в среднем за два года исследований, 58,5 ц/га.

Дисперсионный анализ полученных экспериментальных данных, проведённый по двухфакторной схеме (фактора А – удобрения; фактор В – год проведения исследований), позволил установить действие и взаимодействие (рисунок 2).

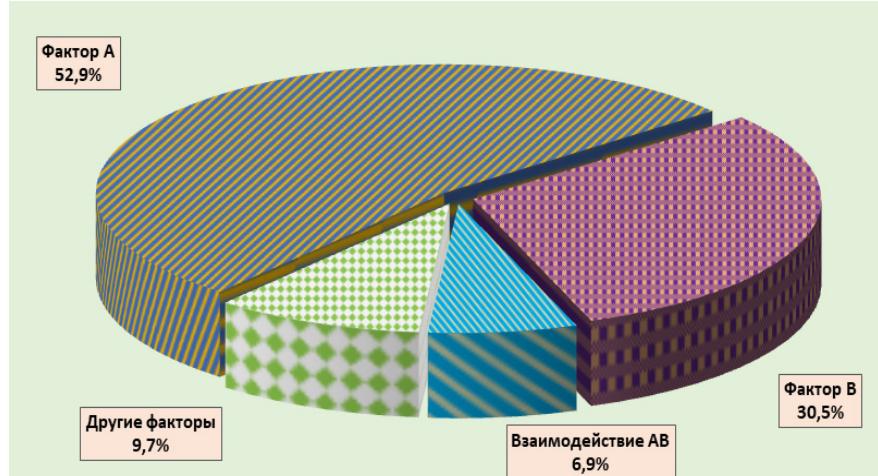


Рисунок 2. Доля участия факторов в формировании урожая зерна озимой пшеницы сорта Бригада в зависимости от факторов: А – удобрения; В – года проведения исследований, %

Установлено, что удобрения в максимальной степени способствовали формированию урожая зерна озимой пшеницы – 59,2 %. Погодные условия также в высокой степени влияли на данный показатель, а их удельный вес 30,5 %. Взаимодействие факторов АВ составляет 6,9 %, а влияние неучтенных факторов равно 9,7%.

Статистический анализ данных по параметрам качества зерна выявил положительную корреляцию между ростом нормы минеральных удобрений и улучшением агрохимических характеристик зерна.

В результате применения удобрений наблюдается увеличение таких характеристик зерна, как натура, содержание протеина, клейковины и стекловидность. На контрольном участке без внесения удобрений натура зерна составляет 814,4 г/л, тогда как при использовании одинарной и двойной норм минеральных удобрений этот показатель возрастает до 839,2 и 850,7 г/л, соответственно. Данные по качеству зерна представлены на рисунке 3.

Содержание протеина увеличивается на 1,9 и 2,3 % при использовании одинарной и двойной норм удобрений, а содержание клейковины – на 4,1 и 5,8 %. На контрольном участке показатели протеина составляют 10,9 %, а клейковины – 16,1 %.

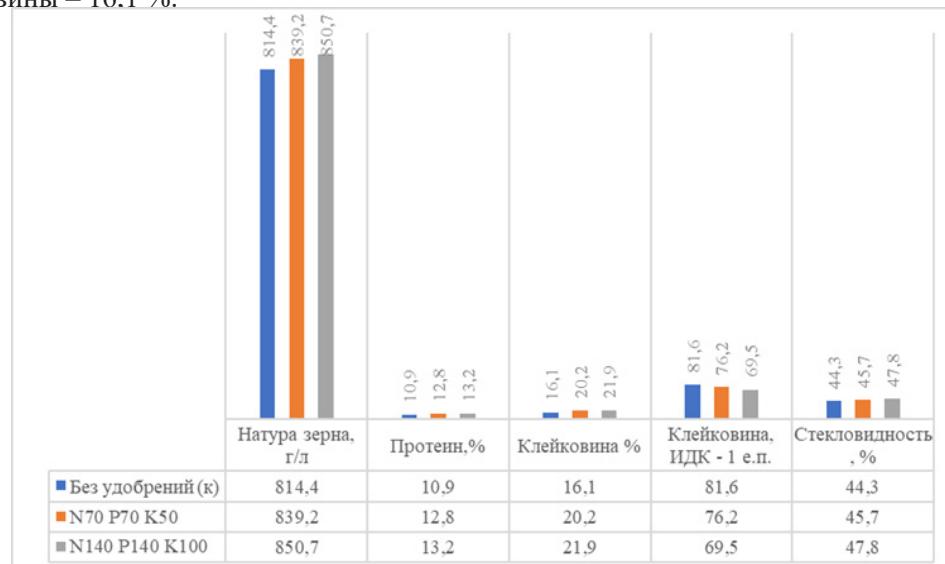


Рисунок 3. Влияние минеральных удобрений на качественные характеристики зерна озимой пшеницы сорта Бригада

Таким образом, применение минеральных удобрений, особенно при высоких нормах, способствует улучшению качества зерна, что соответствует стандартам на ценную пшеницу. Использование высокой нормы минеральных удобрений после предшественника сахарной свёклы позволяет достичь урожайности до 55 ц/га при высоком качестве зерна.

Выводы: 1. Проведённое исследование наглядно продемонстрировало значительное влияние применения минеральных удобрений на урожайность и качественные характеристики зерна озимой пшеницы. Результаты показали, что использование двойной нормы удобрений ($N_{140}P_{140}K_{100}$) оказалось наиболее благоприятное воздействие на все основные параметры продуктивности. В частности, наблюдалось существенное увеличение плотности продуктивного

стеблестоя, что свидетельствует о более густом и развитом растительном покрове. Кроме того, двойная норма удобрений привела к удлинению колоса, увеличению количества колосков и зёрен в каждом колосе, а также к повышению массы как одного колоса, так и массы 1000 зёрен. Эти факторы в совокупности привели к значительному приросту урожайности.

2. Контрольный вариант, где минеральные удобрения не применялись, показал минимальную урожайность – 23,8 ц/га. В то время как вариант с двойной нормой удобрений обеспечил максимальную урожайность – 34,7 ц/га, что на 146% выше, чем в контрольном варианте. Анализ показал, что воздействие удобрений внесло максимальный вклад (59,2%) в формирование урожая, при этом погодные условия исследовательских лет также сыграли значительную роль (30,5%).

3. Положительная корреляция была обнаружена между увеличением дозы минеральных удобрений и улучшением качественных характеристик зерна. С увеличением количества внесенных удобрений повышались такие важные показатели, как натура зерна (масса 1 гектолитра), содержание протеина и клейковины, а также степень стекловидности. Это свидетельствует о высоком качестве полученного зерна, отвечающего требованиям, предъявляемым к элитным сортам пшеницы.

4. Отдельного внимания заслуживает результат, полученный после предшествующей культуры сахарной свёклы: применение повышенных доз минеральных удобрений в этом случае обеспечило урожайность озимой пшеницы до 58,5 ц/га, при сохранении высокого качества зерна, соответствующего стандартам, предъявляемым к ценным сортам. Это подтверждает эффективность использования минеральных удобрений для достижения высоких показателей урожайности и качества зерна, особенно при использовании как предшественник сахарной свеклы.

Список использованных источников:

1. Влияние биологизированных технологий на биометрические показатели озимой пшеницы сорта Граф в условиях Краснодарского края / Е. Н. Ничипуренко, Т. Д. Федорова, К. В. Иващенко [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 191. – С. 173-183.
2. Влияние системы основной обработки почвы на структуру чернозема выщелоченного Западного Предкавказья / Т. В. Логойда, А. А. Макаренко, В. С. Баландин, А. А. Магомедтагиров // Тру-

References:

1. The influence of biologized technologies on the biometric indicators of winter wheat of the Graf variety in the conditions of the Krasnodar Territory / E. N. Nichipurenko, T. D. Fedorova, K. V. Ivaschenko [et al.] // Polythematic online electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. - 2023. - No. 191. - P. 173-183.
2. The influence of the primary tillage system on the structure of leached chernozem in the Western Ciscaucasia / T. V. Logoida, A. A. Makarenko, V. S. Balandin, A. A. Magomedtagirov //

ды Кубанского государственного аграрного университета. – 2024. – № 112. – С. 155-166.

3. Эффективность применения гербицидов в посевах кукурузы на зерно в зависимости от срока посева на черноземе выщелоченном центральной зоны Краснодарского края / Т. В. Логойда, А. А. Макаренко, А. А. Магомедтагиров [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 82. – С. 90-96.

4. Бойко, Е. С. Цифровизация и инновации в земледелии / Е. С. Бойко, А. А. Магомедтагиров // Цифровые технологии в аграрном образовании : Сборник статей по материалам учебно-методической конференции, Краснодар, 01 марта – 30 2022 года / Отв. за выпуск Д.С. Лилякова. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 4-5.

5. Магомедтагиров, А. А. Изучение продуктивности отечественных гибридов сахарной свеклы при возделывании в низинно-западинном агроландшафте центральной зоны Краснодарского края / А. А. Магомедтагиров, В. П. Василько // Год науки и технологий 2021 : Сборник тезисов по материалам Всероссийской научно-практической конференции, Краснодар, 09–12 февраля 2021 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – С. 411.

6. Василько, В. П. Динамика основных параметров агрохимических свойств чернозема выщелоченного в равнинном агроландшафте центральной зоны Краснодарского края в зависимости от системы основной обработки по-

Proceedings of the Kuban State Agrarian University. - 2024. - No. 112. - P. 155-166.

3. Efficiency of herbicide application in grain corn crops depending on the sowing time on leached chernozem of the central zone of Krasnodar Krai / TV Logoida, AA Makarenko, AA Magomedtagirov [et al.] // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. - 2020. - No. 82. - P. 90-96.

4. Boyko, ES Digitalization and innovations in agriculture / ES Boyko, AA Magomedtagirov // Digital technologies in agricultural education: Collection of articles based on the materials of the educational and methodological conference, Krasnodar, March 01 - 30 2022 / Responsible for the release D.S. Lilyakova. - Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 2022. - P. 4-5.

5. Magomedtagirov, A. A. Study of the productivity of domestic sugar beet hybrids when cultivated in the lowland-western agrolandscape of the central zone of the Krasnodar Territory / A. A. Magomedtagirov, V. P. Vasilko // Year of Science and Technology 2021: Collection of abstracts based on the materials of the All-Russian scientific and practical conference, Krasnodar, February 9–12, 2021 / Responsible for the release A. G. Koshchaev. - Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilina, 2021. - P. 411.

6. Vasilko, V. P. Dynamics of the main parameters of agrochemical properties of leached chernozem in the flat agrolandscape of the central zone of the Krasnodar Territory depending on the primary tillage system / V. P. Vasilko, A. A. Makarenko, A. A. Magomedtagirov // Proceedings of the Kuban State Agrarian

- чвы / В. П. Василько, А. А. Макаренко, А. А. Магомедтагиров // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 102. – С. 110-113.
7. Влияние системы удобрений на высоту озимой пшеницы сорта Граф в центральной зоне Краснодарского края / Д. В. Горобец, Е. Н. Ничипуренко, Ш. Ю. Чимицов, Т. Д. Федорова // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Сборник статей по материалам 76-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2020 год. В 3-х частях, Краснодар, 10–30 марта 2021 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощаев. Том Часть 1. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – С. 8-10.
8. Влияние основной обработки почвы на засоренность посевов озимой пшеницы в центральной зоне Краснодарского края / Ш. Ю. Чимицов, Е. Н. Ничипуренко, В. П. Василько [и др.] // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Сборник статей по материалам 76-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2020 год. В 3-х частях, Краснодар, 10–30 марта 2021 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощаев. Том Часть 1. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – С. 61-64.
9. Ничипуренко, Е. Н. Экономическая эффективность технологий возделывания интенсивного сорта озимой пшеницы в условиях Западного Предкавказья / Е. Н. Ничипуренко, Т. Д. Федорова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 182. – С. 218-228.
- University. - 2022. - No. 102. - P. 110-113.
7. The influence of the fertilizer system on the height of winter wheat of the Graf variety in the central zone of the Krasnodar Territory / D. V. Gorobets, E. N. Nichipurenko, Sh. Yu. Chimidov, T. D. Fedorova // Scientific support for the agro-industrial complex: Collection of articles based on the materials of the 76th scientific and practical conference of students on the results of R&D for 2020. In 3 parts, Krasnodar, March 10–30, 2021 / Responsible for the release A.G. Koshchaev. Volume Part 1. – Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 2021. – Pp. 8–10.
8. The influence of primary tillage on weed infestation of winter wheat crops in the central zone of Krasnodar Krai / Sh. Yu. Chimidov, E. N. Nichipurenko, V. P. Vasilko [et al.] // Scientific support for the agro-industrial complex: Collection of articles based on the materials of the 76th scientific and practical conference of students on the results of R&D for 2020. In 3 parts, Krasnodar, March 10–30, 2021 / Responsible for the release A.G. Koshchaev. Volume Part 1. – Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilina, 2021. - P. 61-64.
9. Nichipurenko, E. N. Economic efficiency of technologies for cultivating an intensive variety of winter wheat in the conditions of the Western Ciscaucasia / E. N. Nichipurenko, T. D. Fedorova // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. - 2022. - No. 182. - P. 218-228.
10. Yield of winter wheat of the Graf variety depending on the granulometric composition of leached chernozem in the lowland-western agrolandscape of the

10. Урожайность озимой пшеницы сорта Граф в зависимости от гранулометрического состава чернозема выщелоченного в низинно-западинном агроландшафте центральной зоны Краснодарского края / Т. Д. Федорова, Е. Н. Ничипуренко, Д. В. Горобец, Ш. Ю. Чимидов // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Сборник статей по материалам 76-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2020 год. В 3-х частях, Краснодар, 10–30 марта 2021 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощаев. Том Часть 1. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – С. 56-58.
11. Ничипуренко, Е. Н. Влияние биологизированных технологий на показатели плодородия почвы и урожайность озимой пшеницы сорта Граф в условиях Северного Предкавказья / Е. Н. Ничипуренко, Т. Д. Федорова, К. В. Иващенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 190. – С. 59-69.
12. Асроров, У. Б. Влияние технологии возделывания пшеницы на содержания гумуса в почве / У. Б. Асроров, Т. Д. Федорова, Е. Н. Ничипуренко // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Сборник статей по материалам 77-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2021 год. В 3-х частях, Краснодар, 01 марта 2022 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощаев. Том Часть 1. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 9-12.
13. Влияние системы основной обработки почв на продуктивность и обли-
- central zone of the Krasnodar Territory / T. D. Fedorova, E. N. Nichipurenko, D. V. Gorobets, Sh. Yu. Chimidov // Scientific support for the agro-industrial complex: Collection of articles based on the materials of the 76th scientific and practical conference of students on the results of R&D for 2020. In 3 parts, Krasnodar, March 10-30, 2021 / Responsible for the release A.G. Koshchaev. Volume Part 1. - Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 2021. - P. 56-58.
11. Nichipurenko, E. N. The influence of biologized technologies on soil fertility indicators and the yield of winter wheat of the Graf variety in the conditions of the Northern Ciscaucasia / E. N. Nichipurenko, T. D. Fedorova, K. V. Ivaschenko // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. - 2023. - No. 190. - P. 59-69.
12. Asrorov, U. B. The influence of wheat cultivation technology on the humus content in the soil / U. B. Asrorov, T. D. Fedorova, E. N. Nichipurenko // Scientific support for the agro-industrial complex: Collection of articles based on the materials of the 77th scientific and practical conference of students on the results of R&D for 2021. In 3 parts, Krasnodar, March 01, 2022 / Responsible for the issue A.G. Koshchaev. Volume Part 1. – Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 2022. – P. 9-12.
13. The influence of the primary soil cultivation system on the productivity and foliage of first-year alfalfa plants in the Krasnodar Territory / E. N. Nichipurenko, D. V. Gorobets, T. D.

ственность растений люцерны 1-го года жизни в условиях краснодарского края / Е. Н. Ничипуренко, Д. В. Горобец, Т. Д. Федорова, Ш. Ю. Чимидов // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса : материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 03–04 декабря 2020 года. Том Ч. 1. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 265-267.

14. Урожайность озимой пшеницы сорта Граф в зависимости от плотности сложения чернозема выщелоченного в низинно-западинном агроландшафте центральной зоны Краснодарского края / А. А. Магомедтагиров, Е. Н. Ничипуренко, Д. В. Горобец [и др.] // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Сборник статей по материалам 76-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2020 год. В 3-х частях, Краснодар, 10–30 марта 2021 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощаев. Том Часть 1. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – С. 30-33.

15. Влияние системы удобрений на высоту озимой пшеницы сорта граф в Центральной зоне Краснодарского края / Е. Н. Ничипуренко, Д. В. Горобец, Ш. Ю. Чимидов, Т. Д. Федорова // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения : Материалы XI Международной научно-практической конференции, Ульяновск, 23–24 июня 2021 года. Том 2021-1. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2021. – С. 71-76.

16. Ничипуренко, Е. Н. Динами-

Fedorova, Sh. Yu. Chimidov // Youth science - for the development of the agro-industrial complex: materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists, Kursk, December 3-4, 2020. Vol. Part 1. - Kursk: Kursk State Agricultural Academy, 2020. - P. 265-267.

14. Yield of winter wheat of the Graf variety depending on the bulk density of leached chernozem in the lowland-sunken agrolandscape of the central zone of the Krasnodar Territory / A. A. Magomedtagirov, E. N. Nichipurenko, D. V. Gorobets [et al.] // Scientific support for the agro-industrial complex: Collection of articles based on the materials of the 76th scientific and practical conference of students on the results of R&D for 2020. In 3 parts, Krasnodar, March 10–30, 2021 / Responsible for the release A. G. Koshchaev. Volume Part 1. - Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, 2021. - P. 30-33.

15. The influence of the fertilizer system on the height of winter wheat of the Graf variety in the Central zone of the Krasnodar Territory / E. N. Nichipurenko, D. V. Gorobets, Sh. Yu. Chimidov, T. D. Fedorova // Agrarian science and education at the present stage of development: experience, problems and ways to solve them: Proceedings of the XI International Scientific and Practical Conference, Ulyanovsk, June 23-24, 2021. Volume 2021-1. - Ulyanovsk: Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, 2021. - P. 71-76.

16. Nichipurenko, E. N. Humus dynamics in the lowland-western agricultural landscape depending on the technology of winter wheat cultivation /

ка гумуса в низинно-западинном агроландшафте в зависимости от технологии возделывания озимой пшеницы / Е. Н. Ничипуренко, В. П. Василько, Т. Д. Федорова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 95. – С. 102-108.

17. Федорова, Т. Д. Урожайность кукурузы гибрида Ладожский 292 АМВ в зависимости от применяемых гербицидов в условиях центральной зоны Краснодарского края / Т. Д. Федорова, Е. Н. Ничипуренко // Вектор современной науки : Сборник тезисов по материалам Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых, Краснодар, 15 ноября 2022 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 378-380.

18. Продуктивность подсолнечника в зависимости от применения минеральных удобрений в условиях Центральной зоны Краснодарского края / С. А. Альмов, А. А. Магомедтагиров, А. С. Редин, А. А. Магомедтагиров // Столыпинский вестник. – 2022. – Т. 4, № 2.

19. Магомедтагиров, А. А. Влияние технологии возделывания люцерны 1-го года жизни на продуктивность в низинно-западинном агроландшафте центральной зоны Краснодарского края / А. А. Магомедтагиров, А. В. Позднякова // Международный журнал прикладных наук и технологий Integral. – 2020. – № 6. – С. 8.

20. Позднякова, А. В. Влияние гербицидов на урожайность кукурузы в центральной зоне Краснодарского края / А. В. Позднякова, А. А. Магомедтагиров // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Сборник статей по

E. N. Nichipurenko, V. P. Vasilko, T. D. Fedorova // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. - 2022. - No. 95. - P. 102-108.

17. Fedorova, T. D. Yield of corn of the Ladozhsky 292 AMV hybrid depending on the herbicides used in the conditions of the central zone of the Krasnodar Territory / T. D. Fedorova, E. N. Nichipurenko // Vector of modern science: 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. Trubilina, 2022. - P. 378-380.

18. Sunflower productivity depending on the use of mineral fertilizers in the conditions of the Central zone of the Krasnodar Territory / S. A. Alymov, A. A. Magomedtagirov, A. S. Redin, A. A. Magomedtagirov // Stolypinsky Vestnik. - 2022. - Vol. 4, No. 2.

19. Magomedtagirov, A. A. Influence of the technology of cultivating alfalfa of the 1st year of life on productivity in the lowland-western agrolandscape of the central zone of the Krasnodar Territory / A. A. Magomedtagirov, A. V. Pozdnyakova // International Journal of Applied Sciences and Technologies Integral. – 2020. – No. 6. – P. 8.

20. Pozdnyakova, A. V. The influence of herbicides on corn yield in the central zone of Krasnodar Krai / A. V. Pozdnyakova, A. A. Magomedtagirov // Scientific support for the agro-industrial complex: Collection of articles based on the materials of the 74th scientific and practical conference of students on the results of R&D for 2018, Krasnodar, April 26, 2019 / Responsible for the release

материалам 74-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2018 год, Краснодар, 26 апреля 2019 года / Ответственный за выпуск А.Г. Кощаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2019. – С. 61-62.

A.G. Koshchaev. – Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 2019. – P. 61-62

Сведения об авторах:

Андраник Ситракович Тавадов – студент Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», e-mail: nichipurenko-1993@mail.ru, 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13.

Евгений Николаевич Ничипуренко – кандидат с.-х. наук, старший преподаватель Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13.

Information about the authors:

Andranik Sitrakovich Tavadov – student of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin”, e-mail: nichipurenko-1993@mail.ru, 350044, Krasnodar, Kalinina St., 13.

Evgeny Nikolaevich Nichipurenko – candidate of agricultural sciences, senior lecturer of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin”, 350044, Krasnodar, Kalinina St., 13.

УДК 630*187

**ОСОБЕННОСТИ
РАСПРОСТРАНЕНИЯ И
ТИПОЛОГИЧЕСКОЙ
СТРУКТУРЫ НАСАЖДЕНИЙ
МОЖЖЕВЕЛЬНИКА
ВЫСОКОГО (*JUNIPERUS
EXCELSA* M. BIEB.) В КРЫМУ**

Роговой В.И., кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель лесного дела и садово-паркового строительства;
Салтыков А.Н., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой лесного дела и садово-паркового строительства;
Дыган А.М., магистр направления подготовки «Лесное дело», Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Проанализированы особенности распространения и лесотипологической структуры насаждений *Juniperus excelsa* M. Bieb., произрастающих в Крыму. Составлена карта ареала и выявлены лесоводственно-экологические закономерности распространения можжевельника высокого на полуострове.

Ключевые слова: можжевельник высокий, *Juniperus excelsa*, Крым, ареал, тип лесорастительных условий, тип леса, типообразующая порода

Введение. Известно [3], что природный ареал можжевельника высокого охватывает Балканы, Крым, Кавказ, Малую и Среднюю Азию. В Крыму данная порода является одной из главных лесообразующих. Из 97-ми типов леса, выделенных П.П. Посоховым [9] можжевельник высокий формирует 18 типов

**FEATURES OF
DISTRIBUTION AND
TYPOLOGICAL
STRUCTURE
OF GREEK JUNIPER
(*JUNIPERUS EXCELSA* M. BIEB.)
FORESTS IN CRIMEA**

Rogovoy V.I., PhD of Agricultural Sciences, Senior Lecturer of the Department of Forestry and Landscape Construction; **Saltykov A.N.**, PhD of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Forestry and Landscape Construction; **Dygan A.M.**, Master of Science in the field of training “Forestry” at the Institute “Agrotechnological Academy” at the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "V.I. Vernadsky Crimean Federal University".

The features of distribution and forest typological structure of Juniperus excelsa M. Bieb. plantations growing in Crimea are analyzed. The area of the greek juniper has been mapped and silvicultural-ecological patterns of its distribution on the peninsula have been revealed.

Key words: Greek juniperus, *Juniperus excelsa* M. Bieb., Crimea, range, type of forest growing conditions, forest type, type-forming species

леса, в 6 из них в качестве типообразующей породы.

По данным лесоустройства насаждения *Juniperus excelsa* M. Bieb. на Крымском полуострове около 3,2% от всех покрытых лесной растительностью земель. Несмотря на это, можжевельник высокий является сокращающимся в численности (вторая категория в Красных книгах РФ, Республики Крым и города Севастополя) [4–6]. В литературе эта порода отмечается как засухоустойчивая, светолюбивая, продолжительность жизни которой достигает 600 лет и более. Произрастает на сухих солнечных склонах, особенно на кальцитных почвах, в нижнем горном поясе [3]. В лесоводственно-экологическом отношении насаждения *Juniperus excelsa* M. Bieb. представляют большой интерес, поскольку на отдельных участках в аридных условиях полуострова можжевельник высокий является доминирующим видом, а также формирует смешанные насаждения с преобладанием во 2-м, иногда 1-м ярусе. Картографический материал прошлых годов подтверждает значительно больший ареал можжевеловых лесов Крыма, поэтому выявление современных особенностей распространения этой породы, её ареала, а также закономерностей формирования в различных эдатопах и типах леса, является важной задачей современных научных исследований.

Материал и методы исследований. В процессе работы проведены натурные обследования можжевеловых лесов согласно общепринятым в лесоводстве, экологии и лесной таксации методикам [1, 2], а также проанализирована сформированная повидельная база данных, актуализированная по состоянию на 01.01.2025 г., которая насчитывает 1155 виделов, где встречается можжевельник высокий с долевым участием в составе насаждений от 2 % и более.

Для составления ареала можжевельника высокого нами использовались данные последнего проведенного лесоустройства, повидельная таксационная база данных лесного фонда Крыма, а также данные от доверенных пользователей с платформы *iNaturalist* со снимками и геолокацией обнаруженных деревьев или их групп. Картирование ареала осуществлялось путем наложения полупрозрачных слоев с картами друг на друга с последующей заливкой в программе «Autodesk Sketchbook Pro» выделенного ареала с присутствием *J. excelsa* и нанесения его на основной слой. В качестве основы использовалась карта с нанесенными изолиниями, отражающими ландшафтные особенности Крымского полуострова. Площадь участков измерялась в приложении *Google Earth* с применением инструмента «многоугольник» путем сложения полученных значений в гектарах участков.

Лесоводственно-таксационные показатели можжевеловых древостоев рассчитывались как средневзвешенные величины. Изолинии бонитетов наносились методом интерполяции [8, 10].

Результаты и обсуждение. В результате анализа повидельной таксационной базы данных установлено, что общая площадь насаждений

можжевельника высокого в Крыму составляет 8285,4 га, общий запас – 311,9 тыс. м³. Средний возраст (A) можжевеловых насаждений – 110 лет, средний диаметр (D_{cp.}) – 11,2 см, средняя высота (H_{cp.}) – 4,8 м, средний бонитет – V^a,4, средняя полнота – 0,52, запас на 1 га – 37 м³/га, среднее изменение запаса – 0,34 м³/га/год.

По данным лесоустройства в Крыму в качестве главной лесообразующей породы можжевельник высокий формирует насаждения на площади 3628,2 га. Произрастает совместно с такими древесными породами, как сосна черная (крымская) *Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe, сосна пицундская (Станкевича) – *P. brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba, можжевельник дельтвидный (*Juniperus deltoides* R.P. Adams), дуб пушистый (*Quercus pubescens* Willd.), дуб скальный (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.), фисташка атлантическая (*Pistacia atlantica* Desf.), грабинник (*Carpinus orientalis* Mill.), граб обыкновенный (*Carpinus betulus* L.), ясень остроплодный (*Fraxinus oxycarpa* Willd.), груша лохолистная (*Pyrus elaeagrifolia* Pall.) и др.

На рисунке 1 нанесен ареал можжевельника высокого в Крыму. Данные распространения *J. excelsa* на полуострове нанесены по картографическим материалам лесоустройства и платформы *iNaturalist*. Согласно этим результатам измерения общая площадь участков, на которых отмечены скопления можжевельника высокого в Крыму, составляет 7,9±10% тыс. га.

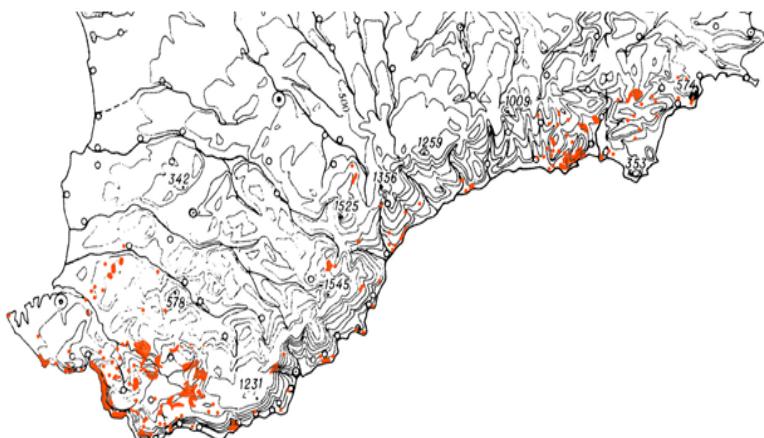


Рисунок 1. Ареал *Juniperus excelsa* M. Bieb. на Крымском полуострове

По данным платформы *iNaturalist*, крайние точки произрастания можжевельника высокого в Крыму наблюдаются на следующих объектах:

- Севастополь: с. Верхнесадовое 44.69238, 33.69722, Херсонес Таврический: 44.5856117407, 33.3848336862;
- Бахчисарайский район: с. Танковое: 44.6523946441, 33.7885014143, Мангуп: 44.59545715, 33.80921982, г. Ирита-Кая и окрестности с. Поляна 44.5358361111, 33.8789111111, 44.5351381457, 33.9130621225;
- Гор. округ Ялты: окрестности водопада Учан-Су: 44.4986562822,

34.0979966916, Дорога над с. Куйбышево: 44.5047579735, 34.1076527218, Никитская расселина: 44.5187305556, 34.2286166667.

Гурзуф: Гора Болгатур: 44.5474325331, 34.2816338794, Подножие Аю-Дага 44.5536222222, 34.3235416667.

- Гор. округ Алушты: 44.6249027778, 34.3362638889, возле поселка Розовый, над Изобильненским водохранилищем 44.7007111111, 34.3340805556, в окрестностях реки Ксыр-Пата: 44.7621388889, 34.4980555556;

- Симферопольский район: 44.8202916389, 34.3160499444;

- Гор. округ Судака: окрестности поселка Ворон: 44.9022630752, 34.8183211205, окрестности п. Краснокаменки: 44.9276805556, 35.0349083333;

- Гор. округ Феодосии: Хребет Кара-Гач: 44.921814, 35.225352.

Интересен тот факт, что, по полученным нами данным, можжевельник высокий встречается и на северном макросклоне Крымских гор, где, по всей видимости, успешно переносит морозы, свойственные для предгорной и горной части Крыма (можно добавить фотографию).

В типологическом аспекте можжевеловые леса (с учетом долевого участия в составе насаждений) произрастают преимущественно в условиях очень сухой и сухой субори ($B_{0,1}$) (55,6 %), очень сухого и сухого сугрудка ($C_{0,1}$) (44,1 %), на другие типы лесорастительных условий (эдатопы) (C_2 , $D_{1,2}$) приходится менее 0,5 % от общей площади насаждений *J. excelsa* на полуострове (рис. 2).

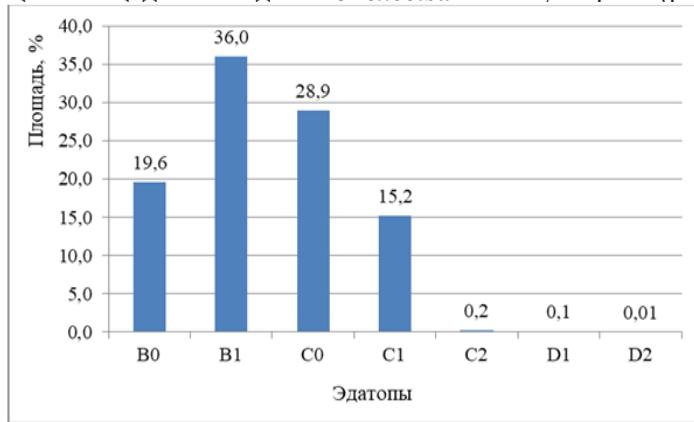


Рисунок 2. Распределение площади насаждений можжевельника высокого в Крыму по типам лесорастительных условий

В таблице 1 представлены усредненные лесоводственно-таксационные показатели можжевеловых лесов Крыма в разрезе эдатопов. Согласно этим данным, наибольшее долевое участие в составе насаждений (78,8 %) наблюдается в условиях сухой субори, несколько меньше в условиях очень сухой субори и очень сухого сугрудка (по 50,8 и 57 % соответственно). По 16,5 и 10,3 % в C_1 и C_2 и на грудинные условия ($D_{1,2}$) приходится от 3,5 до 5,8 %.

Наиболее высокий класс бонитета у можжевеловых древостоев, произрастающих в свежих эдатопах: соответственно III,8 и IV,8 в грудинных и

сугрудовых условиях. Несколько ниже в условиях сухого груда (V,3) и сухого сугрудка (V,8). В условиях $B_{0,1}$, C_0 можжевельник высокий в Крыму растет по $V^a,9 - V^a,7$ классам бонитета.

Таблица 1. Усредненные лесоводственно-таксационные показатели насаждений можжевельника высокого в различных условиях произрастания в Крыму

ТЛУ	Площадь		Доля в составе, %	A, лет	$D_{ср.}$, см	$H_{ср.}$, м	Бонитет	Полнота	Запас на 1га, м ³	Среднее изменение запаса, м ³ /га/год
	га	%								
B_0	1382,7	16,7	50,8	130	11,5	4,2	$V^a,9$	0,4	27	0,21
B_1	1639,3	19,8	78,8	142	11,4	4,8	$V^a,8$	0,41	31	0,22
C_0	1818,6	21,9	57	143	15,7	5,7	$V^a,7$	0,49	35	0,24
C_1	3303,1	39,9	16,5	69	8,6	4,5	$V,8$	0,64	45	0,65
C_2	70,4	0,8	10,3	44	5,1	4	IV,8	0,61	58	1,32
D_1	57,9	0,7	5,8	55	8,7	4,5	$V,3$	0,63	79	1,44
D_2	13,4	0,2	3,5	-	-	-	III,8	0,95	164	-
Всего	8285,4	100,0	43,4	110	11,2	4,8	$V^a,4$	0,52	37	0,34

В среднем же, насаждения можжевельника высокого на полуострове произрастают по $V^a,4$ классу бонитета, что обусловлено биологическими особенностями данной породы и низкой плодородностью почвенных условий, как по степени увлажнения, так и по трофности. Этим же можно объяснить и относительно невысокую продуктивность по запасу ($37 \text{ м}^3/\text{га}$) и среднему изменению запаса ($0,34 \text{ м}^3/\text{га}/\text{год}$), а также низкую полноту ($0,52$) можжевеловых лесов.

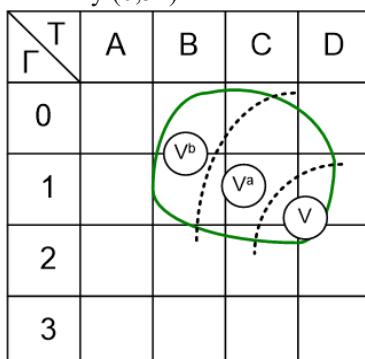


Рисунок 3. Фигура макрокомплекса произрастания и изобонитеты насаждений можжевельника высокого в условиях Горного Крыма

Согласно фигуре макрокомплекса произрастания можжевеловых насаждений в Крыму естественный его ареал приурочен преимущественно к бедным условиям. Заходит в грудовые условия, но при этом его долевое

участие, как указывалось ранее, в составе древостоев не превышает 6%. Слева и сверху фигура макрокомплекса можжевельника высокого примыкает к боровым и крайне сухим условиям, что дает возможность шире применять эту породу в лесокультурном производстве в жестких условиях произрастания. Для этого необходимо более детальное изучение особенностей плодоношения, прорастания семян и воспроизводства *J. excelsa*.

Выводы. Обобщая материалы статьи, можно выделить следующее: общая площадь насаждений можжевельника высокого в Крыму ориентировочно составляет от 7,1 до 8,7 тыс. га, общий запас – 311,9 тыс. м³, средний возраст (A) – 110 лет, средняя полнота – 0,52, запас на 1 га – 37 м³/га, среднее изменение запаса – 0,34 м³/га/год. В качестве главной лесообразующей породы можжевельник высокий формирует насаждения на площади 3628,2 га.

В типологическом аспекте можжевеловые леса произрастают преимущественно в условиях очень сухой и сухой субори (B_{0..1}) (55,6 %), очень сухого и сухого сугрудка (C_{0..1}) (44,1 %), при этом, на другие типы лесорастительных условий (эдатопы) (C₂, D_{1..2}) приходится менее 0,5 % от общей площади насаждений *J. excelsa* на полуострове.

Исходя из данных, полученных нами, насаждения можжевельника высокого на полуострове в среднем произрастают по V^a,4 классу бонитета, что обусловлено биологическими особенностями данной породы и низкой плодородностью почвенных условий, как по степени увлажнения, так и по трофности. Указанный факт дает возможность шире применять эту породу в лесокультурном производстве в аридных условиях произрастания не только на территории южнобережного Крыма, но и других регионов со схожим типом лесорастительных условий. Для этого необходимо дальнейшее изучение особенностей и закономерностей плодоношения, прорастания семян и воспроизводства лесов с участием *J. excelsa*.

Список использованных источников:

1. Анучин Н. П. Лесная таксация / Н. П. Ануchin – М. : Лесн. пром-сть, 1982. – 552 с.
2. Воробьев Д. В. Методика лесотипологических исследований / Д. В. Воробьев – К. : Урожай, 1967. – 388 с.
3. Губанов И. А. и др. Дикорастущие полезные растения СССР / отв. ред. Т. А. Работнов. — М.: Мысль, 1976. — С. 46. — 360 с.
4. Красная книга города Севастополя. / Главное управление природных ресурсов и экологии города Севастополя. – Севастополь: ИД «РОСТ-ДОАФК», 2018. - 432 p.

References:

1. Anuchin N. P. Forest taxation / N. P. Anuchin - M.: Lesnaya promyshlennost, 1982. - 552 p.
2. Vorobyov D. V. Methodology of forest typological studies / D. V. Vorobyov - K.: Harvest, 1967. - 388 p.
3. Gubanov I. A. et al. Wild useful plants of the USSR / ed. T. A. Rabotnov. - M.: Mysl, 1976. - P. 46. - 360 p.
4. The Red Book of the city of Sevastopol. / Main Directorate of Natural Resources and Ecology of the city of Sevastopol. - Sevastopol: ID "ROST-DOAFK", 2018. - 432 p.

2018. – 432 с.

5. Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли и грибы / Отв. ред. д. б. н., проф. А. В. Ена и к. б. н. А. В. Фатерыга. – Симферополь: ООО «ИТ «АРИАЛ», 2015. – 480 с.

6. Красная книга Российской Федерации. Растения и грибы / Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации [и др.]; ответственный редактор: доктор биол. наук Д. В. Гельтман. – 2-е офиц. изд. – Москва: ВНИИ "Экология", 2024. – 944 с.

7. Лесная типология: таксоны, критерии определения, применение : учебно-методическое пособие для проведения практических занятий и самостоятельной работы / А. Н. Салтыков, В. В. Разумный, В. И. Роговой, В. Е. Астафьева. – Симферополь : ИТ «АРИАЛ», 2019. – 200 с.

8. Остапенко Б. Ф. Лісова типологія: навчальний посібник / Б. Ф. Остапенко, В. П. Ткач. – Харків : ХДАУ ім. В. В. Докучаєва, УкраїНДІЛГА ім. Г. М. Висоцького, 2002. – 204 с.

9. Посохов П. П. Типы лесов Горного Крыма и их Кавказские аналоги: дис. на соискание уч. степени д-ра с.-х. наук : спец. 06.03.03 «Лесоведение, лесоводство и защитное лесоразведение; лесные пожары и борьба с ними» / П. П. Посохов. – Х., 1971. – Том I – 409 с.

10. Салтыков А.Н. Изобонитеты и макрокомплексы местообитаний основных лесообразующих пород Горного Крыма / А.Н. Салтыков, В.И. Роговой, А.В. Федончук // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2024. – №39 (202). – С. 31-41.

11. Сукачев В. Н. Основы лесной биогеоценологии / В. Н. Сукачев. – М. : Наука, 1964. – 575 с.

5. The Red Book of the Republic of Crimea. Plants, algae and fungi / Ed. D.Sc. (Biology), prof. A.V. Yena and Ph.D. (Biology). A.V. Fateryga. – Simferopol: OOO IT ARIAL, 2015. – 480 p.

6. The Red Data Book of the Russian Federation. Plants and fungi / Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation [and others]; Editor-in-Chief: D.Sc. (Biology). – 2nd official ed. – Moscow: VNII Ecology, 2024. – 944 p.

7. Forest typology: taxa, criteria for determination, application: a teaching aid for practical classes and independent work / A.N. Saltykov, V.V. Razumny, V.I. Rogovoy, V.E. Astafieva. – Simferopol: IT "ARIAL", 2019. – 200 p.

8. Ostapenko B. F. Forest typology: basic guide / B. F. Ostapenko, V. P. Tkach. – Kharkiv: Kharkiv State Agrarian University named after V. V. Dokuchaev, Ukrainian National Forest State University named after G. M. Visotsky, 2002. – 204 p.

9. Posokhov P. P. Forest types of Mountain Crimea and their Caucasian analogues: dis. for the degree of Doctor of Agricultural Sciences: special. 06.03.03 "Forestry, silviculture and protective afforestation; forest fires and fire control" / P. P. Posokhov. – Kh., 1971. – Vol. I – 409 p.

10. Saltykov A. N. Isobonites and macrocomplexes of habitats of the main forest-forming species of the Mountainous Crimea / A. N. Saltykov, V. I. Rogovoy, A. V. Fedonchuk // News of the agricultural science of Tavrida. – 2024. – No. 39 (202). – P. 31-41.

11. Sukachev V. N. Fundamentals of forest biogeocenology / V. N. Sukachev. – M.: Nauka, 1964. – 575 p.

Сведения об авторах:

Роговой Владимир Иванович – кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры лесного дела и садово-паркового строительства Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», e-mail: v_rogovoy@mail.ru, 295492, РФ, Республика Крым, Симферополь, Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», корп. 1, каб. 235.

Салтыков Андрей Николаевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой лесного дела и садово-паркового строительства Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», e-mail: saltykov.andrey.1959@mail.ru, 295492, РФ, Республика Крым, Симферополь, Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», корп. 1, каб. 232.

Дыган Алексей Михайлович – магистр направления подготовки 35.04.01 «Лесное дело», Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», e-mail: dygan14@mail.ru, 295492, РФ, Республика Крым, Симферополь, Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского».

Information about the authors:

Rogovoy Vladimir Ivanovich – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Lecturer at the Institute "Agrotechnological Academy" at the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", e-mail v_rogovoy@mail.ru, 295492, Republic of Crimea, Simferopol, Agrarnoye, Institute "Agrotechnological Academy" at the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", building 1, room 235.

Saltykov Andrey Nikolaevich – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Forestry and Landscape Construction at the Institute "Agrotechnological Academy" at the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", e-mail saltykov.andrey.1959@mail.ru 295492, Republic of Crimea, Simferopol, Agrarnoye, Institute "Agrotechnological Academy" at the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", , building 1, room 234.

Dygan Aleksey Mikhailovich – Master of Science in Forestry at the Institute "Agrotechnological Academy" at the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", e-mail dygan14@mail.ru, 295492, Republic of Crimea, Simferopol, Agrarnoye, Institute "Agrotechnological Academy" at the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University".

УДК 582.794.2:631.526.32

НАХОДКА ЖЕЛТОПЛОДНОЙ ФОРМЫ ПЛЮЩА В ГОРНОМ КРЫМУ

Ена А.В., доктор биологических наук, профессор, Институт «Агротехнологическая академия», ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»;
Свирин С.А., Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН; Институт фундаментальной медицины и здоровьесбережения, Севастопольский государственный университет

Описывается первая достоверная находка *Hedera helix f. poetarum* (*Nyman*) McAll. et A.Rutherf. в горно-лесном Крыму, которая сделана в окрестностях перевала Шайтан-Мердвен в 2025 г. Обсуждается географическая, таксономическая и культоэкономическая квалификация желтоплодной формы плюща.

Ключевые слова: Крым, *Hedera helix*, желтоплодная форма

FINDING OF YELLOW-FRUITED IVY IN CRIMEAN MOUNTAINS

Yena A.V., Doctor of Biological Sciences, professor, institute “Agrotechnological Academy” at the FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University»; **Svirin S.A.**, Nikitsky Botanical Garden-National Scientific Center RAS; Institute of Fundamental Medicine and Health Preservation, Sevastopol State University

The first reliable finding of Hedera helix f. poetarum (Nyman) McAll. et A.Rutherf. in the mountain-forest Crimea is described, which was made in the vicinity of the Shaitan-Merdven Pass in 2025. The geographical, taxonomic and cultinomic qualification of the yellow-fruited form of ivy is discussed.

Keywords: the Crimea, *Hedera helix*, yellow-fruited form

Введение. В составе природной флоры Крымского полуострова имеется единственная аборигенная вечнозелёная древесная лиана – Плющ обыкновенный (*Hedera helix L.*, Araliaceae). Это типичный сильвант, произрастающий в различных лесных формациях, как в широколиственных, так и хвойных. Кроме горно-лесного Крыма, плющ единично встречается также в ряде скалистых прибрежных экотопов Тарханкутского и Керченского полуостровов.

Морфологическое разнообразие крымских растений, как правило, сводится к признакам листовой пластинки, что частично отражено таксономически и культоэкономически. Так, в Крыму выделено шесть форм – таксонов внутривидового ранга [4] и шесть сортов, перспективных для создания новых сортов [1].

Генеративная сфера крымских растений плюща никогда не служила объектом таксономических и культоэкономических исследований. В норме плоды плюща обыкновенного иссиня-чёрные, однако в зарубежной Европе ещё в XIX

веке описаны формы *H. helix* с жёлтыми плодами [8]. «Они давно уже натурализовались, в особенности в Италии, а также в Греции вокруг Парфенона, обнаружены в юго-восточной Англии и в одном или двух местах в Ирландии» [9: 168]. Европейские жёлтоплодные формы *H. helix* считаются одичавшими из культуры. Вместе с тем, А. И. Пояркова [5] рассматривает жёлтоплодный плющ, ареал которого она расширяет на Западное Закавказье, северную часть Малой Азии и восточную часть Балканского полуострова (Фессалия, Фракия, Македония и Аттика), как дикорастущее растение. Очевидно, что мутация, приводящая к потере антоциановой окраски плодов, могла возникать неоднократно как в природе, так и в культуре.

Жёлтоплодные растения плюща обыкновенного ныне рассматриваются в ранге формы: *Hedera helix* L. f. *poetarum* (Nyman) McAll. et A.Rutherford. [9]. Это название имеет следующую синонимику: *H. chrysocarpa* Walsh, *H. helix* var. *chrysocarpa* Ten., *H. helix* var. *poetarum* Nicotra, *H. helix* subsp. *poetarum* (Nicotra) Nyman, *H. helix* var. *poetica* Weston, *H. poetica* Salisb. (nom. illeg.), *H. poetarum* Bertol. (nom. illeg.). Такие растения называют “Poet's ivy” («плющ поэта»), или “Italian ivy” («итальянский плющ»), а генеративным особям, выращиваемым в культуре, присваивается сортовой эпитет ‘*Poetica Arborea*’ [9].

Материал и методы исследований. Объектом исследования является найденная нами жёлтоплодная форма дикорастущего *H. helix*. Мы охарактеризовали ландшафтное положение и сделали геоботаническое описание места находки в согласии с классическими подходами [2, 6]. Обилие видов в фитоценозе оценивалось по шкале Й. Браун-Бланке. В основу работы положен сравнительно-морфологический метод. Номенклатура растений приведена в соответствие с GBIF [7].

Результаты и обсуждение. Впервые в Крыму обнаружена редкая жёлтоплодная форма *H. helix*, произрастающая в западной части Крымского Субсредиземноморья, на стыке Юго-западного крутосклонного подъяйлинского сосново-лесного и Сарыч-Кекенеизского крутосклонного оползнево-террасового лесного ландшафттов [2], в окрестностях перевала Шайтан-Мердвен, между горными массивами Мердвен-Кая и Балчик-Кая на высоте 440 м н. у. м. (N 44,42116842°, E 33,85755390°) Перевал представляет собой тальвег древнего горного прохода с серией больших естественных террас [3], усеянных крупными известняковыми глыбами и поросших широколиственным лесом. По тальвегу протекает небольшой ручей. Слоны, образующие теснину в месте находки, представляют собой отвесную скальную стену с инсуляризированной древесно-кустарниковой растительностью по щелям и балконам (с запада) и глыбово-щебнистый каменный хаос с разрежённым шибляком (с востока).

Растительность места находки характеризуется как пушистодубово-грабинниковый лес. В сложении фитоценоза участвуют: древесно-кустарниковые виды – *Carpinus orientalis* Mill. (обилие 2 балла), *Quercus pubescens* Willd. (1), *Tilia cordata* Mill. (+), *Cornus mas* L. (1), *Euonymus verrucosa* Scop. (1), *Ruscus*

aculeatus L. (1), *Hedera helix* L. (2), *Juniperus deltoides* R.P. Adams (r); травянистые растения – *Brachypodium pinnatum* (L.) P.Beauv. (1), *Galium aparine* L. (1), *Allium rotundum* L. (1), из эфемероидов *Ficaria verna* Huds. (4), *Corydalis paczoskii* N.Busch (1), *Crocus angustifolius* Weston (1) и др. Сомкнутость крон 80 %, проективное покрытие травянистого яруса 40 %.

Уникальная жёлтплодная форма *H. helix* (рис. 1) обнаружена вторым автором (С.С.) и представлена взрослой генеративной особью со стволом, выходящим из-под основания известняковой глыбы 2 x 5 м и ветвями, покрывающими уплощённую поверхность этой глыбы. Диаметр ствола у основания 3,2 см. Прегенеративных побегов на особи этого плюща не обнаружено. Листья яйцевидные до ланцетных, типичные по форме для генеративной фазы, светло-зелёные. Плоды венчают терминальный зонтичек общего соцветия плюща, которое при цветении представляет собой кисть зонтичков, из которых, по нашим наблюдениям, у разных клонов остаётся лишь некоторая их часть (у данного клона остаётся верхушечный зонтичек). Окраска спелых плодов (в апреле) приглушённо оранжевато-жёлтая, местами с лёгким зеленоватым оттенком. Средний диаметр плодов составляет 7,26 мм, что заметно меньше, чем у черноплодных форм с плодами 8-9 мм.

Как известно, у особей плюща ювенильного возраста формируются ли-



Рисунок 1. Жёлтплодная форма *H. helix*: общий вид особи (слева) и плодоносящая ветвь (справа). Фото: Свирин С. А., Ена А. В.

стья, отличные по форме от таковых у генеративных и виргинильных растений. Такие листья в самом общем плане пальчато-разрезные, однако степень разрезанности листовой пластинки, особенности её верхушки, основания и края, характер жилкования, длина и цвет черешка у разных клонов могут варьировать. Ювенильных побегов, достоверно принадлежащих жёлтоплодному плющу, в месте находки не обнаружено, поэтому детальное морфологическое

описание их листьев станет возможным сделать позднее, используя сеянцы и саженцы, выращенные в культуре из семян и черенков, собранных с материнского растения.

Мы относим найденное растение к *Hedera helix f. poetarum*. Отметим, что в Европе известен также другой жёлтоплодный плющ, фигурирующий под сортовым названием ‘Lucida’ [8], однако он относится к иному виду – *H. hibernica* Poit., который в Крыму не произрастает.

Обнаружение *H. helix f. poetarum* в Горном Крыму представляется уникальным научным событием. Эта форма плюща обыкновенного встречается крайне редко и в других частях его ареала и несмотря на то, что она выращивается в ряде зарубежных питомников, изучена всё ещё плохо. Нахodka расширяет наши представления о генетических ресурсах древесных растений региона.

Выводы. Желтоплодный плющ представляет собой уникальную для флоры Крыма находку. Обнаруженное растение должно быть квалифицировано таксономически как внутривидовая форма плюща обыкновенного (*Hedera helix* L. f. *poetarum* (Nyman) McAll. et A.Rutherford.), а в случае интродукции в культуру как культивар ‘Poetica Arborea’. Крым естественно вписывается в общий Крым естественно вписывается в общий европейско-переднеазиатский ареал этого таксона

Благодарности. Авторы выражают благодарность магистру кафедры лесного дела и садово-паркового строительства Института Агротехнологическая академия КФУ им. В.И. Вернадского А. И. Ерёменко и П. В. Чунину за помощь в исследовании.

Список использованных источников:

1. Ена А. В., Ена Я. А. Перспективные спорты дикорастущего плюща обыкновенного (*Hedera helix* L.) // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2024, № 37 (200). – С. 124–130.
2. Ена В. Г. Физико-географическое районирование Крымского полуострова // Вестник Московского университета. Серия 5. География. – 1960, № 2. – С. 33-43.
3. Ена В. Г., Ена Ал. В., Ена Ан. В. Краткий географический словарь Крыма. – 2-е изд. – Симферополь: Бизнес-Информ, 2011. – 264 с.
4. Исиков В. П. Формовое разнообразие древесных растений природной флоры Крыма // Труды ГНБС. – 2014. – Том 136. – С. 55–66.

References:

1. Yena A. V., Yena Ya. A. Promising sports of wild growing Common ivy (*Hedera helix* L.) // Transactions of Taurida Agricultural Science. – 2024, No. 37 (200). – P. 124–130.
2. Yena V. G. Physical-geographical zoning of the Crimean Peninsula // Bulletin of Moscow University. Series 5. Geography. – 1960, No. 2. – P. 33-43.
3. Yena V. G., Yena Al. V., Yena An. V. Concise Geographical Dictionary of Crimea. – 2nd ed. – Simferopol: Business-Inform, 2011. – 264 p.
4. Isikov V. P. Diversity of woody plants forms of the natural flora of Crimea // Proceedings of the State Nikitsky Botanical Garden. – 2014. – Vol. 136. – P. 55–66.
5. Poyarkova A. I. Chinese species of

5. Пояркова А. И. Китайские виды плюща и их систематические и географические связи // Ботанические материалы гербария Ботанического института им. В.Л. Комарова АН СССР. – 1951. – Т. 14. – С. 244–264.
6. Работнов Т. А. Фитоценология. – М.: Изд-во МГУ, 1983. – 296 с.
7. GBIF.org, GBIF Home Page. – <https://www.gbif.org>; accessed 3 May 2025.
8. Hibberd S. The Ivy. A Monograph. – London: Groombridge & Sons, 1872. – 116 p.
9. McAllister H., Marshall R. Hedera. The complete guide. – London: RHS, 2017. – 430 p.
- ivy and their systematic and geographical connections // Botanical materials of the herbarium of the V. L. Komarov Botanical Institute of the Academy of Sciences of the USSR. – 1951. – V. 14. – P. 244–264.
6. Rabotnov T. A. Phytocenology. – M.: Moscow State University Publishing House, 1983. – 296 p.
7. GBIF.org, GBIF Home Page. – <https://www.gbif.org>; accessed 3 May 2025.
8. Hibberd S. The Ivy. A Monograph. – London: Groombridge & Sons, 1872. – 116 p.
9. McAllister H., Marshall R. Hedera. The complete guide. – London: RHS, 2017. – 430 p.

Сведения об авторах:

Ена Андрей Васильевич – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры лесного дела и садово-паркового строительства института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», e-mail: an.yena@gmail.com, 295492, РФ, РК, Симферополь, п. Аграрное, ул. Научная, 1.

Свирин Сергей Александрович – инженер-исследователь Никитского ботанического сада – Национального научного центра РАН, e-mail: sapsan7@mail.ru, РФ, РК, Ялта, п. Никита, Никитский ботанический сад; Институт фундаментальной медицины и здоровьесбережения, Севастопольский государственный университет, РФ, Севастополь, ул. Университетская, 33.

Information about the authors:

Yena Andrey Vasilyevich – Doctor of Biological Sciences, professor, professor at the institute “Agrotechnological Academy” at the FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University», e-mail: an.yena@gmail.com, Institute “Agrotechnological Academy” at the FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University» 295492, RF, Republic of Crimea, Simferopol, Agrarnoye, Nauchnaya Str, 1.

Svirin Sergey Aleksandrovich – engineer-researcher at the Nikitsky Botanical Garden-National Scientific Center RAS, e-mail: sapsan7@mail.ru, RF, RC, Yalta, Nikita, Никита, Nikitsky Botanical Garden; Institute of Fundamental Medicine and Health Preservation, Sevastopol State University.

УДК 630*231:582.475

**ВАРИАТИВНОСТЬ
ПРОСТРАНСТВЕННО-
ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ
ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ ПОДРОСТА
СОСНЫ КРЫМСКОЙ (*Pinus nigra*
J.F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.)
Holmboe) В ГРАНИЦАХ
ПИРОГЕННОГО РЯДА НА
ЗАПОВЕДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ
ЮЖНОБЕРЕЖНОГО КРЫМА**

**VARIABILITY OF THE
SPATIAL-AGE STRUCTURE
OF COENOPOPULATIONS OF
UNDERGROWTH OF CRIMEAN
PINE (*Pinus nigra* J.F. Arnold
subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe)
WITHIN THE BOUNDARIES OF
THE PYROGENIC SERIES IN THE
PROTECTED AREAS OF THE
SOUTHERN COAST OF CRIMEA**

Салтыков А. Н., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой лесного дела и садово-паркового строительства Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского»;

Мурзаханов А. Р., директор ФГБУ «Объединённая дирекция особо охраняемых природных территорий «Заповедный Крым»;

Логинов А. О., магистрант кафедры лесного дела и садово-паркового строительства Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского».

*Результаты наших исследований позволяют утверждать, что существует, как минимум, два противоположных варианта развития событий после прохождения лесного пожара в сосняках (*Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) на заповедных территориях Крыма. В первом случае можно наблюдать формирование жизнеспособных ценопопуляций подроста. Во втором, наоборот, наблюдаются процессы затухания волны возоб-*

Saltykov A.N., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Forestry and Landscape Construction at the Institute "Agrotechnological Academy" at the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University"

Murzakhanov A.R., acting director of the FSBI "United Direction of the Specially Protected Natural Territories "Reserved Crimea"

Loginov A.O., master's student of the Department of Forestry and Landscape Construction at the Institute "Agrotechnological Academy" at the FSAEI HE "V.I. Vernadsky CFU"

*The results of our research allow us to state that there are at least two alternative scenarios for the development of events after a forest fire in pine forests (*Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) in the protected areas of Crimea. In the first case, the formation of viable coenopopulations of undergrowth can be observed. In the second case, on the contrary, processes of attenuation of the renewal wave are observed. The*

новления. Перспективу естественного возобновления сосны крымской следует учитывать при воссоздании коренных лесов горно-лесного Крыма.

Ключевые слова: Сосна, древостои, возобновление, подрост, горельники, популяционный всплеск, ценопопуляция подроста

prospect of natural renewal of Crimean pine should be taken into account when restoring the native forests of mountain-forested Crimea.

Keywords: pine; stands, regeneration, undergrowth, burnt forests, population surge, regrowth, cenopopulation

Введение. По мнению исследователей изменчивость абиотических условий в пространстве и времени неизбежно влечёт за собой заметные изменения биологического разнообразия лесных экосистем [4–14]. Так, например, исследованиями установлено, что одним из очевидных следствий глобального потепления климата на территории Русской равнины (РР) является снижение площади лесов с доминированием дуба черешчатого (*Quercus robur* L.), а также увеличение числа и интенсивности лесных пожаров [5, 6]. Наиболее подверженными влиянию лесных пожаров являются сосновые леса. Многочисленные данные, касающиеся влияния лесных пожаров позволяют сделать предположение о том, что лесные пожары на территории равнины наблюдаются с определённой периодичностью во времени. Как правило, их распространение в равной мере и довольно отчётливо прослеживается по всей её территории [1, 2, 12, 17, 19–22]. Причиной распространения лесных пожаров, по мнению исследователей, являются длительные атмосферные засухи. Известно, что за прохождением лесного пожара следует популяционный всплеск или волна возобновления, которая позволяет сосне восстановить утраченное популяционное пространство [1, 12, 17, 19–22]. В частности, исследователи утверждают, что пирогенный субстрат горельников является оптимальной средой для успешной реализации репродуктивного потенциала сосняков в категорию самосева и в дальнейшем подроста [19, 20].

Ещё в начале XX столетия исследователи установили, что в результате заушливых периодов и следующих за ними лесных пожаров на обширных пространствах РР сформировались большие массивы одновозрастных древостоев сосны [21–22]. Пирогенное происхождение коренных сосняков, нередко сложенных разобщёнными пространственными кластерами, по мнению учёных, не вызывает сомнений [1, 18–22]. Сосновые леса горно-лесного Крыма не являются исключением из общего правила. Здесь после прохождения низового лесного пожара можно наблюдать популяционные всплески, сопровождающиеся массовым появлением самосева и подроста сосны крымской, способного в дальнейшем заменить утраченный в результате пожара лесной покров [8]. Вместе с тем, прохождение лесного пожара и активизация процессов естественного возобновления представителей рода *Pinus* далеко не всегда явления обязательные [18, 20]. Довольно часто можно наблюдать прямо противоположные процессы, когда сосна надолго уступает свои территории сопутствующим породам. То есть не менее закономерным и ожидаемым следствием лесного пожара является формирование производных древостоев с доминированием либо мягко-

листенных или же порослевых твёрдолиственных пород [18]. В предгорной лесостепной зоне довольно часто наблюдается повышенный уровень отпада и даже распад сосняков, созданных в условиях сухих свежих сугрудов и грудов. Следствием данного процесса является замена культур сосны крымской на дуб скальный (*Quercus petraea* Liebl.), а также сопутствующие древесные породы [10, 16, 18]. Лесной пожар в таких условиях лишь завершает естественный природный процесс замещения сосняков, созданных искусственным путём.

В связи с этим, целью нашего исследования является изучение процессов естественного возобновления сосны крымской на горельниках Ялтинского горно-лесного природного заповедника и национального парка «Крымский», а также оценка перспективы использования подроста и молодняков сосны для восстановления коренных древостоев *P. nigra* subsp. *pallasiana* и сопутствующего виду биологического разнообразия.

Объекты и методика исследования. При выполнении рекогносцировочных исследований, целью которых было выявление процессов естественного возобновления и особенностей пространственной структуры жизнеспособных ценопопуляций подроста сосны крымской, установлено, что жизнеспособный подрост *Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe, большей частью, приурочен к условиям горельников. Однако количество подроста, его состояние, а, следовательно и перспектива дальнейшего роста и развития ценопопуляций подроста *P. nigra* subsp. *pallasiana*, на разных объектах значительно отличаются друг от друга. В связи с чем, в качестве основных объектов наблюдения нами были приняты объекты с наличием процессов естественного возобновления на горельниках урочища Уч-Кош национального парка «Крымский» и урочища Шан-Кая Ялтинского горно-лесного заповедника. По завершении рекогносцировочных исследований на указанных объектах проведены полевые исследования, которые продолжались на протяжении 2019-2025 гг.

В процессе выполнения полевых исследований нами было заложено более 170 учётных площадок размером 1×1 (m^2) по методике П. Грейг-Смита [3] в урочище Уч-Кош и 20 пробных площадей по методике С.С. Пятницкого [15]. В этом случае размер пробных площадей составлял 10×10 (m^2). В урочище Шан-Кая заложено 32 пробных площади по методике С.С. Пятницкого на разном удалении от стен леса и 100 учётных площадок по методике П. Грейг-Смита [3]. При описании подроста использованы следующие биометрические показатели: диаметр растения на высоте груди (см) и на уровне шейки корня (см), высота растения (см), ширина кроны во взаимно противоположных направлениях (см), возраст (лет), оценено жизненное состояние подроста *P. nigra* subsp. *pallasiana* по трёхбалльной шкале на объектах исследования.

После этого полученные данные были обработаны методами математической статистики. На основании биометрической оценки дана характеристика жизненного состояния ценопопуляций подроста *P. nigra* subsp. *pallasiana*, выполнен сравнительный анализ пространственно-возрастной структуры подроста и приведена оценка перспективы их дальнейшего роста и развития.

Результаты исследования. Лесные пожары в сосняках южнобережного

Крыма наблюдаются с определённой периодичностью. Так, например, пики горимости лесов для национального парка «Крымский», Ялтинского горно-лесного природного заповедника и ландшафтного заказника «Мыс Айя» за последние тридцать лет пришлись на периоды 1995–1997, 1999–2002, 2005–2007 гг. [7, 8]. Кроме того, для национального парка «Крымский» исследователи отмечают периоды с большим количеством пожаров в 1962, 1967–1968, 1971, 1982, 2011 гг. [9]. По статистическим данным Ялтинского горно-лесного заповедника, наибольшая площадь лесов, повреждённых огнём, была зафиксирована в 2007 году. Низовым и верховым пожаром в августе 2007 года было уничтожено порядка 1000 га коренных сосняков *P. nigra* subsp. *pallasiana*. В 2009 г на территории заповедника общая площадь лесов пройденных лесным пожаром составила 92,06 га, в 2010–44,53 га, в 2012–302,07 га, в 2018–31,08 га, 2019–26,07 га, 2020–159,07 га. Укажем, что в период 2012 и 2018 гг. лесные пожары в равной мере наблюдались на территории национального парка «Крымский» и Ялтинского горно-лесного природного заповедника

Наиболее значимыми для сосновых лесов ландшафтного заказника «Мыс Айя», являются следствия лесных пожаров 1996 и 2001 гг. (рис. 1). В 1996 гг. лесными пожарами на территории Севастопольского лесоохранничего хозяйства, в границах которого расположен заказник, была охвачена площадь 128 га, в том числе в Чернореченском лесничестве – 60,1 га, верховыми пожарами в том же лесничестве пройдено 40 га лесов. В 2000 и 2001 гг. площадь, повреждённых огнём лесных насаждений на территории Севастопольского лесоохранничего хозяйства составила 127 га. При этом в 2000 году лесными пожарами было пройдено 67 га, а в 2001 году – 60 га лесных насаждений. Нередко лесной пожар, начавшийся с низового типа, переходил в верховой, вследствие чего древостои с доминированием сосны пицундской (*Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba) сильно пострадали. В последующие годы коренные древостои *P. pityusa* были неоднократно пройдены санитарными рубками. Отметим, что пожары 1996–2001 находятся в границах периода с пиками распространения лесных пожаров южнобережного Крыма [7].

Таким образом, характерной чертой для заповедных территорий горно-лесного Крыма, расположенных в центральной и юго-западной части полуострова, является синхронность лесных пожаров во времени (рис. 1).

По вполне очевидным и объективным причинам площади горельников и лесных насаждений, повреждённых огнём и частота возникновения лесных пожаров на территории указанных предприятий могут заметно варьировать. Наиболее вероятными подобной разницы являются наличие и состояние дорожно-транспортной сети заповедных территорий, близость пожарных водоёмов, сложность рельефа, сила ветра, отложенность системы мониторинга предупреждения и распространения лесных пожаров и др. Как следствие, лесной пожар в случае благоприятного стечения указанных факторов может быть быстро локализован. Если же сложный рельеф, отсутствие дорог, удалённость от водоёмов являются критическими факторами, то площадь пожара и его разрушительные последствия будут более значимыми. Тем не менее, син-

Хронность появления лесных пожаров во времени остаётся одной из важных характеристик пирогенной ситуации на южном берегу Крыма.

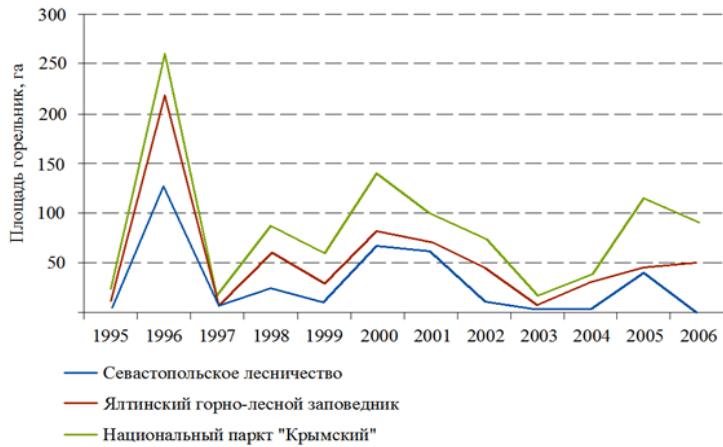


Рисунок 1. Площади горельников Севастопольского лесохозяйственного хозяйства, Ялтинского горнолесного заповедника и Национального парка «Крымский» за период 1996–2006 гг. [7]

После прохождения лесного пожара равновероятны, как минимум два события. Во–первых, это массовое появление самосева под пологом материнских насаждений, пройденных низовым пожаром и за его пределами, там, где лесные насаждения были сильно повреждены огнём. Появившийся самосев со временем переходит в категорию подроста, в результате чего происходит восстановление лесного покрова в полной мере соответствующее условиям лесорастительным условиям. Во втором случае наблюдаются процессы торможения естественного возобновления и площади горельников занимают второстепенные породы.

В качестве подтверждения укажем, что успешное естественное возобновление *P. nigra* subsp. *pallasiana* наблюдалось после пожара 2007 года на территории Ялтинского горнолесного природного заповедника. По оценкам исследователей, лесным пожаром было охвачено 1003 га коренных сосновых лесов, в том числе верховым было уничтожено порядка 300 га девственного леса. Самосев и всходы сосны на площади горельника были зафиксированы в 2008 году, то есть на следующий год после пожара. При этом жизнеспособные особи сосны в первые три года после пожара в значительном количестве наблюдались как под пологом, так и за пределами материнского насаждения. Со временем между подростом сосредоточенным в границах кронового пространства материнских насаждений и расположенного за пределами его влияния наблюдалась значительная разница в комплексе биометрических показателей растений и их жизненном состоянии (табл. 1. 2).

Таблица 1. Биометрическая оценка подроста сосны крымской в границах подкронового пространства материнских насаждений по данным наблюдений 2018 года

Пробная площадь	Высота растений, см	Верхушечный прирост сосны		Тип ценопопуляции подроста
		Текущий	Средний	
1	21,2±1,37	3,7±0,26	4,3±0,02	депрессивное
2	18,1±2,14	3,8±0,41	4,6±0,78	депрессивное
3	38,9±3,76	5,2±0,24	6,7±0,45	депрессивное
4	26,6±3,46	4,6±0,28	6,1±0,70	депрессивное

Снижение роста растений в границах кронового пространства происходило ввиду того, что световой режим материнских насаждений не отвечает био-экологическим особенностям ювенильных растений. Нельзя утверждать, что снижался только лишь верхушечный прирост (табл. 1), заметное торможение роста и развития растений было свойственно всему комплексу наблюдавшихся показателей. На фоне снижения текущего прироста происходит неизбежное ухудшение жизненного состояния растений. В связи с этим, вполне очевиден тот факт, что данная категория растений является крайне неустойчивой. Не менее очевидна и ближайшая перспектива значительного отпада и неизбежной гибели указанной категории растений.

В тоже время за пределами влияния материнских насаждений присутствуют жизнеспособные ценопопуляции подроста сосны крымской. Состояние данной категории растений благонадёжное, перспективное и, очевидно, что со временем данная категория подроста сформирует основу будущего материнского насаждения. По нашим оценкам, подростом сосны крымской такого качества и состояния занято до 70% территории горельника. Густота растений на пробных площадях колеблется от 6,1 до 37,8 тыс. шт./га. В непосредственной близости к стенам лесам плотность ценопопуляций подроста ожидаемо увеличивается в два и более раза. Средняя высота подроста находится в пределах полутора метров, при варьировании от 140,8±2,05 до 174,9±3,19 см, верхушечный прирост колеблется от 20,4±1,04 до 23,1±0,69 см (табл. 2).

Жизненное состояние растений, слагающих ценопопуляцию или же представленное её фрагментами в пространстве горельника – благонадёжное, тип ценопопуляции процветающий. В настоящее время, учитывая средний возраст ценопопуляции, можно утверждать, что это сомкнувшиеся молодняки сосны крымской. Ввиду успешного роста и развития подроста создание лесных культур на горельнике нецелесообразно. Использование процессов естественного возобновления при облесении горельника позволит не только сформировать насаждение по своему составу близкое к коренному и заметно сократить сроки восстановления лесного покрова, но и восстановить утраченное биологическое разнообразие сосновок Ялтинского горно–лесного природного заповедника.

Таблица 2. Фрагмент оценочной характеристики ценопопуляции подроста на объекте исследования по данным наблюдений 2018 года

Пробная площадь	Среднее значение			Количество растений тыс. шт./га
	Возраст, лет	Высота, см	Прирост, см	
5	10,6±0,21	140,8±2,05	20,4±1,04	38
6	9,9±0,20	174,9±3,19	23,1±0,69	17

Несколько иное состояние подроста сосны наблюдается на втором опытном объекте, расположенному на горельниках уроцища Уч-Кош национального парка «Крымский». Здесь низовой пожар был зафиксирован, как минимум, дважды, а, именно, в 2012 и 2018 годах. Дата последнего по времени прохождения лесного пожара 11–13 августа 2018 года. Огнём были пройдены спелые и перестойные чернососновые леса с доминированием *P. nigra* subsp. *pallasiana* 263, 262, 259 и 269 кварталов Ялтинского инспекционного отделения общей площадью 108 га. Лесной пожар в равной мере распространялся вверх и вниз по склонам ущелья, что привело к охвату огнём значительной территории уроцища. До прохождения лесного пожара под пологом материнских насаждений присутствовало большое количество подроста (1,0–4,0 тыс. шт./га), возраст которого достигал, по оценкам исследователей 30–40 лет. В результате пожара указанная категория подроста сохранилась лишь частично и за пределами горельника 2018 года. Данные биометрической оценки подроста с доминантой возрастного спектра 2012 года приведены в таблице 3.

Таблица 3. Биометрическая оценка подроста с возрастной доминантой 2012 г. по результатам наблюдения 2023–2024 гг.

Показатель	Среднее значение	Асимметрия	Эксцесс	Точность опыта, %
Высота, см	30,5±0,99	0,459	-0,161	3,26
Диаметр шейки корня	5,3±0,26	1,011	0,915	4,91
Текущий прирост, см	5,9±0,22	0,497	-0,204	3,67
Количество тыс. шт./га	23,6			

Подрост *P. nigra* subsp. *pallasiana* распространён вдоль существующего водотока, то есть там, где лесной пожар 2018 года его не затронул. Характерная черта пространственной структуры подроста – выраженное групповое размещение подроста Средняя высота данной категории на 2023 год составляет 30,5±0,99 см. Обращает на себя внимание тот факт, что прирост верхушечной оси растений также нельзя назвать высоким. Согласно полученным данным, он не превышает шестисантиметровой отметки (5,9±0,22 см). То есть, можно с уверенностью сказать, что данная категория растений находится в стадии устойчивого равновесия. С определённой степенью условности данную категорию подроста нельзя однозначно признать перспективной. Она лишь свидетельствует о том, что популяционный всплеск пришёлся на 2012 г. Не менее, вероятно, что итогом популяционного всплеска было повсеместное распространение подроста указанной генерации под пологом материнских насажде-

ний. Однако в результате лесного пожара 2018 года большая часть ценопопуляции подроста была уничтожена огнём.

Поскольку площадь лесов, пройденная огнём в 2018 году, была достаточно большой (108 га), то вероятно с момента прохождения лесного пожара стоило ожидать всплеска естественного возобновления и формирования жизнеспособных ценопопуляции подроста, по меньшей мере, в границах разрывов в пологе материнских насаждений. В связи с этим, нами была сформирована сеть учётных пробных площадок в количестве 105 шт. и выполнено описание растений. Исследованиями установлено, что на территории горельника существует подрост *P. nigra* subsp. *pallasiana*, который появился в 2023 году. Биометрическая оценка подроста приведена в таблице 4.

Таблица 4. Биометрическая оценка подроста *P. nigra* subsp. *Pallasiana* на горельнике 2018 года, по результатам наблюдения 2023–2024 гг.

Показатель	Среднее значение	Асимметрия	Эксцесс	Точность опыта, %
Высота, см	5,7±0,22	4,55	39,36	3,86
Дата появления, год	2023±1 г.			
Количество тыс. шт./га	14,7			

Сравнительно точная датировка появления указанной категории подроста сосны крымской объясняется тем, что на существующих растениях существует хвоя сосны первого года и менее развитая хвоя второго года. Также отсутствует первая мутовка, которая появляется у растений на третий год. То есть данная генерация была сформирована в большинстве своём в 2023 году. Количество подроста незначительно и по нашим данным составляет 14,7 тыс. шт./га, жизненное состояние ценопопуляции подроста *P. nigra* subsp. *pallasiana* следует отнести к категории устойчивого типа. С течением времени следует ожидать значительного отпада ввиду того, что территория горельника задернена злаковыми и злаково–степными видами. Доминирующая роль в процессах задернения принадлежит эндемичному виду горного Крыма пырею щетинистому (*Elytrigia strigosa* (M.Bieb.) Nevski). Опираясь на исследования по взаимному влиянию растений друг на друга, а также на многочисленные результаты аллелопатических исследований, можно предположить, что в ближайшее время ввиду негативного воздействия пырея щетинистого данная категория самосева и подроста сосны крымской практически полностью погибнет.

Повторные замеры на объекте исследования, выполненные нами в течении весны 2025 года показали заметное снижение текущего прироста растений по высоте (табл. 5). данное утверждения в равной мере касается растений, которые появились в 2012 году, а также растений с возрастной доминантой 2023 года. Полученные нами данные представлены в таблице 5 и таблице 6.

Таблица 5. Биометрическая оценка подроста с возрастной доминантой 2012 г. по итогам наблюдения 2023–2024 гг. и 2025 г.

Показатель	Среднее значение	Точность опыта, %	Асимметрия	Эксцесс	Количество тыс. шт./га
Наблюдения 2023–2024 гг.					
Высота, см	30,5±0,99	3,26	0,459	-0,161	23,6
Диаметр шейки корня	5,3±0,26	4,91	1,011	0,915	23,6
Прирост, см	5,9±0,22	3,67	0,497	-0,204	23,6
Наблюдения 2025 гг.					
Высота, см	31,7±1,24	3,9	0,686	0,832	7,0
Диаметр шейки корня	6,4±0,27	4,3	0,302	-0,765	7,0–23,6
Прирост, см	2,4±0,29	12,3	3,542	0,832	7,0–23,6

Анализируя полученные данные, следует отметить, что средняя высота растений за прошедший год изменилась лишь на 1,2 см, средний прирост по высоте снизился на 3,5 см. Диаметр растений на уровне шейки корня увеличился на 1,1 см. В целом, если оценивать разницу по средней высоте растений ($31,7 - 30,5 = 1,2$ см), то эта величина будет статистически недостоверна $t_{0,5} = 0,783$. То есть в 95% случаев разницы по высоте растений не установлена. Аналогичные заключения можно сделать по изменению диаметра шейки корня. Укажем, что прирост по высоте по сравнению с предыдущими наблюдениями снизился в 2,46 раза. Выполненные нами наблюдения показывают, что 82% растений утратили боковые ветви, образующие мутовки. Также, согласно полученным данным, наметилась тенденция сокращения количества растений на единице площади (7–23,6 тыс. шт./га). Однако этот процесс не повсеместный, поэтому мы можем говорить лишь о наметившейся тенденции.

Ещё более заметные изменения произошли на втором опытном объекте, где заметно сократилась плотность ценопопуляции *P. nigra* subsp. *pallasiana* и отчётливо прослеживаются процессы деградации данного фрагмента ценопопуляции подроста. По итогу наших наблюдений, количество пустых площадок составило 82% от общего их числа. Результаты повторной биометрической оценки и сравнение полученных данных приведены в следующей таблице (табл. 6).

Таблица 6. Сравнительная биометрическая оценка подроста *P. nigra* subsp. *pallasiana* на горельнике урочища Уч-кош, пройденном низовым пожаром 2018 года по данным 2023 и 2025 гг. наблюдения

Показатель	Среднее значение	Точность опыта, %	Асимметрия	Эксцесс
Наблюдения 2023–2024 гг.				
Высота, см	5,7±0,22	3,86	4,548	3,93
Возраст, лет		5±1 г		
Количество тыс. шт./га		14,7		
Наблюдения 2025 гг.				
Высота, см	7,8±0,48	6,2	-0,295	0,09
Прирост, см	1,3±0,14	10,8	1,531	–
Возраст, лет		10±1 г		
Количество тыс. шт./га		5,0		

Полученные нами данные позволяют утверждать, что количество подроста снизилось в 2,9 раза (5 тыс. шт./га). То есть темпы сокращения численности подроста весьма значительные при очень низком показателе прироста растений по высоте. Кказанному следует добавить, что при выполнении исследований известные зависимости между высотой и диаметром растений на высоте груди нельзя назвать строгими ($R^2=0,3092$).

Зависимость между высотой и приростом растения по высоте не установлена. То есть связь между данными показателями не выражена в случае затухания роста подроста. В тоже время катастрофическое, на наш взгляд, снижение плотности ценопопуляции говорит о том, что данные условия или экологическая ниша не соответствует биоэкологическим свойствам сосны крымской.

Опираясь на полученные данные, можно сделать заключение о том, что численность подроста на данном объекте в течение сравнительно короткого времени снизилась практически в 3 раза. Если темпы снижения плотности растений останутся такими же, то в ближайшие два-три года на территории данного опытного объекта останется незначительное число растений с низким уровнем жизненного состояния. Исходя из полученных данных, можно предположить, что темпы гибели подроста в данном случае будут нарастать. При наличии и даже активизации процессов плодоношения материнских насаждений ожидать всплеска естественного возобновления не приходится по той причине, что задернение злаковой и злаково-степной растительностью и, прежде всего, пыреем щетинистым (*Elytrigia strigosa* (M. Bieb.) Nevski) будет нарастать с каждым годом. Таким образом, основной причиной, оказывающей негативное влияние на естественное восстановление *P. nigra* subsp. *Pallasiana*, является отсутствие экологической ниши, которая бы соответствовала данному процессу.

Выводы. Результаты наших исследований позволяют выдвинуть предположение о том, что лесные пожары в сосновках южнобережного Крыма наблюдаются с определённой периодичностью. Характерной чертой для заповедных территорий горно-лесного Крыма, расположенных в центральной и юго-западной части полуострова, является синхронность лесных пожаров во времени.

После прохождения лесного пожара равновероятны, как минимум два события. Во-первых, это массовое появление самосева под пологом материнских насаждений, пройденных низовым пожаром и за его пределами, там, где лесные насаждения были сильно повреждены огнём. Появившийся самосев со временем переходит в категорию подроста, в результате чего происходит восстановление лесного покрова в полной мере соответствующее условиям лесорастительным условиям. Во втором случае наблюдаются процессы торможения естественного возобновления. В результате процессов экологического замещения площади горельников нередко занимают второстепенные сопутствующие породы.

Успешная реализация репродуктивного потенциала сосновок *P. nigra* subsp. *pallasiana* в категорию самосева, а со временем и подроста наблюдается в том случае, когда за прохождением лесного пожара следует год обильного семяношения, то есть, когда создаются оптимальные условия для популяционного всплеска сосны крымской. В том случае, когда между датой прохождения

лесного пожара и плодоношением материнских насаждений наблюдается значительный временной разрыв (2–3 года и более), создаются условия, направленные на затухание процессов естественного возобновления *P. nigra* subsp. *pallasiana* и её замещения видами экологическими аналогами. Безусловно, что между крайними вариантами развития указанных событий возможны переходные варианты, когда в процессе реализации репродуктивного потенциала сняков в категорию самосева и подроста сохраняются незначительные по площади фрагменты ценопопуляций подроста. Такие фрагменты ценопопуляций выполняют функцию потенциального резерва, способного на определённом временном этапе заменить часть повреждённого материнского насаждения.

Список использованных источников

1. Вакуров А. Д. Лесные пожары на Севере. – Москва: Наука, 1975. – 100 с.
2. Врадий Н. И. Пристепные боры Украины и способы создания в них лесных культур: дис. ... канд. с-х. наук. – Харьков, 1961. – 365 с.
3. Грейг–Смит, П. Количественная экология растений / П. Грейг–Смит. – М.: Мир, – 1967. – 358 с.
4. Ена В.Г., Ена Ал. В., Ена Ан. В. Заповедные ландшафты Тавриды. – Симферополь: Бизнес–Информ, 2013. – 428 с.
5. Жигунов А.В. Массовое усыхание лесов на Северо–Западе России / А.В. Жигунов, Т.А. Семакова, Д.А. Шабунин // Материалы научной конференции, посвященной 50–летию Института леса Карельского научного центра РАН. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. – С. 42–52.
6. Замолодчиков Д. Влияние изменений климата на леса России: зафиксированные воздействия и прогнозные оценки / Д. Замолодчиков // Устойчивое лесопользование. – 2016. – № 4 (48) – С. 23–31.
7. Коба В.П. Возобновление сосны пицундской (*Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba) на заповедных территориях Горного Крыма / В.П. Коба, А.Н.

References:

1. Vakurov A. D. Forest fires in the North. – Moscow: Nauka, 1975. – 100 P.
2. Vradiy N. I. Steppe pine forests of Ukraine and methods of creating forest cultures in them: diss. ... cand. of agricult. sci. – Kharkov, 1961. – 365 p.
3. Greig-Smith P. Quantitative plant ecology / P. Greig-Smith. – M.: Mir, 1967. – 358 p.
4. Yena V.G., Yena Al. V., Yena An. V. Reserved landscapes of Taurida. – Simferopol: Business–Inform, 2013. – 428 p.
5. Zhigunov A. V. Mass drying up of forests in the North–West of Russia / A. V. Zhigunov, T.A. Semakova, D. A. Shabunin // Proceedings of the scientific conference dedicated to the 50th anniversary of the Forest Institute of the Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. Petrozavodsk: KarSCRAS, 2007. – P. 42–52.
6. Zamolodchikov D. The impact of climate change on Russian forests: recorded impacts and predictive estimates / D. Zamolodchikov // Sustainable forest usage. – 2016. – № 4 (48) – P. 23–31.
7. Koba V.P. Regeneration of Pitsunda pine (*Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba) in the protected areas

- Салтыков, Н.А. Макаров, О.О. Коренькова //Лесной вестник. – 2023. Т. 27 – № 3.– С. 26–35.
8. Коба В. П. Особенности восстановления древостоев сосны крымской в постпирогенный период / В.П. Коба // Экосистемы, 2017. – Вып. 11. – С. 10–13.
9. Левченко, К. В. Факторы горимости и послепожарные изменения в горных лесах Крымского заповедника / К. В. Левченко, С. М. Матвеев // Лесотехнический журнал. – 2017. – Т. 4. – С. 91–100.
10. Левчук О.И. Особенности санитарного состояния насаждений сосны крымской искусственного происхождения в Крыму /О.И. Левчук // Сборник научных трудов ГНБС. – 2018. – Т.147. – С. 46–47.
- 11.Лекявицус Э. Биологическое разнообразие – зачем и почему? Поиски функционального объяснения/ Э. Лекявицус// Журнал общей биологии. – 2018. Т. 79 – №3. – С. 201–220.
12. Лукина Н.В. и др. Биоразнообразие и климаторегулирующие функции лесов: актуальные вопросы и перспективы исследований /Н.В. Лукина, А.П. Гераськина, А.В. Горнов, Н.Е. Шевченко, А.В. Куприн, Т.И. Чернов, В.Н. Шанин, А.И. Кузнецова, Д.Н. Тебенькова, М.В. Горнова // Вопросы лесной науки.– 2020. Т. 3– №4. – С. 1–90.
13. Любарский Г.Ю. Рамочная концепция теории биологического разнообразия /Г.Ю.Любарский// Зоологические исследования.– 2011. – №10. – С. 1–45.
14. Одум Ю. Экология. В 2-х тт. - Москва: Мир. 1986. - Т.1 - 328 с., Т. 2-376 с.
15. Пятницкий С. С. Методика ис-
- of Crimean Mountains /V.P. Koba, A.N. Saltykov, N.A. Makarov, O.O. Koren'kova // Forest Bulletin. – 2023. – Vol. 27, No. 3. – P. 26-35.
8. Koba V. P. Features of restoration of Crimean pine stands in the post-pyrogenetic period // Ekosystemy, 2017. – Is. 11. – P. 10–13.
9. Levchenko K. V. Factors of flammability and post-fire changes in mountain forests of the Crimean Nature Reserve / K. V. Levchenko, S. M. Matveev // Forestry Engineering Journal. – 2017. – Vol. 4. – P. 91–100.
10. Levchuk O. I. Features of the sanitary condition of plantations of Crimean pine of artificial origin in the Crimea. / O. I. Levchuk // Proceedings of scientific works of SNBG. – 2018.– Vol. 147.– P. 46–47.
11. Lekyavichus E. Biological diversity – why and for what reason? Search for a functional explanation / E. Lekyavichus // Journal of General Biology. – 2018. Vol. 79, No. 3. – P. 201–220.
12. Lukina N. V. et al. Biodiversity and climate-regulating functions of forests: current issues and research prospects / N.V. Lukina, A.P. Geraskina, A.V. Gornov, N.E. Shevchenko, A.V. Kuprin, T.I. Chernov, V.N. Shanin, A.I. Kuznetsova, D.N. Tebenkova, M.V. Gornova // Issues of Forest Science. – 2020. Vol. 3 – No. 4. – P. 1–90.
13. Lyubarsky G. Yu. Framework concept of the theory of biological diversity / G. Yu. Lyubarsky// Zoological research. – 2011. – No. 10. – P. 1–45.
14. Odum Yu. Ecology. In 2 vols. – Moscow: Mir. 1986. – Vol. 1. – 328 p. – Vol. 2. – 376 p.

- следований естественного семенного возобновления в лесах левобережной Лесостепи Украины. – Харьков, 1959. – 26 с.
16. Роговой В.И. К вопросу о состоянии насаждений сосны крымской в условиях Крыма / В.И. Роговой, И.А. Трофименко, Ю.П. Швец // I научная конференция профессорско–преподавательского состава, аспирантов, студентов и молодых учёных.– Симферополь, 2015. – С. 5–6.
17. Салтыков А. Н. Структурно–функциональные особенности естественного возобновления придонецких боров. – Симферополь: И Т «Ариал», – 2019. – 361 с.
18. Салтыков А.Н. Современное состояние насаждений сосны Крымской (*Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) holmboe) на северном макросклоне Крымских гор / А.Н. Салтыков, В.И. Роговой, В.Л. Ярыш //Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2023. – № 33 (196). – С. 17–34.
19. Санников С. Н., Санникова Н. С., Кочубей А. А., Петрова И. В. Естественное возобновление сосны на гарях в лесостепи Западной Сибири // Сибирский лесной журнал. 2019. - № 5. - С. 22-29.
20. Санников С.Н. Экология естественного возобновления сосны под пологом леса/ С.Н. Санников, Н.С. Санникова. – М.: Наука, 1985. – 152 с.
21. Ткаченко М. Е. Общее лесоводство / [ред. И. С. Мелехов]. – Москва; Ленинград: Гослесбумиздат, 1955. – 600 с.
22. Тюрин А.В. Основы хозяйства в сосновых лесах.– Москва; Ленинград: Гослесбумиздат, 1952. – 112 с.
15. Pyatnitsky S.S. A method of research of natural seed reafforestation in forests в лесах left–bank Forest Steppe of the Ukraine. – Kharkov, 1959. – 26 p.
16. Rogovoy V. I. To the question of the state of plantations of the Crimean pine in the Crimean conditions / V.I. Rogovoy, I. A. Trofimenko, Yu. P. Shvets // I scientific conference of teaching stuff, graduate students, students and young scientists. – Simferopol, 2015. – P. 5–6.
17. Saltykov A. N. Structural and functional features of the natural renewal of the Pridonetskiye forests / A. N. Saltykov. – Simferopol: IT "Arial" – 2019. – 361 p.
18. Saltykov A. N. Today's statement of the stands of Austrian Pine (*Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *Pallasiana* (Lamb.) Holmboe) on the Northern macroslope of the Crimean Mountains / A. N. Saltykov, V. I. Rogovoy, V. L. Yarysh // Transactions of Taurida Agricultural Science. – 2003. – № 33 (196). – P. 17–33.
19. Sannikov S. N., Sannikova N. S. Ecology of natural regeneration of pine under forest canopy. – Moscow: Nauka, 1985. – 152 p.
20. Tkachenko M. E. General forestry / I. S. Melekhov (ed.). – Moscow; Leningrad: Goslesbumizdat, 1955. – 600 p.
21. Tyurin A. V. Fundamentals of management in pine forests. – Moscow; Leningrad: Goslesbumizdat, 1952. – 112 p.

Сведения об авторах:

Салтыков Андрей Николаевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой лесного дела и садово–паркового строительства Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», e-mail saltykov.andrey.1959@mail.ru 295492, РФ, Республика Крым, Симферополь, Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», корп. 1, каб. 234.

Мурзаханов Артур Рахимжанович – директор ФГБУ «Объединённая дирекция особо охраняемых природных территорий «Заповедный Крым», e-mail artur.murzohanov@yandex.ru 298651, Республика Крым г. Ялта пгт Советское Долосское шоссе д. 2

Логинов А. О. – магистрант кафедры лесного дела и садово–паркового строительства Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», e-mail alan-loginov97@mail.ru

Information about the authors:

Saltykov Andrey Nikolaevich – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Forestry and Landscape Construction at the Institute "Agrotechnological Academy" at the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", e-mail saltykov.andrey.1959@mail.ru 295492, Republic of Crimea, Simferopol, Agrarnoye, Institute "Agrotechnological Academy" at the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", building 1, room 234.

Arthur Rakhimzhanovich Murzakhanov – acting director of the FSBI "United Direction of the Specially Protected Natural Territories "Reserved Crimea", e-mail: artur.murzohanov@yandex.ru Republic of Crimea, Yalta, Sovetskoye settlement, Doloskoye Road, 2.

Alan Olegovich Loginov – Master's student of the Department of Forestry and Landscape Construction at the Institute "Agrotechnological Academy" at the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", e-mail alan-loginov97@mail.ru

УДК 631.67:551.58

**ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО
ИСКУССТВЕННОГО
УВЛАЖНЕНИЯ И РАЗНЫХ
СПОСОБОВ ПОЛИВА НА
АГРОФИЗИЧЕСКИЕ
ПОКАЗАТЕЛИ
ТЕМНО-КАШТАНОВОЙ ПОЧВЫ
В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО
ПРИЧЕРНОМОРЬЯ**

**INFLUENCE OF LONG-TERM
ARTIFICIAL MOISTURIZATION
AND VARIOUS WATERING
METHODS ON AGROPHYSICAL
INDICATORS OF DARK
CHESTNUT
SOIL IN THE CONDITIONS OF
THE NORTHERN
BLACK SEA REGION**

Адамен Ф. Ф., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик НААН, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – национальный научный центр РАН»;
Коковихин С. В., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»;
Сташкина А. Ф., кандидат сельскохозяйственных наук, «Карадагская научная станция им. Т. И. Вяземского — природный заповедник РАН».

Adamen F. F., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Sciences, FSBI S "Order of the Red Banner of Labor Nikitsky Botanical Garden - National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences";

Kokovikhin S. V., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, FSBEI HE "Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin";

Stashkina A.F., Candidate of Agricultural Sciences, «Karadag Scientific Station named after T. I. Vyazemsky — RAS Nature Reserve».

В статье приведены результаты исследований по изучению влияния орошения слабоминерализованными водами разными способами полива. Установлено, что при длительном орошении происходит накопление легкорастворимых солей в метровом слое почвы и развиваются процессы вторичного осолонцевания. Солевой режим орошаемой почвы в многолетней динамике производится по типу сезонно-оборотного. Орошение и удобрения оказывают положительное влияние на гумусное состояние тем-

The article presents the results of studies on the effect of irrigation with low-mineralized waters using different irrigation methods. It has been established that long-term irrigation causes accumulation of easily soluble salts in the meter-thick soil layer and development of secondary alkalinization processes. The salt regime of irrigated soil in long-term dynamics is carried out according to the seasonal-rotation type. Irrigation and fertilizers have a positive effect on the humus state of dark chestnut soil. The use of mineral

но-каштановой почвы. Применение минеральных удобрений несколько замедляет интенсивность деградационных процессов, но направление их не изменяет. Несмотря на негативное влияние минерализованных вод на отдельные показатели плодородия почвы, урожайность зерна озимой пшеницы и наибольшее накопление солей наблюдается при более высоких оросительных нормах при поливе по бороздам и микродождевании. Рост содержания солей происходит в основном за счёт токсичных хлоридов натрия. При стационарном локальном орошении (микродождевание, капельное орошение) не происходит систематического нарастания солей в верхнем слое почвы (0-30 см) из-за сезонно-оборотного типа солевого режима. Капельное орошение приводит к наименьшему накоплению солей, но даже оно вызывает увеличение содержания легкорастворимых солей в метровом слое почвы при длительном использовании. Таким образом, выбор способа полива (капельного орошения) может снизить уровень засоления, но не устраняет проблему полностью, что подчёркивают необходимость разработки и внедрения мер по управлению водными ресурсами и почвенным плодородием в орошаемом земледелии, включая выбор качественных источников воды, способов полива, нормирования удобрений и применения комплекса мероприятий по улучшению структуры почвы.

Ключевые слова: почва, орошение, агрофизические показатели, микроорошение, капельное орошение, полив по бороздам.

fertilizers somewhat slows down the intensity of degradation processes, but does not change their direction. Despite the negative effect of mineralized waters on individual indicators of soil fertility, the yield of winter wheat grain at the greatest accumulation of salts is observed at higher irrigation rates during furrow irrigation and microsprinkling. The increase in salt content occurs mainly due to toxic sodium chlorides. With stationary local irrigation (micro-sprinkler irrigation, drip irrigation) there is no systematic build-up of salts in the upper soil layer (0-30 cm) due to the seasonally rotating type of salt regime. Drip irrigation leads to the lowest accumulation of salts, but even it causes an increase in the content of easily soluble salts in the meter-thick soil layer with long-term use. Thus, the choice of irrigation method (drip irrigation) can reduce the level of salinization, but does not eliminate the problem completely, which emphasizes the need to develop and implement measures to manage water resources and soil fertility in irrigated agriculture, including the choice of high-quality water sources, irrigation methods, fertilizer standardization and the use of a set of measures to improve the soil structure.

Key words: soil, irrigation, agrophysical indicators, micro-irrigation, drip irrigation, furrow irrigation.

Введение. В условиях Северного Причерноморья, которое относится к зоне рискованного земледелия при критическом дефиците влаги и экстремально высоких температур, гидротермический коэффициент колеблется в пределах 0,6-0,7, а коэффициент природного увлажнения едва достигает 0,4, орошение выступает как главный фактор интенсификации сельскохозяйственного производства. Однако, несмотря на очевидную необходимость в искусственном увлажнении, орошение представляет собой один из наиболее мощных антропогенных факторов, оказывающих существенное воздействие на почву и нарушающих её естественное равновесие. Вносимая дополнительная влага кардинально трансформирует характер и направление почвенных процессов, запуская цепь изменений, которые требуют детального изучения [1, 2, 3, 4, 5]. Понимание этих изменений, выявление их закономерностей и прогнозирование последствий – это критически важная и на данный момент недостаточно изученная задача для устойчивого развития современного орошаемого земледелия. Без глубокого понимания влияния орошения на почвенные процессы невозможно обеспечить долгосрочную продуктивность сельскохозяйственных угодий и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду. Таким образом, определение и анализ этих воздействий является актуальной научной и практической проблемой, требующей пристального внимания и комплексного подхода [6, 7, 8, 9].

Темно-каштановые почвы, типичные для Северного Причерноморья, характеризуются естественной, генетически обусловленной уязвимостью к возрастающему антропогенному давлению. Эта уязвимость проявляется в их низкой устойчивости к деградационным процессам, которые усугубляются в результате изменений в химическом составе почвенного раствора, а также под воздействием вторичного осолонцевания и других неблагоприятных явлений. В контексте орошаемого земледелия, развитие негативных почвенных процессов особенно остро выражено. Основной причиной этого является использование для полива воды, характеризующейся дисбалансом между одновалентными (например, натрий) и двухвалентными (например, кальций, магний) катионами, а также повышенной общей минерализацией [10, 11, 12, 13]. Такое качество поливной воды оказывает негативное воздействие на структуру почвы и её плодородие. Более того, на характер почвообразовательных процессов значительное влияние оказывают и применяемые агротехнические методы, в том числе технологии выращивания различных сельскохозяйственных культур. Нерациональное использование удобрений, неправильная обработка почвы и выбор неподходящих культур могут ускорить деградацию почв [14, 15, 16, 17, 18].

В последние десятилетия в засушливом регионе Северного Причерноморья наблюдается значительный рост популярности локальных систем орошения, таких как микродождевание и капельное орошение [19, 20, 21, 22, 23]. Эти системы, несмотря на свою эффективность в подаче воды непосредственно к растениям, требуют особенно тщательного мониторинга и контроля за влажностью почвы в активном слое, чтобы избежать переувлажнения, засоления и других негативных последствий, связанных с изменением водного режима

почвы. Недостаточный контроль может нивелировать все преимущества этих передовых методов орошения, применение эколого-мелиоративных мероприятий и привести к ухудшению состояния почв [24, 25, 26, 27].

Материал и методы исследований. Целью исследовательской работы было определение характера и направления изменений свойств темно-каштановой почвы, закономерностей этих изменений под влиянием длительного орошения и удобрений.

Исследования проводились в зоне действия Ингулецкой орошающей системы на землях экспериментальной базы Института орошающего земледелия на протяжении 2016-2020 гг. в стационарном опыте, заложенном в 1971 году на темно-каштановой среднесуглинистой почве. Опыт проводится со следующим чередованием культур: люцерна 3-х лет использования, озимая пшеница, кукуруза на зерно, кукуруза на силос, озимая пшеница. Агротехника выращивания культур севооборота общепринята для данной агроклиматической зоны. Минеральные удобрения вносили под основную обработку почвы. Поливы производили дождевальной машиной ДДА-100 МА. Кроме того, в отдельном полевом опыте исследовали особенности развития основных почвенных процессов при выращивании люцерны в зависимости от способов полива слабоминерализованными водами по следующей схеме: без орошения (контроль); микродождевание; капельное орошение; полив по бородам. Закладка полевых опытов и их выполнение проводились в соответствии с общепринятыми методиками опытного дела в орошающем земледелии [28]. Анализ ионно-солевого состава водной вытяжки почвы определяли по методу Гедройца, содержание гумуса – по Тюрину, обменный натрий – в вытяжке 1% уксусно-кислого аммония, пламенно-фотометрически, обменные кальций и магний – по ГОСТ 26487-85 [29, 30].

Результаты и обсуждения. Исследования в стационарном опыте закономерностей показали, что антропогенная нагрузка за счёт внесения минеральных удобрений и пятидесятилетнего орошения водой Ингулецкого канала с неблагоприятным отношением одно- и двухвалентных катионов приводит к ухудшению его эколого-почвенно-мелиоративных показателей. Твёрдая фаза почвы – гетерогенная полидисперсная система, состоящая из частиц разного размера – от молекулы до больших механических элементов: ила, пыли, песка и камней. Их относительное содержание определяет гранулометрический состав почвы. В естественных условиях гранулометрический состав – достаточно устойчивая организация твердой фазы почвы. Но по определенным причинам, и в первую очередь антропогенным факторам, она может изменяться.

В исследованиях темно-каштановая остаточно солонцеватая почва (вариант без орошения) относился к крупнопылеватым среднесуглинистым сложениям. В пахотном слое (0-30 см) преобладают фракции крупной пыли (36,4%) и ила (фракция <0,001 мм) – 22,98 (таблица 1).

Таблица 1. Влияние длительного орошения на гранулометрический и микроагрегатный состав темно-каштановой почвы, %

Слой почвы, см	Размер фракций, мм						
	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	<0,01
Неорошающая почва							
0-30	0,25	22,72	36,04	7,96	10,05	22,98	40,99
	0,81	33,60	49,49	7,60	6,90	1,61	16,11
30-50	0,16	23,07	33,78	8,03	9,55	25,41	42,99
	0,40	29,91	55,18	8,05	4,15	1,90	14,10
50-70	0,14	19,72	31,04	8,26	10,32	30,52	49,10
	0,83	21,05	57,90	7,35	10,95	1,92	20,22
70-100	0,16	19,80	33,32	7,60	9,40	29,72	46,72
	1,42	25,25	52,40	7,48	12,00	1,45	20,93
Орошающая почва							
0-30	0,14	22,14	31,49	6,25	11,83	28,15	46,23
	0,97	27,95	48,33	9,55	9,75	3,45	20,75
30-50	0,12	23,53	29,84	5,45	10,98	30,08	46,51
	0,39	25,51	54,50	9,16	6,93	3,51	19,60
50-70	0,12	20,68	29,24	7,84	10,92	31,20	49,96
	1,14	20,80	54,41	9,60	11,15	2,90	23,65
70-100	0,13	18,63	26,16	6,88	12,36	35,84	55,08
	1,40	23,15	51,39	8,80	12,25	3,01	24,06

Примечание: числитель – гранулометрический состав, знаменатель – микроагрегатный состав

Наблюдалось заметное перераспределение илистых фракций между слоями почвы 0-30 и 30-50 см, что указывает на морфологическую солонцеватость почвы. Разница в содержании фракций менее 0,001 мм между этими генетическими горизонтами составляла 2,43%. Сравнение гранулометрического состава показывает увеличение в орошающей почве содержания ила и уменьшение крупной пыли (фракция 0,05-0,01 мм) при тенденции роста в гумусово-элювиальном и верхнем переходном горизонтах физической глины (сумма фракций менее 0,01 мм), что является следствием интенсивности минералов. Оглеение профиля почвы сопровождалось тенденцией к утяжелению их гранулометрического состава.

Следует отметить, что утяжеление гранулометрического состава имело место в верхнем гумусово-элювиальном горизонте. В этом горизонте наблюдается два процесса: с одной стороны, миграция части ила в пептизированном состоянии вниз по профилю, а с другой – образование механических элементов размером менее 0,0001 мм под влиянием химических составляющих поливной воды. Использовавшаяся оросительная вода в своём составе содержала до 70% натрия от суммы катионов. Ионы натрия в почвенном растворе не только пептизируют коллоиды, но и диспергируют элементарные грунтовые частицы, которые фиксируются гранулометрическим анализом.

Определение микроагрегатного состава почвы показали, что в результате орошения в почве разрушается микроструктура, сопровождающаяся увеличением содержания активного ила в профиле.

В орошающей почве преобладали микроагрегаты размером 0,01-1,05 мм, где в пахотном слое их содержание составляло 49,49%, постепенно вниз по грунтовому профилю их количество увеличивалось и достигло максимума (57,90%) в слое 50-70 см.

В результате орошения слабо минерализованными водами происходило разрушение микроагрегатов размером 0,25-0,05 мм по всему грунтовому профилю (0-100 см) и увеличение фракций 0,05-0,01 мм и <0,001 мм.

Содержание активного ила в метровом слое орошающего варианта находилось в пределах 1,45-1,92%, под влиянием длительного орошения его количество увеличивалось до 2,90-3,51%, что было одной из причин ухудшения микроструктуры почвы.

Интерпретацию полученных данных микроагрегатного и гранулометрического анализа проводили по характеризующим показателям с одной стороны, распределение частиц в целом для каждого отдельного вида анализа, а с другой – отклонения в распределении их по размерам двух сопряжённых видов анализа (таблица 2).

Таблица 2. Оценка гранулометрического и микроагрегатного состава темно-каштановой почвы

Слой почвы, см	Содержание частиц по составу, %				Коэффициент поглощения по Крулайннику (К _a)	Показатели дезагрегации по Гоголеву-Познякову (П _a)	Фактор, %	Степень агрегированности, %				
	грануло-метрических		микроагрегатных									
	0,001 мм	0,01 мм	<0,001 мм	<0,01 мм								
Неорошающая почва												
0-30	22,98	40,99	1,61	16,11	0,88	-	7,00	93,0	33,2	14,8		
30-50	25,41	42,99	1,90	14,10	0,92	-	7,48	92,5	23,4	10,1		
50-70	30,52	49,10	1,92	20,22	0,97	-	6,29	93,7	9,2	10,2		
70-100	29,72	46,72	1,45	20,93	1,00	-	4,88	95,1	25,1	9,1		
Орошающая почва												
0-30	28,15	46,23	3,45	20,75	1,09	214	12,26	87,7	22,9	9,3		
30-50	30,08	46,51	3,51	19,60	1,16	185	11,67	88,3	8,7	3,0		
50-70	31,20	49,96	2,90	23,65	1,13	151	9,29	97,6	5,2	1,5		
70-100	35,84	55,08	3,01	24,06	1,16	207	8,40	91,6	23,9	7,7		

Сопряженный анализ данных микроагрегатного и гранулометрического состава темно-каштанового грунта показал, что при орошении в пахотном слое фактор дисперсности по Качинскому вырос в 1,7 раза (от 7,00 до 12,26%), а фактор структурности по Фагелеру снизился в 1,1 раза (от 93 Гоголевым-Позняком составлял 214%, степень агрегированности по Бейверу-Роадесу снижалась в

1,4 раза (от 33,2 до 22,9%), то есть прошло снижение прочности микроструктуры и потенциальной способности почвы к оструктурению. Аналогичный процесс наблюдался почти по всему грунтовому профилю.

Структурно-агрегатное состояние является одним из главных факторов, определяющих плодородие почвы, степень его окультуривания в процессе сельскохозяйственного использования.

В нашем опыте орошение ингuleцкой водой повышенной минерализации сказывалось на структурно-агрегатном составе, соотношении агрегатов разных размеров и их водостойкости темно-каштановой почвы (таблица 3).

Таблица 3. Влияние длительного орошения на качественный состав структурности темно-каштановой почвы (слой почвы 0-30 см)

Агрегатность почвы, сумма агрегатов >0,25 мм, %	Распылённость почвы, сумма агрегатов < 0,25 мм, %	Комковатость почвы, сумма агрегатов, %		Мелкие фракции почвы, сумма агрегатов 0,25-1,0 мм, %	Агрономически фракции, сумма агрегатов 0,25-10 мм, %	Наиболее агрономически ценные фракции		Коэффициент структурности	Коэффициент водостойкости
		>10 мм	>5 мм			1-5 мм	1-3 мм		
Неорошаемая почва (без удобрений)									
95,49	4,51	23,36	38,96	12,61	72,13	41,92	30,40	2,60	0,41
39,31			0,84	29,01	39,31	17,09	11,35		
Орошаемая почва (без удобрений)									
92,70	7,30	33,10	51,05	12,37	59,60	29,28	20,69	1,47	0,32
29,40			0,82	24,91	29,40	4,22	2,99		
Орошаемая почва + удобрения									
93,20	6,80	32,43	49,31	11,49	60,77	32,40	22,70	1,55	0,33
31,07			0,89	26,46	31,07	3,72	2,18		

Примечание: числитель – сухое просеивание, знаменатель – мокрое просеивание

В орошаемой почве содержание воздушно-сухих агрегатов размером 0,25-10 мм в пахотном слое составляло 72,13%, что по шкале оценки структурно-агрегатного состава грунтов характеризуется как удовлетворительное. В качественном составе доминировали агрегаты размером 0,5-3 мм. Количество агрегатов менее 0,25 мм незначительно 4,51%. Содержание комковых агрегатов размером более 10 мм в пахотном слое почвы составляло 23,36%. Коэффициент структурности – 2,60.

Содержание водостойких агрономически ценных агрегатов в пахотном слое составляло 39,31%, коэффициент водостойкости – 0,38.

Орошение и сельскохозяйственное использование темно-каштановой почвы приводило к ухудшению его структурно-агрегатного состояния. При этом произошло разрушение и уменьшение количества агрономически ценных мезо-агрегатов размером 0,25-10 мм на 12,70%, наиболее ценных агрегатов размером 1-5 мм – на 12,64% и увеличение агрегатов >10 мм – на 9,74%. Коэффициент структурности уменьшился в 1,8 раза. По шкале оценки структурно-агрегатного состава орошаемой почвы он характеризовался как неудовлетворительный.

Результаты исследований показали, что ухудшение структурного состава длительно орошаемой почвы происходило в результате разрушения и уменьшения количества агрономически ценных агрегатов ценных агрегатов и значительного увеличения агрегатов размером более 10 мм. Согласно нормативам степени деградации макроструктурного состояния длительно орошаемая почва находится в предкризисном состоянии деградированности.

Применение минеральных удобрений к существенному улучшению структурного состояния орошаемой почвы не приводило.

Исследования показали, что использование слабоминерализованных вод независимо от способа полива приводило к накоплению солей в почве (таблица 4). Так, под посевами люцерны 3-го года жизни их содержание в 0-30 см слое росло на 0,015-0,030%, а в метровом слое – на 0,018-0,049% по сравнению с орошаемой почвой.

Наибольшее их количество на конец вегетации культуры как в пахотном, так и метровом слое наблюдалось в вариантах с более высокой оросительной нормой – полив по бороздам и микродождеванию. Рост содержания суммы легкорастворимых солей в грунтовом растворе проходил главным образом за счёт токсичных солей хлоридов натрия.

Результаты мониторинга ключевых показателей осолонцевания почвенно-го профиля выявили, что применение стационарных систем локального орошения, а именно микродождевания и капельного полива, с использованием воды с низкой минерализацией, не провоцировало устойчивого, из года в год повторяющегося, увеличения общего содержания солей в верхнем 30-сантиметровом слое почвы. В частности, анализ, проведённый по окончании первого вегетационного периода люцерны, показал, что концентрация солей при использовании микродождевания составляла 0,113%, а при капельном орошении – 0,132%.

Следует отметить, что после трех лет выращивания люцерны (в конце третьего вегетационного сезона) уровни осолонцевания снизились, достигнув 0,103% для микродождевания и 0,107% для капельного орошения. Такая динамика объясняется сезонным и обратимым характером солевого режима в зоне активного распространения корневой системы растений. В течение периода орошения происходит некоторое накопление солей, однако в межвегетационный период, под воздействием атмосферных осадков, наблюдается временное снижение осолонцевания, обусловленное вымыванием солей из верхнего слоя почвы.

В метровом слое почвы наблюдалась прямая зависимость количества солей от оросительной нормы. Наименьшее содержание суммы солей отмечалось в варианте с капельным орошением – 0,110%, что на 0,022-0,031% меньше других способов полива. Но и капельное орошение в стационарных условиях приводило к накоплению легкорастворимых солей в метровом слое почвы: под люцерной 3-го года жизни их количество росло на 0,018% по сравнению с неорошаемым контролем.

Таблица 4. Динамика основных солевых характеристик почвы при различных способах орошения люцерны

Культура	Слой почвы, см	без орошения (контроль)				микроложевание				капельное орошение				полив по бороздам			
		сумма ток-солей, %	$\frac{\text{Ca}^{2+}}{\text{Na}^+}$	сумма ток-солей, %	$\frac{\text{Ca}^{2+}}{\text{Na}^+}$	сумма ток-солей, %	$\frac{\text{Ca}^{2+}}{\text{Na}^+}$	сумма ток-солей, %	$\frac{\text{Ca}^{2+}}{\text{Na}^+}$	сумма ток-солей, %	$\frac{\text{Ca}^{2+}}{\text{Na}^+}$	сумма ток-солей, %	$\frac{\text{Ca}^{2+}}{\text{Na}^+}$	сумма ток-солей, %	$\frac{\text{Ca}^{2+}}{\text{Na}^+}$		
Люцерна 1-го года жизни	0-30	0,096	0,065	0,6	0,113	0,081	0,6	0,132	0,090	0,7	0,152	0,111	0,5				
	0-100	0,112	0,078	0,5	0,125	0,090	0,5	0,121	0,085	0,6	0,149	0,109	0,4				
Люцерна 2-го года жизни	0-30	0,106	0,077	0,5	0,137	0,104	0,4	0,156	0,116	0,4	0,142	0,109	0,3				
	0-100	0,132	0,099	0,4	0,154	0,116	0,3	0,182	0,119	0,4	0,166	0,126	0,3				
Люцерна 3-го года жизни	0-30	0,088	0,060	0,5	0,103	0,080	0,4	0,107	0,080	0,5	0,118	0,086	0,4				
	0-100	0,092	0,070	0,4	0,132	0,106	0,3	0,110	0,098	0,4	0,141	0,109	0,4				

Установлено, что процесс ирригационного осолонцевания почвы также не зависел существенно от способа полива. Так, если в первый год орошения (люцерна 1-го года жизни) и наблюдалась некоторая разница по вариантам (количество обменного натрия в орошаемых вариантах 2,7-3,2% от суммы катионов), то уже через три года содержание обменного натрия в пахотном слое почвы было одинаковым и превышал вариант без катионов (рисунок 1).

Наблюдение за физическими свойствами пахотного слоя почвы показали, что орошение слабоминерализованными водами Ингулецкой оросительной системы не зависимо от способа полива отрицательно влияло на его плотность и структуру. При этом плотность сложения почвы возрастала на 0,04-0,08 г/см³, а содержание агрономически ценных агрегатов уменьшалось на 8,8-29,7% по сравнению с неорошаемым контролем (таблица 5).

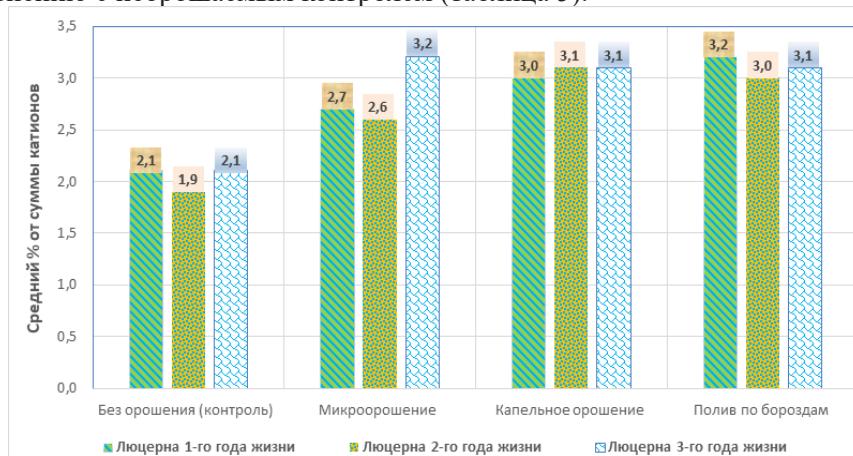


Рисунок 1. Динамика содержания обменного натрия при различных способах орошения люцерны в слое почвы 0-30 см, средний % от суммы катионов

Таблица 5. Физические свойства пахотного слоя темно-каштановой почвы при различных способах полива (конец вегетации люцерны 3-го года жизни)

Вариант	Плотность сложения почвы, г/см ³	Содержание агрономически ценных агрегатов размером 0,25-10 мм, %	Содержание водостойких агрегатов размером более 0,25 мм, %	Коэффициент структурности	Критерий водостойкости, %
Без орошения (контроль)	1,42	69,7	37,7	2,4	36,0
Микродождевание	1,48	60,9	36,3	1,8	29,0
Капельное орошение	1,46	57,5	37,0	1,5	28,2
Полив по бороздам	1,50	40,0	30,2	1,1	27,9

Наибольшее проявление физической деградации почвы наблюдалось при поливах по бороздам, что можно объяснить не только интенсивностью процесса вторичного осолонцевания почвы, но и механическим воздействием агрегата при нарезке поливных борозд.

Выводы. Использование для орошения слабоминерализованных вод 2-го класса (ограниченно пригодных для орошения) независимо от способа полива приводило к накоплению легкорастворимых солей в метровом слое почвы и развитию процесса вторичного осолонцевания. Содержание солей в почве зависело, главным образом, от оросительной нормы. В многолетней динамике в корнесодержащем слое почвы формировался сезонно-оборотный тип солевого режима. В продолжительно орошаемых почвах отмечается увеличение водорастворимых солей и их качественная трансформация. Солевой режим орошающей почвы в многолетней динамике производится по типу сезонно-оборотного. Орошение и удобрения оказывают положительное влияние на гумусное состояние темно-каштановой почвы. Применение минеральных удобрений несколько замедляет интенсивность деградационных процессов, но направление их не изменяет. Несмотря на негативное влияние минерализованных вод на отдельные показатели плодородия почвы, урожайность зерна озимой пшеницы при применении удобрений возрастала в среднем в 1,8 раза, по сравнению с неорошающим контролем. Доказано, что орошение ингuleцкой водой ухудшает структурно-агрегатный состав почвы, содержание агрономически ценных агрегатов (0,25-10 мм, особенно 1-5 мм) уменьшается, а крупных агрегатов (>10 мм) – увеличивается. Длительное орошение приводит почву к предкризисному состоянию деградированности макроструктуры. Применение минеральных удобрений не приводит к существенному улучшению структурного состояния. Наибольшее накопление солей наблюдается при более высоких оросительных нормах при поливе по бороздам и микродождевании. Рост содержания солей происходит в основном за счёт токсичных хлоридов натрия. При стационарном локальном орошении (микродождевание, капельное орошение) не происходит систематического нарастания солей в верхнем слое почвы (0-30 см) из-за сезонно-оборотного типа солевого режима. Капельное орошение приводит к наименьшему накоплению солей, но даже оно вызывает увеличение содержания легкорастворимых солей в метровом слое почвы при длительном использовании. Таким образом, выбор способа полива (капельного орошения) может снизить уровень засоления, но не устраняет проблему полностью, что подчёркивают необходимость разработки и внедрения мер по управлению водными ресурсами и почвенным плодородием в орошающем земледелии, включая выбор качественных источников воды, способов полива, нормирования удобрений и применения комплекса мероприятий по улучшению структуры почвы.

Список использованных источников:

1. Адамень, Ф. Ф. Влияние гидротермических факторов на продуктивность гибридов кукурузы разных групп спелости в орошаемых условиях Север-

References:

1. Adamen, F. F. Influence of hydrothermal factors on the productivity of corn hybrids of different maturity groups in irrigated conditions of the Northern

ного Причерноморья / Ф. Ф. Адамень, С. В. Коковихин, А. Ф. Сташкина // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2022. – № 32(195). – С. 18-29.

2. Коковихин, С. В. Агроэкологическое обоснование ресурсосберегающих технологий орошения в условиях Северного Причерноморья / С. В. Коковихин // Экология и природопользование: устойчивое развитие сельских территорий : Сборник статей по материалам IV Всероссийской научно-практической конференции, Краснодар, 03–07 июня 2024 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2024. – С. 307-311.

3. Калинин, О. С. Влияние способа основной обработки почвы на урожайность сахарной свеклы в условиях центральной зоны Краснодарского края / О. С. Калинин, В. С. Баландин, А. С. Ивлев // Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства : Сборник статей V Международной научно-практической конференции, Пенза, 21–22 февраля 2020 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2020. – С. 67-69.

4. Вожегова, Р. А. Оптимизация структуры посевных площадей и моделирование севооборотов с учетом локальных параметров орошаемых и неполивных земель в условиях юга Украины / Р. А. Вожегова, И. Н. Беляева, С. В. Коковихин // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2017. – № 2(66). – С. 183-190.

5. Баландин, В. С. Динамика плотности почвы под кукурузой в зависимости от системы основной обработки почвы / В. С. Баландин, В. П. Василько //

Black Sea region / F. F. Adamen, S. V. Kokovikhin, A. F. Stashkina // News of agricultural science of Tavrida. - 2022. - No. 32 (195). - P. 18-29.

2. Kokovikhin, S. V. Agroecological substantiation of resource-saving irrigation technologies in the conditions of the Northern Black Sea region / S. V. Kokovikhin // Ecology and nature management: sustainable development of rural areas: Collection of articles based on the materials of the IV All-Russian scientific and practical conference, Krasnodar, June 3-7, 2024. - Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilina, 2024. - P. 307-311.

3. Kalinin, O. S. Influence of the method of primary soil cultivation on the yield of sugar beet in the central zone of the Krasnodar Territory / O. S. Kalinin, V. S. Balandin, A. S. Ivlev // Resource-saving technologies and technical means for the production of crop and livestock products: Collection of articles of the V International Scientific and Practical Conference, Penza, February 21-22, 2020. - Penza: Penza State Agrarian University, 2020. - P. 67-69.

4. Vozhegova, R. A. Optimization of the structure of sown areas and modeling of crop rotations taking into account local parameters of irrigated and non-irrigated lands in the south of Ukraine / R. A. Vozhegova, I. N. Belyaeva, S. V. Kokovikhin // Ways to improve the efficiency of irrigated agriculture. - 2017. - No. 2 (66). - P. 183-190.

5. Balandin, V. S. Dynamics of soil density under corn depending on the primary tillage system / V. S. Balandin, V. P. Vasilko // Virtuosos of Science: Collection of abstracts of the International scientific and practical conference of students and

Виртуозы науки : Сборник тезисов Международной научно-практической конференции студентов и молодых учёных за 2023 г, Краснодар, 06–15 ноября 2023 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2024. – С. 28-29.

6. Эффективность применения азотных удобрений под озимую пшеницу в ранневесеннюю подкормку на черноземе выщелоченном / А. М. Кравцов, А. В. Загорулько, Н. Н. Кравцова, А. А. Макаренко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 89. – С. 54-59.

7. Коковихин, С. В. Эффективность использования орошения при выращивании сельскохозяйственных культур в Северном Причерноморье в условиях изменения климата / С. В. Коковихин, Е. О. Чернышова, О. В. Макуха // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2022. – № 31(194). – С. 7-16.

8. Assessment of the CROPWAT 8.0 software reliability for evapotranspiration and crop water requirements calculations / R. A. Vozhehova, Y. O. Lavrynenko, S. V. Kokovikhin [et al.] // Journal of Water and Land Development. – 2018. – Vol. 39, No. 1. – P. 147-152.

9. Коковихин, С. В. Влияние изменений климата и погодных условий на урожайность озимой пшеницы в условиях Центральной зоны Краснодарского края / С. В. Коковихин, Е. С. Бойко, А. А. Магомедтагиров // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 106. – С. 104-115.

10. Чернышова, Е. О. Продуктивность гибридов кукурузы в зависимости от сроков посева и системы защиты растений от болезней и вредителей в усло-

young scientists for 2023, Krasnodar, November 6-15, 2023. - Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilina, 2024. - P. 28-29.

6. Efficiency of application of nitrogen fertilizers for winter wheat in early spring top dressing on leached chernozem / A. M. Kravtsov, A. V. Zagorulko, N. N. Kravtsova, A. A. Makarenko // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. - 2021. - No. 89. - P. 54-59.

7. Kokovikhin, S. V. Efficiency of using irrigation in growing agricultural crops in the Northern Black Sea region under climate change / S. V. Kokovikhin, E. O. Chernyshova, O. V. Makukha // News of agricultural science of Tavrida. - 2022. - No. 31 (194). - P. 7-16.

8. Assessment of the CROPWAT 8.0 software reliability for evapotranspiration and crop water requirements calculations / R. A. Vozhehova, Y. O. Lavrynenko, S. V. Kokovikhin [et al.] // Journal of Water and Land Development. – 2018. – Vol. 39, No. 1. – P. 147-152.

9. Kokovikhin, S. V. The impact of climate change and weather conditions on the yield of winter wheat in the Central zone of Krasnodar Krai / S. V. Kokovikhin, E. S. Boyko, A. A. Magomedtagirov // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. – 2023. – No. 106. – P. 104-115.

10. Chernyshova, E. O. Productivity of corn hybrids depending on sowing dates and plant protection systems against diseases and pests under irrigation conditions of the Northern Black Sea region / E. O. Chernyshova, O. V. Makukha, S. V. Kokovikhin // News of agricultural science of Tavrida. - 2024. - No. 37 (200). - P. 26-46.

виях орошения Северного Причерноморья / Е. О. Чернышова, О. В. Макуха, С. В. Коковихин // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2024. – № 37(200). – С. 26-46.

11. Программирование урожая кукурузы в условиях орошения в зависимости от интенсивности ФАР и термического режима / Ю. А. Лавриненко, В. В. Базалий, С. В. Коковихин, П. В. Писаренко // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. – 2011. – № 75-1. – С. 91-101.

12. Адамень, Ф. Ф. Эффективность применения искусственного увлажнения с учётом метеорологических факторов при выращивании основных сельскохозяйственных культур в условиях Северного Причерноморья / Ф. Ф. Адамень, С. В. Коковихин, А. Ф. Сташкина // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2023. – № 33(196). – С. 34-43.

13. Коковихин, С. В. Кластерный анализ качественных показателей поливной воды рек ингулец и днепр, используемых для орошения в условиях Северного Причерноморья / С. В. Коковихин, Ф. Ф. Адамень, А. Ф. Сташкина // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2023. – № 35(198). – С. 69-81.

14. Баландин, В. С. Влияние системы удобрения на урожайность и качество зерна кукурузы в условиях низинно-западинного агроландшафта / В. С. Баландин, В. П. Василько // Современные векторы развития науки : Сборник статей по материалам ежегодной научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2023 год, Краснодар, 06 февраля 2024 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2024. – С. 3-4.

11. Programming the corn yield under irrigation conditions depending on the intensity of PAR and thermal regime / Yu. A. Lavrinenko, V. V. Bazaliy, S. V. Kokovikhin, P. V. Pisarenko // Collection of scientific works of the Uman National University of Horticulture. - 2011. - No. 75-1. - P. 91-101.

12. Adamen, F. F. Efficiency of artificial humidification, taking into account meteorological factors, when growing the main agricultural crops in the Northern Black Sea region / F. F. Adamen, S. V. Kokovikhin, A. F. Stashkina // News of agricultural science of Tavrida. - 2023. - No. 33 (196). - P. 34-43.

13. Kokovikhin, S. V. Cluster analysis of qualitative indicators of irrigation water of the Ingulets and Dnieper rivers used for irrigation in the Northern Black Sea region / S. V. Kokovikhin, F. F. Adamen, A. F. Stashkina // News of agricultural science of Tavrida. - 2023. - No. 35 (198). - P. 69-81.

14. Balandin, V. S. The influence of the fertilization system on the yield and quality of corn grain in the conditions of the lowland-western agricultural landscape / V. S. Balandin, V. P. Vasylko // Modern vectors of science development: Collection of articles based on the materials of the annual scientific and practical conference of teachers on the results of R&D for 2023, Krasnodar, February 06, 2024. - Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, 2024. - P. 3-4.

15. Adamen, F. F. Index analysis and modeling of the productivity of field crops depending on the levels of natural and artificial moisture when grown in irrigated conditions of the Northern Black Sea region / F. F. Adamen, S. V. Kokovikhin, A.

15. Адамень, Ф. Ф. Индексный анализ и моделирование продуктивности полевых культур в зависимости от уровней природного и искусственного увлажнения при выращивании в орошаемых условиях Северного Причерноморья / Ф. Ф. Адамень, С. В. Коковихин, А. Ф. Стаскина // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2023. – № 34(197). – С. 58-70.
16. Возделывание кукурузы на юге Украины / Р. А. Вожегова, Ю. А. Лавриненко, С. В. Коковихин, П. В. Писаренко // Кормопроизводство. – 2012. – № 11. – С. 35-36.
17. Базалий, В. В. Статистическая оценка продуктивности озимой пшеницы в зависимости от гидротермических факторов в условиях орошения юга Украины / В. В. Базалий, Ю. А. Лавриненко, С. В. Коковихин // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. – 2011. – № 75-1. – С. 20-32.
18. Коковихин, С. В. Продуктивность материнской формы простого гибрида кукурузы Борисфен 433 МВ в зависимости от режимов орошения, доз азотного удобрения и густоты стояния растений в условиях южной зоны Степи Украины : специальность 06.01.09 "Овощеводство" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Коковихин Сергей Васильевич. – Днепропетровск, 2000. – 18 с.
19. Modeling safflower seed productivity in dependence on cultivation technology by the means of multiple linear regression model / R. Vozhehova, S. Kokovikhin, P. Lykhovyd [et al.] // Journal of Ecological Engineering. – 2019. – Vol. 20, No. 4. – P. 8-13.
- F. Stashkina // News of agricultural science of Tavrida. – 2023. – No. 34(197). – P. 58-70.
16. Corn cultivation in the south of Ukraine / R. A. Vozhegova, Yu. A. Lavrinenko, S. V. Kokovikhin, P. V. Pisarenko // Forage production. - 2012. - No. 11. - P. 35-36.
17. Bazaliy, V. V. Statistical assessment of winter wheat productivity depending on hydrothermal factors under irrigation conditions in the south of Ukraine / V. V. Bazaliy, Yu. A. Lavrinenko, S. V. Kokovikhin // Collection of scientific works of the Uman National University of Horticulture. - 2011. - No. 75-1. - P. 20-32.
18. Kokovikhin, S. V. Productivity of the maternal form of a simple hybrid of corn Borysfen 433 MB depending on irrigation regimes, doses of nitrogen fertilizer and plant density in the conditions of the southern zone of the Steppe of Ukraine: specialty 06.01.09 "Vegetable growing": abstract of a dissertation for the degree of candidate of agricultural sciences / Kokovikhin Sergey Vasilevich. - Dnepropetrovsk, 2000. - 18 p.
19. Modeling safflower seed productivity in dependence on cultivation technology by the means of multiple linear regression model / R. Vozhehova, S. Kokovikhin, P. Lykhovyd [et al.] // Journal of Ecological Engineering. - 2019. - Vol. 20, No. 4. - P. 8-13.
20. Vozhegova, R. A. Modeling and agro-ameliorative justification of crop rotation on non-irrigated and irrigated lands of the Southern Steppe of Ukraine / R. A. Vozhegova, I. N. Belyaeva, S. V. Kokovikhin // Scientific and technical bulletin of the Institute of Oilseed Crops of the National Academy of Agrarian

20. Вожегова, Р. А. Моделирование и агромелиоративное обоснование севооборота на неполивных и орошаемых землях Южной Степи Украины / Р. А. Вожегова, И. Н. Беляева, С. В. Коковихин // Научно-технический бюллетень Института масличных культур НААН. – 2016. – № 23. – С. 110-120.
21. Адамень, Ф. Ф. Научное обоснование агротехнологий на неполивных и орошаемых землях Северного Причерноморья в современных эколого-мелиоративных и хозяйственно-экономических условиях / Ф. Ф. Адамень, С. В. Коковихин, А. Ф. Сташкина // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2024. – № 38(201). – С. 180-198.
22. Вожегова, Р. А. Агромелиоративное обоснование севооборотов на неполивных и орошаемых землях Южной степи Украины / Р. А. Вожегова, И. Н. Беляева, С. В. Коковихин // Стратегические направления развития АПК стран СНГ : материалы XVI Международной научно-практической конференции: в трех томах, Барнаул, 27–28 февраля 2017 года. Том 2. – Барнаул: Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, 2017. – С. 235-237.
23. Эффективность обработки чернозема выщелоченного на агрофизические показатели и урожайность зерна кукурузы в центральной зоне Краснодарского края / А. Н. Матирный, А. А. Макаренко, Н. И. Бардак, Т. В. Логойда // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – № 74. – С. 101-106.
24. Коковихин, С. В. Влияние агрометеорологических условий на продуктивность растений сельскохозяйственных
- Sciences. - 2016. - No. 23. - P. 110-120.
21. Adamen, F. F. Scientific justification of agricultural technologies on non-irrigated and irrigated lands of the Northern Black Sea region in modern ecological-ameliorative and economic conditions / F. F. Adamen, S. V. Kokovikhin, A. F. Stashkina // News of agricultural science of Tavrida. - 2024. - No. 38 (201). - P. 180-198.
22. Vozhegova, R. A. Agromeliorative justification of crop rotations on non-irrigated and irrigated lands of the Southern steppe of Ukraine / R. A. Vozhegova, I. N. Belyaeva, S. V. Kokovikhin // Strategic directions of development of the agro-industrial complex of the CIS countries: materials of the XVI International scientific and practical conference: in three volumes, Barnaul, February 27-28, 2017. Volume 2. - Barnaul: Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences, 2017. - P. 235-237.
23. Efficiency of processing leached chernozem on agrophysical indicators and grain yield of corn in the central zone of the Krasnodar Territory / A. N. Matirny, A. A. Makarenko, N. I. Bardak, T. V. Logoyda // Transactions of the Kuban State Agrarian University. – 2018. – No. 74. – P. 101-106.
24. Kokovikhin, S. V. Influence of agrometeorological conditions on the productivity of agricultural crops in the South of Ukraine / S. V. Kokovikhin, V. V. Nesterchuk, T. A. Grechishkina // Strategic directions for the development of the agro-industrial complex of the CIS countries: materials of the XVI International scientific and practical conference: in three volumes, Barnaul, February 27-28, 2017. Volume 2. – Barnaul: Siberian Federal

- ных культур в условиях Юга Украины / С. В. Коковихин, В. В. Нестерчук, Т. А. Гречишко // Стратегические направления развития АПК стран СНГ : материалы XVI Международной научно-практической конференции: в трех томах, Барнаул, 27–28 февраля 2017 года. Том 2. – Барнаул: Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, 2017. – С. 257-259.
25. Влияние влагообеспечения, минерального питания и густоты стояния на урожайность семян самоопыленных линий кукурузы / С. В. Коковихин, П. В. Писаренко, В. Г. Пилярский, Е. А. Пилярская // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2013. – № 2(10). – С. 78-88.
26. The influence of farming activities on seeds productivity of winter wheat varieties in the conditions of the South of Ukraine / S. V. Kokovikhin, V. Y. Zaporozhchenko, G. V. Karashchuk [et al.] // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2019. – Vol. 10, No. 1. – P. 449-456.
27. Макаренко, А. А. Моделирование и оптимизация режима орошения полевых культур на уровне севооборотов и полей с учётом метеорологических факторов / А. А. Макаренко, С. В. Коковихин, Е. С. Бойко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 191. – С. 238-253.
28. Ушканенко В.А., Лазарев Н.Н., Голобородько С.П., Коковихин С.В. Дисперсионный и корреляционный анализ в растениеводстве и луговодстве: монография. – М.: Изд. РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. – 336 с.
- Scientific Center for Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences, 2017. – P. 257-259.
25. The influence of moisture supply, mineral nutrition and plant density on the seed yield of self-pollinated maize lines / S. V. Kokovikhin, P. V. Pisarenko, V. G. Pilyarsky, E. A. Pilyarskaya // Scientific journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems. - 2013. - No. 2 (10). - P. 78-88.
26. The influence of farming activities on seeds productivity of winter wheat varieties in the conditions of the South of Ukraine / S. V. Kokovikhin, V. Y. Zaporozhchenko, G. V. Karashchuk [et al.] // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. - 2019. - Vol. 10, No. 1. - P. 449-456.
27. Makarenko, A. A. Modeling and optimization of the irrigation regime of field crops at the level of crop rotations and fields taking into account meteorological factors / A. A. Makarenko, S. V. Kokovikhin, E. S. Boyko // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. - 2023. - No. 191. - P. 238-253.
28. Ushkarenko V. A., Lazarev N. N., Goloborodko S. P., Kokovikhin S. V. Dispersion and correlation analysis in crop production and meadow farming: monograph. - M. : Publ. RSA - Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev, 2011. - 336 p.
29. Goryansky M. M. Methodology of field experiments on irrigated lands / M. M. Goryansky - K.: Harvest, 1970. - 83 p.
30. Agrochemical methods of soil research / Ed. A. V. Sokolov - 5th ed., revised. and enlarged. - M.: Science, 1975. - 656 p.

29. Горянский М. М. Методика полевых опытов на орошаемых землях / М. М. Горянский – К.: Урожай, 1970. – 83 с.

30. Агрохимические методы исследования почв / Под ред. А.В. Соколова – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1975. – 656 с.

Сведения об авторах:

Фёдор Фёдорович Адамень – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик НААН, советник директора по науке Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – национальный научный центр РАН».

Сергей Васильевич Коковихин – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой общего и орошаемого земледелия Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина».

Алена Фёдоровна Сташкина – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник «Карадагская научная станция им. Т. И. Вяземского — природный заповедник РАН»

Information about the authors:

Fedor Fedorovich Adamen – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Sciences, Advisor to the Director for Science of the Federal State Budgetary Institution of Science "Order of the Red Banner of Labor Nikitsky Botanical Garden - National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences".

Sergey Vasilievich Kokovikhin – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of General and Irrigated Agriculture of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin”, e-mail: serg.ac@mail.ru, 350044, Krasnodar, st. Kalinina, 13.

Alyona Fedorovna Stashkina – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher at the Karadag Scientific Station named after T. I. Vyazemsky – Nature Reserve of the Russian Academy of Sciences

УДК 635.757:631.5

**УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО
ЗЕРНА РАЗНЫХ СОРТОВ ЯЧ-
МЕНЯ ОЗИМОГО В УСЛОВИЯХ
СТЕПНОЙ ЗОНЫ КРЫМА****YIELD AND QUALITY OF GRAIN
OF DIFFERENT VARIETIES
OF WINTER BARLEY IN THE
STEPPE ZONE OF CRIMEA**

Горбунова Е.В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия и растениеводства;

Ильин А.В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры земледелия и растениеводства Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского».

Мещерякова С.Ф., обучающаяся 5 курса бакалавриата заочной формы обучения Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»; агроном по испытанию и охране селекционных достижений Филиала ФГУБ «Государственная комиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений» по Республике Крым,

В данной статье показана эффективность новых перспективных сортов ячменя озимого для выращивания в условиях степной зоны Республики Крым. Изучение сортов озимого ячменя в разные по погодным условиям годы позволило выделить наиболее продуктивные, которые в среднем за годы исследований обеспечили наибольшее получение зерна – Кэррера (ст-т) – 85,1 ц/га, Кубок – 77,5 ц/га, Сенгилей – 74,9 ц/га, Кузнец – 72,3 ц/га. Рекомендуется в засушливых степных условиях Республики

Gorbunova E.V., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture and Crop Production;

Ilyin A.V. Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Agriculture and Crop Production, Institute «Agricultural Technology Academy», V.I. Vernadsky Crimean Federal University.

Meshcheryakova S.F. a student of the 5th year of the bachelor's degree by correspondence Institute «Agricultural Technology Academy», V.I. Vernadsky Crimean Federal University; agronomist for testing and protection of breeding achievements of the Branch of the FSEI "State Commission of the Russian Federation for Testing and Protection of Breeding Achievements" in the Republic of Crimea,

This article shows the efficiency of new promising winter barley varieties for cultivation in the steppe zone of the Republic of Crimea. The study of winter barley varieties in different years by weather conditions made it possible to identify the most productive ones, which on average over the years of research provided the highest grain yield - Carrera (st-t) - 85.1 c / ha, Cup - 77.5 c / ha, Sengiley - 74.9 c / ha, Kuznets - 72.3 c / ha. It is recommended to grow winter barley varieties Carrera (standard) and Cup in the arid steppe conditions of the

Крым выращивать сорта ячменя озимого Каррера (стандарт) и Кубок.

Ключевые слова: ячмень озимый, элементы продуктивности, кустистость, структура урожая, густота стояния, урожайность. *Key words:* winter barley, productivity elements, bushiness, crop structure, standing density, yield

Введение. В настоящее время, наряду с совершенствованием технологий выращивания сельскохозяйственных культур, реальной основой повышения продуктивности агроэкосистем является создание сортов, наиболее приспособленных к местным природным условиям, отвечающим требованиям производства и его специализации. Испытания широкого ассортимента сортов сельскохозяйственных культур в различных экологических условиях позволяет выделить наиболее продуктивные, устойчивые и приспособленные к неблагоприятным факторам климата предгорно-степной зоны Крыма [7].

Современное сельскохозяйственное производство предъявляет к будущему сорту более высокие требования в смысле величины и качества урожая, устойчивости к болезням и вредителям, к полеганию, к засухе, пригодности к механизированной уборке и ряду других специальных задач. Увеличение урожайности зерна является ключевой задачей для селекции зерновых культур, в числе которых определенное место занимает ячмень. В успешном решении селекционных задач видная роль принадлежит научно обоснованному подбору исходного материала для селекции сортов и применению эффективных ее методов [4].

Ячмень широко возделывается в богарных зонах и используется на кормовые, пищевые цели, для производства национальных напитков и в качестве сырья для пивоваренной промышленности. Благодаря своим биологическим особенностям, ячмень является хорошим компонентом в наборе культур полевого севооборота. Отличаясь сравнительно коротким вегетационным периодом, ячмень рано освобождает поле для подготовки почвы под следующие культуры. В условиях импортозамещения, увеличение производства продукции растениеводства и стабилизация урожаев сельскохозяйственных культур может быть обеспечена через внедрение новых адаптивных высокоурожайных сортов [4-7].

В решении этой задачи основная роль отводится селекции и сортовой агротехнике. Это наиболее малозатратные, экономически оправданные и экологически безопасные приёмы повышения урожайности. Своевременная сортосмена и быстрое внедрение в производство новых более урожайных сортов способно обеспечить значительное повышение сборов продукции. Реализация высокого продукционного потенциала этих сортов возможна при оптимизации агротехнологических элементов их возделывания [1,7].

Материал и методы исследований. Исследования проводились в производственных условиях ФГБУ «Госсортокомиссия» Красногвардейского района Республики Крым. Землепользование Красногвардейского Госсортолучастка расположено

но в центральной части степного Крыма. Общая площадь Госсортолучастка 189 га. Озимые зерновые высевались по предшественнику чёрный пар. Подготовка почвы была общепринятая для региона. В опыте изучали 4 сорта озимого ячменя, включенных в Государственный реестр селекционных достижений [2]. Оценивались сорта ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» (Сенгилей), ФГБНУ «НЦ зерна им. П.П. Лукьяненко» (Кубок, Кузнец). Посев сортов озимого ячменя был проведен в оптимальные для Крыма сроки, по паровому предшественнику. Всходы получены были через 14-17 дней. Стандартом выступал общепринятый сорт Кэррера.

В опытах проводили следующие наблюдения и учеты: наступление фенологических фаз, оценка состояния посевов, структурный биометрический анализ растений – высота растений, масса зерна с одного растения, масса 1000 зерен, натура зерна, учет урожая, учет густоты стояния растений на учетных площадках, оценка качества зерна. Норма высева в опытах озимого ячменя – 4,5 млн. шт. всхожих семян на гектар. Площадь делянок в опытах – 25 м², повторность – четырехкратная. Размещение делянок систематическое, со смещением. Посев проводился сеялкой «СС-11». Уборку опытов проводили комбайном TERRION 2021 с последующим взвешиванием урожая и приведением к стандартной влажности. Результаты, полученные при проведении исследований, подвергались обработке по методике дисперсионного анализа Б.А. Доспехова [3].

Результаты и обсуждение. Выпадение продуктивных осадков в зимний период 2022/2023 сельскохозяйственного года и трехкратное возобновление вегетации способствовали формированию 4-5 побегов кущения на растениях озимого ячменя. Неблагоприятные условия для накопления влаги в 2023/2024 гг. позволили сформировать не более трех побегов кущения.

Возобновление весенней вегетации в годы проведения исследований было (22 февраля) в 2023 г и (29 февраля) в 2024 г, что повлияло на сроки наступления основных фенологических фаз.

Фаза выхода в трубку в 2023 г отмечалась в среднемноголетнюю дату – 8 апреля, а в условиях 2024 г – с 18 по 20 марта в зависимости от сорта, что на две декады раньше среднемноголетнего срока.

Начало колошения растений озимого ячменя в 2023 г. наступило с 5 мая у сорта Кузнец, в 2024 г – с 24 апреля у сорта Кузнец и Кэррера. Погодные условия Крыма не позволяют установить точную дату естественного созревания озимых культур, так как эта фаза совпадает с наиболее высокими температурами воздуха и все сорта созревают зачастую одновременно.

Погодные условия вегетации 2022/2023 и 2023/2024 гг., особенно весенних периодов, отличались умеренными температурами и отсутствием суховейных явлений, что позволило определить более поздние фазы развития сортов озимого ячменя и длительность их вегетационного периода.

Продолжительность периода «посев-всходы» не зависела от генотипа, всходы на всех сортах появились одновременно, а засушливые условия осеннего периода привели к увеличению длительности этого периода (табл. 1)

**Таблица 1. Вегетация растений озимого ячменя в 2023-2024 гг.
(число дней, от полных всходов до восковой спелости)**

Сорт	2023 г.	2024 г.
Каррера (ст-т)	227	194
Кубок	232	193
Кузнец	230	191
Сенгилей	223	192

При дальнейшем развитии отмечалась разница между сортами по наступлению основных фаз, и размах варьирования составлял от двух до шести суток. Изучаемые сорта отличались между собой по продолжительности периодов «выход в трубку – колошение» и «колошение – созревание», что влияло на длительность вегетационного периода в целом.

Наши исследования подтверждают, что длительность основных фаз развития была различной в годы испытаний, что зависело от сложившихся метеоусловий. Длительность периода «кущение – выход в трубку» в среднем по сортам озимого ячменя составила 129 сут. в 2023 г, а в условия 2024 г привели к сокращению длительности вегетации на 28 сут., что связано с ранним возобновлением весенней вегетации 2024 г.

Продолжительность периода «выход в трубку – колошение» в 2023 г был менее продолжительным, чем в последующий год, и составлял 34 сут., что связано с быстрым нарастанием активных температур, а в условиях 2024 г вследствие понижения температуры и выпадением осадков, он растянулся.

В процессе наблюдения выделены сортогруппы с двухрядными формами колоса – сорт Кубок. Основными составляющими урожайности озимого ячменя являются продуктивный стеблестой, количество зерна в колосе и его масса.

Основным хозяйствственно-ценным показателем озимого ячменя является урожайность зерна. Учет урожая показал значительное варьирование урожайности сортов озимого ячменя в зависимости от погодных условий в годы исследований (таблица 2).

Таблица 2. Урожайность сортов озимого ячменя, ц/га

Сорт	Годы исследований		Среднее
	2023 г.	2024 г.	
Каррера (ст-т)	76,6	93,7	85,1
Кубок	73,5	81,5	77,5
Кузнец	71,7	72,9	72,3
Сенгилей	74,4	75,5	74,9
HCP _{os}	0,9	1,2	

Известно, что основными составляющими урожайности зерновых являются густота продуктивного стеблестоя. Продуктивный стеблестой сортов озимого ячменя в 2023 году находился в диапазоне от 365 (сорт Каррера ст-т) до 405 шт./м² (сорт Кузнец), в 2024 году колебался по вариантам от 383 (сорт Кубок) до 407 (сорт Кузнец) шт./м². Ввиду лучшей обеспеченности влагой количество продуктивных стеблей озимого ячменя в 2024 году было выше, чем в 2023 г. (таблица 3).

Таблица 3. Учёт густоты стояния у различных сортов озимого ячменя, шт./м²

Сорта	Годы исследований		Среднее
	2023 г.	2024 г.	
Каррера (ст-т)	365	397	381
Кубок	391	383	387
Кузнец	405	407	406
Сенгилей	385	391	388
HCP ₀₅	13,4	14,3	

Густота стояния – плотность посадки семян сельскохозяйственных культур. Это количество растений на единице площади.

При определении оптимальной нормы высеива надо исходить из того, что лучше создать менее плотные исходные посевы, чем слишком плотные. Когда семена высеваются слишком часто, то растения конкурируют за ресурсы. Недобор общего урожая может достигать 3/4 от потенциально возможного при оптимальной плотности посадки. Важно учитывать, что завышение нормы высеива не увеличивают урожайность, а приводят к излишнему расходу семян, усиливают опасность полегания и поражения болезнями.

Высота стеблестоя сортов озимого ячменя составляла от 80 до 97 см в 2023 году (Каррера (ст-т) и Кузнец), в 2024 году этот показатель был намного ниже от 64 см сорт Каррера (ст-т) до 71 см сорт Сенгилей. Из таблицы 4 видно, что сорта озимого ячменя среднерослые и стойкие к полеганию.

Таблица 4. Высота стеблестоя (см) сортов озимого ячменя.

Сорта	Годы исследований		Среднее
	2023 г.	2024 г.	
Каррера (ст-т)	80	64	72
Кубок	92	70	81
Кузнец	97	65	81
Сенгилей	86	71	78,5
HCP ₀₅	9,6	5,2	

Немаловажным критерием урожайности озимого ячменя считается масса 1000 зерен, на всех исследуемых сортах в 2023 году этот показатель варьировал от 31,5 г. (сорт Каррера ст-т) до 35,9 г. (сорт Кубок). В 2024 году масса 1000 зерен была от 39,1 (сорт Кузнец) до 57,3 (сорт Кубок). Недостаток влаги в период налива зерна озимого ячменя в условиях 2023 г. привел к снижению массы 1000 зерен всех изучаемых сортов (табл. 5).

Таблица 5. Масса 1000 зёрен у различных сортов озимого ячменя в 2023-2024 гг., г.

Сорта	Годы исследований		Среднее
	2023 г.	2024 г.	
Каррера (ст-т)	31,5	40,5	36,0
Кубок	35,9	57,3	46,6
Кузнец	35,3	39,1	37,2
Сенгилей	33,1	48,5	40,8
HCP ₀₅	1,1	1,6	

Масса 1000 зёрен – показатель, который используют при оценке выполненности и крупности зерна. Чем крупнее зерно, тем лучше оно выполнено, тем больше численное значение массы 1000 зерен. Чем больше масса 1000 зерен, тем плотнее зерно, тем больше в нем содержание питательных веществ. Важен также этот показатель и при оценке качества семенного зерна – чем он выше, тем качественнее зерно, тем больше гарантии получить крупное, мощное растение.

По результатам исследований, показатель натуры зерна в 2023 году варьировал от 561 г/л (сорт Кэррера (ст-т)) до 585 г/л (сорт Сенгилей). Высоконатурное зерно в 2024 году сформировалось у сорта Кубок (619 г/л), натура зерна у сорта Кузнец составила 535 г/л, у сорта Сенгилей 549 г/л. (табл. 6).

Таблица 6. Натура зерна у различных сортов озимого ячменя в 2023-2024 гг., г/л.

Сорта	Годы исследований		Среднее
	2023 г.	2024 г.	
Кэррера (ст-т)	561	599	580,0
Кубок	584	619	601,5
Кузнец	568	535	551,5
Сенгилей	585	549	567,0
HCP _{os}	8,5	14,5	

Изучение сортов озимого ячменя позволили выделить наиболее продуктивные за 2 года исследований в степном Крыму сорта Кубок и Кэррера (ст-т).

Выводы. 1. Изучение сортов озимого ячменя в разные годы по погодным условиям позволило выделить наиболее продуктивные, которые в среднем за годы исследований обеспечили наибольшее получение зерна – Кэррера (ст-т) – 85,1 ц/га, Кубок – 77,5 ц/га, Сенгилей – 74,9 ц/га, Кузнец – 72,3 ц/га.

2. Продуктивный стеблестой сортов озимого ячменя в 2023 году находился в диапазоне от 365 (сорт Кэррера ст-т) до 405 шт./м² (сорт Кузнец), в 2024 году колебался по вариантам от 383 (сорт Кубок) до 407 (сорт Кузнец) шт./м².

3. Высота стеблестоя сортов озимого ячменя составляла от 80 до 97 см в 2023 году (Кэррера (ст-т) и Кузнец), в 2024 году этот показатель был намного ниже от 64 см сорт Кэррера (ст-т) до 71 см сорт Сенгилей.

4. Масса 1000 зерен, на всех исследуемых сортах в 2023 году варьировала от 31,5 г (сорт Кэррера ст-т) до 35,9 г (сорт Кубок). В 2024 году масса 1000 зерен была от 39,1 г (сорт Кузнец) до 57,3 г (сорт Кубок). Недостаток влаги в период налива зерна озимого ячменя в условиях 2023 г. привел к снижению массы 1000 зерен всех изучаемых сортов.

5. Показатель натуры зерна в 2023 году варьировал от 561 г/л (сорт Кэррера (ст-т) до 585 г/л (сорт Сенгилей). Высоконатурное зерно в 2024 году сформировалось у сорта Кубок (619 г/л), натура зерна у сорта Кузнец составила 535 г/л, у сорта Сенгилей 549 г/л.

Список используемых источников

- Беленков, А. И. Оценка технологии возделывания ячменя в полевых

References

- Belenkov A. I., Piskunova A. S., Ubaid A. G. Ammar Abbas Evaluation

- опытах РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева / А. И. Беленков, А. С. Пискунова, А. Г. Аммар Аббас Убайд // Современные тенденции в научном обеспечении агропромышленного комплекса / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации; Российская академия наук; Верхневолжский федеральный аграрный научный центр; Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. Том 2. – Сузdal-Иваново: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Верхневолжский федеральный аграрный научный центр", 2020. – С. 90-95.
2. Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию (<https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-selektionsionnykh-dostizheniy-dopushcheniy-kh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni/>)
 3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) // М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.
 4. Дубова Н.С., Тимиркина Л.И. Ячмень – важная зерновая культура // Агромир Поволжья. – 2016. – № 2(22). – С. 40-42.
 5. Николаев Е. В. Растениеводство Крыма Е. В. Николаев, А. М. Изотов, Б. А. Тарасенко. - Симферополь: Фактор, 2006. - С. 226 .
 6. Применение минеральных удобрений и биопрепаратов под озимый ячмень в условиях Нижнего Дона / А.А. Цыкора, Р.А. Каменев, В.В. Турчин, В.К. Каменева // Актуальные проблемы использования почвенных ресурсов и of barley cultivation technology in field experiments of the Russian State Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev // Modern trends in scientific support of the agro-industrial complex / Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation; Russian Academy of Sciences; Verkhnevolzhsky Federal Agrarian Research Center; Vladimir State University named after Alexander Grigoryevich and Nikolai Grigoryevich Stoletov. Volume 2. – Suzdal-Ivanovo: Federal State Budgetary Scientific Institution "Verkhnevolzhsky Federal Agrarian Scientific Center", 2020. pp. 90-95.
 2. State Register of varieties and hybrids of agricultural plants approved for use (<https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-selektionsionnykh-dostizheniy-dopushcheniy-kh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni/>)
 3. Dospekhov B.A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results) // M.: Agropromizdat, 1985. – 352 p.
 4. Dubova N.S., Timirkina L.I. Barley is an important grain crop // Agroworld of the Volga region. – 2016. – № 2(22). – Pp. 40-42.
 5. Nikolaev E. V. Crop production of the Crimea E. V. Nikolaev, A.M. Izotov, B. A. Tarasenko. Simferopol: Faktor Publ., 2006, p. 226 .
 6. The use of mineral fertilizers and biologics for winter barley in the conditions of the Lower Don / A.A. Tsikora, R.A. Kamenev, V.V. Turchin, V.K. Kameneva // Actual problems of using soil resources and ways to optimize anthropogenic impact on agrocenoses: digitalization, ecologization, fundamentals

пути оптимизации антропогенного воздействия на агроценозы: цифровизация, экологизация, основы органического земледелия: материалы международной научно-практической конференции (посвященная 181-летию Донского ГАУ), Персиановский, 23 сентября 2021 года. – Персиановский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Донской государственный аграрный университет", 2021. – С. 235-239.

7. Репко, Н. В. Селекция озимого ячменя в условиях юга России / Н. В. Репко. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2018. – 258 с.

of organic farming: proceedings of the international scientific and practical conference (dedicated to the 181st anniversary of the Don State Agrarian University), Persianovsky, September 23, 2021. – Persianovsky: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Donskoy State Agrarian University", 2021. pp. 235-239.

7. Repko, N. V. Breeding of winter barley in the conditions of southern Russia / N. V. Repko. Krasnodar: I.T. Trubilin Kuban State Agrarian University, 2018. 258 p.

Сведения об авторах:

Горбунова Елена Викторовна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия и растениеводства Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», e-mail: alenaroma12@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Ильин Александр Валерьевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент, кафедры земледелия и растениеводства Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», e-mail: nis_katu@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологи-

Information about the authors:

Gorbunova Elena Viktorovna – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture and Crop Production at the Institute «Agricultural Technology Academy» of the FGAOU VO "KFU named after V.I. Vernadsky", e-mail: alenaroma12@mail.ru, 295492, Russia, Republic of Crimea, Simferopol, village of Agrarnoye, Institute of "Agrotechnological Academy" of the FGAOU VO "KFU named after V.I. Vernadsky".

Ilyin Alexander Valерьевич – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor, Department of Agriculture and Crop Production, Institute Institute «Agricultural Technology Academy», V.I. Vernadsky KFU, e-mail: nis_

ческая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Мещерякова Светлана Федоровна – студент 5 курса заочной формы обучения Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского; агроном по испытанию и охране селекционных достижений Филиала ФГУБ «Государственная комиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений» по Республике Крым.

katu@mail.ru , 295492, Russia, Republic of Crimea, Simferopol, village of Agrarnoye, Institute of "Agrotechnological Academy" of the FGAOU VO "KFU named after V.I. Vernadsky".

Meshcheryakova Svetlana Fedorovna – 5th-year correspondence student at the Institute «Agricultural Technology Academy» of the V.I. Vernadsky Crimean Federal University, 295492, Russia, Republic of Crimea, Simferopol, village of Agrarnoye, Institute «Agricultural Technology Academy» of the FGAOU VO "KFU named after V.I. Vernadsky"; agronomist for testing and protection of breeding achievements of the Branch of the Federal State Educational Institution "State Commission of the Russian Federation for Testing and Protection of Breeding Achievements" in the Republic of Crimea

УДК 633.174.1:631.52

**ИЗУЧЕНИЕ ГИБРИДОВ F1
СОРГО НА ОСНОВЕ ЦМС ТИПА
A2 СИЛОСНОГО НАПРАВЛЕНИЯ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Кибальник С.В., агроном ООО Компании «Био-Тон»

Кибальник О.П., кандидат биологических наук, главный научный сотрудник, ФГБНУ «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы»

**THE STUDY OF SORGHUM
HYBRIDS F1 BASED ON CMS A2
TYPE SILAGE DIRECTION OF
USE**

Kibalnik S.V., Agronomist Companies of «Bio-Ton»

Kibalnik O.P., Candidate of Biological Sciences, Chief Researcher, FSSBI «Russian Research Design and Technology Institute for Sorghum and Corn»

Сахарное сорго является кормовой культурой, прекрасно используемой в приготовлении сilage как в чистом виде, так и в смеси с другими культурами благодаря наличию сахара в соке стебля. В данной статье представлены результаты сравнительной оценки гибридов сахарного сорго по отношению к сортам-стандартам Волжское 51, Флагман за период с 2022 по 2023 годы в условиях Саратовской области. Исследования позволили выявить лучшие комбинации скрещиваний по комплексу селекционных признаков, в том числе урожайность всей биомассы и семян. К таким гибридам следует отнести 4 перспективных комбинации скрещиваний A2 KBB 114/k-10832, A2 KBB 114/k-54, A2 KBB 114/k-581, A2 Чайка/k-64. Новые гибриды A2 KBB 114/k-10832 и A2 KBB 114/k-54 превышают районированные по Нижневолжскому региону сорта-стандарты Волжское 51, Флагман по урожайности всей биомассы на 14,2-15,9 т/га. Гибри-

Sugar sorghum is a forage crop that is perfectly used in the preparation of silage, both in its pure form and in a mixture with other crops due to the presence of sugars in the juice of the stem. This article presents the results of a comparative assessment of sugar sorghum hybrids in relation to the standard varieties Volzhskoe 51, the Flagman for the period from 2022 to 2023 in the Saratov region. The research allowed us to identify the best combinations of crosses according to a set of breeding characteristics, including the yield of the entire biomass and seeds. Such hybrids include 4 promising combinations of crosses A2 KVV 114/k-10832, A2 KVV 114/k-54, A2 KVV 114/k-581, A2 Chaika/k-64. The new A2 KVV 114/k-10832 and A2 KVV 114/k-54 hybrids exceed standard varieties the Volzhskoe 51, Flagman zoned for the Lower Volga region the in terms of total biomass yields by 14.2-15.9 t/ha. The A2 KVV 114/k-581 and A2 Chaika/k-64 hybrids exceeded grain yield standards

ды A2 KVB 114/к-581 и A2 Чайка/к-64 превзошли стандарты по урожайности зерна на 0,4-1,0 т/га. Кроме того, гибрид A2 KVB 114/к-581 характеризовался интенсивным ростом в начальный период развития растений: по сравнению с сортом Волжское 51 превышение составило 18,2 см.

Ключевые слова: селекция, сорго, сахарное, гибрид, высота, соцветие, урожайность, кустистость

by 0.4-1.0 t/ha. In addition, the A2 KVB 114/к-581 hybrid was characterized by intensive growth in the initial period of plant development: compared with the Volzhskoye 51 variety, the excess was 18.2 cm.

Keywords: breeding, sorghum, sugar, hybrid, height, inflorescence, yield, bushiness

Введение. *Sorghum bicolor* (L.) Moench – это род злаковых растений, в основном произрастающих в Австралии, странах Африки, Азии, Индо-Тихоокеанского региона и Центральной Америки, но эта культура широко культивируется и продвигается по всему миру [15]. Сахарное сорго способно формировать достаточно высокую продуктивность биомассы в экстремально засушливых условиях. Биомасса сахарного сорго используется на корм в виде сена, силюса, сенажа, фуражта, монокорма, брикетов [6,10,15]. Так, на рисунке 1 представлен силюс из сорго и кукурузы.

Сок и патока могут быть включены в состав грубых и концентрированных кормов для многих категорий сельскохозяйственных животных. Актуальность использования зеленой массы сахарного сорго в производстве высококачественных кормов имеет большое значение для животноводства и заключается в ее энергетической и питательной ценности, не уступающей по своим свойствам кукурузе [12-13]. Многочисленные исследования подтверждают, что сахарное сорго является хорошей кормовой культурой, богатой углеводами, белками, каротином, витаминами, с высокой урожайностью, хорошо поедается сельскохозяйственными животными [1, 14]. Зеленая масса сорго, начиная с фазы интенсивного роста и до полного созревания зерна, характеризуется сочностью и питательностью. По многочисленным данным в 1 кг скошенной биомассы содержится 0,22-0,25 кормовых единиц, все необходимые компоненты для питания животных; в 1 кг монокорма в среднем содержится 0,64-0,67 кг кормовых единиц, 50,7-59,4 г переваримого протеина, 3,8-4,0 мг кальция, 1,6-1,8 мг фосфора и 57-73 мг каротина. Следует отметить, что возделывание сорго в условиях достаточной влагообеспеченности способствует увеличению сахаро-протеинового отношения, содержания кормовых единиц и обменной энергии в сухом веществе надземной биомассы [7].

Цель исследований – провести оценку гибридов сахарного сорго по основным селекционно-ценным признакам.



Рисунок 1. Силос из сортов сахарного сорго (слева) и кукурузы (справа) селекции ФГБНУ РосНИИСК «Россорт» [4]

Материал и методы исследований. Материалом исследований являются родительские формы и гибриды. Гибриды первого поколения были получены на основе ЦМС-линий А2 КВВ114, А2 Чайка; в качестве отцовских форм в скрещивание вовлекались сортообразцы из коллекции ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова» (к-64, к-10832, к-54, к-5529, к-581). Всего в течении 2022-2023 гг. проходили испытания 7 гибридов сахарного сорго. В качестве стандартов использовали два районированных по Нижневолжскому региону РФ сорта Волжское 51, Флагман [3].

Агротехника выращивания – зональная, разработанная научными учреждениями Нижнего Поволжья. Предшественником являлся черный пар. Весной перед посевом по мере созревания почвы участок бороновали в два следа, до посева проводили две культивации. Посев экспериментальных гибридов сахарного сорго и сортов-стандартов проведен 18-19 мая селекционной кассетной сеялкой СКС-6-10 широкорядным способом с шириной междуурядий 70 см.

Площадь делянок в питомниках гибридном питомнике и исходного материала составила 7,7 м². Повторность трехкратная, размещение – рендомизированное. Густоту стояния растений корректировали вручную – 100-150 тыс. раст./га. По мере отрастания сорняков междуурядья культивировали.

Измерение морфометрических признаков (высота растений через 30 дней после всходов и при созревании, параметры соцветия) и оценка урожайности, кустистости образцов сорго проведены согласно общепринятой методике [5].

Обработка экспериментальных данных выполнена методом дисперсионного анализа с помощью программы Агрос 2.09.

Результаты и обсуждения. Интенсивность стартового роста является важным фактором в борьбе с сорняками, позволяет раньше начать междуурядную обработку, сорные растения угнетаются быстрорастущими культурными растениями. Изменчивость признака в условиях 2022 г. составила 25,6-47,6 см,

в 2023 г. – 25,7-41,6 см. Наибольшие значения высоты растений через 30 дней после всходов стабильно проявлялись у гибрида на основе А2 КВВ 114 и коллекционного сортообразца к-581. Значения признака составили 40,1-47,6 см. Высокая интенсивность начального роста растений отмечена у гибридов на основе стерильной линии А2 Чайка с коллекционными сортообразцами к-64 и к-581 – 39,3-41,6 см. Однако, высокие показатели проявились только в условиях 2023 г. Также следует отметить, что в среднем по гибридам значения признака по годам оставались практически одинаковыми: 36,2 см в 2022 г. и 35,8 см в 2023 г.

Оценка гибридов F1 по высоте при созревании производится с целью определения технологичности образца, а также высота при созревании является составляющим элементом урожайности биомассы. Гибридные характеризовались широкой вариабельностью показателей: в условиях 2022 г. – 153,7-210,1 см, в 2023 г. – 192,9-244,9 см. Значения сортов-стандартов составили – 181,2-194,6 см и 190,8-192,8 см, соответственно. Высота растений существенно зависела от гидротермических условий года. Так, в среднем по образцам высота растений в 2022 г. оказалась более низкой (182,7 см) по сравнению с показателями 2023 г. (210,9 см) (табл. 1).

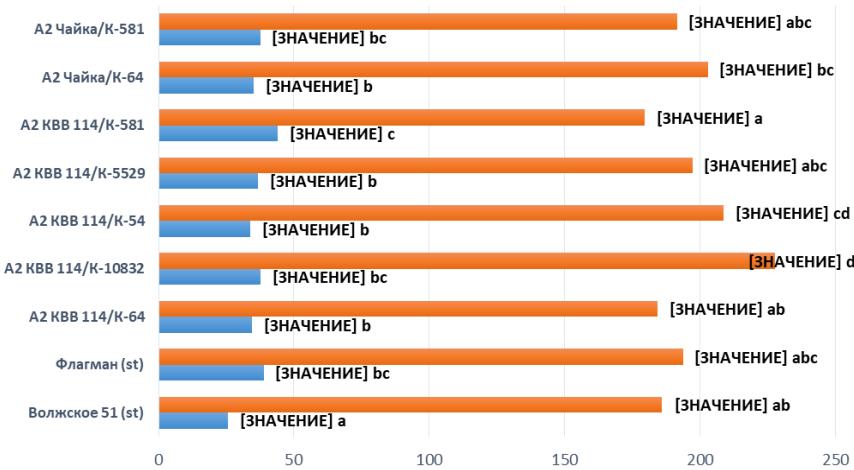
Таблица 1. Оценка гибридов F1 по высоте растений (см), 2022-2023 гг.

Сорт, гибрид	Через 30 дней после всходов		При созревании	
	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.
Волжское 51(st)	25,6 а	25,7 а	181,2 abcd	190,8 а
Флагман(st)	38,4 bc	39,4 d	194,6 bcd	192,8 а
А2 КВВ 114/к-64	36,8 bc	32,4 b	175,4 abc	192,9 а
А2 КВВ 114/к-10832	39,4 bc	36,3 bcd	210,1 d	244,9 с
А2 КВВ 114/к-54	36,0 ab	31,6 ab	202,8 cd	214,6 ab
А2 КВВ 114/к-5529	37,3 bc	36,1 bcd	175,9 abc	218,3 ab
А2 КВВ 114/к-581	47,6 с	40,1 d	153,7 а	205,4 ab
А2 Чайка/к-64	30,7 ab	39,3 cd	184,2 abcd	221,6 bc
А2 Чайка/к-581	33,6 ab	41,6 d	166,3 ab	216,6 ab
Среднее	36,2	35,8	182,7	210,9
F ₀₅	3,35*	6,68*	3,72*	4,61*
HCP ₀₅	9,93	5,92	27,53	24,47

Примечание: * $p\leq 0,05$. Данные, обозначенные разными буквами, достоверно различаются между собой в соответствии с тестом множественных сравнений Дункана при $p\leq 0,05$.

В среднем за 2022-2023 г. более высокая интенсивность начального роста установлена у гибрида А2 КВВ 114/к-581 – 43,9 см при вариабельности признака по сортообразцам 33,8-43,9 см, тогда как у стандартов сорта Волжское 51 – 25,7 см, сорта Флагман – 38,9 см. Наибольшей высокорослостью отличились гибридные А2 КВВ 114/к-54 (208,7 см), А2 КВВ 114/к-10832 (227,5 см) при из-

менчивости признака по сортообразцам 179,6-227,5 см, тогда как у стандартов сорта Волжское 51 – 191,4 см, сорта Флагман – 202,9 см (рис. 2).



■ высота растений через 30 дней после всходов: $F_{05}=5,28^*$; $HCP_{05}=6,06$

■ высота при созревании: $F_{05}=4,43^*$; $HCP_{05}=19,99$

Рисунок 2. Высота растений (см), среднее за 2022-2023 гг.

Примечание: * $p\leq 0,05$. Данные, обозначенные разными буквами, достоверно различаются между собой в соответствии с тестом множественных сравнений Дункана при $p\leq 0,05$.

По признаку «высота растения через 30 дней после всходов» все гибриды превысили стандарт сорт Волжское 51 на 8,1-18,2 см. Наибольшее преимущество установлено у гибрида А2 КВВ 114/к-581 – на 18,2 см или 70,8%. На уровне сорта Флагман оказались большинство гибридов, они несущественно уступили стандарту на 1,3-5,1 см. И только гибрид А2 КВВ 114/к-581 превзошел сорт Флагман на 5,0 см или 12,9% (рис. 3).

Большинство гибридов превышали оба стандарта по «высоте растений при созревании». Набольшее превосходство над сортами установлено у гибридной комбинации А2 КВВ 114/к-10832: Волжское 51 на 41,5 см или 22,3%, а Флагман на 33,8 см или 17,4%; А2 КВВ 114/к-54: Волжское 51 на 22,7 см или 12,2%, а Флагман на 15,0 см или 7,7%; А2 Чайка/к-64: Волжское 51 на 19,6 см или 10,5%, а Флагман на 9,2 см или 4,7% (рис. 3).

В селекции сорго уделяется большое внимание параметрам соцветия: длине и ширине метелки, поскольку длина и ширина является элементом продуктивности. Длина метелки изменялась в пределах: 2022 г. – 22,4-29,5 см; 2023 г. – 21,5-34,2 см (табл. 2). Дисперсионным анализом значимые различия между образцами выявлены только в условиях 2023 г. Кроме того, в среднем по гибридам и сортам сахарного сорго за 2023 г. исследований длина соцветия (28,1 см) оказалась выше, чем в условиях 2022 г. (25,8 см).

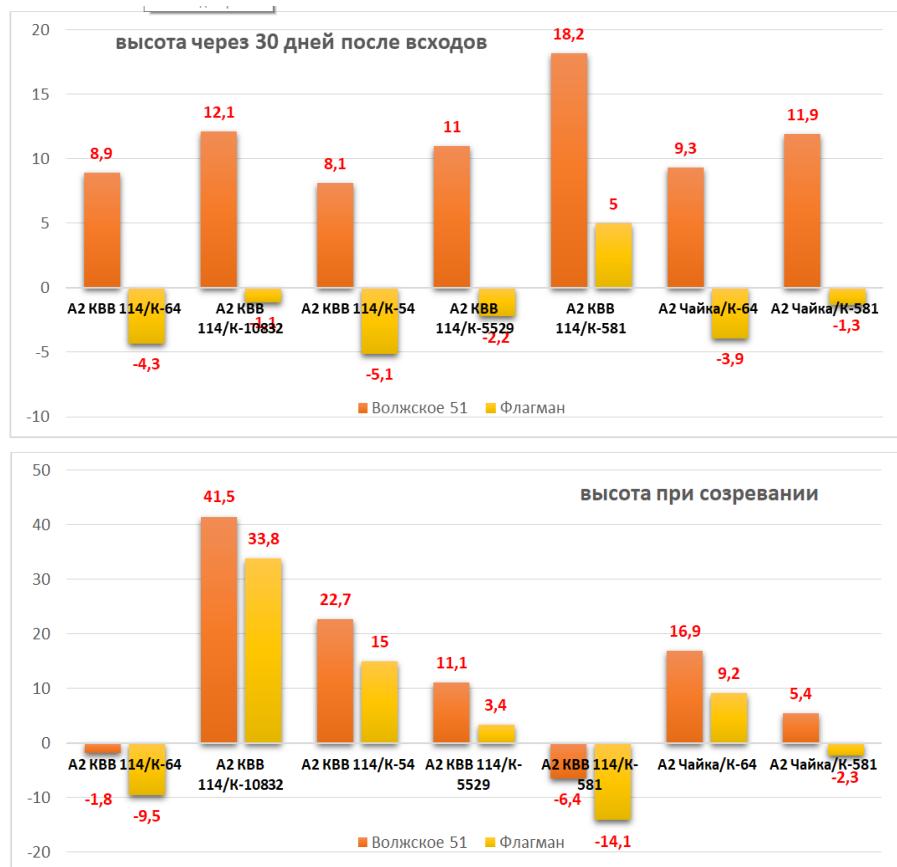


Рисунок 3. Сравнение гибридов с сортами по высоте растений (см), среднее за 2022-2023 гг.

Таблица 2. Оценка гибридов F1 по параметрам соцветия (см), 2022-2023 гг.

Сорт, гибрид	Длина		Ширина	
	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.
Волжское 51(st)	24,4	22,1 а	16,3	8,4
Флагман(st)	22,6	23,8 ab	12,9	11,3
A2 КВВ 114/к-64	28,7	34,2 fg	18,0	16,4
A2 КВВ 114/к-10832	27,3	21,5 a	12,5	11,5
A2 КВВ 114/к-54	25,4	30,0 e	11,7	12,8
A2 КВВ 114/к-5529	27,4	26,5 bcd	14,8	13,8
A2 КВВ 114/к-581	24,3	28,0 cde	14,3	15,6
A2 Чайка/к-64	29,5	37,0 g	14,1	14,8
A2 Чайка/к-581	22,4	29,4 de	10,6	12,7
Среднее	25,8	28,1	13,9	13,0
F ₀₅	1,45	23,57*	1,1	2,07
HCP ₀₅	—	3,25	—	—

Примечание: * $p \leq 0,05$. Данные, обозначенные разными буквами, достоверно различаются между собой в соответствии с тестом множественных сравнений Дункана при $p \leq 0,05$.

По ширине соцветия существенных различий в каждый год исследований между сортами и гибридами не выявлено (табл. 2). Вариабельность признака составила в 2022 г. от 10,6 до 18,0 см, в 2023 г. – 8,4-16,4 см. при этом, среднем по группе образцов величина признака оставалась стабильной как в 2022 г. (13,9 см), так и в 2023 г. (13,0 см).

В среднем за 2022-2023 г. экспериментальные гибриды характеризовались длиной соцветия в пределах 23,2-33,3 см, а шириной – 12,1-14,9 см при величине признака у стандартов в 24,4-31,5 см и 12,0-17,2 см, соответственно (рис. 4).

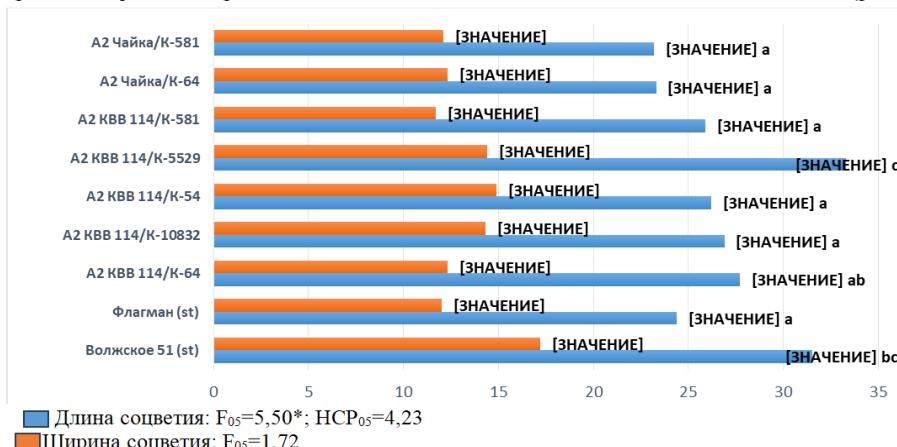


Рисунок 4. Параметры соцветия (см), среднее за 2022-2023 гг.

Примечание: $*p \leq 0,05$. Данные, обозначенные разными буквами, достоверно различаются между собой в соответствии с тестом множественных сравнений Дункана при $p \leq 0,05$.

По длине метелки в среднем за два года гибрид А2 КВВ 114/к-5529 (величина признака составила 33,3 см) превзошел сорт Волжское 51 на 1,8 см или 5,7%; сорт Флагман на 8,9 см или 36,5%. По ширине метелки сорт Волжское 51 ни один из гибридов не превзошел. У трех гибридов (А2 КВВ 114/к-54, А2 КВВ 114/к-5529 и А2 КВВ 114/к-10832) наблюдалось увеличение признака по сравнению с сортом Флагман на 2,3-2,9 см или 19,2-24,2%, но дисперсионным анализом это преимущество не подтверждено. Таким образом, превзошел стандарт Волжское 51 гибрид на основе ЦМС-линии А2 КВВ 114 в скрещиваниях с сортообразцом к-5529 как по длине соцветия, так и по ширине (рис. 5).

Общая и продуктивная кустистость в селекции сахарного сорго имеет большое значение. Выявлено, что чем меньше кустистость, тем мощнее будет основной стебель, который способен накапливать больше водорастворимых сахаров. Также мощные стебли более устойчивы к полеганию. Все образцы имели более низкую кустистость по сравнению со стандартами. Величина признака «общая кустистость» в 2022 г. составила 1,1-1,3, в 2023 г. – 1,1-1,9 общих стеблей на одно растение; «продуктивная кустистость» – 1,0-1,2 и 1,0-1,8 продуктивных побегов на одном растении, соответственно. Значения данных признаков за период исследований у стандартов составили 1,6-2,0 и 1,5-1,9, соответственно (табл. 3). В среднем по сортам и экспериментальным гибридам

более высокая кустистость зафиксирована в условиях 2023 г.: общая и продуктивная кустистость составила 1,4 побегов на одно растение.

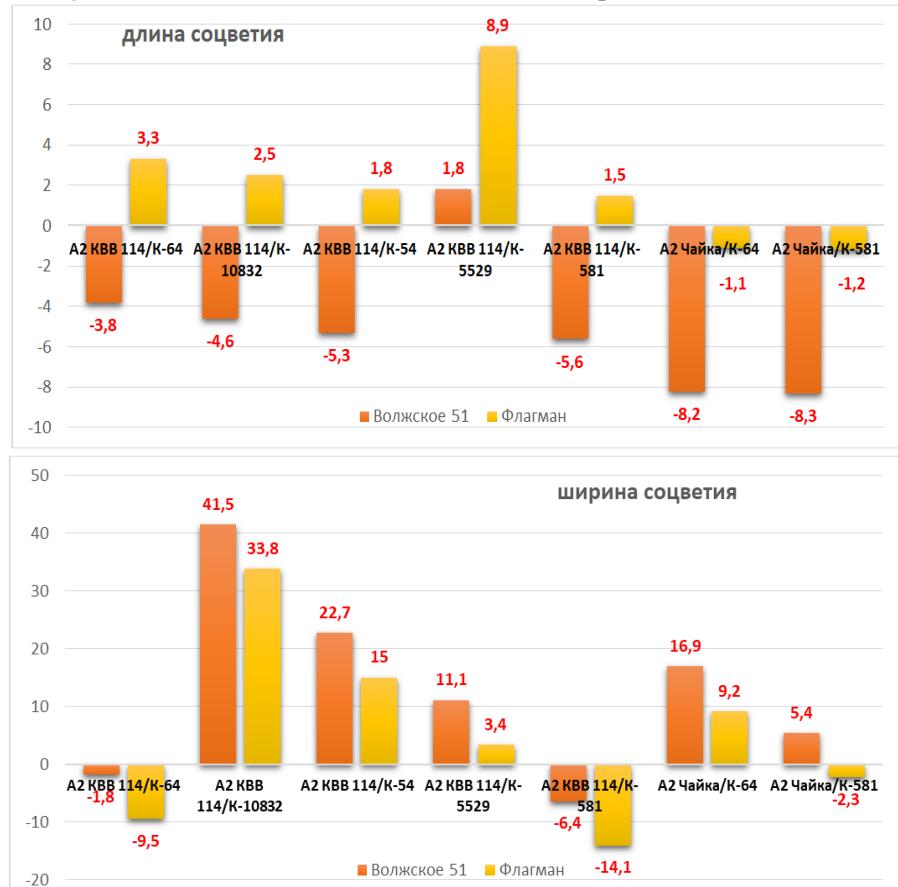


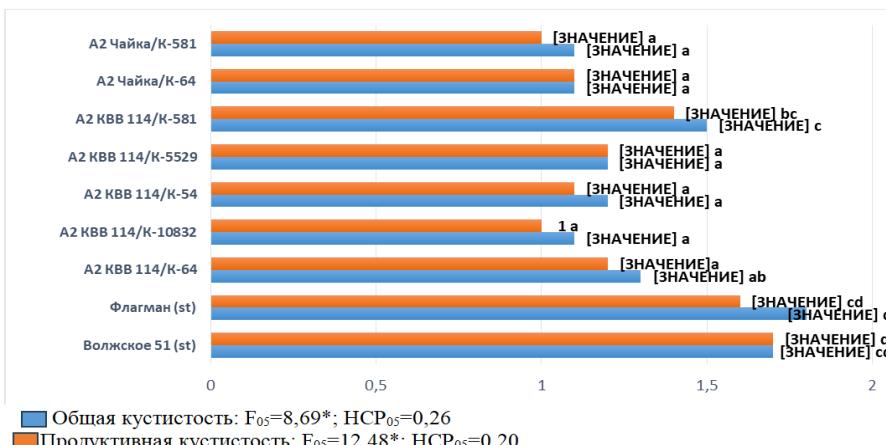
Рисунок 5. Сравнение гибридов с сортами по параметрам соцветия (см), среднее за 2022–2023 гг.

В среднем за 2 года наблюдалась следующая вариабельность кустистости: общей – 1,1-1,8; продуктивной – 1,0-1,7. Наибольшей кустистостью характеризовался гибрид A2 KBB 114/K-581. Слабая кустистость является положительным признаком в селекции сахарного сорго. Снижение величины признака по сравнению со стандартами отражено на рисунке 6. Одностебельность установлена в комбинациях A2 KBB 114/k-10832 и A2 Чайка/k-581 (рис. 6).

Таблица 3. Общая и продуктивная кустистость гибридов F1, 2022-2023 гг.

Сорт, гибрид	Длина		Ширина	
	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.
Волжское 51(st)	1,6 с	1,9 bcd	1,5 bc	1,9 d
Флагман(st)	1,6 bc	2,0 d	1,5 c	1,7 bcd
A2 КВВ 114/к-64	1,3 abc	1,3 a	1,2 a	1,2 a
A2 КВВ 114/к-10832	1,2 a	1,1 a	1,0 a	1,1 a
A2 КВВ 114/к-54	1,1 a	1,3 a	1,0 a	1,3 a
A2 КВВ 114/к-5529	1,1 a	1,3 a	1,1 a	1,3 a
A2 КВВ 114/к-581	1,1 a	1,9 cd	1,1 a	1,8 cd
A2 Чайка/к-64	1,2 a	1,1 a	1,1 a	1,0 a
A2 Чайка/к-581	1,1 a	1,1 a	1,0 a	1,0 a
Среднее	1,3	1,4	1,2	1,4
F ₀₅	5,19*	12,54*	9,45*	14,70*
HCP ₀₅	0,26	0,32	0,20	0,25

Примечание: * $p\leq 0,05$. Данные, обозначенные разными буквами, достоверно различаются между собой в соответствии с тестом множественных сравнений Дункана при $p\leq 0,05$

**Рисунок 6. Кустистость растений, среднее за 2022-2023 гг.**

Примечание: * $p\leq 0,05$. Данные, обозначенные разными буквами, достоверно различаются между собой в соответствии с тестом множественных сравнений Дункана при $p\leq 0,05$.

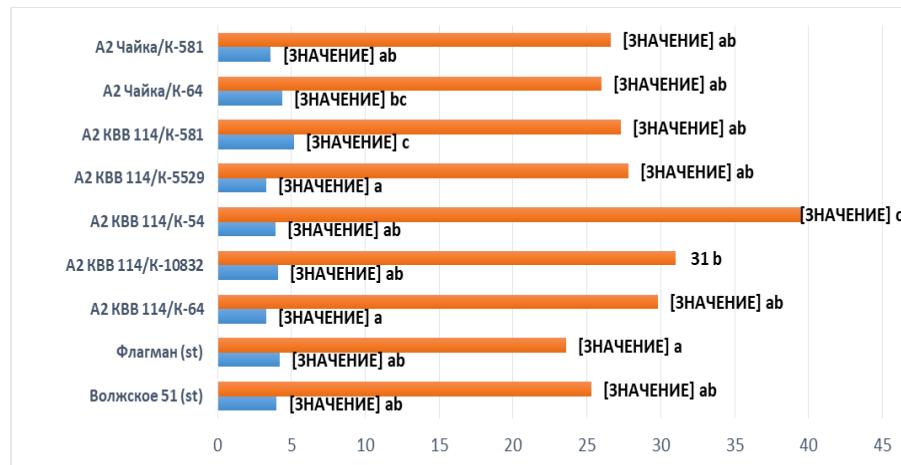
При уборке сахарного сорго на силос важным признаком является урожайность. Урожайность зерна гибридов составила 2,5-3,9 т/га (2022 г.) и 3,7-6,6 т/га (2023 г.), тогда как у сортов 3,5-3,9 т/га и 4,4-4,5 т/га, соответственно. Известно, что продуктивность сельскохозяйственных культур во многом зависит от складывающихся метеорологических условий в период вегетации. В наших исследованиях наибольшую урожайность зерна удалось достичь в условиях 2023 г. – 4,3 т/га в среднем по изучаемой группе образцов. Также одним из ключевых признаков для использования сахарного сорго как на кормовые цели, так на технические, является урожайность биомассы. Урожайность биомассы также оказалась выше в условиях 2023 г. – 29,6 т/га в среднем по испытываемым сортам и гибридам. Показатели в условиях 2022 г. изменились от 22,5 до 40,5 т/га, а в 2023 г. – 21,7-38,5 т/га (табл. 4).

Таблица 4. Урожайность гибридов F1 (т/га), 2022-2023 гг.

Сорт, гибрид	Длина		Ширина	
	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.
Волжское 51(st)	3,5 bcd	4,5 a	27,2 a	23,3 a
Флагман(st)	3,9 d	4,4 a	25,5 a	21,7 a
A2 КВВ 114/к-64	2,5 a	4,2 a	22,5 a	37,1 de
A2 КВВ 114/к-10832	3,5 bcd	4,7 a	28,6 a	33,5 cde
A2 КВВ 114/к-54	3,9 d	3,9 a	40,5 b	38,5 e
A2 КВВ 114/к-5529	2,9 ab	3,7 a	25,3 a	30,4 bc
A2 КВВ 114/к-581	3,9 cd	6,6 c	28,6 a	26,0 ab
A2 Чайка/к-64	2,9 ab	6,0 bc	24,1 a	27,8 abc
A2 Чайка/к-581	3,1 abcd	4,2 a	25,5 a	27,7 abc
Среднее	3,3	4,3	27,5	29,6
F ₀₅	4.19*	5.78*	4,54*	9,76*
HCP ₀₅	0.76	1.22	7,36	5,58

Примечание: * $p \leq 0,05$. Данные, обозначенные разными буквами, достоверно различаются между собой в соответствии с тестом множественных сравнений Дункана при $p \leq 0,05$

Средняя продуктивность за два года составила: зерна – 3,3-5,2 т/га, биомассы – 23,6-39,5 т/га (рис. 7).



Примечание: * $p \leq 0,05$. Данные, обозначенные разными буквами, достоверно различаются между собой в соответствии с тестом множественных сравнений Дункана при $p \leq 0,05$.

Наибольшая урожайность зерна сформирована гибридами A2 КВВ 114/к-581 и A2 Чайка/к-64 – 4,4-5,2 т/га в среднем за 2022-2023 гг. При этом, наибольшую урожайность биомассы достигали гибриды на основе A2 КВВ 114 и сортообразцов к-54, к-10832 – 31,0-39,5 т/га.

По признаку «урожайность зерна» в среднем за два года образец A2 КВВ 114/к-581 превзошел сорт Волжское 51 на 30,0% и сорт Флагман на 22,7%. Небольшое преимущество над сортами отмечено у гибрида A2 Чайка/к-64 –

10,0% и 4,5%, соответственно, A2 КВВ 114/к-10832, A2 КВВ 114/к-54 оказались на уровне сортов-стандартов (рис. 8).

По признаку «урожайность биомассы» все гибриды оказались более продуктивными по сравнению с сортами, что свидетельствует о проявлении эффекта гетерозиса, характерного для гибридов на основе цитоплазматической мужской стерильности. Так, наибольшее превосходство над сортами Волжское 51 и Флагман установлено у гибрида A2 КВВ 114/к-54 – 14,2 т/га или 56,1% и 15,9 т/га или 67,4%, соответственно. Превосходство гибридов сахарного сорго установлено и рядом других исследователей [2, 8, 9, 11]. У гибридов на основе ЦМС-линии A2 КВВ 114 в скрещиваниях с коллекционным сортообразцом к-10832 урожайность биомассы превышала на 5,7 т/га сорт Волжское 51, на 7,4 т/га сорт Флагман. Остальные гибриды (A2 КВВ 114/к-64, A2 КВВ 114/к-5529, A2 КВВ 114/к-581, A2 Чайка/к-64, A2 Чайка/к-581) также превзошли стандарты по количеству сформированной биомассы в конце вегетации на 0,7-4,2 т/га, однако превышение над стандартами оказалось не существенным, что подтверждается дисперсионным анализом.

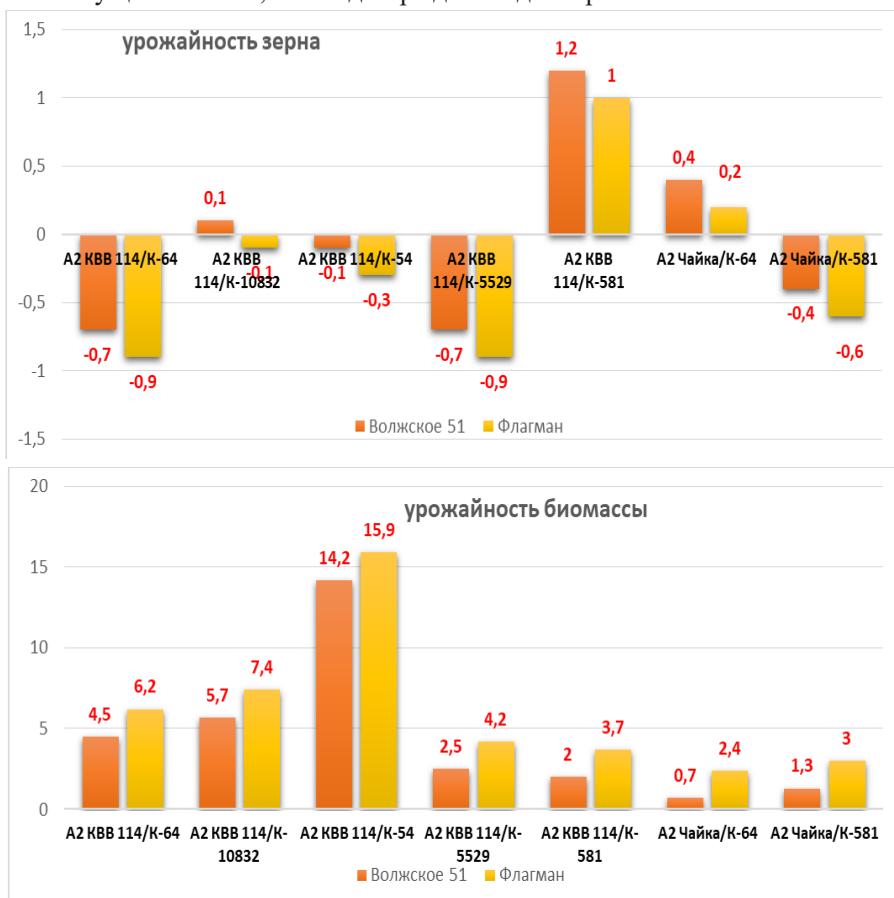


Рисунок 8. Сравнение гибридов с сортами по продуктивности (т/га), среднее за 2022-2023 гг.

Выводы. В результате проведенных исследований по оценке гибридов сахарного сорго в течение 2022-2023 гг. выделены комбинации скрещиваний целесообразные для использования в приготовлении сочных кормов:

1. Гибрид А2 КВВ 114/к-10832 характеризуется высокорослостью (227,5 см), способен формировать 31,0 т/га урожая биомассы и 4,1 т/га зерна. Данный гибрид превысил сорта-стандарты (Волжское 51, Флагман) по урожайности всей биомассы на 22,5-31,4%.

2. Гибрид сахарного сорго А2 КВВ 114/к-54 при высоте растений 208,7 см формирует 39,5 т/га биомассы, из которой 3,9 т/га приходится на зерновую продуктивность, превышение над стандартами по урожайности биомассы составило 56,1-67,4%.

3. Превышение зерновой продуктивности над сортами Волжское 51 и Флагман установлено у гибридов А2 КВВ 114/к-581 (на 22,7-30,0%) и А2 Чайка/к-64 (4,5-10,0%). Также гибрида А2 КВВ 114/к-581 превысил сорт Волжское 51 на 70,8% по интенсивности начального роста растений и сорт Флагман на 12,9% по длине соцветия.

4. Перспективные по комплексу хозяйствственно-ценных признаков гибриды (А2 КВВ 114/к-10832, А2 КВВ 114/к-54, А2 КВВ 114/к-581, А2 Чайка/к-64) рекомендуются для дальнейших испытаний в предварительном и конкурсном сортоизучении.

Список использованных источников

1. Верхоламочкин С.В., Бельченко С.А., Васькина Т.И. Агроэкологическое испытание сортов и гибридов сорго кормового [Sorghum bicolor (L.) Moench] в условиях юго-западной части центральной России // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 3. – С. 27-38.

2. Володин А.Б., Капустин С.И., Капустин А.С. Схема селекции и уровень гетерозиса гибридов сорго сахарного // Таврический вестник аграрной науки. – 2021. – № 1(25). – С. 64-72.

3. Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию: официальное издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2024. – С.70.

4. Ерохина А.В., Каменева О.Б.,

References

1. Verkholamochkin S.V., Belchenko S.A., Vaskina T.I. Agroecological testing of varieties and hybrids of forage sorghum [Sorghum bicolor (L.) Moench] in the conditions of the southwestern part of central Russia // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. – 2021. – N. 3. – P. 27-38.

2. Volodin A.B., Kapustin S.I., Kapustin A.S. Breeding scheme and level of heterosis of sugar sorghum hybrids // Tavrichesky Bulletin of Agrarian Science. – 2021. – No 1(25). – P. 64-72.

3. The State Register of varieties and hybrids of agricultural plants approved for use: official publication, Moscow, Rosinformagrotech, 2024. – P. 70

4. Erokhina A.V., Kameneva O.B., Kalinin Yu.A., Babushkin D.D., Safronov A.A., Larina T.V., Kibkalo

- Калинин Ю.А., Бабушкин Д.Д., Сафонов А.А., Ларина Т.В., Кибкало И.А., Черных Т.Н. Влияние биоконсерванта «БИОМИД-3» на качество силоса из сорго // Аграрный научный журнал. – 2020. – №12. – С.59-61.
- 5.Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Агропромиздат, 1989. – 194 с.
6. Романюкин А.Е., Ковтунова Н.А., Шуршалин В.А., Ермолина Г.М. Изменчивость основных элементов продуктивности сахарного сорго // Зерновое хозяйство России. – 2022. – Т. 14. – № 3. – С. 69-75.
7. Седукова Г.В., Кристова Н.В., Подоляк С.Л. Питательная ценность зеленой массы сорго сахарного, сорго-суданкового гибрида, суданской травы в юго-восточной части Беларуси // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2022. – №58. – С. 249-255.
8. Шкодина Е.П. Биологические основы выращивания сорго на Северо-Западе Нечерноземной зоны // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. – № 22(4). – С. 531-541. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.531-541>
9. Шукис Е.Р., Володин А.Б., Капустин С.И. Потенциал возделывания сорговых культур в Алтайском крае // Сельскохозяйственный журнал. – 2018. – № 2(11). – С. 32-38.
10. Bogapov I., Memeshov S., Kibalnik O., Sagalbekov U. Sweet sorghum (*Sorghum bicolor L.*) genotypes assessment for food, fodder, and energy values in Northern Kazakhstan // Sabrao Journal of Breeding and Genetics. – 2024. – Т. 56. – № 1. – P. 156-167. <https://doi.org/10.54910/sabraq2024.56.1.14>
- I.A., Chernykh T.N. The influence of bio-preserved "BIOMID-3" on the quality of sorghum silage // Agrarian Scientific Journal. – 2020. – N.12. – P. 59-61.
- 5.Methodology of State Variety Testing of Agricultural Crops. –M: Gosagroprom, 1989. – P. 194.
6. Romanyukin A.E., Kovtunova N.A., Shurshalin V.A., Ermolina G.M. Variability of the main elements of productivity of sugar sorghum // Grain farming of Russia. – 2022. – V. 14. – N. 3. – P. 69-75.
7. Sedukova G.V., Kristova N.V., Podolyak S.L. Nutritional value of the green mass of sugar sorghum, sorghum-Sudanese hybrid, and Sudanese grass in the southeastern part of Belarus // Agriculture and breeding in Belarus. – 2022. – N. 58. – P. 249-255.
8. Shkodina E.P. Biological foundations of sorghum cultivation in the North-West of the Non-Chernozem zone //Agricultural science of the Euro-North-East. – 2021. – N 22(4). – P. 531-541. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.531-541>
9. Shukis E.R., Volodin A.B., Kapustin S.I. The potential of cultivating sorghum crops in the Altai Territory // Agricultural Journal. – 2018. – N. 2(11). – P. 32-38.
10. Bogapov I., Memeshov S., Kibalnik O., Sagalbekov U. Sweet sorghum (*Sorghum bicolor L.*) genotypes assessment for food, fodder, and energy values in Northern Kazakhstan // Sabrao Journal of Breeding and Genetics. – 2024. – Т. 56. – № 1. – P. 156-167. <https://doi.org/10.54910/sabraq2024.56.1.14>
11. Matei G., Paraschivu M., Vlăduț V., Pânzaru R.L., Popa L.D.

- org/10.54910/sabraw2024.56.1.14
11. Matei G., Paraschivu M., Vlăduț V., Pânzaru R.L., Popa L.D. New genotypes of sweet sorghum and their biomass yields in the sustainable agriculture system // Scientific Papers. Series A. Agronomy. – 2022. – V. LXV. – N. 1. – P. 415-421.
 12. Seydoğlu S., Turan N., Kökten K., Özdemir S. Feed Quality of Sweet Sorghum Grains. Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences. – 2024. – V. 38(1). – P. 104-111.
 - 13-6. Tas T., Yucel C., Dondu Gunel F., Oktem A., Cetiner I. H. Evaluation of Sweet Sorghum Bagasse as an Alternative Feed Resource for Livestock in Semi Arid Regions // MAS Journal of Applied Sciences. – 2021. – V. 6(2). – P. 303-311. <https://doi.org/10.52520/masjaps.50>
 - 14-7. Yücel C. Evaluation of Sweet Sorghum Biomass as an Alternative Livestock Feed // International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research. – 2020. – V. 4(1). – P. 10-20. <https://doi.org/10.29329/ijiaar.2020.238.2>
 - 15-1. Zarei M., Amirkolaei A.K., Trushenski J.T., Sealey W.M., Schwarz M.H., Ovissipour R. Sorghum as a Potential Valuable Aquafeed Ingredient: Nutritional Quality and Digestibility // Agriculture. – 2022. – V.12(5). – e. 669. <https://doi.org/10.3390/agriculture12050669>
 - New genotypes of sweet sorghum and their biomass yields in the sustainable agriculture system // Scientific Papers. Series A. Agronomy. – 2022. – V. LXV. – N. 1. – P. 415-421.
 12. Seydoğlu S., Turan N., Kökten K., Özdemir S. Feed Quality of Sweet Sorghum Grains. Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences. – 2024. – V. 38(1). – P. 104-111.
 13. Tas T., Yucel C., Dondu Gunel F., Oktem A., Cetiner I. H. Evaluation of Sweet Sorghum Bagasse as an Alternative Feed Resource for Livestock in Semi Arid Regions // MAS Journal of Applied Sciences. – 2021. – V. 6(2). – P. 303-311. <https://doi.org/10.52520/masjaps.50>
 14. Yücel C. Evaluation of Sweet Sorghum Biomass as an Alternative Livestock Feed // International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research. – 2020. – V. 4(1). – P. 10-20. <https://doi.org/10.29329/ijiaar.2020.238.2>
 15. Zarei M., Amirkolaei A.K., Trushenski J.T., Sealey W.M., Schwarz M.H., Ovissipour R. Sorghum as a Potential Valuable Aquafeed Ingredient: Nutritional Quality and Digestibility // Agriculture. – 2022 – V. 12(5). – e. 669. <https://doi.org/10.3390/agriculture12050669>

Сведения об авторах:

Станислав Викторович Кибалник – агроном ОООКомпании «Биотон», г. Самара, Московское шоссе, 4,

162

Information about the author:

Stanislav Viktorovich Kibalnik is an agronomist at Bio-ton LLC, Samara, Moskovskoe Shosse, 4,

корп. 4. E-mail: Aksar70@yandex.ru.

Оксана Павловна Кибальник – кандидат биологических наук, главный научный сотрудник отдела сорговых культур ФГБНУ РосНИИСК «Россорт», e-mail: kibalnik1989@yandex.ru, 410050, г. Саратов, 1-й Институтский проезд, д. 4. Федеральное государственное научное бюджетное учреждение «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы» (ФГБНУ РосНИИСК «Россорт»), т. 8 (8452)-79-49-69

building 4. E-mail: Aksar70@yandex.ru
Oksana Pavlovna Kibalnik – Candidate of Biological Sciences, Chief Researcher of the Department of Sorghum Cultures, RosNIISK Rossorgo Federal State Budgetary Scientific Institution, e-mail: kibalnik1989@yandex.ru, 410050, Saratov, 1st Institutsky Passage, 4. Federal State Scientific Budgetary Institution "Russian Scientific Research and Design Technological Institute of Sorghum and Corn" (FSBI RosNIISK Rossorgo), vol. 8 (8452)-79-49-69

АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

УДК 631.361.6

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ
ИССЛЕДОВАНИЕ
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ
БУНКЕРНО-КОНВЕЙЕРНОГО
УСТРОЙСТВА ЦИКЛИЧЕСКОЙ
ИМПУЛЬСНОЙ
ИНФРАКРАСНОЙ СУШКИ И
ОЧИСТКИ СЕМЯН**

**EXPERIMENTAL STUDY
OF TECHNICAL AND
ECONOMIC
INDICATORS
OF A BUNKER CONVEYOR
DEVICE FOR CYCLIC
PULSED INFRARED
DRYING AND CLEANING OF
SEEDS**

Воложанинов С.С., кандидат технических наук, доцент;

Завалий А.А., доктор технических наук, доцент; Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского»;

Зубоченко Д.В., кандидат биологических наук, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»;

Шиyan O.V., кандидат физико-математических наук, доцент; Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского»;

Зубоченко А.А., заведующий лабораторией агрохимических исследований;

Болилый А.О., младший научный сотрудник, ФГБУН «НИИСХ Крыма»;

Волобуев Д.Д., аспирант; институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского».

Volozhaninov S.S., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

Zavalij A.A., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor; Institute «Agrotechnological Academy» FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University»;

Zubochenko D.V., Candidate of Biological Sciences, FSBIS «Scientific Research Institute of Agriculture of Crimea»;

Shiyan O.V., Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Associate Professor; Institute «Agrotechnological Academy» FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University»;

Zubochenko A.A., Head of the Laboratory of Agrochemical Research;

Bolily A.O., Junior Researcher, FSBIS «Scientific Research Institute of Agriculture of Crimea»;

Volobuev D.D., postgraduate student; Institute «Agrotechnological Academy» FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University».

Приведены результаты экспериментального исследования тех-

The results of an experimental study of the technical and economic

нико-экономических показателей бункерно-конвейерного устройства инфракрасной сушки и очистки семян. В ходе исследования при заданных конструктивных и технологических параметрах бункерно-конвейерного устройства установлено, что температура нагрева семян в процессе сушки не превышает требуемый максимальный предел 45°C, что подтверждает осуществление щадящей тепловой обработки семенного материала. Производительность устройства обеспечивает очистку и сушку 80-90 кг семян исходной влажностью 13-14 % до влажности 6-7 % за время не более 5 часов, что при трёхсменной работе устройства позволяет обрабатывать до 270 кг семян, обеспечивающих посев площади при норме высе-ва 15 - 20 кг/га до 20 га. Удельные затраты на сушку семян составляют 0,5 – 0,7 кВт·ч/кг семян или 7,0 – 9,1 кВт·ч/кг испарённой влаги.

Ключевые слова: бункерно-конвейерное устройство, семена, инфракрасная сушка, температура, мощность.

Введение. При производстве сортового семенного материала необходимо выполнить сушку семян до влажности, обеспечивающей их длительное хранение, очистку поверхности семян от пыли, содержащей патогенную микрофлору и личинки насекомых [1, 2]. При тепловой обработке семян недопустим перегрев поверхности семян, приводящий к растрескиванию поверхности [3]. Семена при их обработке не должны подвергаться истирающему и сдавливающему действию, что исключает использование шнековых и скребковых транспортирующих механизмов [4]. Перечисленные выше условия послеуборочной обработки семенного материала определяют щадящую технологию, обеспечивающую сохранение репродуктивной способности семенного материала [5].

Для реализации щадящей технологии послеуборочной обработки семян полевых культур разработано бункерно-конвейерное устройство циклической импульсной инфракрасной сушки и очистки семян [6]. Устройство предназначено для атравматичной обработки неионизирующим ультрафиолетовым, ин-

indicators of a bunker conveyor device for infrared drying and cleaning of seeds are presented. During the study, with the specified design and technological parameters of the hopper-conveyor device, it was found that the temperature of heating seeds during the drying process does not exceed the required maximum limit of 45° C, which confirms the implementation of gentle heat treatment of seed material. The device's performance provides cleaning and drying of 80-90 kg of seeds with an initial humidity of 13-14% to a humidity of 6-7% in a time of no more than 5 hours, which, with three shifts of the device, allows processing up to 270 kg of seeds, providing an area of sowing at a seeding rate of 15-20 kg / ha to 20 ha. The unit cost of drying seeds is 0,5 – 0,7 kWh/kg of seeds or 7,0 – 9,1 kWh/kg of evaporated moisture.

Keywords: bunker conveyor device, seeds, infrared drying, temperature, power.

фракрасным и СВЧ-излучением [1] и конструктивно состоит из двух основных частей – горизонтального конвейера (см. рис. 1, а) и вертикального конвейера (см. рис. 1, б), которые соединены между собой подвижно.

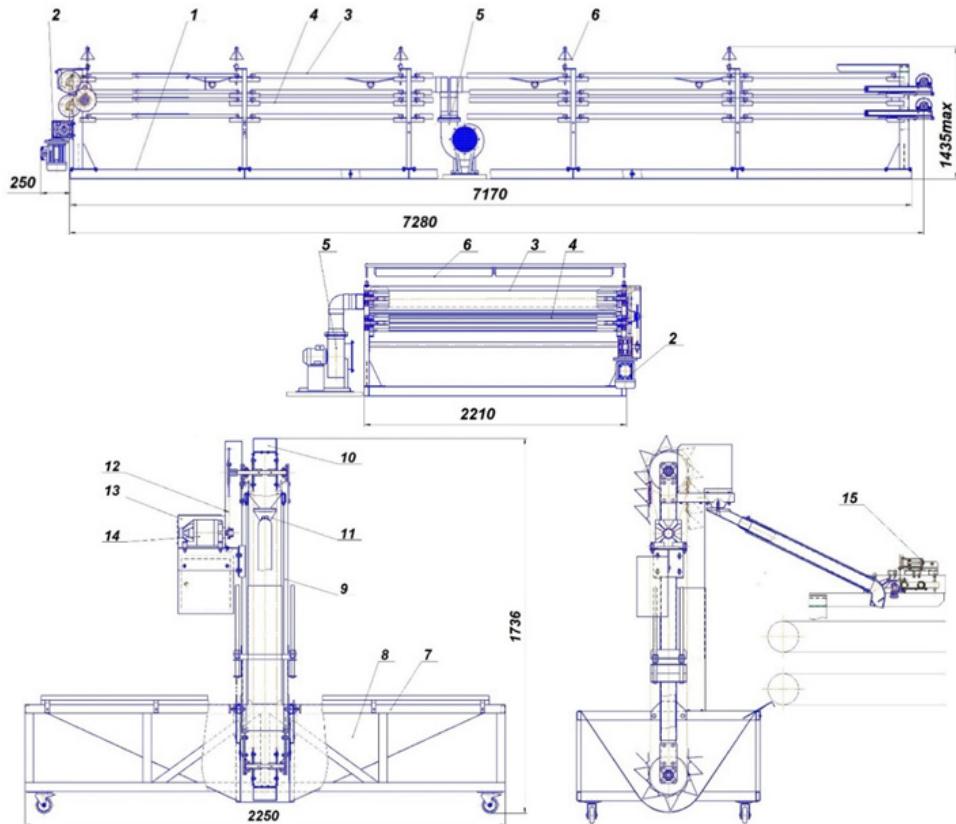


Рисунок 1. Конвейеры бункерно-конвейерного устройства инфракрасной сушки и очистки семян

а – горизонтальный конвейер; б – вертикальный конвейер; 1 – рама; 2 – привод; 3 – подающая ветвь горизонтального конвейера; 4 – обратная ветвь горизонтального конвейера; 5 – система вентиляции; 6 – инфракрасные излучатели; 7 – каркасная рама; 8 – бункер-накопитель; 9 – корпус нории; 10 – нория; 11 – питатель с коаксиальным поворотным патрубком; 12 – привод нории; 13 – щиток управления; 14 – электродвигатель; 15 - раздаточный узел

Горизонтальный конвейер предназначен для транспортировки обрабатываемых семян в горизонтальной плоскости от вертикального конвейера и обратно в бункер-накопитель. Основными узлами горизонтального конвейера являются рама 1, которая устанавливается в помещении (см. рис. 1). К раме 1 крепится привод 2 горизонтального конвейера, содержащий электродвигатель и ременную передачу, обеспечивающую прямой ход для подающей ветви 3 горизонтального конвейера и обратный ход для обратной ветви 4. Для обеспечения подачи воздуха к обрабатываемым семенам конструкция содержит систему вентиляции 5, а для

обработки семян неионизирующим излучением в конструкции предусмотрены инфракрасные излучатели 6, которые воздействуют на семена при их перемещении лентой подающей ветви 3 горизонтального конвейера. При необходимости горизонтальный конвейер может комплектоваться источниками ультрафиолетового или СВЧ излучения и их комбинациями. Для контроля температуры семян на поверхности ленты подающей ветви используются оптические инфракрасные термометры (пирометры). Контроль влажности семян в бункере-накопителе в процессе обработки может осуществляться вручную периодически с помощью емкостного влагометра. Вертикальный конвейер (см. рис. 1) предназначен для транспортировки обрабатываемых семян из бункера-накопителя на ленту подающей ветви горизонтального конвейера и состоит из каркасной рамы 7 в которой располагается бункер-накопитель 8. На каркасной раме 7 располагается корпус нории 9, содержащий в себе непосредственно саму норию 10 и питатель с коаксиальным поворотным патрубком 11, который приводится в движение раздаточным узлом 15. Привод нории осуществляется посредством цепной передачи 12 от электродвигателя 14, закрепленного на корпусе 9. Элементы управления норией располагаются на щитке 13. Внешний вид бункерно-конвейерного устройства показан на рисунке 2. В конструкции предусмотрена возможность обдува семян воздухом и озоном. Обработка обеспечивает высокое качество обработки семян, позволяет обеззараживать семена, уничтожая патогенную микрофлору [2]. Бункерно-конвейерное устройство дает возможность обрабатывать до 500 кг семян в сутки. Отличительной особенностью конструкции является универсальность по виду и исходному состоянию семян. Устройство в работе показано на рисунке 3.



Рисунок 2. Общий вид бункерно-конвейерного устройства спереди

Цель работы - экспериментальное определение технико-экономических показателей бункерно-конвейерного устройства циклической импульсной инфракрасной сушки и очистки семян.

Экспериментальному определению подлежали производительность и удельные затраты энергии при сушке семян полевых культур до заданной влажности. В ходе исследований проводили обработку семян кориандра и горчицы в лаборатории кафедры общетехнических дисциплин Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет



Рисунок 3. Устройство в работе

а – обработка семян кориандра; б – обработка семян горчицы имени В.И. Вернадского», влажность семян в процессе обработки определяли в Лаборатории агрохимических исследований ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма» в период июнь – июль 2024 г., планируемая наработка машины составляла 20 часов.

Материалы и методы исследований. Определяемые показатели и их характеристики приведены в таблице 1. Исследования состояли из следующих этапов:

- проверка состояния узлов и движущихся деталей бункерно-конвейерного устройства, смазка трущихся поверхностей, проверка состояния электрооборудования, пусконаладка устройства;
- регулировка числа оборотов нории и раздаточного узла, регулировка зазоров шиберных заслонок в зависимости от обрабатываемой культуры;
- предварительное взвешивание партии обрабатываемых семян;
- загрузка бункерно-конвейерного устройства семенами;
- включение электропитания привода горизонтального конвейера;
- включение электропитания системы вентиляции;
- включение инфракрасных излучателей;
- включение электропитания вертикального конвейера, включение привода раздаточного узла, включение привода нории;
- осуществление процесса сушки семян до требуемых кондиций;
- выгрузка семян из бункера-накопителя.

Во время обработки с целью оперативного контроля влажности использовали лабораторный измеритель влажности «Фермер» (диапазон измерения 5 – 38%; погрешность $\pm 0,5$ – 1,2; фракция пробы немолотая; минимальный объем пробы для контроля 60 мл; время замера до 30 с). Для определения влажности в Лаборатории агрохимических исследований ФГБУН «НИИСХ Крыма» производили отбор проб семян перед началом обработки и через каждые 0,5 часа из бункера-накопителя в процессе обработки, которые помещали в эксикатор и доставляли к месту определения влажности. Влажность определяли в соответствии с ГОСТ 10856-96 - Семена масличные. Метод определения влажности [3].

Таблица 1. Определяемые показатели

Наименование показателя	Значение показателя по ТЗ, ТУ, НД	Метод определения (ГОСТ, СТО АИСТ и др.)	Средство измерения, его погрешность
Температура и влажность воздуха в помещении	-	визуально	термометр-гигрометр электронный цифровой TA298, предел измерения температуры от -40 до +70 °C, погрешность 0,1 °C, измерение влажности от 10 до 99%, погрешность 1%
Предельная температура нагрева семян на ленте горизонтального конвейера, °	не более 45	визуально	пиromетр Elitech II 350, ±3°C от -50°C до 0°C; ±1,5°C от 0°C до +380°C
Температура семян в бункере-накопителе, °	не более 45	визуально	пиromетр Elitech II 350, ±3°C от -50°C до 0°C; ±1,5°C от 0°C до +380°C
Динамика изменения влажности семян при сушке, %	-	ГОСТ 10856-96 - Семена масличные. Метод определения влажности	сушильный шкаф, эксикатор лабораторные весы OHAUS PA-413, точность 0,001 г, класс точности II, набор лабораторной посуды
Затраты мощности бункерно-конвейерного устройства, кВт×час	-	визуально	электрический однофазный счетчик СЕ101, пределы допускаемой основной относительной погрешности по ГОСТ Р 52322-2005 нормируют для информативных значений входного сигнала: напряжение – (0,75…1,15) Уном; частота измерительной сети – (50 ± 2,5) Гц или (60 ± 3) Гц
Затраты мощности раздаточного узла, вертикального конвейера, кВт×час	-	визуально	электрический однофазный счетчик СЕ101, пределы допускаемой основной относительной погрешности по ГОСТ Р 52322-2005 нормируют для информативных значений входного сигнала: напряжение – (0,75…1,15) Уном; частота измерительной сети – (50 ± 2,5) Гц или (60 ± 3) Гц

Температуру семян замеряли с помощью бесконтактных пирометров (Elitech П 350, $\pm 3^{\circ}\text{C}$ от -50°C до 0°C ; $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ от 0°C до $+380^{\circ}\text{C}$) на ленте подающей ветви горизонтального конвейера и в бункере-накопителе через каждые 0,5 часа в процессе сушки.

Фиксация температуры и влажности в помещении производилась стандартным термометром и влагомером (термометр-гигрометр электронный цифровой ТА298, предел измерения температуры от -40 до $+70^{\circ}\text{C}$, погрешность $0,1^{\circ}\text{C}$, измерение влажности от 10 до 99%, погрешность 1%). Результаты испытаний приведены в протоколе испытаний. Показатели определяли в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 1 августа 2016 г. №740 «Об определении функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования» [4]. Одним из основных показателей является предельная температура нагрева семян. Для семян кориандра и горчицы предельная температура принята 45°C .

Результаты исследования. В ходе работы проведены 15 замеров температуры пирометрами на ленте горизонтального конвейера и в бункере-накопителе через каждые 0,5 часа (одновременно 3 исследователями). Данные упорядочены и представлены в таблицах 2 – 5.

Так как при сушке семян предельная температура нагрева семян на ленте горизонтального конвейера и в бункере-накопителе не должна превышать 45° , то первая задача - это определение интервальной оценки средней температуры в течение 5 часов наблюдения. В связи с тем, что имеется 15 наблюдений, то это выборка малого объема и, следовательно, предельная ошибка малой выборки рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{\text{М.В.}} = \frac{t_{\gamma, n-1} \cdot s}{\sqrt{n-1}}, \quad (1)$$

где $s = \sqrt{\frac{n}{n-1} \cdot D_B} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_i (x_i - \bar{x}_B)^2} = \sqrt{\text{ДИСП.В}(X)}$ – исправленное среднеквадратическое отклонение, что является несмещенной и эффективной оценкой для неизвестного генерального среднеквадратического отклонения;

$\bar{x}_B = \frac{1}{n} \cdot \sum_i x_i = \text{СРЗНАЧ}(X)$ – выборочная средняя, что является несмещенной и эффективной оценкой для неизвестного генерального среднего;

**Таблица 2. Температура на ленте горизонтального конвейера
(измерялась после второго излучателя) при сушке кориандра**

Время сушки T, час	Temperatura, С													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,2	33,3	33,4	33,5	33,5	33,5	33,7	33,8	34,2	34,2
0,5	37,0	37,1	37,2	37,7	37,7	37,8	37,1	38,0	37,3	38,2	38,5	39,1	38,9	39,1
1	40,5	40,6	40,7	41,2	41,2	41,3	40,6	41,5	40,8	41,7	42,0	42,6	42,4	42,4
1,5	41,1	41,2	41,3	41,8	41,8	41,9	41,2	42,1	41,4	42,3	42,3	42,6	42,9	43,2
2	41,3	41,4	41,5	42,0	42,0	42,2	41,5	42,3	41,7	42,5	42,6	42,9	43,1	43,5
2,5	41,3	41,4	41,5	42,0	42,1	42,2	41,5	42,3	41,7	42,5	42,6	42,9	43,2	43,5
3	42,0	42,1	42,3	42,8	42,8	43,0	42,3	43,0	42,5	43,2	43,3	43,7	43,9	44,3
3,5	42,5	42,6	42,8	43,3	43,4	43,5	42,8	43,5	43,0	43,7	43,8	44,2	44,9	44,9
4	42,7	42,9	43,0	43,5	43,6	43,7	43,1	43,7	43,2	43,9	44,1	44,4	45,1	45,1
4,5	43,2	43,3	43,5	44,0	44,1	44,2	43,6	44,2	43,7	44,4	44,5	44,9	45,6	45,6
5	44,4	44,5	44,8	44,3	44,2	44,4	44,2	44,2	44,3	43,9	44,5	44,3	44,4	44,5

Таблица 3. Температура на поверхности в бункере-накопителе при сушке кориандра

Время сушки T, час	Temperatura, С														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	33,4	33,3	33,4	33,4	33,6	33,6	33,8	33,9	33,8	34,2	34,3	34,4	34,3	34,6	34,4
0,5	33,9	33,8	33,9	33,9	34,1	34,3	34,4	34,3	34,4	34,7	34,8	34,9	34,8	35,1	34,9
1	36,0	35,9	36,0	36,1	36,2	36,4	36,6	36,5	36,6	36,9	37,0	37,2	37,1	37,4	37,1
1,5	36,9	36,8	36,9	36,9	37,1	37,3	37,5	37,4	37,5	37,8	37,9	38,1	38,0	38,3	37,9
2	37,2	37,1	37,3	37,3	37,5	37,6	37,9	37,8	37,9	38,2	38,3	38,5	38,4	38,7	38,3
2,5	37,4	37,3	37,4	37,5	37,7	37,8	38,1	38,0	38,1	38,4	38,6	38,7	38,6	39,0	38,5
3	37,5	37,4	37,6	37,7	37,8	38,0	38,2	38,2	38,3	38,6	38,8	39,0	38,9	39,2	38,7
3,5	38,7	38,6	38,8	38,9	39,0	39,2	39,4	39,4	39,5	39,8	40,0	40,2	40,1	40,4	39,9
4	39,6	39,5	39,7	39,8	39,9	40,1	40,3	40,3	40,4	40,7	40,9	41,1	41,0	41,3	40,8
4,5	40,7	40,6	40,8	40,9	41,0	41,2	41,4	41,4	41,5	41,8	42,0	42,2	42,1	42,4	41,9
5	40,8	40,7	40,9	41,0	41,1	41,2	41,6	41,6	41,8	42,1	42,2	42,5	42,4	42,7	42,0

Таблица 4. Температура на ленте горизонтального конвейера (измерялась после второго излучателя) при сушке горчицы

Время сушки T, час	Температура, С													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	35,4	35,4	35,4	35,4	35,6	35,7	35,8	35,8	35,9	35,9	36,1	36,2	36,6	36,6
0,5	35,8	35,9	36,0	36,5	36,5	36,6	35,9	36,8	36,1	37,0	37,0	37,3	37,7	37,9
1	38,5	38,6	38,8	39,3	39,2	39,3	38,6	39,5	38,8	39,7	39,8	40,0	40,6	40,4
1,5	38,9	39,0	39,1	39,6	39,6	39,7	39,0	39,9	39,2	40,1	40,1	40,4	41,0	41,0
2	39,0	39,1	39,2	39,7	39,7	39,9	39,2	40,0	39,4	40,2	40,3	40,6	41,2	41,2
2,5	39,9	40,0	40,1	40,6	40,6	40,7	40,8	40,1	40,9	40,3	41,1	41,2	42,1	42,1
3	40,5	40,6	40,8	41,3	41,3	41,5	40,8	41,5	41,0	41,7	41,8	42,2	42,4	42,8
3,5	41,4	41,5	41,6	42,1	42,2	42,3	41,7	42,4	41,8	42,6	42,7	43,0	43,7	43,7
4	41,6	41,8	41,9	42,4	42,5	42,6	42,0	42,6	42,1	42,8	43,0	43,3	44,0	44,0
4,5	41,6	41,7	41,9	42,4	42,5	42,6	42,0	42,6	42,1	42,8	42,9	43,3	44,0	44,0
5	43,6	43,7	44,0	43,5	43,4	43,6	43,4	43,5	43,1	43,7	43,7	43,5	43,6	43,7

Таблица 5. Температура на поверхности в бункере-накопителе при сушке горчицы

Время сушки T, час	Температура, С														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	29,4	29,3	29,4	29,4	29,6	29,8	29,9	29,8	29,9	30,2	30,3	30,5	30,4	30,7	30,4
0,5	31,5	31,4	31,5	31,5	31,7	31,9	32,0	31,9	32,0	32,3	32,4	32,5	32,7	32,5	32,5
1	36,6	36,5	36,6	36,7	36,8	37,0	37,2	37,1	37,2	37,5	37,6	37,8	37,7	37,7	37,7
1,5	36,9	36,8	36,9	36,9	37,1	37,3	37,5	37,4	37,5	37,8	37,9	38,1	38,3	37,9	37,9
2	37,0	36,9	37,0	37,0	37,2	37,4	37,6	37,5	37,6	37,9	38,0	38,2	38,1	38,4	38,0
2,5	37,6	37,5	37,6	37,6	37,7	37,9	38,0	38,3	38,2	38,3	38,6	38,8	38,9	38,8	38,7
3	37,7	37,6	37,8	37,8	38,0	38,2	38,4	38,4	38,5	38,8	39,0	39,2	39,1	38,9	38,9
3,5	38,7	38,6	38,8	38,9	39,0	39,2	39,4	39,4	39,5	39,8	40,0	40,2	40,1	40,4	39,9
4	38,7	38,6	38,8	38,9	39,0	39,2	39,4	39,4	39,5	39,8	40,0	40,2	40,1	40,4	39,9
4,5	38,9	38,8	39,0	39,1	39,2	39,4	39,6	39,6	39,7	40,0	40,2	40,4	40,3	40,6	40,1
5	39,4	39,3	39,5	39,6	39,7	39,7	39,8	40,2	40,2	40,7	40,8	41,1	41,0	41,3	40,6

$t_{1-\gamma, n-1}$ аргумент t-распределения Стьюдента с $k=n-1$ степенями свободы, вычисленное для заданной надежности γ . В Excel для вычисления $t_{1-\gamma, n-1}$ используем функцию СТЬЮДЕНТ.ОБР.2Х(1- γ ; n-1) которая возвращает двустороннее обратное t-распределение Стьюдента. В нашем случае $t_{1-\gamma, n-1} = t_{0,05, 14} \approx 2,145$.

Тогда доверительный интервал для генеральной средней находим по формуле:

$$\bar{x}_B - \Delta_{M.B.} \leq \bar{x} \leq \bar{x}_B + \Delta_{M.B.} \quad (2)$$

Для исходных данных представленных в таблицах 2 – 5 найдены числовые характеристики \bar{x}_B , s , $\Delta_{M.B.}$ с использованием статистических функций Excel. Результаты представлены в таблицах 6 – 9 соответственно.

Таблица 6. Средняя температура семян кориандра

на ленте горизонтального конвейера

Время сушки Т, час	Выборочная средняя \bar{x}_B ,	Ошибка средней $m_{\bar{x}_B} = \frac{s}{\sqrt{n-1}}$	Нижняя граница 95% $\bar{x}_B - \Delta_{M.B.}$	Верхняя граница 95% $\bar{x}_B + \Delta_{M.B.}$
0	33,4	0,11	33,21	33,67
0,5	37,9	0,19	37,50	38,33
1	41,4	0,19	40,99	41,80
1,5	42,0	0,19	41,61	42,44
2	42,3	0,20	41,84	42,68
2,5	42,3	0,20	41,86	42,72
3	43,0	0,20	42,60	43,46
3,5	43,6	0,21	43,11	43,99
4	43,8	0,21	43,33	44,23
4,5	44,3	0,21	43,81	44,72
5	44,4	0,06	44,24	44,48

Таблица 7. Средняя температура семян кориандра
в бункере-накопителе

Время сушки Т, час	Выборочная средняя \bar{x}_B ,	Ошибка средней $m_{\bar{x}_B} = \frac{s}{\sqrt{n-1}}$	Нижняя граница 95% $\bar{x}_B - \Delta_{M.B.}$	Верхняя граница 95% $\bar{x}_B + \Delta_{M.B.}$
0	33,9	0,12	33,67	34,18
0,5	34,4	0,12	34,14	34,66
1	36,6	0,13	36,32	36,87
1,5	37,5	0,13	37,20	37,77
2	37,9	0,14	37,57	38,17
2,5	38,1	0,15	37,75	38,37
3	38,3	0,15	37,92	38,58
3,5	39,5	0,15	39,12	39,78
4	40,4	0,15	40,02	40,68
4,5	41,5	0,15	41,12	41,78
5	41,6	0,18	41,23	41,99

Таблица 8. Средняя температура семян горчицы на ленте горизонтального конвейера

Время сушки T , час	Выборочная средняя \bar{x}_B	Ошибка средней $m_{\bar{x}_B} = \frac{s}{\sqrt{n-1}}$	Нижняя граница 95% $\bar{x}_B - \Delta_{M.B.}$	Верхняя граница 95% $\bar{x}_B + \Delta_{M.B.}$
0	35,8	0,11	35,61	36,07
0,5	36,7	0,19	36,30	37,13
1	39,4	0,19	39,04	39,85
1,5	39,8	0,19	39,41	40,24
2	40,0	0,20	39,54	40,38
2,5	40,9	0,20	40,46	41,32
3	41,5	0,20	41,10	41,96
3,5	42,4	0,21	41,96	42,84
4	42,7	0,21	42,23	43,13
4,5	42,7	0,21	42,21	43,12
5	43,6	0,06	43,44	43,68

Таблица 9. Средняя температура семян горчицы в бункере-накопителе

Время сушки T , час	Выборочная средняя \bar{x}_B	Ошибка средней $m_{\bar{x}_B} = \frac{s}{\sqrt{n-1}}$	Нижняя граница 95% $\bar{x}_B - \Delta_{M.B.}$	Верхняя граница 95% $\bar{x}_B + \Delta_{M.B.}$
0	29,9	0,12	29,68	30,19
0,5	32,0	0,12	31,74	32,26
1	37,2	0,13	36,92	37,47
1,5	37,5	0,13	37,20	37,77
2	37,6	0,13	37,30	37,87
2,5	38,3	0,15	37,95	38,57
3	38,5	0,15	38,12	38,78
3,5	39,5	0,15	39,12	39,78
4	39,5	0,15	39,12	39,78
4,5	39,7	0,15	39,32	39,98
5	40,2	0,18	39,83	40,59

Проведенный статистический анализ средней температуры семян на ленте горизонтального конвейера и в бункере-накопителе (таблицы 6 – 9) позволяет сделать вывод о том, что с надежностью 0,95 все доверительные интервалы не превышают по верхней границе предельной температуры в 45°C. Кроме того, если рассматривать найденные средние показатели температуры семян на ленте горизонтального конвейера и в бункере-накопителе как случайные величины, полученные в результате наблюдения за устройством каждые 0,5 часа, то можно убедиться, что в этом случае верхние границы доверительных интервалов не превышают предельной температуры в 45°C. Поскольку в этом случае имеем 11 наблюдений, то $t_{1-\alpha, n-1} = t_{0,05, 10} \cong 2,228$. Результаты расчетов представлены в таблице 10.

Таблица 10. Результаты расчетов доверительных интервалов

Доверительный интервал для средней температуры семян кориандра на ленте горизонтального конвейера	Доверительный интервал для средней температуры семян кориандра в бункере-накопителе	Доверительный интервал для средней температуры семян горчицы на ленте горизонтального конвейера	Доверительный интервал для средней температуры семян горчицы в бункере-накопителе
$\bar{x}_B = 41,7$ $s=3,27$ $\Delta_{M.B.} = 0,66$ $41,0 \leq \bar{x}_0 \leq 42,33$	$\bar{x}_B = 38,1$ $s=2,54$ $\Delta_{M.B.} = 0,51$ $37,62 \leq \bar{x}_0 \leq 38,65$	$\bar{x}_B = 40,5$ $s=2,48$ $\Delta_{M.B.} = 0,50$ $40,0 \leq \bar{x}_0 \leq 41,0$	$\bar{x}_B = 37,2$ $s=3,28$ $\Delta_{M.B.} = 0,67$ $36,58 \leq \bar{x}_0 \leq 37,91$

Сушка семян кориандра производилась в следующих условиях:

- исходная влажность 14,05%;
- масса загруженных семян 63,1 кг.

Результаты измерений и вычислений при обработке семян кориандра представлены в таблице 11.

Таблица 11. Результаты измерений и вычислений при обработке семян кориандра

№ п/п	Время сушки T, час	Условия в помещении		Затраты мощ- ности, кВт×час	Температура, °		Влажность семян, % Y
		Температура воздуха, °	Влажность воздуха, %		Бункерно-конвейерное устройство	Раздаточный узел, вертикальный конвейер	
1	0,0	28,6	53	0,0	0,0	33,4	33,9 14,05
2	0,5	29,0	50	4,2	0,1	37,9	34,4 12,60
3	1,0	31,0	48	8,8	0,2	41,4	36,6 10,60
4	1,5	31,2	47	13,2	0,4	42,3	38,1 10,30
5	2,0	31,0	45	18,0	0,5	42,0	37,5 10,30
6	2,5	30,6	43	21,6	0,6	42,3	37,9 8,20
7	3,0	31,2	41	27,0	0,7	43,0	38,3 10,0
8	3,5	31,2	41	31,2	0,9	43,6	41,5 8,20
9	4,0	31,7	41	35,7	1,0	43,8	39,5 7,00
10	4,5	31,3	40	40,4	1,1	44,3	40,4 7,30
11	5,0	31,5	40	44,4	1,2	44,4	41,6 6,90

Результаты показывают, что сушка кориандра до кондиционных значений осуществляется за 5 часов. При этом температура обработки семян не превы-

шает 45°C. Затраты мощности всего бункерно-конвейерного устройства составляют 44,4 кВт×час, в том числе затраты мощности вертикального конвейера с раздаточным узлом – 1,2 кВт×час.

Поскольку влажность семян Y на каждом из 11 измерений существенным образом формирует время сушки T и средние температуры семян на ленте горизонтального конвейера X₁ и в бункере-накопителе X₂, то будем строить множественную регрессионную модель для Y именно по этим трем факторам. Воспользовавшись инструментом «Регрессия» пакета «Анализ данных» в Excel, получим результаты, которые представлены в таблице 12.

Таблица 12. Анализ данных, полученных при обработке кориандра

ВЫВОД ИТОГОВ 1						
1						
Регрессионная статистика						
Множественный R	0,9669					
R-квадрат	0,9348					
Нормированный R-квадрат	0,9069					
Стандартная ошибка	0,7105					
Наблюдения	11					
1						
Линейный анализ						
	df	SS	MS	F	Значимость F	
Регрессия	3	50,6668	16,8889	33,4557	0,0002	
Остаток	7	3,5337	0,5048			
Итого	10	54,2005				
1						
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%
Y-пересечение	37,02	15,6251	2,3690	0,0497	0,0689	73,9639
T	-0,26	0,6908	-0,3753	0,7185	-1,8928	1,3743
X ₁	-0,21	0,1634	-1,2953	0,2363	-0,5981	0,1747
X ₂	-0,47	0,5449	-0,8645	0,4159	-1,7594	0,8173

В результате анализа получено уравнение множественной регрессии $Y_1^* = 37,02 - 0,26T - 0,21X_1 - 0,47X_2$. Показатель вариации $R^2 = 0,9348$ говорит о том, что 93,48% вариации Y объясняется вариацией включенных в модель трех факторов: время сушки T и средние температуры семян кориандра на ленте горизонтального конвейера X₁ и в бункере-накопителе X₂.

Значимость уравнения регрессии в целом оценивается с помощью F-критерия Фишера, согласно которого необходимо сравнить наблюдаемое значение $F_{\text{наб}} = 33,4557$ и

табличное, определяемое как критические точки распределения Фишера при заданном уровне значимости $\alpha=1-\gamma=0,05$ и степенях свободы $k_1=m$ (m – число факторов модели) и $k_2=n-m-1$. В нашем случае $F_{\text{кр}}=F_{\text{ОБР.ПХ}}(0,05;3;7)=4,35 < F_{\text{наб}}$, а значит уравнение регрессии статистически значимо на уровне значимости $\alpha=0,05$.

Оценка значимости коэффициентов множественной регрессии с m объясняющими факторами проверяется на основе t -статистики Стьюдента с $K=n-m-1$ степенями свободы и уровне значимости $\alpha=0,05$, согласно которого найденные наблюдаемые значения t -статистики сравниваются с критическим $t_{\text{кр}}=\text{СТЬЮДЕНТ.ОБР.2Х}(0,05;11-3-1)=2,36$. В нашем случае все три коэффициента регрессии – незначимы, это означает, что между факторами присутствует тесная линейная связь. Другими словами, хотя бы один фактор можно исключить из модели. Это не приведет к существенной потере качества модели, но сделает ее более конкретной.

Проанализируем матрицу парных коэффициентов корреляции, полученную с помощью инструмента «Корреляция» пакета «Анализ данных» в Excel, результаты приведены в таблице 13.

Таблица 13. Анализ парных коэффициентов корреляции

	Yфакт	T	X ₁	X ₂
Yфакт	1			
T	-0,93571	1		
X ₁	-0,91023	0,840264	1	
X ₂	-0,9587	0,977813	0,89318	1

Самая тесная связь присутствует между факторами T и X₂ и при этом выполняются неравенства:

$$\begin{cases} 0,84 = |r_{T,X_1}| < |r_{Y,X_1}| = 0,91 \\ 0,84 = |r_{T,X_1}| < |r_{Y,T}| = 0,94 \end{cases} \text{ и } \begin{cases} 0,89 = |r_{X_1,X_2}| < |r_{Y,X_1}| = 0,91 \\ 0,89 = |r_{X_1,X_2}| < |r_{Y,X_2}| = 0,96 \end{cases}$$

Таким образом, из модели целесообразно удалить фактор X₂. Вывод итогов в этом случае представлен в таблице 14. Аналогично вышеизложенному, $F_{\text{кр}}=F_{\text{ОБР.ПХ}}(0,05;2;8)=4,46 < F_{\text{наб}}=45,43$, а значит найденное уравнение регрессии $Y_2^*=24,16-0,82T-0,30X_1$ статистически значимо на уровне значимости $\alpha=0,05$. Кроме того, $t_{\text{кр}}=\text{СТЬЮДЕНТ.ОБР.2Х}(0,05;11-2-1)=2,31$ меньше обоих значений t -статистики, а значит на уровне значимости 0,05 все коэффициенты уравнения множественной регрессии значимы, само уравнение также адекватно и может использоваться в дальнейшем для прогноза величины влажности кориандра в зависимости от времени сушки T и температуры на ленте горизонтального конвейера X₁. Если изменить уровень значимости на $\alpha=0,01$, то незначимым окажется коэффициент регрессии при X₁, т.е. в модели нужно оставлять только фактор T. Таким образом, наиболее значимым фактором оказывается время сушки семян T, остальные факторы, такие как средняя температура на ленте горизонтального конвейера и в бункере-накопителе являются незначимыми факторами и в регрессионной модели могут не участвовать. Покажем

это на примере сушки кориандра. Для модельных значений Y_2^* и исходных фактических значений влажности семян кориандра, представленных ниже, построен точечный график и найдена экспоненциальная зависимость влажности кориандра после прохождения через бункерно-конвейерное устройство от времени T сушки, которые представлены на рисунке 4.

№ п/п	Время сушки T , час	Y	Y_2^*
1	0,0	14,05	14,1
2	0,5	12,60	12,3
3	1,0	10,60	10,9
4	1,5	10,30	10,3
5	2,0	10,30	9,8
6	2,5	8,20	9,4
7	3,0	10,0	8,8
8	3,5	8,20	8,2
9	4,0	7,00	7,7
10	4,5	7,30	7,2
11	5,0	6,90	6,7

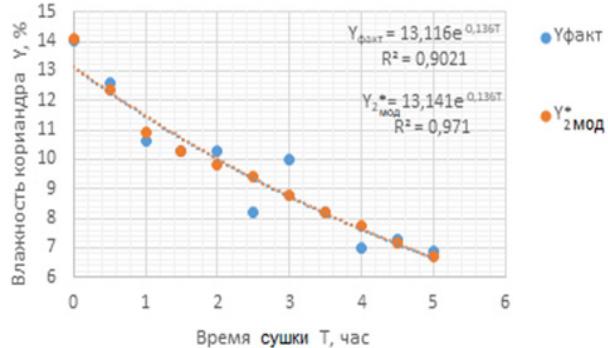


Рисунок 4. Зависимость влажности семян кориандра от времени сушки

Таким образом, наиболее оптимальным будет экспоненциальное уравнение регрессии, описывающее зависимость влажности семян кориандра после прохождения сушки на бункерно-конвейерном устройстве от времени обработки:

$$Y_{2\text{мод}}^* = 13,141 \cdot e^{-0,136T}. \quad (3)$$

Надежность данного уравнения составляет 0,971.

Сушка семян горчицы производилась в следующих условиях:

- исходная влажность 13,10%;
- масса загруженных семян 85,53 кг.

Результаты показывают, что сушка горчицы до кондиционных значений осуществляется за 5 часов. При этом температура обработки семян не превышает 45°. Затраты мощности всего бункерно-конвейерного устройства составляют 45,4 кВт·час, в том числе затраты мощности вертикального конвейера с раздаточным узлом – 1,3 кВт·час. Результаты измерений и вычислений при обработке семян горчицы представлены в таблице 15.

Таблица 14. Анализ данных, полученных при обработке кориандра после удаления фактора X_2

ВЫВОД ИТОГОВ 2													
1													
Регрессионная статистика													
Множественный R		0,9632											
R-квадрат		0,9278											
Нормированный R-квадрат		0,9098											
Стандартная ошибка		0,6992											
Наблюдения		11											
1													
Дисперсионный анализ													
	df	SS	MS	F	Значимость F								
Регрессия	2	50,2894	25,1447	51,4337	0,0000								
Остаток	8	3,9110	0,4889										
Итого	10	54,2005											
1													
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%							
Y-пересечение	24,16	4,7033	5,1358	0,0009	13,3095	35,0010							
T	-0,82	0,2459	-3,3185	0,0106	-1,3832	-0,2490							
X_1	-0,30	0,1249	-2,4078	0,0427	-0,5887	-0,0127							

Таблица 15. Результаты измерений и вычислений при обработке семян горчицы

№ п/п	Время сушки T, час	Условия в по- мещении		Затраты мощно- сти, кВт×час	Температура, °		Влажность семян, % Y
		Температура воздуха, °	Влажность воздуха, %, X ₄		Бункерно- конвейерное устройство	Раздаточный узел, вертикальный конвейер	
1	0,0	28,8	43	0,0	0,0	35,8	29,9
2	0,5	30,1	40	4,1	0,1	36,7	32,0
3	1,0	30,3	39	8,6	0,2	39,4	37,2
4	1,5	31,0	38	13,6	0,4	39,8	37,5
5	2,0	30,6	36	18,0	0,5	40,0	37,6
6	2,5	30,6	34	22,5	0,6	40,9	38,3
7	3,0	30,6	34	27,2	0,8	41,5	38,5
8	3,5	30,8	33	31,7	0,9	42,4	39,5
9	4,0	31,	31	36,3	1,0	42,7	39,5
10	4,5	31,1	31	40,9	1,1	42,7	39,7
11	5,0	31,1	31	45,4	1,3	43,6	40,2
							6,00

Оценим степень влияния факторов: средняя температура на ленте горизонтального конвейера X₁ и в бункере-накопителе X₂, температура воздуха X₃, влажность воздуха X₄ и время сушки T на влажность семян горчицы Y. С этой целью проанализируем матрицу парных коэффициентов корреляции, полученную с помощью инструмента «Корреляция» пакета «Анализ данных» в Excel, результаты приведены в таблице 16.

Таблица 16. Анализ парных коэффициентов корреляции

	T	X ₃	X ₄	X ₁	X ₂	Y
T	1					
X ₃	0,781173	1				
X ₄	-0,97471	-0,83473	1			
X ₁	0,959705	0,86254	-0,96755	1		
X ₂	0,858325	0,912673	-0,90106	0,963288	1	
Y	-0,98304	-0,79592	0,985656	-0,96867	-0,89688	1

Наиболее тесная связь между факторами X₂X₃ и X₂X₁. Это значит, удаляя по одному, сначала фактор X₁ (как тот, что имеет максимальный коэффициент межфакторной корреляции |r_{X2,X1}|=0,96), а затем X₃, получим матрицу парных коэффициентов корреляции, которая представлена в таблице 17.

Таблица 17. Матрица парных коэффициентов корреляции

	T	X ₄	X ₂	Y
T	1			
X ₄	-0,97471	1		
X ₂	0,858325	-0,90106	1	
Y	-0,98304	0,985656	-0,89688	1

В данной матрице видна тесная связь между факторами TX₄ и X₂X₄. Значит можно убрать из модели фактор X₄. Таким образом, при проведении регрессионного анализа влажности семян горчицы при сушке достаточно строить уравнение регрессии только по факторам T - время сушки и X₂ - среднее арифметическое значение температуры в бункере-накопителе. Вывод итогов в этом случае представлен в таблице 18.

Аналогично вышеизложенному, $F_{kp} = F_{\text{ОБР.ПХ}}(0,05;2;8) = 4,46 < F_{\text{наб}} = 169,43$, а значит найденное уравнение регрессии $Y_2^* = 17,9 - 1,23T - 0,15X_2$ статистически значимо на уровне значимости $\alpha = 0,05$. Кроме того, $t_{kp} = \text{СТЬЮДЕНТ.ОБР.2Х}(0,05;11-2-1) = 2,31$ меньше только t-статистики для коэффициента регрессии при T, т.е. коэффициент при X₂ – незначим. Таким образом в этом случае регрессионная модель уже и на уровне значимости 0,05 должна быть однофакторной и зависеть только от времени сушки T.

Динамика изменения влажности семян горчицы от времени сушки показана на рисунке 5.

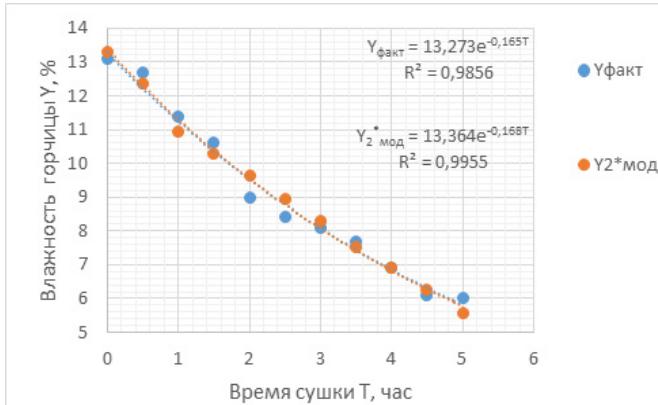
**Рисунок 5. Зависимость влажности семян горчицы от времени сушки**

Таблица 18. Анализ данных, полученных при обработке горчицы

ВЫВОД ИТОГОВ 3					
	1				
Регрессионная статистика					
Множественный R	0,9884				
R-квадрат	0,9769				
Нормированный R-квадрат	0,9712				
Стандартная ошибка	0,4276				
Наблюдения	11				
	1				
Дисперсионный анализ					
	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	2	61,9467	30,9733	169,4344	0,0000
Остаток	8	1,4624	0,1828		
Итого	10	63,4091			
	1				
Коэффициенты					
Y-пересечение		Стандартная ошибка	t-статистика	P-значение	Нижние 95% Верхние 95%
17,90	2,6610	6,7256	0,0001	11,7606	24,0331
T	-1,23	0,1591	-7,7376	0,0001	-1,5980 -0,8642
X ₂	-0,15	0,0803	-1,9147	0,0919	-0,3390 0,0314

Таким образом, наиболее оптимальным будет экспоненциальное уравнение регрессии, описывающее зависимость влажности семян горчицы от времени сушки:

$$Y_{\text{mod}}^* = 13,364 \cdot e^{-0,168T} \quad (4)$$

Надежность данного уравнения составляет 0,996.

Проведенные исследования показали, что в качестве анализа влажности семян при сушке достаточно использовать однофакторную регрессионную модель экспоненциального типа, где фактором выступает время сушки. Дополнительно, в ходе исследований установлены следующие кинематические характеристики конвейера:

- скорость движения ленты подающей ветви горизонтального конвейера составила 0,1 м/с;
- скорость движения ленты обратной ветви горизонтального конвейера составила 0,15 м/с;
- скорость движения каретки раздаточного узла 0,4 м/с;
- скорость движения нории вертикального конвейера 0,56 м/с.

Выводы. В ходе исследований при заданных конструктивных и технологических параметрах бункерно-конвейерного устройства установлено, что температура нагрева семян в процессе сушки не превышает требуемый максимальный предел 45°C, что подтверждает осуществление щадящей тепловой обработки семенного материала.

Производительность устройства обеспечивает очистку и сушку 80-90 кг семян исходной влажностью 13-14 % до влажности 6-7 % за время не более 5 часов, что при трёхсменной работе устройства позволяет обрабатывать до 270 кг семян, обеспечивающих посев площади при норме высеяния 15 - 20 кг/га до 20 га.

Удельные затраты на сушку семян составляют 0,5 – 0,7 кВт·ч/кг семян или 7,0 – 9,1 кВт·ч/кг испарённой влаги.

Список использованных источников:

1. Завалий, А.А. Конвейерные устройства инфракрасной сушки и очистки семян / А.А. Завалий, С.С. Воложанинов // Инновационные технологии в науке и образовании (ИТНО-2019): сборник трудов VII Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию ДГТУ (РИСХМ), с. Дивноморское, 04 – 14 сентября 2019 года. – с. Дивноморское: Общество с ограниченной ответственностью «ДГТУ-ПРИНТ», 2019. – С. 327-331. – DOI 10.23947/itno.2019.327-331. –

References:

1. Zavaliy, A.A. Conveyor devices for infrared drying and cleaning of seeds / A.A. Zavaliy, S.S. Volozhaninov // Innovative technologies in science and education (ITSE-2019): proceedings of the VII International Scientific and Practical Conference dedicated to the 90th anniversary of DSTU (RIAE), Divnomorskoye village, 04 – 14 September 2019. – Divnomorskoye village: DSTU-PRINT Limited Liability Company, 2019. – pp. 327-331. – DOI 10.23947/itno.2019.327-331. – EDN SCNXGE.

EDN SCNXGE.

2. Цугленок, Н.В. Анализ эффективного использования ИК и ВЧ и СВЧ методов обработки семян // Вопросы науки и образования. 2019. №21 (68).

3. ГОСТ 10856-96 Семена масличные. Метод определения влажности.- Изд. официальное.- Москва: Стандартинформ, 2010.- 6 с.

4. Постановление Правительства РФ от 1 августа 2016 г. №740 «Об определении функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования».

2. Tsuglenok, N.V. Analysis of the effective use of IR and HF and microwave seed treatment methods // Issues of science and education. 2019. №21 (68).

3. GOST 10856-96 Oilseeds. The method of determining humidity.- Official edition. Moscow: Standartinform, 2010. 6 p.

4. Decree of the Government of the Russian Federation No. 740 dated August 1, 2016 «On determining the functional characteristics (consumer properties) and efficiency of agricultural machinery and equipment».

Сведения об авторах:

Воложанинов Сергей Сергеевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры общетехнических дисциплин Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», e-mail: s.volozhaninov@mail.ru, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Завалий Алексей Алексеевич - доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой общетехнических дисциплин Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», e-mail: zavalym@mail.ru, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского».

Information about the authors:

Volozhaninov Sergey Sergeyevich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of General Technical Disciplines of the Institute «Agrotechnological Academy» of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University», e-mail: s.volozhaninov@mail.ru, Republic of Crimea, Simferopol, Agrarian village, Institute «Agrotechnological Academy» of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University».

Zavalij Alexey Alekseevich - Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of General Technical Disciplines of the Institute «Agrotechnological Academy» of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University», e-mail: zavalym@mail.ru, Republic of Crimea,

Зубоченко Денис Викторович - кандидат биологических наук ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», e-mail: Denis.zubochenko@mail.ru, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, д.150, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма».

Шиян Ольга Владимировна - кандидат физико-математических наук, доцент кафедры общетехнических дисциплин Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», e-mail: olgshiyanyandex.ru, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Зубоченко Алла Анатольевна - заведующий лабораторией агрохимических исследований ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», e-mail: zubochenko_a@niishk.site, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, д.150, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма».

Болилый Артем Олегович - младший научный сотрудник ФГБУН «НИИСХ Крыма», e-mail: artemartem3103@yandex.ru, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, д.150, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма».

Волобуев Дмитрий Дмитриевич – аспирант кафедры общетехнических дисциплин Института «Агротехнологической академия» ФГАОУ

Simferopol, Agrarian village, Institute «Agrotechnological Academy» of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University».

Zubochenko Denis Viktorovich - Candidate of Biological Sciences FSBIS «Scientific Research Institute of Agriculture of Crimea», e-mail: Denis.zubochenko@mail.ru, Republic of Crimea, Simferopol, Kievskaya St., 150, FSBIS «Scientific Research Institute of Agriculture of Crimea».

Shiyan Olga Vladimirovna - Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of General Technical Disciplines of the Institute «Agrotechnological Academy» of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University», e-mail: olgshiyanyandex.ru, Republic of Crimea, Simferopol, Agrarian village, Institute «Agrotechnological Academy» of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University».

Zubochenko Alla Anatolyevna - Head of the Laboratory of Agrochemical Research FSBIS «Scientific Research Institute of Agriculture of Crimea», e-mail: zubochenko_a@niishk.site, Republic of Crimea, Simferopol, Kievskaya St., 150, FSBIS «Scientific Research Institute of Agriculture of Crimea».

Bolily Artyom Olegovich - Junior Researcher FSBIS «Scientific Research Institute of Agriculture of Crimea», e-mail: artemartem3103@yandex.ru, Republic of Crimea, Simferopol, Kievskaya St., 150, FSBIS «Scientific Research Institute of Agriculture of Crimea».

ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», e-mail: volobuev99@mail.ru, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского».

Volobuev Dmitry Dmitrievich – postgraduate student of the Department of General Technical Disciplines of the Institute «Agrotechnological Academy» of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University», e-mail: volobuev99@mail.ru, Republic of Crimea, Simferopol, Agrarian village, Institute «Agrotechnological Academy» of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University».

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ
БЕЗОПАСНОСТИ АГРЕГАТОВ
СИСТЕМ
АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ КОМ-
ПЛЕКСОВ, ИМЕЮЩИХ
ГИДРОАКТИВНЫЕ ОТВОДЫ,
ПУТЕМ ДЕМПФИРОВАНИЯ
КОЛЕБАНИЙ**

**ENSURING THE SAFETY OF
UNITS OF SYSTEMS
OF AGRICULTURAL
COMPLEXES WITH
HYDROACTIVE
BRANCHES
BY DAMPING
VIBRATIONS**

Ажермачев С.Г., кандидат технических наук, доцент;
Высоцкая Н.Д., кандидат технических наук, доцент;
Волобуев Д.Д., аспирант, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»

Azhermachev S.G., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
Vysotskaya N.D., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
Volobuev D.D., postgraduate student, Institute "Agrotechnological Academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University"

Проблемы безопасности эксплуатации агрегатов систем агропромышленных комплексов, имеющих гидроактивные отводы, возникают в связи с возможными проявлениями колебательных процессов в трубопроводах, зависящих от скорости течения жидкости в них. Например, такая проблема в сельскохозяйственном производстве возникает при использовании механизированных устройств для опрыскивания растений. Анализ наблюдений показывает, что для трубопровода, концы которого закреплены с увеличением скорости течения жидкости, частота свободных колебаний уменьшается, и система может перейти в критическое состояние, при котором будет наблюдаться нулевое значение частоты и в этом случае может наблюдаться дестабилизирующее действие

Problems with the safety of operation of units of systems of agro-industrial complexes with hydroactive branches arise in connection with the possible manifestations of oscillatory processes in pipe branches, depending on the speed of fluid flow in them. For example, such a problem in agricultural production arises when using mechanized devices for spraying plants. Analysis of observations shows that for a pipe outlet, the ends of which are fixed with an increase in the speed of fluid flow, the frequency of free oscillations decreases, and the system can go into a critical state in which a zero frequency value will be observed and in this case a destabilizing effect of a fluid flow moving at a constant speed can be observed. There is also another extreme in this process, when pulsation of pressure and speed can cause harmful vibrations that

потока жидкости, движущегося с постоянной скоростью. В этом процессе есть еще и другая крайность, когда пульсация давления и скорости может вызвать появление вредных колебаний, которые могут угрожать прочности трубоотвода, а также герметичности и плотности промежуточных его соединений. Все перечисленные факторы могут создавать условия для возможного появления аварийных ситуаций в агрегатах систем агропромышленного комплекса. При наличии таких неблагоприятных факторов могут быть предусмотрены такие устройства, которые могли бы оказывать демпфирующее действие и изменять частоты собственных колебаний, при этом влияя на механику взаимодействия потока и трубоотвода и тем самым создавая условия для возможности повышения безопасности эксплуатации агрегатов агропромышленных комплексов, имеющих гидроактивные отводы.

Ключевые слова: агрегат, колебательные процессы, трубоотводы, скорость течения жидкости, частота свободных колебаний, критическое состояние, перемещение, скорость, ускорение, прочность трубоотвода, аварийные ситуации, демпфирующее действие, изменение частот собственных колебаний.

Введение. Стабильная урожайность сельскохозяйственных культур может быть обеспечена мероприятиями защиты их от болезней и вредителей. Чтобы достичь этих целей расходуются значительные суммы на осуществление соответствующих агротехнических мероприятий. Успешное решение этих задач зависит во многом от функциональности механизированных устройств, применяемых для опрыскивания растений. Данные устройства и другие агрегаты систем агропромышленных комплексов, имеющих гидроактивные отводы, ши-

can threaten the strength of the pipeline, as well as the tightness and density of its intermediate connections. All of these factors can create conditions for the possible occurrence of emergency situations in units of agro-industrial complex systems. In the presence of such unfavorable factors, devices can be provided that could have a damping effect and change the frequencies of natural oscillations, while influencing the mechanics of interaction between the flow and the pipe outlet and thereby creating conditions for the possibility of increasing the safety of operation of units of agricultural complexes with hydroactive outlets.

Key words: unit, oscillatory processes, pipelines, fluid flow speed, free vibration frequency, critical state, displacement, speed, acceleration, pipeline strength, emergency situations, damping effect, change in natural frequencies.

роко распространены. В настоящее время в подразделениях аграрных компаний и индивидуальных сельхозпроизводителей наиболее часто используются прицепные (рисунок 1) и навесные (рисунок 2) опрыскиватели. В этих устройствах имеются трубоотводы различной длины.



Рисунок 1. Прицепной опрыскиватель



Рисунок 2. Навесной опрыскиватель

Полнообъемное опрыскивание наземными штанговыми опрыскивателями обычно проводится при норме расхода 300 – 1000 л/га [1].

Среди отечественных машин для защиты растений опрыскиванием наиболее существенные изменения зафиксированы в конструкции полевых штанговых опрыскивателей, заметный рост номенклатуры которых наблюдается в последние годы.

Определяющими критериями оценки эффективности работы опрыскивателей являются сокращение расхода рабочей жидкости и потерь пестицидов, обеспечение равномерности обработки растений, и это достигается, как правило, совершенствованием основных рабочих органов агрегата, расширенным внедрением компьютеризации для управления и координации технологическим процессом.

Важным направлением развития опрыскивателей является повышение их экологической безопасности. Это обеспечивается совокупным действием раз-

личных факторов, среди которых – безопасность эксплуатации агрегата с полным исключением условий, способствующих наступлению аварийных ситуаций, которые могут повлиять на стабильность экологической ситуации, а также повышение качества распыла раствора ядохимикатов, снижение повреждаемости растений и уплотнения почвы ходовыми колесами машин, использование новых безопасных технологий эксплуатации технологических агрегатов.

В настоящее время в стране сформировалось и расширилось собственное производство современных опрыскивателей разных конструкций. Среди них преимущественное развитие получили малообъемные полуприцепные и навесные штанговые опрыскиватели.

В линейку отечественного машиностроения начали активно добавляться самоходные модели на базе отечественных (ГАЗ-66, УАЗ-3303) и зарубежных («Ниссан-Атлас», «Тойота-Хайс» и др.) автомобилей, которые обеспечивают меньшее удельное давление на почву и лучшую проходимость.

Основные технические данные показывают, что ширина захвата опрыскивателей достигает 30 м, максимальная вместимость рабочего бака, как правило, 3,2 – 6 тыс. л, производительность примерно 27 – 30 га/ч (у самоходных – 75 га/ч), обычная норма расхода рабочей жидкости для большинства опрыскивателей составляет 75 – 300 л/га, сверхмалообъемных – 5 – 10 л/га [1].

Если их сравнить с опрыскивателями предыдущего поколения, можно отметить, что в конструкцию большинства новых моделей заложены такие прогрессивные элементы, которые позволяют оптимизировать показатели их работы. Современные опрыскиватели имеют более качественные и производительные насосные агрегаты и регуляторы давления; распылители с улучшенными качественными характеристиками; системы фильтрации, которые отличаются более качественной очисткой рабочего раствора и наличием фильтров, которые устанавливаются на многих участках коммуникаций опрыскивателя, а также на каждом распылителе индивидуально. В новых опрыскивателях ходовая часть с возможностью регулирования ширины колеи, шины с возможностью снижения давления на грунт; штанги, имеющие защиту от возможных поломок при встрече с препятствием, с возможностью поэтапного поsekционного включения в работу; рабочие баки опрыскивателей оснащаются гидравлическими или инжекторными мешалками.

Обязательным оснащением отечественных моделей являются установки дополнительных баков для промывочной воды, в ряде моделей опрыскивателей предусматриваются емкости для приготовления рабочего раствора. В новых моделях опрыскивателей начинают предусматриваться и внедряться автоматизированные системы контроля технологического процесса.

Примером таких новых моделей современной техники являются выпускаемые ООО «НПФ ГУТА» навесные штанговые (ОНШ-600) и полуприцепные опрыскиватели (ОПМ-2001, ОПМ-2505В, ОПМ-2800, ОПМ-6000) [1]. Эти модели оснащаются баками высокой химической стойкости, узлами и деталями в коррозионно-стойком исполнении, насосами и распылителями четырехсту-

пенчатой системой фильтрации, узлами и деталями в коррозионно-стойком исполнении. Управление штангой выполняется из кабины трактора, с помощью установленной гидросистемы. Опрыскиватели комплектуются так же бортовыми компьютерами, регуляторами-распределителями с электроуправляемыми клапанами, миксерами для заправки концентратами ядохимикатов, многопозиционными головками с распылителями и промывочными баками вместимостью до 400 л.

В настоящее время все чаще возникают проблемы с обеспечением безопасности таких систем [2]. Проблемы безопасности эксплуатации таких агрегатов возникают в связи с возможными проявлениями колебательных процессов в трубопроводах, зависящих от скорости течения жидкости в них. Анализ наблюдений показывает, что для трубопровода, концы которого закреплены, с увеличением скорости течения жидкости частота свободных колебаний уменьшается, и система может перейти в критическое состояние [3], при котором будет наблюдаться нулевое значение частоты и в этом случае может наблюдаться дестабилизирующее действие потока жидкости, движущегося с постоянной скоростью. В этом процессе есть еще и другая крайность, когда пульсация давления и скорости может вызвать появление вредных колебаний, которые могут угрожать прочности трубопровода, а также герметичности и плотности промежуточных соединений трубопровода.

Материалы и методы исследований. Все перечисленные факторы могут создавать условия для возможного появления аварийных ситуаций в рассматриваемых системах агропромышленного комплекса. Чтобы взять ситуацию под контроль и уменьшить риски наступления аварийных ситуаций необходимо провести анализ факторов, оказывающих влияние на колебательные свойства трубопроводов.

При наличии таких неблагоприятных факторов могут быть предусмотрены такие устройства, которые могли бы оказывать демпфирующее действие и изменять частоты собственных колебаний, при этом влияя на механику взаимодействия потока жидкости и трубопровода. Чтобы представить это наглядно, можно рассмотреть условную расчетную схему [4], которая может отобразить эти процессы (рисунок 3).

На схеме изображена жесткая консоль, один из концов которой упруго защемлен (рисунок 3 а, б). Введем обозначение: k – коэффициент жесткости защемления (изгибающий момент, который появляется при повороте консоли на угол, равный единице). Введем еще одно обозначение: m – масса единицы длины консоли и l – общая длина консоли. В этом случае можем определить собственную частоту колебаний консоли:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{J}} = \sqrt{\frac{3 \cdot k}{m \cdot l^3}}, \quad (1)$$

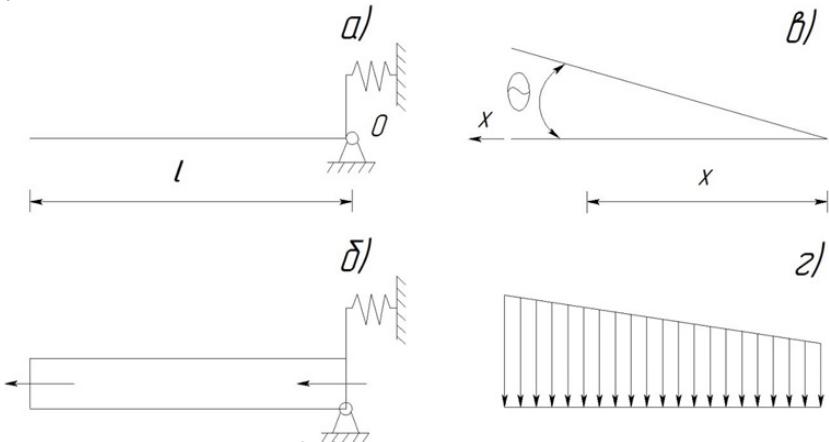
где J – момент инерции консоли, который определяется относительно оси, проходящей через точку О перпендикулярно плоскости чертежа.

В рассматриваемом случае момент инерции консоли

$$J = \frac{m \cdot l^3}{3}.$$

Для нашего случая представим консоль как трубу, обладающую продольным каналом, по которому справа налево перемещается жидкость непрерывным потоком. На левом конце будем наблюдать свободное истечение жидкости. Обозначим скорость течения через v , а массу единицы длины струи через m_1 .

Определим, каким образом будет выражаться влияние потока жидкости на частоту собственных колебаний системы.



Пусть x – координата текущего сечения трубопровода.

Угол поворота трубы в текущий момент времени обозначим через $\theta = \theta(t)$ (рисунок 1 в). Соответственно при малых колебаниях θx – перемещение, $\theta' x$ – скорость, $\theta'' x$ – ускорение.

Между частицами жидкости и трубой при колебаниях будут возникать силы взаимодействия в перпендикулярном направлении к оси трубы. Эти силы взаимодействия будут зависеть от координаты x и от времени t . Обозначим эти силы, соотнесенные к единице длины, следующим образом:

$$F = F(x, t). \quad (2)$$

На частицу жидкости, которая занимает участок длиной dx , вдоль оси x действует сила $F dx$ со стороны трубопровода. Масса частицы жидкости равна $m_1 dx$. Для этого случая можно записать уравнение движения частицы жидкости:

$$F = m_1 a. \quad (3)$$

Здесь a – полное ускорение частицы жидкости, направление которого перпендикулярно оси x .

Для нашего случая ускорение можно представить как суммарное, при этом необходимо связать подвижную систему координат с трубой. При относитель-

ном ускорении частицы равном нулю можно записать:

$$\mathbf{a} = \mathbf{a}_e + \mathbf{a}_c, \quad (4)$$

где $\mathbf{a}_e = \theta'' \mathbf{x}$ – переносное ускорение, то есть ускорение жидкости в соответствующем сечении трубы; $\mathbf{a}_c = 2\theta' \mathbf{v}$ – кориолисово ускорение.

Произведя подстановку (4) в (3), получаем выражение для интенсивности сил, которые действуют на струю жидкости со стороны трубы:

$$\mathbf{F} = m_1(\theta'' \mathbf{x} + 2\theta' \mathbf{v}). \quad (5)$$

В нашем случае для трубы нужно уточнить, что со стороны жидкости действуют те же силы (5), но имеющие противоположное направление, как показано на рисунке 1, г. Эти силы порождают отрицательный изгибающий момент относительно центра упругого защемления:

$$M = - \int_0^l m_1(\theta'' \mathbf{x} + 2\theta' \mathbf{v}) x dx = -m_1 \left(\theta'' \frac{l^3}{3} + \theta' v \cdot l^2 \right). \quad (6)$$

Уточним, какие воздействия на трубу будут наблюдаться в этом случае. На трубу так же действует момент упругого защемления, который равен $-k\theta$:

$$-k\theta + M = l \cdot \theta''. \quad (7)$$

Производя подстановку (6) в (7) получаем:

$$\frac{(m + m_1)l^3}{3} \theta'' + m_1 v l^2 \theta' + k\theta = 0. \quad (8)$$

После преобразования получаем:

$$\theta'' + \frac{3m_1 v}{(m + m_1)l} \theta' + \frac{3k}{(m + m_1)l^3} \theta = 0 \quad (9)$$

Результаты и обсуждения. В полученном выражении во втором слагаемом первая производная угла и положительный коэффициент, это говорит о том, что колебания этой системы носят затухающий характер. И как вариант, труба может совершать апериодическое движение относительно положения равновесия вместо колебаний. При этом можно будет наблюдать, что чем больше скорость течения жидкости, тем затухание будет более интенсивным [5].

Происхождение демпфирования в системе в этом случае можно объяснить следующим. При рассмотрении дифференциального уравнения (9) слагаемое, которое содержит первую производную угла поворота, появляется вследствие эффекта Кориолиса. Кориолисова сила является реально существующей силой, которая действует на трубу со стороны струи жидкости. Она равна: $-2m_1 v \theta'$.

Эта сила создает изгибающий момент противоположного знака. Эта сила так же пропорциональна угловой скорости. Можно сопоставить энергию частиц потока жидкости на входе в трубу и на выходе из нее. Кинетическая энергия частицы жидкости на входе равна: $m_1 dx \frac{v^2}{2}$. А на выходе из трубы эта же частица жидкости имеет большую энергию: $m_1 dx \frac{v^2 + (\theta' x)^2}{2}$.

Отсюда следует, что каждая частица жидкости уносит энергию: $m_1 dx \frac{(\theta' x)^2}{2}$.

И этот факт является причиной затухания колебаний [6]. Если оба конца трубы закреплены, то энергия входящих частиц жидкости точно равна энергии выходящих частиц, независимо от возможного изгиба трубы и эффект демпфирования в этом случае не возникнет. Нужно уточнить, что здесь имеется ввиду работа систем сугубо специального вида [7]. Если учесть поперечную податливость опоры, то может возникнуть противоположное явление – дестабилизирующее влияние потока жидкости на трубу (это явление хорошо подтверждается в случае, если в руках подержать жесткий наконечник гидроотвода во время движения жидкости).

Выводы. 1) При использовании упругого консольного трубоотвода при работе агрегата с ростом скорости течения жидкости эффект демпфирования возрастает.

2) На колебательные свойства трубоотводов оказывает существенное влияние скорость течения жидкости.

3) Пульсация скорости и давления перемещающейся жидкости может послужить причиной возникновения вредных колебаний, которые могут угрожать плотности соединений и прочности трубоотвода.

4) В качестве частных случаев могут существовать такие устройства, в которых само течение жидкости может оказывать демптирующее влияние на систему.

5) Колебания рассмотренной системы носят затухающий характер.

6) При затухающем характере колебаний трубоотвод вместо колебаний может совершать апериодические движения при стремлении к равновесию.

7) Затухание колебаний будет тем более интенсивным, чем больше скорость течения жидкости.

Список использованных источников:

1. Ревякин Е.Л., Краховецкий Н.Н. Машины для химической защиты растений в инновационных технологиях: науч. аналит. обзор. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 124 с.

2. Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК: материалы Международной научно-практической конференции 25 – 27 октября 2023 года: сб. науч. тр. / под общ. ред. И.П. Криволапова. – Ми- чуринск: Изд-во ООО «БиС», 2023. – 306 с.

References:

1. Revyakin E.L., Krakhovetskiy N.N. Machines for chemical plant protection in innovative technologies: scientific and analytical review. – M.: Federal State Scientific Institution “Russian Research Institute of Information and Technical and Economic Research on Engineering and Technical Support of the Agro-Industrial Complex”, 2010. – 124 p.

2. Engineering support of innovative technologies in the agro-industrial complex: materials of the International Scientific and Practical Conference

3. Ажермачев С.Г. Повышение надежности морских трубопроводов при экстремальных воздействиях / Сергей Ажермачев // MOTROL. – Commission of motorization and energetics in agriculture : Polish Academy of sciences. – Lublin, 2014. – Vol. 16. – P. 69 – 74.
4. Ажермачев С.Г., Погрибняк Н.С. Корректировка расчетных схем морских сооружений в условиях слабых грунтов. Молодежь в науке: Новые аргументы [Текст]: Сборник научных работ VI Международного молодежного конкурса (Россия, г. Липецк, 30 апреля 2017 г.). Часть I / Отв. ред. А.В. Горбенко. – Липецк: Научное партнерство «Аргумент», 2017. – С. 65 – 71.
5. Прочность. Устойчивость. Колебания. Справочник в трех томах. Том 1. Под ред. И.А. Биргера и Я.Г. Пановко. – М.: Издательство «Машиностроение», 1968. – 832 с.
6. Масленников А.М. Динамика и устойчивость сооружений: учебник и практикум для вузов / А.М. Масленников. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 366 с. – Серия: Специалист.
7. Чемодуров В.Т. Оптимизация параметров элементов конструкции агрегатов агропромышленного комплекса / В.Т. Чемодуров, С.Г. Ажермачев, Э.В. Литвинова // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2022. – № 32 (195). – С. 139 – 146. eLIBRARY ID: 50252865 EDN: YYIXCL
- October 25-27, 2023: collection of scientific papers / under the general editorship of I.P. Krivolapova. – Michurinsk: Publishing House LLC «BiS», 2023. – 306 p.
3. Azhermachev S.G. Increasing the reliability of offshore pipelines under extreme impacts / Sergey Azhermachev // MOTROL. – Commission of motorization and energetics in agriculture: Polish Academy of sciences. – Lublin, 2014. – Vol. 16. – P. 69 – 74.
4. Azhermachev S.G., Pogribnyak N.S. Adjustment of design schemes for offshore structures in soft soil conditions. Youth in science: New arguments [Text]: Collection of scientific works of the VI International Youth Competition (Russia, Lipetsk, April 30, 2017). Part I / Editor-in-chief A.V. Gorbenko. – Lipetsk: Scientific partnership “Argument”, 2017. – P. 65 – 71.
5. Strength. Sustainability. Oscillations. Handbook in three volumes. Volume 1. Edited by I.A. Birger and Ya.G. Panovko. – Moscow: Publishing house «Mechanical engineering», 1968. – 832 p.
6. Maslennikov A.M. Dynamics and stability of structures: textbook and workshop for universities / A.M. Maslennikov. – Moscow: Publishing house YUralt, 2016. – 366 p. – Series: Specialist.
7. Chemodurov V.T. Optimization of parameters of design elements of units of the agro-industrial complex / V.T. Chemodurov, S.G. Azhermachev, E.V. Litvinova // News of agricultural science of Tavrida. – 2022. – № 32 (195). – P. 139 – 146. eLIBRARY ID: 50252865 EDN: YYIXCL

Сведения об авторах:

Ажермачев Сергей Геннадьевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры общетехнических дисциплин Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», e-mail: SGA.simf@gmail.com, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Высоцкая Наталия Дмитриевна – кандидат технических наук, доцент кафедры общетехнических дисциплин института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», e-mail: natali.v-v@mail.ru, 295492, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Волобуев Дмитрий Дмитриевич – аспирант кафедры общетехнических дисциплин института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», e-mail: volobyev99@mail.ru, 295492, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Information about the authors:

Azhermachev Sergey Gennadievich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of General Technical Disciplines of the Institute "Agrotechnological Academy" of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", e-mail: SGA.simf@gmail.com, 295492, Russia, Republic of Crimea, Simferopol, Agrarian settlement, Institute "Agrotechnological Academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University".

Vysotskaya Natalia Dmitrievna – Candidate of Technical Sciences, associate professor of the Department of General Technical Disciplines of the Institute "Agrotechnological Academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", e-mail: natali.v-v@mail.ru, 295492, Russia, Republic of Crimea, Simferopol, Agrarnoe settlement, Institute "Agrotechnological Academy" of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "V.I. Vernadsky Crimean Federal University".

Volobuev Dmitry Dmitrievich – postgraduate student of the Department of General Technical Disciplines of the Institute "Agrotechnological Academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", e-mail: volobyev99@mail.ru, 295492, Russia, Republic of Crimea, Simferopol, Agrarnoe settlement, Institute "Agrotechnological Academy" of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "V.I. Vernadsky Crimean Federal University".

**РАСЧЕТ ИЗГИБНЫХ
ДЕФОРМАЦИЙ
ТЕЛЕСКОПИЧЕСКОЙ СТОЙКИ
САМОХОДНОГО ШАССИ ДЛЯ
ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ В
ВИНОГРАДНИКАХ**

Чемодуров В.Т., доктор технических наук, профессор;
Литвинова Э.В., кандидат технических наук, доцент; ;
Волобуев Д.Д., аспирант, институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского».

Обеспеченность виноградарских хозяйств Республики Крым техникой для возделывания насаждений не превышает 50% от требуемого перечня машин. При этом многие машины выработали свой ресурс работы. Интенсивная технология возделывания виноградников является наиболее прогрессивной и эффективна в разы выше, чем в случае традиционных технологий. Технической основой интенсивной технологии возделывания виноградников является механизация, автоматизация и роботизация работ в виноградниках, обеспечивающие высокую продуктивность и качество виноградарства. В статье рассмотрена устройство и технические характеристики амортизационной стойки телескопической схемы. Сделано обоснование параметров и режимов работы телескопических амортизаторов высококлиренсного шасси. Рассчитана конструкция универсального высококлиренсного

**CALCULATION OF BENDING
DEFORMATIONS OF
TELESCOPIC STAND
OF SELF-PROPELLED CHASSIS
FOR WORKS IN VINEYARDS**

CHemodurov V.T., Doctor of Technical Sciences, Professor;
Litvinova E.V., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
Volobuev D.D., postgraduate student;
Institute «Agrotechnological academy» of FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University».

The provision of viticulture farms of the Republic of Crimea with equipment for cultivating plantations does not exceed 50% of the required list of machines. At the same time, many machines have exhausted their resource of work. Intensive vineyard technology is the most progressive and effective at times higher than in the case of traditional technologies. The technical basis of intensive vineyard cultivation technology is mechanization, automation and robotization of work in vineyards, ensuring high productivity and quality of viticulture. The article discusses the design and technical characteristics of the shock strut of the telescopic circuit. The parameters and operating modes of telescopic shock absorbers of high-latitude chassis are justified. The design of a universal high-clearance chassis with varying ground clearance for bending under the arising horizontal lateral forces is calculated. Defined: value of allowable bending

шасси с изменяющимися дорожным просветом на изгиб при возникающих горизонтальных боковых силах. Определены: значение допускаемого изгибающего момента; наибольшие касательные напряжения; критический момент, при котором материал начинает разрушаться или деформироваться; максимально допустимые деформации стойки переменного сечения под действием изгибающих моментов. Расчетный анализ динамических характеристик амортизационной стойки шасси позволяет определить необходимые конструктивные характеристики и уровни динамического нагружения при работе шасси. Основная цель – обоснование параметров и режимов работы телескопических стоек высококлиренсного самоходного шасси для выполнения работ в виноградниках.

Ключевые слова: амортизационная стойка телескопической схемы, высококлиренсное шасси, допускаемый изгибающий момент, наибольшие касательные напряжения, критический момент, максимально допустимые деформации стойки переменного сечения.

moment; maximum tangential stresses; the critical moment at which the material begins to break or deform; maximum allowable deformations of the stand of variable section under the action of bending moments. Design analysis of the dynamic characteristics of the chassis shock strut allows you to determine the necessary structural characteristics and dynamic load levels during chassis operation. The main goal is to justify the parameters and operating modes of the telescopic racks of a high-clearance self-propelled chassis for performing work in vineyards.

Keywords: damping strut of telescopic circuit, high-clearance chassis, permissible bending moment, maximum tangential stresses, critical moment, maximum permissible deformations of strut of variable cross-section.

Введение. Виноградарство в разрезе импортозамещения продолжает оставаться высокорентабельной отраслью. Так как плодоносящий виноградник при надлежащем уходе даёт доход, многократно превышающий доход от производства однолетних сельхозкультур.

27 декабря 2019 года принят федеральный закон «О виноградарстве и виноделии в Российской Федерации» [1], устанавливающий правовые основы производства, оборота и потребления продукции виноградарства и виноделия на территории РФ. Очевидно, что исполнение этого закона тесно связано со всем комплексом мер, использующих в производстве винограда самые передовые разработки и технологии.

Таким образом, развитие виноградарства – одно из перспективных на-

правлений развития агропромышленного комплекса России [2].

Обеспеченность виноградарских хозяйств Республики Крым техникой для возделывания насаждений не превышает 50% от требуемого перечня машин. При этом многие машины выработали свой ресурс работы. Обновление парка машин новой техникой в большинстве хозяйств не превышает 10–15%, и это, главным образом, приходится на закупку тракторов и некоторых образцов техники импортного производства [3].

Интенсивная технология возделывания виноградников является наиболее прогрессивной и эффективна в разы выше, чем в случае традиционных технологий. Технической основой интенсивной технологии возделывания виноградников является механизация, автоматизация и роботизация работ в виноградниках, обеспечивающие высокую продуктивность и качество виноградарства. Особенностью агротехнологических действий, выполняемых в виноградниках является их многочисленность и многообразие. Современные виноградники отличаются высокой плотностью посадки лозы, существенно уменьшенным междурядьем, что требует применения специфических машин с малыми поперечными габаритами, илидвигающимися над кроной растений.

В Крыму большое количество виноградников расположены на склонах, что существенно осложняет использование техники, особенно предрасположенной к опрокидыванию из-за малых размеров колеи и высокого центра тяжести. В таких условиях использование машин,двигающихся над кроной растений предпочтительно.

Важнейшей задачей АПК в современных условиях является обеспечение продовольственной независимости страны, что в значительной степени зависит от реализации Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2030 гг. [4]. На результаты ее реализации оказывает влияние уровень механизации и автоматизации технологических процессов при производстве сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия. В этой связи в соответствии с «дорожной картой» по подготовке Минсельхозом России совместно с Минобрнауки России, Минпромторгом России и ФГБУ «Российская академия наук» подпрограмм ФНТП разрабатывается подпрограмма «Сельскохозяйственная техника и оборудование», предусматривающая разработку и производство современных технических средств.

Структура системы машин и технологий [5]:

- машины для закладки (подготовка участка: раскорчевка, рыхление – вычесывание, планировка; подготовка посадочных мест: выкапывание ям и траншей, установка шпалер);
- машины для ухода за насаждениями (обработка междурядий и приствильных зон: обработка почвы и скашивание залуженных междурядий; орошение; внесение удобрений и химическая защита растений; обрезка и формирование куста);
- машины для уборки и транспортировки урожая.

Целью работы является обоснование параметров и режимов работы телескопических стоек высококлиренсного самоходного шасси (ВСШ) для выпол-

нения работ в виноградниках.

Высококлиренсные самоходные тракторы (рис. 1) для работы на неровном и влажном грунте, характеризуются увеличенной высотой шасси или его части, благодаря чему могут перемещаться параллельно рядам растений с возвышением над ними, не нарушая структуру почвы и не задевая сами растения, что в свою очередь благоприятно отражается на повышении урожайности [6-8].

Модификации универсальных тракторов, имеющие особо высокий агротехнический просвет до 1800...2200 мм, выполняются с порталовой конструкцией переднего управляемого моста с телескопическими стойками колес.

Основные требования к подвеске трактора [9]:

- обеспечение необходимой плавности хода;
- надежность деталей;
- малые масса и габаритные размеры;
- удобство размещения в ходовой системе;
- надежность передачи веса на движитель для обеспечения постоянного сцепления колес с дорогой;
- регулирование дорожного просвета;
- изменение характеристики подвески для улучшения эксплуатационных свойств агрегата;
- удобство и простота обслуживания.



Рисунок 1. Универсальное высококлиренсное энергетическое средство (УВЭС-45)

Материалы и методы исследований. Амортизационные стойки предназначены для поглощения энергии удара и гашения упругих колебаний на неровностях дороги. Для математического моделирования существенным становится описание кинематики движущихся частей шасси, особенно колес, в зависимости от нагрузок. На ВСШ каждая стойка опирается на одно колесо.

К амортизаторам ВСШ предъявляются следующие основные требования [10]:

- преобразование энергии удара в тепло работой сил трения при прямом (рабочем) ходе для снижения нагрузки на узлы конструкции ВСШ до расчетной;
- равномерное и плавное нарастание нагрузки до максимального значения к концу прямого хода;

– малое время обратного хода амортизатора.

От качества работы амортизационной системы зависят надежность и долговечность работы колеса. Если амортизатор не поглотит энергию удара ВСШ, оставшаяся часть может вызвать недопустимую деформацию, вплоть до разрушения.

Преимущества телескопического амортизатора [11]:

- улучшение управляемости транспортного средства;
- улучшение устойчивости транспортного средства во время движения по неровным дорогам;
- увеличение сцепления с дорогой;
- увеличение долговечности подвески.

Телескопические амортизаторы выполняются в виде телескопического устройства, располагаемого в подвеске вертикально или наклонно. Они по сравнению с рычажными амортизаторами обладают повышенным ходом, в два раза меньшей массой и работают при пониженных давлениях (2,5 – 8,0 Мпа). Основная характеристика телескопического амортизатора (рис. 2) – это зависимость силы сопротивления перемещению поршня в рабочем цилиндре от скорости его перемещения [11].



Рисунок 2. Общий вид телескопических амортизаторов высококлиренсного шасси

Известны различные способы нагружения при испытании на выносливость. Наиболее распространенной схемой является изгиб. Процесс изгиба происходит при применении к объекту сил, направленных перпендикулярно его оси, что приводит к искривлению и возникновению напряжений в материале. Величина изгиба зависит от формы объекта, его геометрических размеров и свойств материала. В процессе изгиба возникает различная деформация материала, включая продольную растяжку и сжатие, а также изменение геометрической формы, и происходит изменение формы и структуры материала, что может привести к его разрушению или повреждению.

Для расчета телескопической стойки рассмотрим амортизатор 3160-

2905006 двухтрубный (табл. 1, рис. 3). Тип крепления: проушина-проушина. Кожух: металлический (табл. 2). Номинальные усилия при скорости поршня 0,4 м/с: отбой 740 Н, сжатие 210 Н.

Таблица 1. Основные технические данные [12]

D , мм	60
d , мм	50
d_1 , мм	14
Диаметр поршня, мм	30
Ход поршня, мм	160
$L_{\text{раб}}$, мм	320
Масса, кг, не более	2

Таблица 2. Свойства стали для амортизатора

Марка стали	40Х
Модуль нормальной упругости E , ГПа	211
Модуль упругости при сдвиге крученiem G , ГПа	83
Плотность ρ_s , кг/м ³	7850

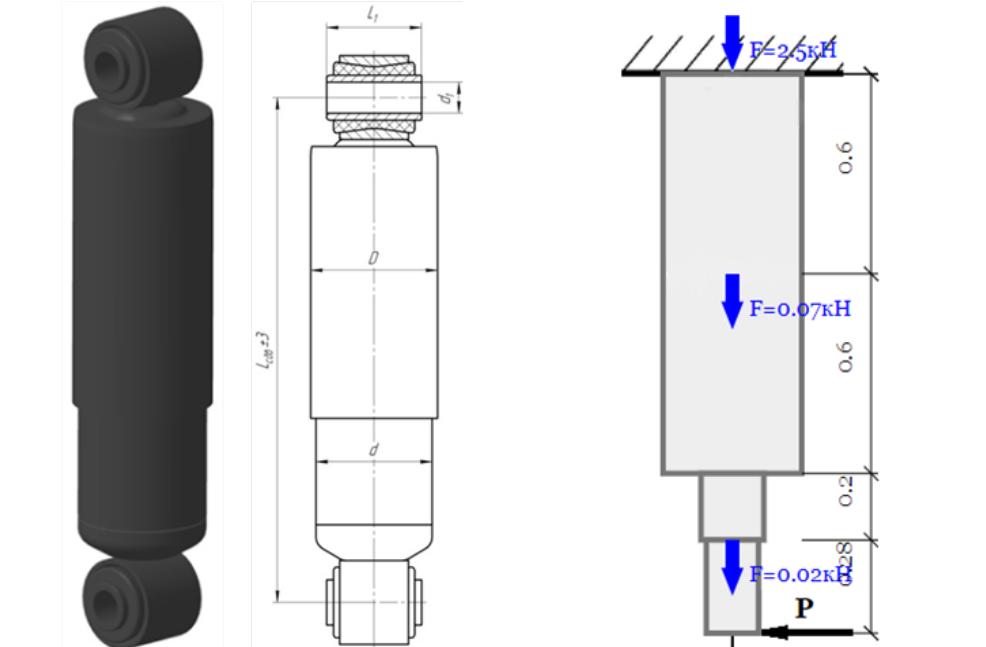


Рисунок 3. Амортизатор двухтрубный

Рисунок 4. Расчетная модель телескопической стойки

Модель 1

Определим значение допускаемого изгибающего момента $[M]$ для сечения балки с абсциссой x (рис. 5, а-б)

$$[M] = W \cdot [\sigma] = (b^3 / 6) \cdot [\sigma] = \left(b_0 + \frac{b_l - b_0}{l} x \right) (b^2 / 6) \cdot [\sigma].$$

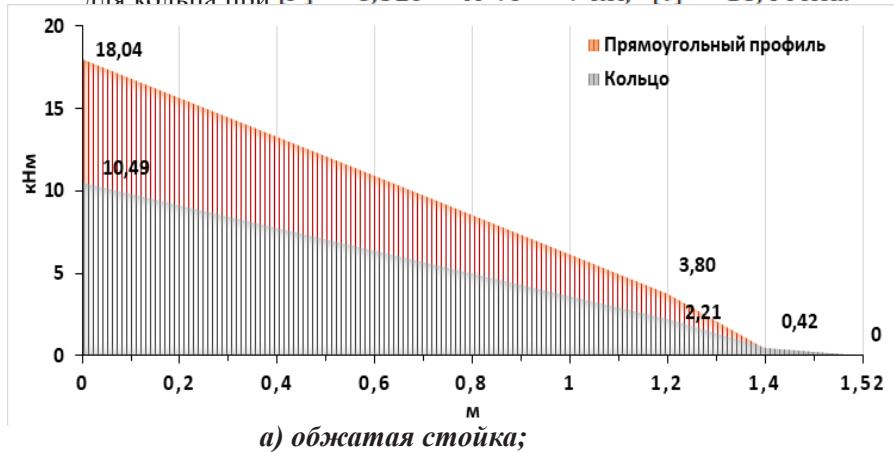
В общем случае прямого изгиба в поперечных сечениях балки возникают нормальные и касательные напряжения. Эти напряжения изменяются как по длине, так и по высоте балки.

Определим наибольшие касательные напряжения:

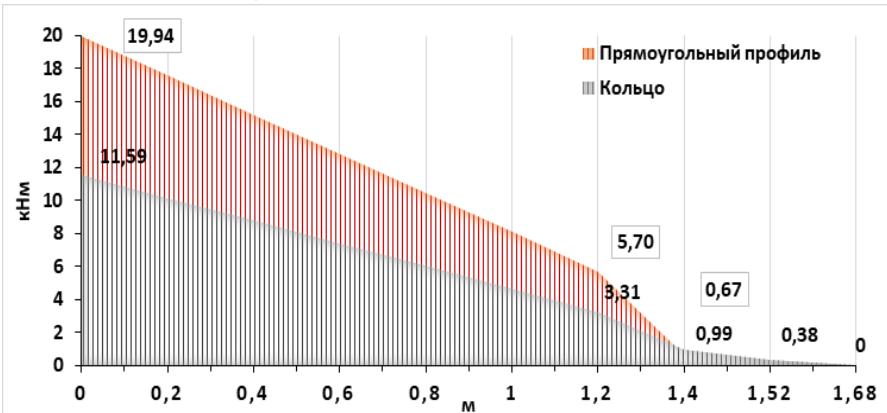
$$[\tau] = \frac{3P}{2[F]};$$

- для прямоугольного профиля при $[F] = 8,04e^{-4} \text{ м}^2$; $P = 12 \text{ кН}$, $[\tau] = 22,1 \text{ МПа}$;

- для кольца при $[F] = 6,32e^{-7} \text{ м}^2$; $P = 7 \text{ кН}$, $[\tau] = 16,4 \text{ МПа}$.



a) обжатая стойка;



б) необжатая стойка.

Рисунок 5. Допускаемый изгибающий момент [M] для стойки переменного сечения

Модель 2

Определим максимальную допустимую деформацию, при которой конструкция остается рабочей, по деформационным параметрам материала, таким как модуль упругости и коэффициент Пуассона. Метод деформационной теории изгиба — базируется на изучении деформаций и напряжений в стержнях под действием изгибающих моментов.

Определим критический момент, при котором материал начинает разрушаться или деформироваться, по известным механическим свойствам материала:

$$M_{kp} = \frac{\pi \sqrt{EI_x GI_k}}{L};$$

- для прямоугольного профиля $M_{kp} = 182$ кНм;
- для кольца $M_{kp} = 214$ кНм.

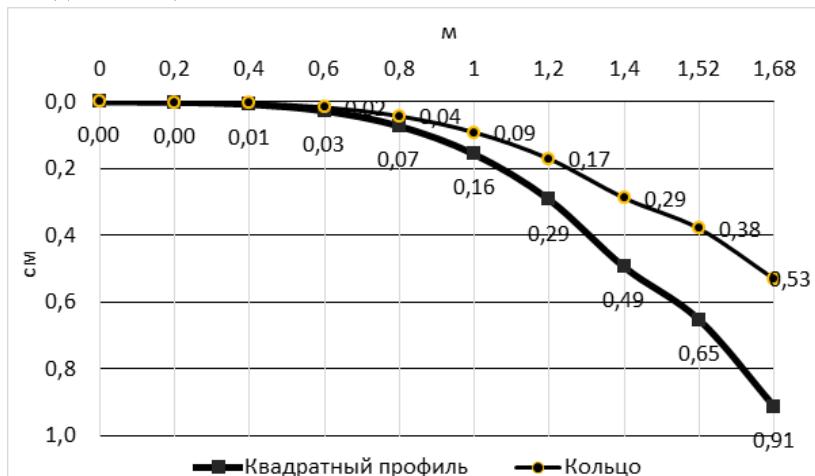


Рисунок 6. Максимально допустимые деформации стойки переменного сечения под действием изгибающих моментов [M]

Результаты расчетов, полученные для стойки переменного сечения (прямоугольный профиль и труба – табл. 3):

Таблица 3. Сводная таблица

Наименование критерия	Труба стальная, Марка 40Х	
	бесшовная (кольцо)	Профильная
Вес (1.2 м), кг	5.95	7.36
Вес (1.7 м), кг	8.43	10.6
Вес с амортизатором, кг	8.05	9.46
Вес шасси с амортизатором, кг	32.2	37.84
Вес шасси, кг	33.72	41.68

- 1) допускаемый изгибающий момент [M] для прямоугольного профиля больше на 42 %;
- 2) критическая поперечная сила для прямоугольного профиля больше на 40 %;
- 3) наибольшие касательные напряжения для прямоугольного профиля больше на 26 %;
- 4) критический момент, при котором материал начинает разрушаться или деформироваться, для прямоугольного профиля меньше на 15 %;
- 5) максимально допустимые деформации стойки из прямоугольного профиля

под действием изгибающих моментов [M] больше на 42 %.

Выводы

1. Применение принципов изгиба позволяет создавать инновационные и высокотехнологичные решения, обеспечивая надежность, эффективность и устойчивость в работе механизмов. Корректное предсказание и учет изгиба позволяет создавать более надежные и безопасные объекты, увеличивает их срок службы и экономит ресурсы.

2. Техническая задача рассмотренного решения – расширение функциональных возможностей шасси и повышении точности и качества выполняемых операций при обработке виноградников. Результат достигается за счет установки дополнительного оборудования, предназначенного для обработки виноградников, и повышения точности и качества выполняемых операций.

3. Стойки переменного сечения обладают большей гибкостью по сравнению со стойками постоянной жесткости при одинаковой с ними прочности.

4. В стойке постоянного сечения материал используется нерационально. Более экономичными по расходу металла являются стойки переменного сечения (табл. 3).

Список использованных источников:

1. Федеральный закон «О виноградарстве и виноделии в Российской Федерации» от 27.12.2019 № 468-ФЗ (последняя редакция). [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/564069019/>

2. Усенко, Л.Н. Возрождение виноградарско-винодельческой отрасли как одно из перспективных направлений развития АПК России. Учет и статистика / Л.Н. Усенко, З.В. Удалова // РГЭУ «РИНХ». – 2017 г. – № 3. – С. 74-82.

3. Стратегия развития виноградарства и виноделия Крыма (2020–2050 гг.). – 16 с.

4. Постановление Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2030 годы» (с изменениями и дополнениями). [Электронный ресурс].

References:

1. Federal Law «On Viticulture and Winemaking in the Russian Federation» dated 27.12.2019 № 468-FZ (latest edition). [Electronic resource]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/564069019/>

2. Usenko L.N. Revival of the viticulture and wine industry as one of the promising areas of development of the agro-industrial complex of Russia. Accounting and statistics/ L.N. Usenko, Z.V. Udalova// RSEU «RINH». – 2017 – № 3. – P. 74-82.

3. Strategy for the development of viticulture and winemaking of Crimea (2020-2050). – 16 p.

4. Decree of the Government of the Russian Federation of August 25, 2017 № 996 «On approval of the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture for 2017-2030» (as amended and supplemented). [Electronic resource]. URL: <http://>

URL: <http://government.ru/docs/29004/>

5. Мишуро, Н.П. Техника для питомникодства и садоводства: каталог / Мишуро Н.П. и [др]. – М., ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. – 80 с.
6. Высококлиренсные самоходные тракторы и опрыскиватели. [Электронный ресурс]. URL: <https://bltech.ru/vysokoklirensnye-traktora-oprysikivateli/>
7. Измайлов, А.Ю. Актуальные проблемы создания новых машин для промышленного садоводства / А.Ю. Измайлов, Я.П. Лобачевский, И.Г. Смирнов, Д.О. Хорт. // Сельскохозяйственные машины и технологии. – № 3. – 2013. – С. 20-23.
8. Смирнов, И.Г. Самоходное гидрофицированное высококлиренсное энергосредство нового поколения с интеллектуальной системой управления / И.Г. Смирнов, Д.О. Хорт, Р.А. Филиппов. // Плодоводство и ягодоводство России. – 2014. – Т. 38. – № 2. – С. 118-124.
9. Тракторы. Конструкция: Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению «Наземные транспортные системы» и специальности «Автомобиле- и тракторостроение» / И.П. Ксеневич и [др]. – М.: МГТУ «МАМИ», 2001. – 821 с.: ил.
10. Кубланов, М.С. Математическое моделирование. Методология и методы разработки математических моделей механических систем и процессов: Учебное пособие. Часть I. Третье издание. / М.С. Кубланов. – М.: МГТУ ГА, 2004. – 108 с.
11. Добромуров, В.Н. Конструкции амортизаторов: Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Автомобиле- и тракторостроение» / В.Н. Добромуров, А.В. Острецов. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2007. – 47 п.
- government.ru/docs/29004/
5. Mishurov N.P. Equipment for nursery and gardening: catalog / Mishurov N.P. and [others]. – M., Federal State Budgetary Scientific Institution «Rosinformagrotech», 2021. – 80 p.
6. High-clearance self-propelled tractors and sprayers. [Electronic resource]. URL: <https://bltech.ru/vysokoklirensnye-traktora-oprysikivateli/>
7. Izmailov A.Yu. Actual problems of creating new machines for industrial gardening / A.Yu. Izmailov, Y.P. Lobachevsky, I.G. Smirnov, D.O. Hort. // Agricultural machines and technologies. – № 3. – 2013. – P. 20-23.
8. Smirnov I.G. New generation self-propelled hydroficated high-pressure power facility with intelligent control system / I.G. Smirnov, D.O. Hort, R.A. Filippov. // Fruit and berry growing in Russia. – 2014. – T. 38. – № 2. – P. 118-124.
9. Tractors. Design: Textbook for university students studying in the field of «Ground transport systems» and the specialty «Automotive and tractor engineering» / I.P. Ksenovich and [others]. – M.: MSTU «MAMI», 2001. – 821 p.: ill.
10. Kublanov M.S. Mathematical modeling. Methodology and methods of development of mathematical models of mechanical systems and processes: A textbook. Part I. Third edition / M.S. Kublanov. – M.: MSTU GA, 2004. – 108 p.
11. Dobromirov V.N. Shock absorber designs: A textbook for university students studying in the specialty «Automotive and Tractor Engineering» / V.N. Dobromirov, A.V. Ostretsov. – M: MSTU "MAMI," 2007. – 47 p.

цов. – М: МГТУ «МАМИ», 2007. – 47 с.

12. Размеры амортизаторов, таблица длины и хода. [Электронный ресурс]. URL: <https://avtodelonline.ru/stati/2-razmery-amortizatorov-tablitsa-dliny-i-khoda/>

12. Dimensions of shock absorbers, table of length and stroke. [Electronic resource]. URL: <https://avtodelonline.ru/stati/2-razmery-amortizatorov-tablitsa-dliny-i-khoda/>

Сведения об авторах:

Чемодуров Владимир Трофимович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры общетехнических дисциплин Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУВО «КФУ имени В.И. Вернадского», e-mail: Chens_mu1@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Литвинова Элла Валентиновна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры общетехнических дисциплин Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», e-mail: EllaLit@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Волобуев Дмитрий Дмитриевич – аспирант кафедры общетехнических дисциплин института «Агротехнологической академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», e-mail: Volobuev99@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского».

Information about the authors:

Chemodurov Vladimir Trofimovich – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of General Technical Disciplines of the Institute «Agrotechnological academy» of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University», e-mail: Chens_mu1@mail.ru, Agrarnoye v., Simferopol, Republic of Crimea, 295492, Russia.

Litvinova Ella Valentinovna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of General Technical Disciplines of the Institute «Agrotechnological academy» of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University», e-mail: EllaLit@mail.ru, Agrarnoye v., Simferopol, Republic of Crimea, 295492, Russia.

Volobuev Dmitry Dmitrievich – postgraduate student of the Department of General Technical Disciplines of the Institute «Agrotechnological academy» of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University», e-mail: EllaLit@mail.ru, Institute «Agrotechnological academy» of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University», Agrarnoye v., Simferopol, Republic of Crimea, 295492, Russia.

ВЕТЕРИНАРИЯ**УДК 619:616-084:636.1****РЕЗУЛЬТАТЫ
ДИСПАНСЕРИЗАЦИИ
ЛОШАДЕЙ ПРИ ВЫГУЛЬНОМ
СОДЕРЖАНИИ****RESULTS
OF HORSES
ЭДИСПЕНСАРИЗАЦИЯ
AT WALKING**

Куевда Н.Н., кандидат ветеринарных наук, доцент;
Оводенко Д.А., обучающаяся факультета ветеринарной медицины
Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И.Вернадского»

Kuevda N.N., Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor,
Ovodenko D.A., student
Institute “Agrotechnological Academy” FSAEI HE “V.I. Vernadsky Crimean Federal University”

В статье представлены результаты диспансеризации лошадей при выгульном содержании в условиях горного Крыма. Клинический статус животных был удовлетворительный. При лабораторных исследованиях крови диагностировали анемию и гипогликемию. Выявили достоверную тесную обратную связь между содержанием гемоглобина и активностью лактатдегидрогеназы. Коэффициент корреляции составил $-0,74 \pm 0,22$ ($p < 0,05$). Изменения активности других ферментов не обнаружили.

Ключевые слова: лошади, диспансеризация, клинический статус, анемия, активность ферментов.

The article presents the results of horses dispensarisation with walking in the Crimea's mountainous. The clinical status of the animals was satisfactory. Laboratory blood tests diagnosed anemia and hypoglycemia. A significant close inverse relationship between hemoglobin content and lactate dehydrogenase activity was revealed. The correlation coefficient was -0.74 ± 0.22 ($p < 0.05$). No changes in the activity of other enzymes were found.

Keywords: horses, clinical examination, clinical status, anemia, enzyme activity.

Введение. Диспансеризация лошадей – система плановых диагностических и профилактических мероприятий, направленная на выявление этиологии болезней, своевременную диагностику и ликвидацию ранних (субклинических) форм заболеваний. Начало работ по диспансеризации животных было положено в годы Великой Отечественной войны именно среди конского состава частей Северо-Западного фронта в 1942 г. Основоположником методологии

диспансеризации в ветеринарии считают заслуженного деятеля науки РСФСР, профессора Шарабрина Ивана Георгиевича, продолжившего работы в послевоенный период. Систематическая работа по совершенствованию методологии диспансеризации сельскохозяйственных животных начата в Московской ветеринарной академии им. К.И. Скрябина в шестидесятых годах прошлого столетия под его руководством. Неоценимый вклад в разработку и совершенствование методологии диспансеризации внесли Н.А. Судаков, М.Х. Шайхаманов, А.Н. Баженов, В.В. Полякин, В.И. Зайцев, И.П. Кондрахин, В.И. Левченко, Г.Г. Харута и др. [1]. Методология диспансеризации продуктивных животных (крупного рогатого скота, свиней) разработана сравнительно хорошо, практически лишена недостатков. Она основана на двух принципах – непрерывности и выборочной совокупности. Первый реализуется при систематическом исследовании в определенные периоды, второй – при исследовании контрольных групп животных [2].

В связи со стремительной механизацией сельского хозяйства роль лошадей в этом производстве существенно уменьшилась, поэтому методология диспансеризации лошадей не отработана. При работе с лошадьми специалисты используют методику для работы с другими животными, что не всегда оказывается правильным. В настоящее время лошади используются как спортивно-декоративные животные, что, несомненно, влияет на проведение диагностической работы с ними. Эффективность диспансеризации существенно возрастает при ее непрерывности. Так, для лошадей рекомендовано проводить диспансеризацию не менее двух раз в год – спустя 1-2 мес. после перехода на зимне-стойловое содержание и через 1-1,5 мес. после перевода лошадей на летнее содержание. Для исследования формируют контрольные группы, которые максимально точно отражают состояние содержащегося поголовья. В ГПЗ и племфермах эти группы включают жеребцов-производителей в пред- и неслучной периоды, кобыл холостых, жеребят и подсосных, жеребят 6-30 мес.; в конно-спортивных школах и на ипподромах – спортивных лошадей в период подготовки к выступлениям и в период отдыха [1, 3].

В настоящее время все больше растет роль лошадей в индустрии развлечений, они участвуют не только в разнообразных спортивных состязаниях и сельскохозяйственном производстве; все большую популярность как вид досуга приобретает верховая езда. В связи с этим появляется владельцы животных, массово использующих лошадей в прокате. Условия содержания и кормления таких лошадей часто далеки от идеальных.

Целью нашей работы было апробирование методики диспансеризации лошадей при выгульном содержании в горных условиях с использованием современных методов исследований.

Материал и методы исследований. При выполнении работы использовали клинические, гематологические и статистические методы исследований. Объектом исследования были лошади частного подворья, содержащиеся в ус-

ловиях горного Крыма (с.Лучистое, городской округ Алушта). Материал для исследования – образцы крови животных. Определение клинического статуса лошадей выполняли по методике диспансеризации с дополнениями. Для определения упитанности использовали два параметра, которые можно оценить количественно – среднюю оценку упитанности (BCS) по системе оценки Хен-неке [4], среднюю оценку гребня шеи (CNS), измеряемую по 6-балльной шкале [5]. Образцы крови животных для лабораторных исследований отбирали из яремной вены в пробирки с K3-EDTA (для общего анализа) и литий-гепарином (для биохимических исследований). Общий анализ крови выполняли на автоматическом гематологическом анализаторе VetScan HM5 (Abaxis, США). Биохимические исследования крови проводили на автоматическом биохимическом экспресс-анализаторе Fuji DRI-CHEM 4000ie (Fujifilm, Япония). В плазме крови определяли концентрацию общего белка, альбумина, креатинина, холестерина, триглицеридов и активность ферментов (аспартатаминотрансферазы (АсАТ), лактатдегидрогеназы (ЛДГ), креатинфосфокиназы (КФК), гамма-глутамилтрансферазы (ГГТ) и щелочной фосфатазы (ЩФ)). Непосредственно в цельной крови определяли содержание глюкозы экспресс-анализатором CentriVet (ACON Laboratories Inc, США).

Полученные результаты исследований анализировали методами вариационной статистики, используя Microsoft Office Excel 2007, рассчитывая среднюю величину и ее ошибку ($M \pm m$), коэффициент вариации (C_v , %), коэффициент корреляции и его достоверность.

Результаты и обсуждение. Согласно методологии диспансеризации. Ее начинают с анализа показателей продуктивности животных. Но, при диспансеризации лошадей, принадлежащих гражданам, использующим их в целях проката, таковых показателей нет. Поэтому этот пункт методологии приходится упускать.

Анализ клинического статуса животных выполняют путем осмотра всех животных и их клинического обследования с определением наиболее информативных показателей. При осмотре животных установили, что клиническое состояние животных удовлетворительное, упитанность их средняя. Средняя оценка упитанности (BCS) составляла $5,29 \pm 0,18$ ($C_v - 9,2\%$) баллов, оценка гребня шеи (CNS) – $2,29 \pm 0,18$ ($C_v - 21,3\%$). Причем второй показатель варьирует гораздо выше первого. Таким образом, использование этих коэффициентов позволяет получить числовые значения, которые оказываются весьма полезны в оценке изменения динамики упитанности животных. Клиническое обследование лошадей мы проводили, придерживаясь существующих рекомендаций, однако руководствуясь анатомо-топографическим принципом: вначале исследовали голову и грудные конечности, затем органы левой половины туловища, тазовые конечности и, наконец, органы правой половины туловища. Учитывая, что лошади крайне осторожно относятся к незнакомым людям и манипуляциям, то при знакомстве с животными все манипуляции выполняли таким образом, чтобы наиболее беспокойные отложить к концу обследования. К примеру,

вначале при осмотре животного определяли частоту дыхательных движений, при знакомстве и поглаживании головы – частоту пульса на лицевой артерии, термометрию лошадей проводили на заключительном этапе работ, перед аусcultацией сердца. Большинство животных при термометрии проявляли беспокойство, так как мы использовали ртутный максимальный термометр, время экспозиции – 5-6 мин. Перед термометрией мы проводили и осмотр склеры глаза, изменяя положение головы. Эта манипуляция обычно всегда сопровождается сопротивлением со стороны животного, поэтому влияет на показатели частоты пульса и дыхания. Однако осмотр склеры глаза является обязательным и необходимым элементом обследования, позволяя исключить иктеричность, особенно гемолитического происхождения.

Проведенное клиническое обследование позволило установить, что животные в целом были клинически здоровы. У одной отмечали признаки «мягкой бабки» с безболезненным увеличением путевого сустава (рис.1), у второй – сухой себореи (рис. 2). Динамика общеклинических показателей (температуры тела, частоты дыхания и пульса) была нормальная. Отклонений не обнаружили.



Рисунок 1. Мягкая бабка у лошади.



Рисунок 2. Сухая себорея у лошади.

Для лабораторных исследований крови мы рекомендуем использовать автоматические гематологические анализаторы. На рисунке 3 приведены результаты общего анализа двух лошадей. При этом на левом видно, что у животного снижены гемоглобин и MCHC, тогда как на правом – только MCHC. Снижение MCHC общеупотребительными методами не установить.

VetScan HM5 v2.2 Institute "Agrotechnologic academy" Veterinary medicine				VetScan HM5 v2.2 Institute "Agrotechnologic academy" Veterinary medicine					
Идент. пробы	00270	Идент. пробы	00268						
Идент. пациента			Идент. пациента			Идент. пациента			
Имя	Kumir		Имя	Elza		Имя			
Тип	Лошадь		Тип	Лошадь		Тип			
Пол	—		Пол	—		Пол			
Возр.	0 Е		Возр.	0 Е		Возр.			
Врач			Врач			Врач			
WBC	8.13	10 ⁹ /л	5.40	14.30	WBC	7.70	10 ⁹ /л	5.40	14.30
LYM	4.69	10 ⁹ /л	1.50	7.70	LYM	3.22	10 ⁹ /л	1.50	7.70
MON	0.10	10 ⁹ /л	0.00	1.50	MON	0.34	10 ⁹ /л	0.00	1.50
NEU	2.93	10 ⁹ /л	2.30	9.50	NEU	3.34	10 ⁹ /л	2.30	9.50
EOS	0.36	10 ⁹ /л	0.00	1.00	EOS	0.69	10 ⁹ /л	0.00	1.00
BAS	0.05	10 ⁹ /л	0.00	0.30	BAS	0.11	10 ⁹ /л	0.00	0.30
LYM%	57.7	%	0.0	100.0	LYM%	41.8	%	0.0	100.0
MON%	1.2	%	0.0	100.0	MON%	4.4	%	0.0	100.0
NEU%	36.0	%	0.0	100.0	NEU%	43.4	%	0.0	100.0
EOS%	4.4	%	0.0	100.0	EOS%	8.9	%	0.0	100.0
BAS%	0.6	%	0.0	100.0	BAS%	1.5	%	0.0	100.0
RBC	7.30	10 ¹² /л	6.80	12.90	RBC	7.98	10 ¹² /л	6.80	12.90
HGB	109	- г/л	110	190	HGB	112	г/л	110	190
HCT	38.16	%	32.00	53.00	HCT	40.41	%	32.00	53.00
MCV	52	fл	37	59	MCV	51	fл	37	59
MCH	14.9	pg	12.3	19.7	MCH	14.1	pg	12.3	19.7
MCHC	286	- г/л	310	390	MCHC	277	- г/л	310	390
RDWc	21.6	%			RDWc	22.1	%		
RDWs	43.8	fл			RDWs	43.0	fл		
PLT	110	10 ⁹ /л	100	400	PLT	131	10 ⁹ /л	100	400
MPV	7.4	fл			MPV	7.4	fл		
PCT	0.08	%			PCT	0.10	%		
PDWc	35.5	%			PDWc	38.0	%		
PDWs	11.2	fл			PDWs	12.5	fл		

Рисунок 3. Общий анализ крови лошадей

Результаты обобщенных лабораторных исследований крови лошадей приведены ниже.

Таблица 1. Результаты общего анализа крови лошадей

Показатель	M±m	C, %	Lim	< нормы, %
Эритроциты, Т/л	7,18±0,22	8,1	6,5-8	28,6
Гемоглобин, г/л	108,0±2,25	5,5	96-115	57,1
Гематокрит, %	38,1±1	7	34,3-42,3	—
MCV, фл	53,0±0,65	3,3	51-56	—
MCH, pg	15,1±0,32	5,6	14,1-16,7	—
MCHC, г/л	284,3±6,2	5,8	268-318	85,7
RDWc,%	21,0±0,27	3,4	19,9-22,1	—
Лейкоциты, Г/л	8,05±0,23	7,4	7,3-9,2	—
Лимфоциты, Г/л	3,82±0,38	26,1	2,3-4,9	—
Моноциты, Г/л	0,22±0,05	62,5	0,1-0,5	—
Нейтрофилы, Г/л	3,51±0,48	36,2	2,4-5,4	—
Эозинофилы, Г/л	0,43±0,06	35,8	0,3-0,7	—
Базофилы, Г/л	0,06±0,01	56,1	0,03-0,11	—
Нейтрофилы/лимфоциты	1,07±0,27	66,0	0,5-2,2	—

По данным этой таблицы видно, что у лошадей отмечают симптомы анемии – снижение гемоглобина и MCHC (57,1 и 85,7% соответственно). При этом также выявлена тенденция к смешению объема эритроцитов к верхним пределам (53,0±0,65 фл). Вариация показателей эритропоэза очень незначительна, не превышает 5-8%. Показатели лейкопоэза всех лошадей находились в пределах физиологических норм, но варьировали значительно по отдельным видам.

Результаты биохимического исследования крови лошадей приведены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты биохимического анализа крови лошадей

Показатель	M±m	C, %	Lim	< нормы, %
Общий белок, г/л	69,9±1,43	5,4	64,5-76,8	—
Глюкоза, ммоль/л	4,67±0,22	12,5	3,8-5,5	42,9
Альбумин, г/л	30,7±0,61	5,2	28-33	—
Креатинин, мкмоль/л	113,7±10,5	24,5	96-175	—
Холестерин, ммоль/л	2,01±0,07	9,4	1,8-2,2	—
Триглицериды, ммоль/л	0,3±0,03	28,6	0,2-0,5	—
КФК, Ед/л	196,0±10,3	13,9	157-237	—
ЩФ, Ед/л	184,1±30,7	44,2	21-275	—
ГГТ, Ед/л	15,1±0,59	10,4	12-17	—
АсАГ, Ед/л	289,1±3,76	3,4	277-306	—
ЛДГ, Ед/л	476,4±59,2	32,9	332-803	

По данным этой таблицы видно, из явных отклонений выявлена гипогликемия – 42,9% лошадей, при этом только у одной лошади этот показатель снижен на 15,6%, у остальных – не более 5-7%. При отсутствии клинических симптомов это не является значительной проблемой [6]. Также у 57% лошадей обнаружено неоднородно повышенная активность лактатдегидрогеназы: у одной лошади почти вдвое, у одной – на 25% и у двух на 8-15%. Повышение активности до двукратного диагностическим не считается [7]. Однако, при определении связей между показателями крови установили, что коэффициент корреляции между ЛДГ и содержанием гемоглобина составлял $-0,74\pm0,22$ ($p<0,05$). Повышения активности других ферментов не обнаружено. Поэтому мы считаем, что повышение активности лактатдегидрогеназы связано с усилением гликолиза, в первую очередь, в эритроцитах вследствие анемии (тем более, что это сопровождается гипогликемией) [8]. Биохимический профиль крови лошадей при диспансеризации, по нашему мнению, должен включать определение содержания общего белка, альбумина, глюкозы, креатинина и активности ферментов: аспартатаминотрансферазы, лактатдегидрогеназы, креатинфосфоркиназы и щелочной фосфатазы. Предлагаемые к диагностике показатели характеризуют функциональное состояние печени (общий белок, альбумин, глюкоза), почек и мускулатуры (общий белок, альбумин, креатинин). Определение активности ферментов позволяет исключить острую патологию печени и желчевыводящих путей, скелетной мускулатуры и сердца. Липиды крови (холестрин и триглицериды) следует определять у лошадей с повышенной упитанностью для исключения метаболического синдрома лошадей, гиперкортицизма, гипотиреоза и сахарного диабета, то есть патологий, сопровождающихся клиническим ожирением [9].

Учитывая физиологические особенности лошадей, общий анализ мочи, предусмотренный методологией диспансеризации, не проводили. Так как лошади содержатся выгульно, фактически на пастбище, и только вечером подкармливаются овсом (1,5-2 кг на голову) анализ рациона не проводили.

Выводы. Клинический статус лошадей удовлетворительный. При опреде-

лении упитанности животных рекомендуем использовать два числовых показателя, характеризующих упитанность, – среднюю оценку упитанности (BCS) и оценку гребня шеи (CNS). При исследовании крови установлены признаки анемии у 57-85%, гипогликемия – у 43% лошадей, повышение активности лактатдегидрогеназы – 57,1%. Биохимический профиль крови лошадей при диспансеризации, по нашему мнению, должен включать определение содержания общего белка, альбумина, глюкозы, креатинина и активности ферментов: аспартатаминотрансферазы, лактатдегидрогеназы, креатинфосфоркиназы и щелочной фосфатазы.

Список использованных источников:

1. Кондрахин И.П. Методические указания по диспансеризации продуктивных животных в фермерских и государственных хозяйствах / И.П. Кондрахин, Н.Н. Куевда. – Симферополь, 2010. – 36 с.
2. Ветеринарная диспансеризация сельскохозяйственных животных / [В.И. Левченко, Н.А. Судаков, Г.Г. Харута и др.]; под ред. В.И. Левченко. – К.: Урожай, 1991. – 306 с.
3. Справочник ветеринарного терапевта и токсиколога: Справочник / И.П. Кондрахин, В.И. Левченко, Г.А. Таланов; Под ред. И.П. Кондрахина. – М.: КолосС, 2005. – 544 с.
4. Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares / D.R. Henneke, G.D. Potter, J.L. Kreider and B.F. Yeates // Equine Veterinary Journal. – 1983. – 15(4):371-374.
5. Apparent adiposity assessed by standardised scoring systems and morphometric measurements in horses and ponies / R.A. Carter, R.J. Geor, W.B. Staniar, T.A. Cubitt et al. // Veterinary Journal. – 2009. – 179:204-210.
6. Sharkey L. Carbohydrates. In: Nicola Pusterla and Jill Higgins, editors. Interpretation of Equine Laboratory diagnostics, 1st ed. John Wiley & Sons, 2018, p.45-48.
7. Sharkey L. Enzymes. In: Nicola

References:

1. Kondrakhin IP. Study guide for dispensarisation of productive animals in private and state farms / IP Kondrakhin, NN Kuevda. Simferopol, 2010. 36p.

2. Veterinary dispensarisation of farm animals / [VI Levchenko, NA Sudakov, GG Kharuta, et al.]; ed. by VI Levchenko. Kyiv: Urozhay, 1991. 306p.

3. Reference guide of a veterinary therapist and toxicologist / IP Kondrakhin, VI Levchenko, GA Talanov; ed. by IP Kondrakhin. Moscow: KolosS, 2005. 544p.

4. Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares / DR Henneke, GD Potter, JL Kreider and BF Yeates // Equine Veterinary Journal. 1983. 15(4):371-374.

5. Apparent adiposity assessed by standardised scoring systems and morphometric measurements in horses and ponies / RA Carter, RJ Geor, WB Staniar, TA Cubitt, et al. // Veterinary Journal. 2009. 179:204-210.

6. Sharkey L. Carbohydrates. In: Nicola Pusterla and Jill Higgins, editors. Interpretation of Equine Laboratory diagnostics, 1st ed. John Wiley & Sons, 2018, p.45-48.

- diagnostics, 1st ed. John Wiley & Sons, 2018, p. 45-48.
7. Sharkey L. Enzymes. In: Nicola Pusterla and Jill Higgins, editors. Interpretation of Equine Laboratory diagnostics, 1st ed. John Wiley & Sons, 2018, p. 33-37.
 8. Stampfli H., Oliver-Espinosa O. Clinical Chemistry Tests. In: B.P.Smith, D.C. Van Metre, N.Pusterla, editors. Large animal internal medicine, 6th ed. Elsevier, 2020, p. 394-420.
 9. Demrek K.A. Toribio R.E. Hypothalamic-Pituitary-Adrenal Axis, Steroids, and Neuroactive Steroids. In: S.M. Reed, W.M. Bayly, D.C. Sellon, editors. Equine internal medicine, 4th ed. Elsevier, 2018, p. 1069-1139.
- Pusterla and Jill Higgins, editors. Interpretation of Equine Laboratory diagnostics, 1st ed. John Wiley & Sons, 2018, p.33-37.
8. Stampfli H., Oliver-Espinosa O. Clinical Chemistry Tests. In: B.P.Smith, D.C. Van Metre, N.Pusterla, editors. Large animal internal medicine, 6th ed. Elsevier, 2020, p.394-420.
9. Demrek K.A. Toribio R.E. Hypothalamic-Pituitary-Adrenal Axis, Steroids, and Neuroactive Steroids. In: S.M. Reed, W.M. Bayly, D.C. Sellon, editors. Equine internal medicine, 4th ed. Elsevier, 2018, p.1069-1139.

Сведения об авторах:

Куевда Николай Николаевич – кандидат ветеринарных наук, доцент, заведующий кафедрой внутренней патологии животных факультета ветеринарной медицины Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», e-mail: terapy-abip@mail.ru, 295492, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И.Вернадского»;

Оводенко Дарья Андреевна – обучающаяся 5 курса факультета ветеринарной медицины Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», e-mail: ovod433@gmail.com, 295492, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И.Вернадского».

Information about the authors:

Kuevda Nikolay Nikolayevich – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Head of Animal Internal Pathology Department of the Veterinary Medicine Faculty of the Institute “Agrotechnological Academy” FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University», e-mail: terapy-abip@mail.ru, 295492, Republic of Crimea, Simferopol, Agrarnoe;

Ovodenko Darya Andreevna – 5th year student of the Veterinary Medicine Faculty of the Institute “Agrotechnological Academy” FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University», e-mail: ovod433@gmail.com, 295492, Republic of Crimea, Simferopol, Agrarnoe.

УДК: 619:616.993:636.7

**КЛИНИЧЕСКОЕ
ПРОЯВЛЕНИЕ И ЛЕЧЕНИЕ
ЭРЛИХИОЗА У
СОБАК**

Лукьянова Г.А., доктор ветеринарных наук, профессор;

Куценко Ю.П., кандидат ветеринарных наук, доцент;

Лукьянов Р.Ю., кандидат ветеринарных наук, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И.Вернадского»

**DIAGNOSIS AND
TREATMENT OF
EHRLICHIOSIS
IN DOGS**

Lukianova G.A., Doctor of Veterinary Sciences, Professor;

Kutsenko I. P., Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor;

Lukianov R.Y., Candidate of Veterinary Sciences. Institute “Agrotechnological Academy” FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University"

В статье представлены эпизоотологические особенности эрлихиоза у собак в условиях Крыма. Отмечаются два подъема заболевания – весенний и осенний. Определены критерии клинического проявления и изменений морфологических показателей крови, которые указывают на высокую вероятность эрлихиозной этиологии заболевания. Экспериментально доказана терапевтическая эффективность лечения эрлихиоза у собак препаратами «Доксимаг» и «Дорин» в комплексе с гемотрансфузией и симптоматическими препаратами.

Ключевые слова: собаки, эрлихиоз, эпизоотология, диагностика, лечение.

The article presents the epizootiological features of ehrlichiosis in dogs in the Crimea. There are two outbreaks of the disease – spring and autumn. The criteria of clinical manifestation and changes in morphological parameters of blood have been determined, which indicate a high probability of ehrlichiosis etiology of the disease. The therapeutic efficacy of the treatment of ehrlichiosis in dogs with «Doximag» and «Dorin» in combination with hemotransfusion and symptomatic drugs has been experimentally proven.

Key words: dogs, ehrlichiosis, epizootiology, diagnosis, treatment.

Введение. В течение последних 10-15 лет на территории многих стран Европы было зарегистрировано природно-очаговое заболевание, ассоциированное с иксодовыми клещами - эрлихиоз собак [3, 4]. Распространение данной болезни на территории России подтверждено работами отечественных ученых [2, 3]. На наличие эрлихиоза собак в Республике Крым и городе Севастополе указывают публикации исследователей от 2017-2018 года и сообщения практикующих врачей ветеринарных клиник [1]. В связи с чем, целью нашей работы было изучить эпизоотологию, особенности клинического течения, методы ди-

агностики и лечения эрлихиоза у собак в условиях Крыма.

Материал и методы исследований. Исследования проводили в ветеринарных клиниках г. Севастополя на протяжении 2021-2023 годов. Диагноз на эрлихиоз собак ставили комплексно: на основании эпизоотических данных (сезон активности иксодовых клещей, отсутствие обработки репеллентами), клинической картины, результатов морфологического исследования крови. Для подтверждения диагноза использовали иммунохроматографический экспресс-тест для выявления антител против *E.canis* и подтверждения наличия ДНК возбудителя в ПЦР.

Для проведения лечебных противоэрлихиозных мероприятий нами были выбраны два препарата «Доксимаг» и «Дорин» в сочетании с однократной гемотрансфузией и симптоматической терапией. Животные с диагнозом эрлихиоз, возрастом 1-3 года с одинаковой стадией течения болезни (примерно 3-4 неделя заболевания), были разделены на 2 группы по 5 голов в каждой. Пациенты обеих групп, первые три дня находились в условиях стационара, и клинический осмотр больных собак проводили ежедневно. Доксимаг вводили внутримышечно один раз в сутки в дозе 10 мг на 1 кг массы животного. Доза препарата «Дорин» (рифампицин и доксициклина гидрохлорид) определялась из расчета 5-7 мг на 1 кг веса животного, внутримышечно 1 раз в день. Курс лечения в обеих группах составил четыре недели.

Оценку эффективности лечения проводили по исчезновению клинических признаков заболевания у собак. На третью и четырнадцатые сутки от начала лечения, у животных двух групп исследовали морфологические показатели крови.

Результаты и обсуждения. На основании анализа историй болезни, которые ведутся в клиниках и результатов собственных исследований, было установлено, что за изучаемый период диагноз на эрлихиоз у собак был установлен в 21 случае.

Нами было выделено два подъема заболевания – весенний (апрель-май) и осенний (сентябрь-октябрь). Все заболевшие животные заразились от клещей, не выезжая за пределы Севастопольского региона и Республики Крым, что позволяет говорить о местном эрлихиозе.

Анализируя возрастную структуру заболевших животных, можно отметить, что эрлихиоз проявлялся преимущественно у молодых животных возрастом от 1 до 3-х лет, что составило 80,9%. Случаи заболевания у старших животных отмечали всего у 4-х собак (19,1%). Такая особенность, на наш взгляд, обусловлена большей активностью молодых животных и наличием опыта у владельцев взрослых собак в вопросах профилактики нападения клещей.

Собаки, больные эрлихиозом, попадали в клинику на 3-4 неделю после нападения на них клещей. У большинства животных заболевание протекало в острой форме (85,7%). Анализ клинической картины заболевания позволил установить отсутствие патогномоничных признаков, позволяющих поставить диагноз на эрлихиоз. Превалирует лихорадочная реакция (от одного до шести

дней), гепатомегалия, лимфаденомегалия периферических лимфоузлов, кровоизлияния на слизистых конъюнктивы и склеры, респираторные признаки в виде одышки и хрипов. Лихорадка сопутствовали депрессия и анорексия. У более 80% пациентов проявлялись респираторные признаки – одышка или хрипы, и как следствие слабость. У трети животных диагностировали слабость задних конечностей (атаксию), наклоны головы. У отдельных животных (22,2%) наблюдалось носовое кровотечение.

Таблица 1. Клинические проявления острой формы**эрлихиоза у собак (n=18)**

Клинические проявления	Число случаев	% от общего числа больных
Лихорадка /депрессия, анорексия	18	100
Кровоизлияния конъюнктивы и склеры	8	44,4
Носовое кровотечение	4	22,2
Лимфаденомегалия	14	77,8
Гепатомегалия	18	100
Респираторные признаки (одышка, хрипы)	15	83,3
Поражения ЦНС /слабость задних конечностей, наклоны головы	6	33,3

Хроническое течение эрлихиоза у собак было установлено всего в трех случаях (14,3%). Продолжительность болезни, при этом устанавливалась предположительно – 4-6 месяцев. У животных отмечали периодические недомогания (вялость, отказ от корма) и носовые кровотечения.

Нами были отобраны 10 собак с клиническим проявлением острого эрлихиоза. Животных разделили на две группы по 5 собак в каждой. Лечение было комплексным, включая этиотропную и симптоматическую терапию. Перед началом лечения у всех животных отбирали кровь для гематологического исследования. Полученные результаты представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2. Гематологические показатели у собак, больных эрлихиозом

Показатели	Единицы измерения	Норма	1-я подопытная группа (n=5)	2-я подопытная группа (n=5)
СОЭ	мм/ч	2-5	45,3±11,7	42,1±12,5
Гемоглобин, конц (HGB)	г/л	110-190	69,55±18,73	75,37±16,52
Эритроциты, сод-е в крови (RBC)	Т/л	5,4-7,8	4,61±0,78	4,92±0,92
Среднее содержание гемоглобина в эритроците (MCH)	пг	19-24,5	14,2±2,2	15,5±3,1
Гематокрит (HCT)	%	37-54	24,5±0,02	31,0±0,05
Тромбоциты, сод-е в крови (PLT)	10 ⁹ /л	200-700	105,3±16,12	127,3±17,13
Лейкоциты, сод-е в крови (WBC)	Г/л	10,0-16,0	5,61±2,93	4,95±2,05

Как видно из таблицы 2, у собак больных эрлихиозом в крови отмечали панцитопению. Так, в крови всех животных установили эритроцитопению,

тромбоцитопению и лейкоцитопению. Показатели концентрации гемоглобина в крови были значительно ниже физиологической нормы. Среднее содержание гемоглобина в крови, которое соответствует цветовому показателю ниже референсных значений и характеризует развитие гипохромной анемии. Отмечали снижение гематокрита. Скорость оседания эритроцитов увеличена.

Таблица 3. Лейкограмма собак при эрлихиозе

Группа (n=5)	Э	Лейкограмма %					Б	Л	Мо			
		Нейтрофилы										
		М	Ю	П	С							
Норма	2-6			1-3	43-71	0-1	12-30	3-10				
1-я подопытная группа	0,7±3,13	0	0,1± 0,1	8,1± 1,11	68,5 ±5,2	0,1± 0,1	12,4± 4,6	10,1± 1,25				
2-я подопытная группа	1,2±2,72	0	0,1± 0,12	7,2±0 .36	63,9 ±4,8	0,2± 0,1	18,8± 2,6	8,6± 0,88				

Анализ лейкограммы больных эрлихиозом собак показал некоторые отклонения от физиологической нормы. Из характерных отличий, имеется ярко выраженная эозинопения. У всех животных отмечалось увеличение количества палочкоядерных нейтрофилов. Дополнительно, можно говорить о незначительном моноцитозе.

Результаты эксперимента эффективности лечения эрлихиоза у собак показал, что оба препарата эффективны для лечения. Однако при использовании препарата Дорин исчезновение симптоматики отмечалось уже на 12,8±2,3 день. В то время как исчезновение клинических признаков при лечении препаратом Доксимаг установили только на 15,0±2,2 сутки от начала лечения. Кроме того, применение комплексного препарата Дорин позволило снизить дозу доксициклина, за счет синергизма с рифомпицином, что также могло ускорить восстановление животного.

Динамика гематологических показателей крови также указывала на эффективность применяемого лечения. При повторном взятии крови (третий день от начала лечения) отмечали незначительную нормализацию гематологических показателей (концентрация гемоглобина, число эритроцитов, тромбоцитов и лейкоцитов). Установили тенденцию к восстановлению показателей СОЭ и гематокрита. Показатели лейкограммы существенных изменений на проведенное лечение не претерпели.

Следующий срок контроля эффективности лечения был установлен по истечении двух недель. Результаты морфологических исследований представлены в таблицах 4 и 5.

На 14-й день комплексной терапии у животных обеих групп отмечали достоверные изменения гематологических показателей крови. При этом у животных первой подопытной группы определяемые показатели нормализовались до референсных значений, за исключением концентрации гемоглобина – 105,4±12,4 г/л и среднего его содержание в крови 18,4±1,2 пг. У собак второй подопытной группы все исследуемые показатели соответствовали физиологическим нормам.

Таблица 4. Гематологические показатели у собак, больных эрлихиозом на 14 день лечения

Показатели	Единицы измерения	Норма	1-я подопытная группа (n=5)	2-я подопытная группа (n=5)
СОЭ	мм/ч	2-5	5,4±1,8**	4,0±1,2**
Гемоглобин, конц (HGB)	г/л	110-190	105,4±12,4*	118,7±6,8*
Эритроциты, сод-е в крови (RBC)	Т/л	5,4-7,8	5,2±0,16*	5,8±0,24*
Среднее содержание гемоглобина в эритроците (MCH)	пг	19-24,5	18,4±1,2*	20,4±4,0*
Гематокрит (HCT)	%	37-54	38,5±2,6*	45,2±1,1*
Тромбоциты, сод-е в крови (PLT)	10 ⁹ /л	200-700	308,4±28,8**	375,5±31,2**
Лейкоциты, сод-е в крови (WBC)	Г/л	10,0-16,0	8,46±1,05*	9,66±0,24*

*P<0,05, **P<0,01

Таблица 5. Лейкограмма собак при эрлихиозе на 14 день лечения

Группа (n=5)	Э	Лейкограмма %					
		Нейтрофилы				Б	Л
		М	Ю	П	С		
Норма	2-6			1-3	43-71	0-1	12-30
1-я подопытная группа	3,7±0,2*	0	0 , 1 ±4,8±0,1	0,14	58,2±1,4	0,1±0,1	29,9±2,1
2-я подопытная группа	5,5±2,2*	0	0 , 1 ±3,8±0,1	0,84	52,7±4,5	0,1±0,1	33,2±2,4

*P<0,05

В лейкограмме крови у всех подопытных животных содержание эозинофилов и моноцитов восстановилось до уровня физиологических норм (Табл. 5).

В дальнейшем у всех животных был продолжен курс лечения длительностью четыре недели. Такая продолжительность лечения рекомендована в связи с наличием исследований [4], которые доказали, что если курс доксициклина менее 4 недель эффект от лечения наблюдается, но этот короткий курс не приводит к элиминации эрлихий. В таком случае инфекция может вернуться через некоторое время после отмены антибиотиков.

Выходы: 1. Эрлихиоз собак регистрируется на территории Севастопольского региона как трансмиссивное заболевание. Отмечаются два подъема заболевания – весенний и осенний.

2. Клиническая картина заболевания у собак, больных острой формой эрлихиоза не имеет патогномоничных признаков и характеризуется: депрессией, анорексией, лихорадкой, (100%), гепатомегалией (100%), респираторными признаками в виде одышки и хрипов (83,3%), лимфоденомегалией периферических лимфоузлов (77,8%), кровоизлияниями на слизистых конъюнктивы и склеры (44,4%), атаксией (33,3), носовыми кровотечениями (22,2%).

3. Для эрлихиоза собак характерны панцитопения (эритроцитопения,

тромбоцитопения и лейкопения), уменьшение концентрации гемоглобина, снижение гематокрита и увеличение СОЭ. В лейкограмме имеется выраженная эозинопения.

4. Применение препаратов «Доксимаг» и «Дорин» в составе комплексной терапии эрлихиоза у собак обеспечивает нормализацию показателей общего анализа крови и исчезновение клинических признаков на $15,0 \pm 2,2$ и $12,8 \pm 2,3$ день соответственно.

Список использованных источников:

1. Гуртовая, А.К. Эпизоотологические особенности эрлихиоза собак на территории крымского полуострова / А.К. Гуртовая, Г.А. Лукьянова // Системы и паразитоценозы животных: материалы V научно-практической конф. Международной ассоциации паразитоценологов «Паразитарные системы и паразитоценозы животных». Витебск: ВГАВМ, 2016. – С. 40-42.

2. Карташов, С.Н. Морфологические и биохимические исследования крови у собак при эрлихиозе / С.Н. Карташов, А.А. Миронова, М.А. Приходько // Материалы Международной научно-практической конф. «Актуальные проблемы производства и переработки продуктов животноводства». Нижний Архыз, 2010. – С. 468-472.

3. Приходько, М.А. Эрлихиоз собак в Ростовской области / М.А. Приходько // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы ветеринарного обеспечения Российской животноводства». – Новочеркасск, 2010. – С. 93-96.

4. Цачев, И.Ц. Моноцитарный эрлихиоз у собак / И.Ц. Цачев, И.Д. Димов // VetPharma, № 5. – 2011. – С. 48-54.

References:

1. Gurtvaya, A.K. Epizootological features of dog ehrlichiosis on the territory of the Crimean peninsula / A.K. Gurtvaya, G.A. Lukyanova // Animal systems and parasitocenoses: proceedings of the V Scientific and Practical Conference. International Association of Parasitocenologists "Parasitic systems and parasitocenoses of animals". Vitebsk: VGAVM, 2016, P. 40-42.

2. Kartashov, S.N. Morphological and biochemical blood tests in dogs with ehrlichiosis / S.N. Kartashov, A.A. Mironova, M.A. Prikhodko // Materials of the International Scientific and Practical Conference "Actual problems of production and processing of livestock products". Nizhny Arkhyz, 2010. P. 468-472.

3. Prikhodko, M.A. Erlichiosis of dogs in the Rostov region / M.A. Prikhodko // Materials of the All-Russian scientific and practical conference "Actual problems of veterinary support of Russian animal husbandry". Novocherkassk, 2010. P. 93-96.

4. Tsachev, I.C. Monocytic ehrlichiosis in dogs / I.C. Tsachev, I.D. Dimov // VetPharma, No. 5. – 2011. – pp. 48-54.

Сведения об авторах:

Лукьянова Галина Александровна – доктор ветеринарных наук, профессор, профессор кафедры микробиологии, эпизоотологии и ветеринарно-санитарной экспертизы Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», e-mail: njanja74@mail.ru, 295492, п. Аграрное, институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского».

Куценко Юлия Петровна – кандидат ветеринарных наук, доцент, доцент кафедры микробиологии, эпизоотологии и ветеринарно-санитарной экспертизы Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», e-mail: j.kutcenko@gmail.com, 295492, п. Аграрное, институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского».

Лукьянов Руслан Юрьевич – кандидат ветеринарных наук, ассистент кафедры внутренней патологии животных института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», e-mail: ruslan_1111@mail.ru, 295492, п. Аграрное, институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского».

Information about the authors:

Lukianova Galina Alexandrovna – Doctor of Veterinary Science, Professor, professor by a department microbiology, epizootology and veterino-sanitary expertis, Institute “Agrotechnology academi” FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University», e-mail: njanja74@mail.ru, institute “Agrotechnology academi” FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University» 295492, Republic of Crimea, Simferopol, Agrarnoe.

Kutsenko Iuliia Petrovna – candidate of veterinary sciences, docent, docent by a department microbiology, epizootology and veterino-sanitary expertis, Institute “Agrotechnology academi” FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University», e-mail: j.kutcenko@gmail.com, institute “Agrotechnology academi” FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University» 295492, Republic of Crimea, Simferopol, Agrarnoe.

Lukianov Ruslan Yurievich – candidate of veterinary sciences, assistant of chair of the institute “Agrotechnology academi” FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University», e-mail: ruslan_1111@mail.ru, institute “Agrotechnology academi” FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University» 295492, Republic of Crimea, Simferopol, Agrarnoe.

**ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ
СЕПТИЧЕСКОГО АРТРИТА
ЖЕРЕБЯТ НА ПРИМЕРЕ
КЛИНИЧЕСКОГО СЛУЧАЯ**

Куевда Е.Н., кандидат ветеринарных наук;

Решетова А.Р., обучающийся Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И.Вернадского».

В статье описан клинический случай наблюдения и лечения жеребёнка с жалобой на первичном приёме по поводу хромоты. В процессе полного клинического исследования поставлен окончательный диагноз септический артрит. Выполнено лечение и оценена динамика процесса.

Ключевые слова: септический артрит, хромота, рентгенография, противовоспалительные средства.

Введение. Опорно-двигательный аппарат лошади ежедневно подвергается значительным физическим нагрузкам, поэтому одной из наиболее серьезных проблем для животных остаются заболевания суставов. Наиболее распространенной группой ортопедических заболеваний у спортивных и лошадей хобби-класса являются артриты – травматические артриты, рассекающие остеохондриты, субхондральные кистозные поражения, септические (инфекционные) артриты и остеоартриты, также известные как хроническое дегенеративное поражение суставов.

Септический артрит (суставолом) – инфекционное заболевание жеребят первых дней жизни, сопровождающееся высоким уровнем заболеваемости и смертности. Данная патология приносит значительный экономический ущерб отрасли, поскольку может возникать внезапно, протекать без должного лечения стремительно и приводить либо к выбраковке животного, либо к летальному исходу. Опытные конезаводчики учитывают все возможные риски для новорожденного жеребёнка и принимают профилактические меры. Частные владельцы лошадей могут не оценить важность постнатального периода жеребёнка, риски возникающих в этот период патологий и упустить своевременную

**DIAGNOSIS AND TREATMENT
OF SEPTIC ARTHRITIS IN
FOALS USING A CLINICAL CASE
EXAMPLE**

Kuevda E.N., Candidate of Veterinary Sciences;

Reshetova A.R., a student at the Institute «Agrotechnological Academy» FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University».

The article describes a clinical case of observation and treatment of a foal complaining of lameness at the initial admission. In the course of a full clinical trial, the final diagnosis of septic arthritis was made. The treatment was performed and the dynamics of the process was assessed.

Keywords: septic arthritis, lameness, radiography, anti-inflammatory drugs.

диагностику и лечение животного [1].

Источником возбудителей может быть гематогенный путь, распространение воспаления из окружающих мягких тканей, костные инфекции, перфорация, вызванная случайной или ятогенной травмой [2]. Кроме того, возможна генетическая предрасположенность, излишне быстрый рост и набор веса молодого животного, нарушения минерального обмена [1].

Клинические признаки включают хромоту средней или сильной степени, растяжение сустава, боль при сгибании. Дополнительные наблюдаемые клинические отклонения могут быть связаны с источником инфекции, который расположен рядом с суставом (прилежащая инфекция, травма, разрыв) или удалён от него (инфекция пупочных структур, энтерит, инфекция нижних дыхательных путей), имеет системное происхождение (сепсис) [2,3]. Окончательное диагностическое подтверждение получают путём выявления бактериальных агентов при цитологическом исследовании или посеве синовиальной жидкости [4]. Документация клинических случаев показывает, что результаты бактериального посева синовиальной жидкости отрицательные в 33–60% случаев септического артрита [2-4]. В тоже время, инкубация синовиальной жидкости в питательной среде для культивирования крови (ВСМ) и тест на полимеразную цепную реакцию (ПЦР) являются более специфичными и чувствительными методами подтверждения синовиальной инфекции у лошадей. Таким образом, диагностика септического артрита в клинической практике основывается на вышеупомянутых клинических признаках в сочетании с цитологическим исследованием синовиальной жидкости – количество лейкоцитов (преимущественно нейтрофилов) более 5000 /мкл [3], общая концентрация белка более 25 г/л [2]. Терапевтический подход заключается в системном и локальном применение препаратов – антибиотические, противоспалительные, протекторы, при необходимости применяют хирургическое лечение [1,2]. Нестероидные противоспалительные препараты являются обычным средством лечения, кроме того, назначают пероральные или инъекционные добавки для суставов (гиалуроновая кислота или глюкозамин), применяют прямые инъекции кортикостероидов и гиалуроновой кислоты в пораженные суставы. В современной специализированной литературе описаны новые технологии – инъекции стволовых клеток в пораженные суставы.

Самое важно, лечение следует начинать срочно, после подтверждения диагноза, в силу специфического течения воспалительного процесса у лошадей.

В целом, данная проблема сложна и актуальна – ранняя диагностика затруднена неспецифическими симптомами, что приводит к некротизации пораженный тканей в суставах и интоксикации организма; развивается устойчивость к антибиотикам, что требует поиска новых эффективных средств терапии; совокупный отсроченный экономический ущерб достаточно велик.

В связи с вышеизложенным, разработка и совершенствование методов диагностики и лечения септического артрита у жеребят является актуальной задачей ветеринарной медицины, направленной на снижение заболеваемости,

улучшение прогноза и минимизацию экономических потерь. Разработка новых подходов к профилактике заболевания, включая оптимизацию условий содержания и иммунопрофилактику, также играет важную роль в борьбе с септическим артритом у жеребят. Высокий уровень смертности (22–58%) при септическом артите, несмотря на лечение, подчеркивает его клиническую значимость [2,3]. После лечения возможны остеоартрит и хромота [4,] что снижает эксплуатационную ценность животного.

Материал и методы исследований. При выполнении работы использовали клинические, лабораторные и статистические методы. Клиническое обследование выполняли по общепринятой схеме: регистрация, сбор анамнеза, клиническое обследование, применение дополнительных специальных методов исследования. Для оценки общих показателей отобрали кровь, выполнили посев синовиальной жидкости, для оценки эффективности лечения применили тонкоигольную аспирационную биопсию и рентгенографию.

Результаты и обсуждение. С жалобой в клинику от владельцев на хромоту левой тазовой конечности поступил 10-дневный жеребёнок кличка Тангенс породы русский тяжеловоз. Животное содержится в деннике при кобыле, в рационе молоко. Из данных анамнеза выяснили, что у жеребёнок Тангенс был на прогулке с кобылой на неохраняемой территории и, вероятно, получил травматическое повреждение о металлический предмет. Признаки хромоты наблюдаются уже на протяжении 5 дней. У животного снижен аппетит, в области поражённого сустава кожа и шерсть влажные. По данным клинического исследования установили, что температура тела составляла 39° С (норма до 14 дневного возраста 37,5-39,0 ° С), видимые слизистые без отклонений и нарушений, отмечено преимущественно вынужденное лежачее положение. При пальпации поражённой конечности установили, что в проксимальных отделах болезненности нет, признаков гиперемии и отёков не наблюдается. В области путевого сустава отмечается отёчность мягких тканей, болезненность, некоторое повышение местной температуры, при пальпации в области суставной капсулы отмечено истечение непрозрачного, зловонного экссудата светло-желтого цвета и густой консистенции. Дополнительно оценили состояние пупочного кольца – культа пупка не гиперемирована, признаков отёка и экссудации не наблюдали.

Выполнили бактериальный посев синовиальной жидкости и тонкоигольную аспирационную пункционную биопсию (ТИАБ) поврежденного сустава для определения возможного возбудителя и разработки схемы лечения. В схеме исследования отобрали кровь и выполнили рентгенография для исключения патологии костной ткани животного.

При выполнении лабораторного анализа установили только отклонения уровня лейкоцитов – 5,28*10⁹/л (референс 6-11*10⁹/л), остальные гематологические и биохимические показатели крови были без изменений. Бактериальный посев на флору и чувствительность к антибиотикам выявил, что определена микрофлора *Psychrobacter maritimus*, однако, чувствительность к антибиотикам не может быть выполнена в связи с отсутствием стандартизованного метода определения. Это в дальнейшем повлияло на

выбор средств антимикробной терапии.

Данные ТИАБ были следующими. Локализация: синовиальная жидкость. Материал: ТИАБ синовия. Количество: более 10 мл. Цвет: ярко желтый, с фибриновыми сгустками беловатого цвета. Прозрачность: мутная жидкость. Вязкость: низкая (менее 1 см). Муциновый сгусток: плотный. Общий белок: 3,1 г/дл (норма 1,5-3,0 г/дл). Лейкоцитов: 35000 /мкл. Плотность: 1,025 г/см³. Описание: фон препаратов зернистый, представлен толстым гранулярным, волокнистым материалом (с высоким содержанием муцина), белковым материалом (представлен в виде «полумесяца»). В препаратах обильно представлены воспалительная популяция клеток: нейтрофилы зачастую сегментированные, реже с признаками дегенеративных изменений (кариопикноз ядер в частности), реже мононуклеарные клетки: с вакуолизированной, зачастую с четкими контурами цитоплазмой, единично в отдельных полях зрения с признаками лейкофагии, на ряду с мононуклеарными клетками в незначительном количестве представлены малые/средние лимфоциты. Редко обнаруживаются двудерные клетки, единично обнаружен остеокласт, эозинофилы отсутствуют. Бактериальная микрофлора отмечается в незначительном количестве (кокковые формы), расположенные внеклеточно, небольшими группами/скоплениями и редко в фагоцитозе нейтрофилами (до 3 в 10 полях зрения). Нет убедительных морфологических данных в отношении опухолевого/неопластического процесса.

Морфологическое заключение: Цитологическая картина в большей степени соответствует септическому нейтрофильному синовиту, артриту/артропатии. Нейтрофильное воспаление с незначительной бактериальной инфильтрацией.

По результатам рентгенологического исследования установили повреждение мягких тканей путевого сустава с незначительным количеством газа (рисунок 1).



Рисунок 1. Данные рентгенологического исследования при обращении.

По результатам выполненного исследования был поставлен диагноз септический артрит, вызванный предположительно *Psychrobacter maritimus*, разработано лечение. Подбор средств во многом был определён возможностями владельцев. Животному предоставлен покой, ограничен выгул, обильное теплое питьё, введён легкоусвояемый

корм. В силу неоднозначного результата посева назначили антибиотики широкого спектра действия – «ПенСтреп» (3 мл внутримышечно, один раз в день курсом семь дней), нестероидный противовоспалительный «Фенилбутазон» (2 мл внутривенно в первый день, далее 1 мл 1 раз в день, внутривенно курсом 5 дней). Выполнили дренирование, хирургическую обработку и промывание пораженного сустава теплым раствором «Фурацилина» (0,02% раствор) с повтором до выздоровления.

Контроль показателей крови назначили через 7 дней: результаты исследования крови и ТИАБ не имели отклонений. При этом данные рентгенографии показали на момент исчезновения выраженных клинических признаков небольшую отечность в области путевого сустава (рисунок 2).



**Рисунок 2. Данные рентгенологического исследования
по окончанию терапевтического лечения.**

Владельцам было рекомендовано физиотерапия и дальнейший контроль состояния конечности для предотвращения возможности развития остеоартрита. Кроме того, рекомендовано выполнять выпас на огороженной территории или проводить инспекцию вероятных участков выпуга и выпаса животных.

При осмотре животного через 10 дней установили, что хозяева не выполняли предложенные рекомендации и у жеребёнка отметили некоторую скованность и осторожность движений животного.

Выводы. 1. Владельцы животного выполнили требования в отношении профилактических мероприятий новорожденного жеребёнка и обеспечили постнатальный период.

2. Невнимательность при выпасе привела к повреждению конечностей, затрагивая проводимое лечение и возможное остаточное явление хромоты, что нарушает эксплуатационные качества животного.

3. Предложенная терапия была доступна для владельцев и эффективна для животного.

Список использованных источников.

1. Федотова, А. Повышение эффективности лечения септического артрита жеребят / А. Федотова, А. Семенихина // Ветеринария сельскохозяйственных животных. – 2022. – № 3. – С. 17-21.
2. Kohn, C.W. Septic arthritis and osteomyelitis in foals / C.W.Kohn, T.O. Hansen // Veterinary Clinics of North America: Equine Practice. – 2005. – Vol. 21(2). P.369-386.
3. Murray, M.J. Septic arthritis in foals: a retrospective study of 50 cases / M.J.Murray, J.L.Traub-Dargatz, J.F.Evermann et al // Journal of the American Veterinary Medical Association. – 2020.– Vol.196(1).P.107-113.
4. Hardy, J. Septic arthritis in foals: a review of 100 cases / J.Hardy, P.C. Rakestraw, N.J.Kooreman et al // Equine Veterinary Journal. – 2022. –;Vol.42(5).P.410-415.
1. Fedotova, A. Improving the effectiveness of treatment of septic arthritis in foals / A. Fedotova, A. Semenikhina // Veterinary medicine of farm animals. - 2022. - No. 3. - pp. 17-21.
2. Kohn, C.W. Septic arthritis and osteomyelitis in foals / C.W.Kohn, T.O. Hansen // Veterinary Clinics of North America: Equine Practice. – 2005. – Vol. 21(2). P.369-386.
3. Murray, M.J. Septic arthritis in foals: a retrospective study of 50 cases / M.J.Murray, J.L.Traub-Dargatz, J.F.Evermann et al // Journal of the American Veterinary Medical Association. – 2020.– Vol.196(1).P.107-113.
4. Hardy, J. Septic arthritis in foals: a review of 100 cases / J.Hardy, P.C. Rakestraw, N.J.Kooreman et al // Equine Veterinary Journal. – 2022. –;Vol.42(5).P.410-415.

References:**Сведения об авторах:**

Куевда Екатерина Николаевна – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры внутренней патологии животных факультета ветеринарной медицины Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», e-mail: terapy-catu@yandex.ru, 295492, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И.Вернадского».

Решетова Айше Рустемовна – обучающаяся 4 курса направления специальности 36.05.01, Институт «Агро-

Information about the authors:

Kuevda Ekaterina Nikolaevna – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Animal Internal Pathology of the Faculty of Veterinary Medicine of the Institute “Agrotechnological Academy” FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University», e-mail: terapy-catu@yandex.ru, Institute “Agrotechnological Academy” FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University» 295492, Republic of Crimea, Simferopol, Agrarnoe.

Reshetova Ayshe Rustemovna is a

технологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», e-mail: terapy-catu@yandex.ru, 295492, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И.Вернадского».

4th-year student of specialty 36.05.01, Institute of "Agrotechnological Academy" FGAOU VO "KFU named after V.I. Vernadsky", e-mail: terapy-catu@yandex.ru, 295492, village of Agrarnoye, Institute of "Agrotechnological Academy" FGAOU VO "KFU named after V.I.Vernadsky".

**ДИАГНОСТИКА И
МОНИТОРИНГ САХАРНОГО
ДИАБЕТА У СОБАК**

Плахотнюк Е.В., кандидат ветеринарных наук, доцент;
Лизогуб М.Л., кандидат биологических наук, доцент института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского».

В работе представлены данные о распространенности, возрастной, половой и породной предрасположенности к сахарному диабету у собак. Описаны методы диагностики сахарного диабета собак в условиях ветеринарной клиники «Лимо». Приведены результаты разработки простых и эффективных алгоритмов диагностики и мониторинга сахарного диабета у собак, позволяющих точно и своевременно прогнозировать течение заболевания и оценить эффективность назначенного лечения у каждого отдельно взятого животного.

Ключевые слова: сахарный диабет, собаки, фруктозамин, гипергликемия.

Введение. Сахарный диабет собак - это наиболее часто регистрируемая патология среди всех патологий эндокринной системы у этого вида животных с выраженной тенденцией к ежегодному увеличению количества случаев заболевания.

Сахарный диабет – это, в целом, достаточно легко диагностируемое и поддающееся хорошему контролю заболевание, однако требующее целенаправленных и слаженных действий со стороны врача, ведущего пациента и его владельца. Существует ряд факторов, которые, влияя на состояние собаки с сахарным диабетом, осложняют диагностику данного состояния, его адекватный мониторинг и лечение. В нашем исследовании мы, опираясь на существующие современные методы диагностики, разработали базовый алгоритм диагностики

**THE DIAGNOSIS AND
MONITORING OF DIABETES
MELLITUS IN DOGS**

Plahotniuk E.V., Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor;
Lizogub M.L., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor at the Institute of «Agrotechnological Academy» FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University.

The paper presents data on the prevalence, age, sex, and breed predisposition to diabetes in dogs. The methods of diagnosis of diabetes mellitus in dogs in the conditions of the veterinary clinic "Limo" are described. The results of the development of simple and effective algorithms for the diagnosis and monitoring of diabetes mellitus in dogs are presented, which make it possible to accurately and timely predict the course of the disease and evaluate the effectiveness of the prescribed treatment in each individual animal.

Key words: diabetes mellitus, dogs, fructosamine, hyperglycemia.

ки сахарного диабета у собак, который будет прост в исполнении, а результаты послужат отправной точкой для адекватного мониторинга пациента на стадии подбора дозы инсулина и позволит прогнозировать потерю терапевтического контроля сахарного диабета или, наоборот, риск гипогликемии.

Целью нашей работы является оценка методов диагностики сахарного диабета у собак, а также изучение эффективности основных методов контроля гликемического статуса при лечении больных животных.

Объектом исследования являлись собаки обоих полов с диагностированным спонтанным сахарным диабетом в возрасте 6-16 лет, массой – 4,5-28,0 кг.

Материалы и методы исследований. Работа проводилась в ветеринарной клинике «Лимо», а также на кафедре внутренней патологии животных Института «Агротехнологическая академия» КФУ им. В.И. Вернадского в 2023-2025 гг.

Материалом для исследования служили цельная кровь, сыворотка крови и моча собак. Сразу же после получения крови, в ней определяли концентрацию глюкозы экспресс-анализатором CentriVet (ACON Laboratories Inc, США). Общий анализа крови выполняли на автоматическом гематологическом анализаторе Vet Scan HM5 (Abaxis, Zoetis, США). Биохимические показатели сыворотки крови (общий белок, общий холестерин, аланинаминотрансфераза, щелочная фосфатаза) исследовали на биохимическом анализаторе Fuji Dri-Chem 4000i (Fujifilm, Япония). Общеклинические исследования мочи проводились с помощью тест-полосок и полуавтоматического анализатора мочи URIT-30 Vet.

Определение уровня фруктозамина с целью оценки степени контроля сахарного диабета у собак подопытной контрольной группе выполнялась в специализированной компании по организации и проведению лабораторных исследований для животных, клинических исследований и комплексному обучению ветеринарных специалистов Vetunion.

Результаты и обсуждения. На основании анализа данных документации ветеринарного учета и отчетности, представленной в приложении «Vetmanager» в ветеринарной клинике «Лимо», в период с 2023 по второй квартал 2025 года было установлено, что на заболевания эндокринной системы в общей структуре болезней мелких домашних животных приходится 1,7 % от всех заболеваний незаразной и заразной этиологии. За исследуемый период было зарегистрировано 86 животных с различными эндокринопатиями, при этом на сахарный диабет приходится подавляющее большинство случаев – 34,9% от всех эндокринопатий и 0,6% от всех зарегистрированных заболеваний в этот же период.

При этом на долю сахарного диабета собак приходится 14 случаев из 30 зарегистрированных в период исследования, что составляет 16,3% от всех эндокринопатий и 0,28 % от общего количества зарегистрированных заболеваний в этот же период, что соответствует результатам исследований зарубежных авторов, согласно которым распространенность сахарного диабета собак колеблется в диапазоне 0,25-0,5% [1, 4, 9].

Следует отметить, что согласно собранным нами данным, с каждым годом

регистрируется все большее количество случаев сахарного диабета как у кошек, так и у собак, что объясняется, вероятно, увеличением популярности пород, обладающих генетической предрасположенностью к сахарному диабету и более частым и интенсивным влиянием факторов риска развития описываемой патологии. Что позволяет сделать вывод о том, что проблема своевременного выявления данной патологии и разработки новых более эффективных схем лечения и мониторинга как нельзя актуальна.

Из 14 зарегистрированных в исследуемый период случаев сахарного диабета собак 9 приходится на самок, что составляет 64,3 % от общего количества заболевших животных, из них 8 случаев выявлены у интактных самок и 1 случай у стерилизованной (57,2% и 7,1% от всех случаев соответственно). На долю самцов приходится 35,7% (5 случаев), из них СД был диагностирован у 3 кастрированных и 2 интактных кобелей (21,4 и 14,3%). Полученные результаты соответствуют данным отечественной и зарубежной литературы о том, что более предрасположенными к развитию описываемой патологии у собак являются интактные суки, у которых есть дополнительный механизм синтеза контринсуллярного гормона (СТГ) в пакетах молочных желез в дизструс, а также у нестерилизованных самок повышенены риски возникновения СД на фоне применения прогестагенов – препаратов, корректирующих цикл у самок [2, 5, 8].

Возраст животных с сахарным диабетом в нашем исследовании колеблется от 6 лет 8 месяцев до 16 лет 10 месяцев, при этом медиана составляет 11 лет 3 месяца, что также не противоречит опубликованным данным по возрастной предрасположенности собак к сахарному диабету.

Все собаки, участвующие в экспериментальной части нашего исследования обратились в клинику «Лимо» с жалобами на увеличение потребления жидкости, симптомами, обозначенными владельцами как «недержание мочи» и увеличение частоты мочеиспускания и объема продуцируемой мочи, в одном случае была жалоба на ухудшение зрения у собаки (Таблица 1).

В таблице 1 представлены данные клинического обследования, а также некоторых анамнестических данных, предоставленных владельцами животных (позволяющие оценить такие симптомы как полиурия, полидипсия, полифагия, снижение массы тела в динамике). Для более адекватной и объективной оценки перечисленных выше симптомов владельцам животных предлагали заполнить небольшую анкету-опросник, оценив каждый симптом (с соответствующим описанием) по 4-х бальной шкале.

Из данных таблицы видно, что полиурия и полидипсия были зарегистрированы у всех животных, полифагия не определялась владельцами как значительная у двух животных, снижение массы тела на момент поступления в клинику не регистрировалось владельцами 5 животных, владелец одного животного не смог аргументированно определить этот симптом, так как животное было на его попечении сравнительно недавно. У трех животных была выявлена односторонняя «незрелая» катаракта, у одного животного – двусторонняя. У

двух животных была выявлена пиодермия. У абсолютного большинства собак были выявлен признаки дегидратации от 5 до 7%, признаки которой проявлялись в липкости видимых слизистых оболочек, тусклости шерстного покрова, в снижении тургора кожной складки (2-3 с).

Таблица 1. Результаты клинического обследования собак

Кличка собаки	ПУ, +/-	ПД, +/-	ПФ, +/-	МТ, +/-	Катаракта, +/-	Пиодермия, +/-	Дегидратация, %
Эва	++	+++	+	+	-/+	-	6-7
Даня	++	++	+	-	-/-	-	5
Рокки	+	+	+/-	-	-/-	-	-
Тора	++	+	+	+	-/-	-	5
Сима	+++	+++	+	+	+/-	+	7
Нюся	++	++	+	+	-/-	-	6-7
Бусинка	+	+	+/-	-	-/-	-	5
Алина	+++	+++	++	+	-/-	-	5-6
Бетти	++	++	++	+++	+/-	+	6-7
Борисовна	+	+	+/-	-	-/-	-	-
Бакс	+++	+++	+	+/-	+/-	-	6-7
Микки	+	+	++	+	-/-	-	6
Шелдон	+	+	+	-	-/-	-	5
Бакс	++	++	+	+	-/-	-	5

Примечания: ПУ – полиурия; ПД – полидиспия ПФ – полифагия, МТ – масса тела.

В таблице 2 представлены результаты лабораторного исследования крови. В общем анализе крови были установлены изменения, связанные с явлением гемоконденсации как одного из проявлений дегидратации животных с сахарным диабетом, которое связано с осмотическим диурезом при превышении уровня глюкозы в крови почечного порога и недостаточным потреблением жидкости животным для компенсации ее потери с мочой. Превышение референсного диапазона гематокритной величины регистрировалось у 5 собак, и подтверждалось повышением общего белка в сыворотке крови, определенного рефрактометрическим способом.

Уровень глюкозы крови (УГК) определяли при помощи глюкометра Сателлит Экспресс, при превышении технических возможностей прибора (при уровне глюкозы превышающем 35 ммоль/л) – глюкозооксидным методом. У всех животных была установлена клинически значимая гипергликемия (диапазон 21,2-44,5 ммоль/л), при этом уровень глюкозы в разы превышал почечный порог, что объясняет яркую симптоматику у большинства исследуемых животных.

У 10 собак в начале исследования была установлена гиперхолестеринемия, в диапазоне 7,9-12,2 ммоль/л при верхней границе нормы у собак старше года 7,7 ммоль/л. Также установлено увеличение активности аланинаминотрансферазы у всех собак, однако только у 3-х животных оно было существенным, в 2- 3 раза превышавшим верхнюю границу референсного диапазона. У всех животных отмечалось увеличение активности щелочной фосфатазы, причем у 4-х собак увеличение было более чем в 10 раз по отношению к верхней границе нормы.

Таблица 2. Результаты исследования крови у собак с сахарным диабетом

Кличка собаки	УГК, ммоль/л	PCV, %	ОБ, г/л	ОХ, ммоль/л	АЛТ Ед/л	ЩФ, Ед/л	Фруктозамин, мкмоль/л
Эва	33,3	56,1	76,2	9,3	121	1769	576,1
Даня	27,0	52,2	74,0	8,2	145	768	523,4
Рокки	25,0	44,0	76,4	6,5	156	563	415,1
Тора	31,8	57,2	80,0	10,1	118	1402	546,2
Сима	43,2	60,1	82,1	12,2	100	1406	523,0
Нюся	30,4	50,9	78,2	9,4	59	158	476,9
Бусинка	26,3	49,8	75,2	8,6	96	176	506,2
Алина	33,0	54,0	82,1	9,2	189	187	512,5
Бетти	21,2	48,3	67,5	7,9	148	448	486,7
Борисовна	23,4	50,3	69,3	6,7	59	801	512,4
Бакс	44,5	56,9	74,4	10,2	85	3500	546,1
Микки	26,2	53,2	75,3	8,1	96	976	413,3
Шелдон	25,0	50,6	70,8	6,7	118	465	506,2
Бакс	36,2	56,9	80,2	8,9	162	1265	543,6
Норма	4,3-6,0	37-54	57-77	2,9-7,5	10-65	10-80	259-344

Одним из показателей, которые позволяют оценить продолжительность гипергликемии у животных является исследование концентрации фруктозамина в сыворотке крови. Показатель отражает среднюю концентрацию УГК в предшествующий 2-х недельный период, что позволяет использовать его для разработки оптимального режима лечения инсулином и мониторинга его эффективности. Уровень фруктозамина у здоровых собак колеблется в диапазоне 259-344 мкмоль/л, у собак с диагностированным СД (до начала инсулинотерапии) – 345-850 мкмоль/л. Рядом зарубежных авторов фруктозамин используется для оценки гликемического статуса на фоне инсулинотерапии: отличный контроль СД предполагает уровень фруктозамина в пределах 350-400 мкмоль/л, хороший – 400-450, достаточный – 450-500, плохой – более 500 мкмоль/л, длительная гипогликемия – менее 300 мкмоль/л [1]. У всех исследуемых животных до начала инсулинотерапии был определен уровень фруктозамина, который колебался в пределах 413,3-576,1 мкмоль/л и превышал норму у 100 % животных.

На основании полученных данных был разработан базовый диагностический алгоритм (Рис.1.)

Мы, в ходе проведения работы, адаптировали, апробировали и использовали алгоритм мониторинга степени гликемии у собак с сахарным диабетом, опубликованный в действующем на данный момент «Руководстве по контролю диабета собак и кошек» (Diabetes Management Guidelines for Dogs and Cats), изданным Ассоциацией Ветеринарных Клиник Америки (AAHA) в 2018 г (Рис. 2). Суть которого сводится к регулярному использованию сахарных кривых и мониторинга уровня фруктозамина, опираясь на уровни глюкозы в период пика действия используемого препарата инсулина и степени контроля клинических признаков.

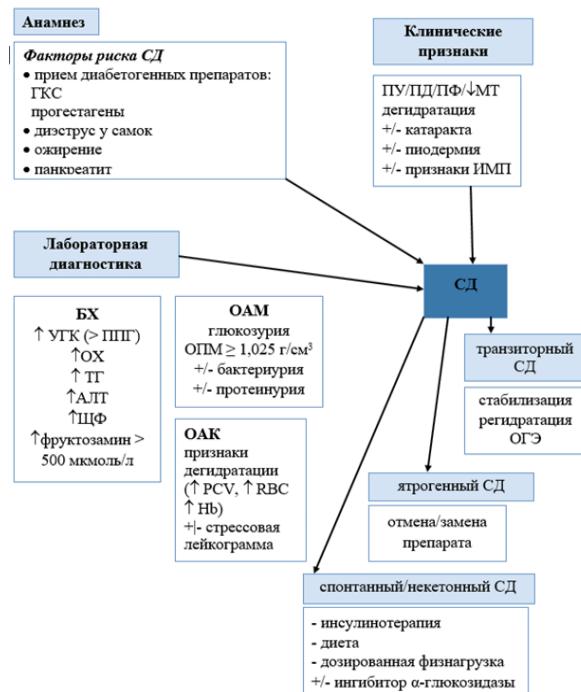


Рисунок 1. Алгоритм диагностики сахарного диабета у собак

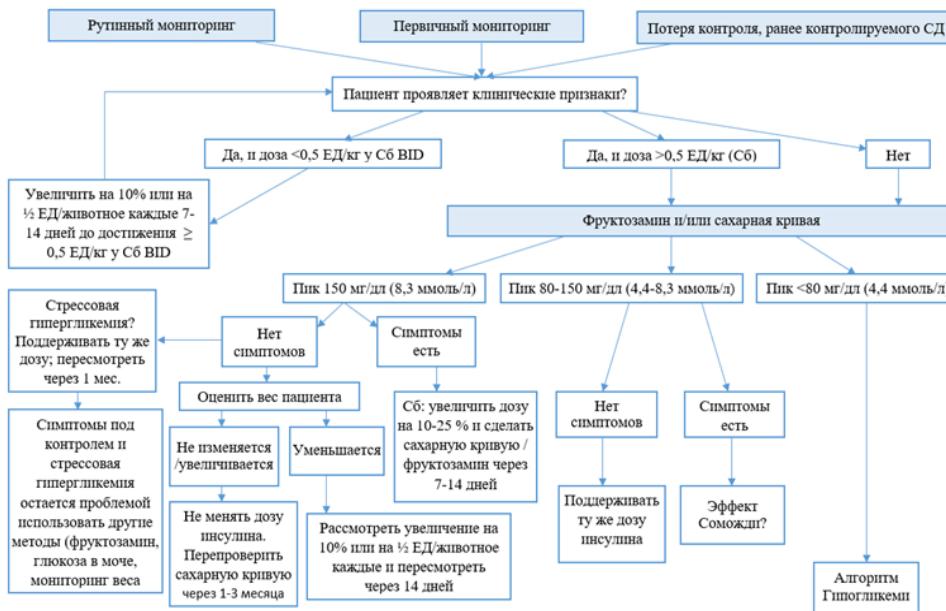


Рисунок 2. Алгоритм мониторинга уровня глюкозы у собак с сахарным диабетом

Стоит отметить, что не смотря на высокую научную ценность данного алгоритма, нужно с осторожностью относиться к интерпретации изменения массы тела животного с сахарным диабетом, так как оно может у возрастных животных быть связано не только с сахарным диабетом, но и с рядом сопутствующих заболеваний (панкреатит, ХПН), а также с применением препарата «Акарбоза», который может снижать массу тела вследствие снижения переваривания и всасывания углеводов в тонком отделе кишечника.

Выводы: 1. Заболевания органов эндокринной системы у собак составляют 1,7% в общей структуре заболеваний, из них 0,28% случаев приходится на сахарный диабет собак, при этом количество зарегистрированных случаев увеличивается ежегодно, в среднем на 33,2%. Чаще всего болеют интактные и стерилизованные самки – на их долю приходится 57,2% и 7,1% случаев соответственно. Возраст заболевших животных колеблется в диапазоне 6 лет 8 месяцев до 16 лет 10 месяцев (медиана 11 лет 3 месяца). Полученные данные соответствуют и не противоречат данным отечественных и зарубежных масштабных исследований. Наиболее часто СД в нашем исследовании регистрировался у беспородных животных и метисов, йоркширских терьеров и лабрадоров.

2. Основанием для постановки диагноза на АИГА у собак служат: наличие полиурии, полидипсии, полифагии, снижение массы тела в динамике, выраженная гипергликемия, глюкозурия натощак, гиперхолестеринемия, увеличение активности АЛТ и ЩФ, в сочетании с увеличением концентрации фруктозамина.

Список использованных источников

1. . Behrend, E. 2018 AAHA Diabetes Management Guidelines for Dogs and Cats / E. Behrend, A. Holford, P. Lathan [et al.] // J Am Anim. Hosp. Assoc. – 2018. – Vol. 54, No. 1. – P. 1-21.
2. Davison, L.J. Diabetes mellitus and pancreatitis-cause or effect? / L.J. Davison // J Small Anim Pract. – 2015. – Vol. 56, No. 1. – P. 50-9.
3. Fracassi, F. C. Detemir insulin for the treatment of diabetes mellitus in dogs / F. C. Fracassi, S. Y. Corradini, M. H. Hafner [et al.] // J Am Vet Med Assoc. – 2015. – Vol. 247. – P. 73.
4. Fracassi F., Diana A. Diagnosis and management of diabetes mellitus in

References

1. . Behrend, E. 2018 AAHA Diabetes Management Guidelines for Dogs and Cats / E. Behrend, A. Holford, P. Lathan [et al.] // J Am Anim. Hosp. Assoc. – 2018. – Vol. 54, No. 1. – P. 1-21.
2. Davison, L.J. Diabetes mellitus and pancreatitis-cause or effect? / L.J. Davison // J Small Anim Pract. – 2015. – Vol. 56, No. 1. – P. 50-9.
10. Fracassi, F. C. Detemir insulin for the treatment of diabetes mellitus in dogs / F. C. Fracassi, S. Y. Corradini, M. H. Hafner [et al.] // J Am Vet Med Assoc. – 2015. – Vol. 247. – P. 73.
11. Fracassi F., Diana A. Diagnosis and management of diabetes mellitus in

- and management of diabetes mellitus in dogs and cats. *Vet Sci.* – 2017. – Vol. 4. – P. 37.
5. Kuzi S, Mazaki-Tovi M, Ahmad WA, Ovadia Y, Aroch I. Clinical utility of serum fructosamine in long-term monitoring of diabetes mellitus in dogs. *Vet Rec.* 2023 Jan;192(2):e2236. doi: 10.1002/vetr.2236. Epub 2022 Sep 30. PMID: 36180819.
 6. O'Kell, A. L. Etiology and Pathophysiology of Diabetes Mellitus in Dogs / A. L. O'Kell, L. J. Davison // *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* – 2023. – Vol. 53. – P. 493-510.
 7. Pöppel, A.G. Canine diabetes mellitus risk factors: A matched case-control study / A.G. Pöppel, G.L.C. de Carvalho, I. F. Vivian // *Res Vet Sci.* – 2017. – Vol. 114. – P. 469-473.
 8. Chhabra, S. D. Diabetes mellitus in canines: A concise review / S. D. Chhabra, H. V. Kour // *The Pharma Innovation Journal.* – 2021. – Vol. 10. – P. 1574-1583.
 9. Trunov, R.A. Diagnostics and treatment of diabetes mellitus in cats and dogs / R. A. Trunov // Студенческая наука - взгляд в будущее: Материалы XVII Всероссийской студенческой научной конференции. – 2022. – Vol. 5, № 1. – P. 500-502.
 - dogs and cats. *Vet Sci.* – 2017. – Vol. 4. – P. 37.
 12. Kuzi S, Mazaki-Tovi M, Ahmad WA, Ovadia Y, Aroch I. Clinical utility of serum fructosamine in long-term monitoring of diabetes mellitus in dogs. *Vet Rec.* 2023 Jan;192(2):e2236. doi: 10.1002/vetr.2236. Epub 2022 Sep 30. PMID: 36180819.
 13. O'Kell, A. L. Etiology and Pathophysiology of Diabetes Mellitus in Dogs / A. L. O'Kell, L. J. Davison // *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* – 2023. – Vol. 53. – P. 493-510.
 14. Pöppel, A.G. Canine diabetes mellitus risk factors: A matched case-control study / A.G. Pöppel, G.L.C. de Carvalho, I. F. Vivian // *Res Vet Sci.* – 2017. – Vol. 114. – P. 469-473.
 15. Chhabra, S. D. Diabetes mellitus in canines: A concise review / S. D. Chhabra, H. V. Kour // *The Pharma Innovation Journal.* – 2021. – Vol. 10. – P. 1574-1583.
 16. Trunov, R.A. Diagnostics and treatment of diabetes mellitus in cats and dogs / R. A. Trunov // Студенческая наука - взгляд в будущее: Материалы XVII Всероссийской студенческой научной конференции. – 2022. – Vol. 5, № 1. – P. 500-502.

Сведения об авторах:

Екатерина Вячеславовна Плахотнюк – кандидат ветеринарных наук, доцент Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», e-mail: 13Katy@

Information about the authors:

Ekaterina Vyacheslavovna Plahotniuk – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Institute «Agrotechnological Academy» FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University», e-mail: 13_Katy@

mail.ru, 295492, п. Аграрное, институт «Агротехнологическая академия».

Михаил Леонидович Лизогуб – кандидат биологических наук, доцент Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», 295492, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

mail.ru, Institute «Agrotechnological Academy» 295492, Simferopol, Agrarnoe.

Michail Leonidovich Lizogub – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", e-mail: zareros@mail.ru, Institute «Agrotechnological Academy» 295492, Simferopol, Agrarnoe

Рефераты статей, опубликованных в теоретическом и научно-практическом журнале «Известия сельскохозяйственной науки Тавриды». № 42 (205), 2025 г.

АГРОНОМИЯ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 634.13: 634.1.03

Бурлак В.А.

ВЛИЯНИЕ ХЕЛАТОВ ЖЕЛЕЗА НА ПРОЯВЛЕНИЕ ХЛОРОЗА У САЖЕНЦЕВ ГРУШИ В ПИТОМНИКЕ В УСЛОВИЯХ КРЫМА

Груша на айве рано вступает в плодоношение, но неустойчива к карбонатности почвы, подвержена заболеванию хлорозом. При выращивании саженцев на почвах с повышенным содержанием карбонатов кальция необходимо применение препаратов, предупреждающих или излечивающих хлороз. Цель исследований – установить наиболее эффективный препарат для лечения хлороза у саженцев груши на айве в питомнике. Установлено, что препарат Ferrilene 4,8 Valagro (Италия) и Fe ДТПА-119 (Россия) при внесении в почву полностью или частично устраняют заболевание хлорозом у сорта Бере Боск на подвое айва VA₂₉.

Burlak V.A.

INFLUENCE OF IRON CHELATES ON THE MANIFESTATION OF CHLOROSIS IN PEAR SEEDLINGS IN A NURSERY IN THE CRIMEA

Pear on quince enters fruiting early, but is unstable to soil carbonate, susceptible to chlorosis disease. When growing seedlings on soils with a high content of calcium carbonates, it is necessary to use drugs that prevent or cure chlorosis. The purpose of the research is to establish the most effective drug for the treatment of chlorosis in pear seedlings on quince in the nursery. It was established that the drug Ferrilene 4.8 Valagro (Italy) and Fe DTPA-119 (Russia), when applied to the soil, completely or partially eliminate the disease of chlorosis in the Bere Bosk variety on the cellar of quince VA₂₉.

УДК 582.475:630*228

Салогуб Р.В., Захаренко Г.С., Севастьянов В.Е.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОСНЫ КРЫМСКОЙ В ЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ В СТЕПНОМ И ПРЕДГОРНОМ КРЫМУ

Результаты исследования роста сосны крымской в насаждениях, созданных в степных районах Крыма, различающихся по почвенным условиям, показали, что наиболее высокие таксационные показатели имеют древостои на участках, почвенный покров которых представлен чернозёмами южными мицеллярно-карбонатными. В возрасте 45-55 лет в условиях сложной сухой субори (C₁) они имеют среднюю высоту 10,2-14,3 м, средний диаметр ствола 14,9-18,6 см, а запас стволовой древесины достигает 232,1 м³/га. Не уступают по показателям роста насаждения на участках с темно-каштановыми солонцеватыми почвами на майкопских глинах. К 55 годам насаждения имеет среднюю высоту 14 м, диаметр ствола 19,0 см и запас стволовой древесины 216,7 м³. Минимальные таксационные показатели имеют насаждения на участках с аллювиально-луговыми почвами и почвами, сформировавшимися на современных морских отложениях, солонцах на майкопских глинах в прибрежных районах Приазовья. Для всех культур, созданных в степных районах в сухих условиях произрастания (C₁) характерна низкая сохранность насаждений, лишь в отдельных случаях превышающая 30%, что связано с ускоренным старением и разрушением насаждений к возрасту около 55-60 лет. Это указывает на необходимость программируемого лесоразведения сосны крымской в степных районах Крыма, предусматривающего в

большинстве случаев замену её насаждений по достижению 55-60-летнего возраста.

Salogub R.V., Zakharenko G.S., Sevastyanov V.E.
**CURRENT STATE AND PROSPECTS FOR USING CRIMEAN PINE IN FOREST IMPROVEMENT
PLANTATIONS IN THE STEPPE AND FOOTHILL CRIMEA**

The results of the study of the Crimean pine growth in plantations created in the steppe regions of Crimea, differing in soil conditions, showed that the highest taxation indicators are for stands in areas with a soil cover represented by southern micellar-carbonate chernozems. At the age of 45-55 years, in conditions of complex dry subor (C_1), they have an average height of 10.2-14.3 m, an average trunk diameter of 14.9-18.6 cm, and a stem wood reserve of 232.1 m^3/ha . Stands in areas with dark chestnut solonetzic soils on Maikop clays are not inferior in growth indicators. By the age of 55, the stand has an average height of 14 m, a trunk diameter of 19.0 cm and a stem wood reserve of 216.7 m^3 . The minimum taxation indicators are for stands on sites with alluvial-meadow soils and soils formed on modern marine sediments, solonetz on Maikop clays in the coastal areas of the Azov region. All crops created in the steppe regions in dry growing conditions (C_1) are characterized by low preservation of stands, only in some cases exceeding 30%, which is associated with accelerated aging and destruction of stands by the age of about 55-60 years. This indicates the need for programmed afforestation of Crimean pine in the steppe regions of Crimea, which in most cases provides for the replacement of its stands upon reaching 55-60 years of age.

УДК 630*23

Дружинин Ф.Н., Корякина Д.М., Смирнов В.В.

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТ ПО ИСКУССТВЕННОМУ
ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЮ В БАЛТИЙСКО-БЕЛОЗЕРСКОМ ТАЁЖНОМ РАЙОНЕ**

В рамках реализации интенсивной модели по воспроизведству лесов разработана и апробирована на учебно-производственном полигоне технология по дискретной обработке почвы ковшом-лопатой, составлена и согласована технологическая карта на веерную и линейную подготовку почвы. Для решения поставленной цели, с применением общепринятых методических положений в действующих нормативно-правовых актах, выполнены следующие задачи исследования: - дана количественная и качественная оценка по агротехнике подготовки почвы экскаватором; - разработана технология и технологическая карта по дискретной обработке почвы; Выявлено, что после дискретной обработки почвы, отпадает необходимость в проведении агротехнических уходов или, как минимум, их количество может быть сокращено до однократного на третий год выращивания без ущерба качества работ по лесовосстановлению; равномерность размещаемых площадок по площади позволяет повысить устойчивость формируемых насаждений, а самое главное, дает возможность при последующем лесохозяйственном использовании этих лесных участков назначать и выполнять механизированные ликвидные виды рубок ухода, что практически невозможно при применении традиционных подходов к воспроизведству лесов. Экскаватор, в настоящее время, является наиболее перспективной самоходной землеройной машиной, применяемой в лесной отрасли, универсальной и многофункциональной, позволяющей, при условии соответствующего агрегатирования, выполнять широкий комплекс различных технологических операций. Для рассмотрения на техническом совете при профильном министерстве предложены показатели и оценочные критерии (параметры) на оценку качества подготовки почвы. Разработанная и апробированная технология подготовки почвы позволяет, без ущерба качества работ по воспроизведству лесов, уменьшить количество или даже исключить полностью агротехнические уходы при формировании культурфитоценозов в таежной зоне.

Druzhinin F.N., Koryakina D.M., Smirnov V.V.

**IMPROVING THE EFFICIENCY OF WORK ON ARTIFICIAL REFORESTATION
IN THE BALTIYSKO-BELOZERSKY TAIGA REGION**

As part of the implementation of an intensive model for forest reproduction, a technology for discrete tillage with a bucket-shovel was developed and tested at the training and production site, and a technological map for fan and linear soil preparation was drawn up and agreed upon. To achieve this goal, using generally accepted methodological provisions in current regulatory legal acts, the following research objectives were completed: - a quantitative and qualitative assessment of the agrotechnics of soil preparation by an excavator is given; - the technology and technological map for discrete tillage have been developed; It has been revealed that after discrete tillage, there is no need for agrotechnical maintenance or, at least, their number can be reduced to a single one in the third year of cultivation without compromising the quality of reforestation work; the uniformity of the sites placed over the area increases the stability of the formed plantations, and most importantly, makes it possible for subsequent forestry use of these forests. It is practically impossible to assign and perform mechanized liquid types of logging maintenance, which is practically impossible when applying traditional approaches to forest reproduction. The excavator is currently the most promising self-propelled earthmoving machine used in the forestry industry, versatile and multifunctional, allowing, subject to appropriate aggregation, to perform a wide range of different technological operations. Indicators and evaluation criteria (parameters) for assessing the quality of soil preparation have been proposed for consideration by the technical council under the relevant ministry. The developed and proven technology of soil preparation makes it possible, without compromising the quality of forest reproduction, to reduce the number or even completely eliminate agrotechnical care during the formation of phytocenoses in the taiga zone.

УДК 633.15:572.22:633.15

Марченко Д. К.

**ДИНАМИКА ПОГЛОЩЕНИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ПОЧВЫ И
ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОДКОРМОК
КОМПЛЕКСНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ**

Цель исследования. Установить динамику формирования элементов пищевого и водного режима почвы на посевах кукурузы в зависимости от влияния подкормок комплексными удобрениями при выращивании культуры в условиях Центральной зоны Краснодарского края. Методы. Полевые опыты и лабораторные исследования проведены в 2021 – 2023 гг. в учебном хозяйстве «Кубань» Кубанского государственного аграрного университета им. И. Т. Трубилина. Высевали гибрид кукурузы Краснодарский 291 АМВ. Площадь учётных делянок – 37 м², повторность четырехкратная, предшественник – озимый ячмень. Исследования содержания элементов питания, динамику водопотребления, математическую обработку экспериментальных данных проводили согласно методики опытного дела в агрономии. Результаты. Содержание азота в почве в фазу вымётывания в среднем по полевому опыту было на уровне 42 мг/кг, в фазу появления початков оно уменьшилось до 35 мг/кг (на 18,9%), а минимального уровня – 22 м/кг достигло в конце вегетации в фазу полной спелости зерна кукурузы, что было меньше первого показателя в фазу вымётывания на 93,5%. Тенденция снижение содержания фосфора в почве опытных делянок под зерновой кукурузой также проявилась, но имела некоторые особенности. В первую контрольную фазу (вымётывание) этот показатель был равен 74 мг/кг, а в фазу появления початка он снизился до 61 мг/кг или на 21,3%, что было больше, чем по азоту. По калию проявились те же тенденции, но их значения были не существенны. По первому исследуемому периоду (от вымётывания до появления початков) содержание в чернозёме выщелоченном К₂O снизилось с 421 до 416 мг/

кг или всего лишь на 1,2%. Наибольший вынос азота 97,3 кг д.в./га был в 2023 г., а в первый и второй годы исследований наблюдалось его понижение до 89,9-90,8 кг д.в./га или на 7,2-8,3%. По фосфору и калию зафиксированы такие же закономерности со снижением на 6,9-8,5 и 7,2-8,1%, соответственно. Суммарное водопотребление в благоприятном по естественному увлажнению для растений кукурузы 2023 г. превысило 4600 м³/га, а в засушливом 2022 г. наблюдалось его резкое падение до 2452-2460 м³/га, то есть разница между этими показателями составила 1,9 раза. Наибольшие величины коэффициента водопотребления 764-768 м³/т также сформировались в 2023 г. на варианте с применением удобрения Сера и на неудобренном контроле. Минимальные его значения (412-415 м³/т) зафиксированы при внесении удобрений Микроплант и Комби Плюс в условиях 2022 г. Выводы. В полевых опытах выявлено существенное влияние водорастворимых удобрений и погодных условий в годы проведения полевых экспериментов на параметры пищевого и водного режима почвы. Установлено, что максимальное потребление растениями кукурузы азота зафиксировано в средневлажном 2023 г. – 97,3 кг/га, что было больше на 7-8%, чем при выращивании культуры в 2021 и 2022 гг. Аналогичные тенденции наблюдались и для фосфора и калия. Установлено, что для формирования высокого уровня урожая зерна кукурузы необходим азот – в дозе 92,7 кг/га, а также растения требуют фосфор (33,1 кг/га) и калий (24,0 кг/га). В суммарном водопотреблении кукурузы лидирующую позицию занимали атмосферные осадки, как основной источник обеспечения растений доступной влагой. Суммарное водопотребление варьировалось от 2581 м³/га в засушливом 2022 г. до 4599 м³/га во влажном 2023 г., демонстрируя сильную зависимость от количества осадков. В засушливом 2022 г. коэффициент водопотребления был минимальным, а в 2023 г. зафиксировано его увеличение в два раза. Самые низкие его значения наблюдались при внесении удобрений Микроплант и Комби Плюс в 2022 г., а самые высокие – в 2023 г. на контроле. На контроле использование влаги за три года улучшилось на 11,9%. Полученные при математическом анализе данные подтверждают важнейшую роль азота при формировании урожая зерна, учитывая его максимальное потребление растениями при более низкой потребности в фосфоре и калии. Также проявилась устойчивая тенденция нарастания урожайности кукурузы при увеличении суммарного водопотребления до максимально высоких их показателей на уровне 4200-4500 м³/га, а затем линия полиномиального тренда стабилизируется.

Marchenko D. K.

DYNAMICS OF NUTRIENT ABSORPTION FROM SOIL AND WATER CONSUMPTION OF GRAIN CORN DEPENDING ON COMPLEX FERTILIZER APPLICATIONS

The aim of the study. To establish the dynamics of the formation of elements of the food and water regime of the soil in corn crops depending on the effect of fertilizing with complex fertilizers when growing the crop in the conditions of the Central zone of the Krasnodar Territory. Methods. Field experiments and laboratory studies were carried out in 2021-2023 at the Kuban educational farm of the Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin. The corn hybrid Krasnodar 291 AMV was sown. The area of the plots was 37 m², fourfold repetition, the predecessor was winter barley. Studies of the content of nutrients, the dynamics of water consumption, and mathematical processing of experimental data were carried out according to the methodology of experimental work in agronomy. Results. The nitrogen content in the soil in the panicle phase was on average 42 mg/kg in the field experiment, in the cob emergence phase it decreased to 35 mg/kg (by 18.9%), and the minimum level of 22 mg/kg was reached at the end of the growing season in the phase of full ripeness of the corn grain, which was 93.5% less than the first indicator in the panicle phase. The tendency to decrease the phosphorus content in the soil of the experimental plots under grain corn was also evident, but had some peculiarities. In the first control phase (crash), this indicator was equal to 74 mg/kg, and in the cob emergence phase it decreased to 61

mg/kg or by 21.3%, which was more than for nitrogen. The same tendencies were evident for potassium, but their values were not significant. In the first study period (from panicle to the appearance of cobs), the content of K₂O in leached chernozem decreased from 421 to 416 mg/kg, or by only 1.2%. The highest nitrogen removal of 97.3 kg active ingredient/ha was in 2023, and in the first and second years of research, its decrease to 89.9-90.8 kg active ingredient/ha, or by 7.2-8.3%, was observed. The same patterns were recorded for phosphorus and potassium, with a decrease of 6.9-8.5 and 7.2-8.1%, respectively. The total water consumption in 2023, which was favorable in terms of natural moisture for corn plants, exceeded 4600 m³/ha, and in the dry 2022, there was a sharp drop to 2452-2460 m³/ha, that is, the difference between these indicators was 1.9 times. The highest values of the water consumption coefficient of 764-768 m³/t were also formed in 2023 in the variant with the use of Sulfur fertilizer and in the unfertilized control. Its minimum values (412-415 m³/t) were recorded when applying Microplant and Combi Plus fertilizers under the conditions of 2022. Conclusions. Field experiments revealed a significant effect of water-soluble fertilizers and weather conditions in the years of field experiments on the parameters of the food and water regime of the soil. It was found that the maximum nitrogen consumption by corn plants was recorded in the average wet year of 2023 - 97.3 kg/ha, which was 7-8% more than when growing the crop in 2021 and 2022. Similar trends were observed for phosphorus and potassium. It was found that nitrogen is necessary to form a high level of corn grain yield - at a dose of 92.7 kg/ha, and plants also require phosphorus (33.1 kg/ha) and potassium (24.0 kg/ha). In the total water consumption of corn, the leading position was occupied by atmospheric precipitation, as the main source of providing plants with available moisture. Total water consumption ranged from 2581 m³/ha in the dry year of 2022 to 4599 m³/ha in the wet year of 2023, demonstrating a strong dependence on the amount of precipitation. In the dry year of 2022, the water consumption coefficient was minimal, and in 2023, its twofold increase was recorded. Its lowest values were observed when applying Microplant and Combi Plus fertilizers in 2022, and the highest ones were in 2023 under control. Under control, moisture use improved by 11.9% over three years. The data obtained from the mathematical analysis confirm the most important role of nitrogen in the formation of grain yield, given its maximum consumption by plants with a lower need for phosphorus and potassium. A stable trend of increasing corn yields with an increase in total water consumption to their maximum high values at the level of 4200-4500 m³/ha was also revealed, and then the polynomial trend line stabilizes.

УДК 633.63.003.13

Егоян Е. В.

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ПОЧВЕ И ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В НИЗИННО-ЗАПАДИННОМ АГРОЛАНДШАФТЕ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

Целью исследований было изучить динамику содержания и выноса макроэлементов из почвы на посевах сахарной свёклы при выращивании в условиях низинно-западинного агроландшафта Западного Предкавказья. Методы. Полевые опыты с сахарной свёклой проведены на протяжении 2020-2022 гг. на территории учхоза «Кубань» КубГАУ. Содержание азота, фосфора и калия, а также вынос макроэлементов с урожаем корнеплодов сахарной свёклы определяли по соответствующим методикам опытного дела в агрономии. Результаты. В полевых исследованиях доказано, что применение как органических, так и минеральных удобрений оказывает существенное положительное воздействие на питательный режим почвы. Агрохимический анализ пахотного слоя выявил значительное увеличение содержания элементов питания, доступных для растений. Зафиксировано достоверное возрастание количества ключевых макроэлементов: минерального азота, подвижного фосфора и обменного калия. Эти результаты однозначно свидетельствуют о повышении плодородия почвы под влиянием удобрений. Воздействие раз-

личных способов обработки почвы на агрохимические показатели оказалось незначительным. В фазе всходов содержание азота было значительно выше (на 43-53 мг/кг) при органо-минеральном удобрении, чем в контрольной группе (снижение на 48,3-57,9%). Разница усиливалась к середине вегетации (55-114%), но к уборке урожая резко сокращалась (до 3 мг/кг или 24,8%, особенно при поверхностной обработке). Способ обработки почвы (вспашка, безотвальная, поверхностная) практически не оказывал значительного влияния на содержание азота в начале и середине вегетации, но в конце вегетации поверхностная обработка привела к снижению показателя на 37,2-43,3%. Выводы. Влияние способов обработки почвы на содержание фосфора было менее выражено, чем для азота. В фазе всходов содержание фосфора составляло 66-70 мг/кг при отвальной и дисковой обработке, снижаясь на 7,5-13,1% при мелком дисковании. Разница в середине вегетации была незначительной (0,5-1,6%), увеличиваясь перед уборкой до 3,3-8,3%. Система удобрения существенно влияла на содержание фосфора, причём максимальное содержание наблюдалось при органо-минеральном удобрении (разница с контролем составляла 13,0-19,3% в начале вегетации и 14,7-28,5% в последующие периоды). Содержание калия практически не зависело от способа обработки почвы. Разница между вариантами обработки была минимальной (0,3-1,2%). Влияние системы удобрения также было незначительным (0,9-2,1% при всходах, 0,7-4,3% в середине вегетации и 0,7-6,1% перед уборкой). Анализ экспериментальных данных позволил установить среднекфакториальные показатели содержание в пахотном слое макроэлементов в разные периоды вегетации сахарной свёклы. В фазу всходов, в среднем в почве содержалось 41 мг/кг азота, в середине вегетации оно снизилось на 20,6%, а перед уборкой урожая – на 95,2%. Очень близкие показатели снижения получили по содержанию фосфора. В момент всходов этот показатель был равен 66 мг/кг, а в дальнейшем снизился на 26,9- 94,1%. Содержание калия было наиболее стабильным и характеризовалось очень слабым изменением в разные периоды вегетации сахарной свёклы. Максимальный вынос азота (254 кг/га) с урожаем корнеплодов зафиксирован на варианте с вспашкой и применением органических удобрений. На неудобренном контроле этот показатель был минимальным и составил 66 кг/га. По выносу фосфора и калия зафиксированы закономерности, которые были зафиксированы по азоту. Исследования показали, что суточное испарение в начале вегетации составляло 38,2 м³/га в период от всходов до смыкания листьев и увеличивалось до 48,7 м³/га, или на 27,4% больше. Статистический анализ данных по орошаемой сахарной свёкле выявил различную силу корреляции между уровнем влагообеспеченности и количеством дней после всходов.

Egoyan V. E.

DYNAMICS OF CONTENT AND REMOVAL OF NUTRIENTS IN SOIL DURING CULTIVATION OF SUGAR BEET IN THE LOW-WESTERN AGROLANDSCAPE OF THE WESTERN CIRCAUCASUS

The aim of the research was to study the dynamics of the content and removal of macronutrients from the soil in sugar beet crops grown in the lowland-western agricultural landscape of the Western Ciscaucasia. Methods. Field experiments with sugar beet conducted during 2020-2022 on the territory of the Kuban educational farm of KubSAU. The content of nitrogen, phosphorus and potassium, as well as the removal of macronutrients with the yield of sugar beet roots were determined using the relevant experimental methods in agronomy. Results. Field studies have proven that the use of both organic and mineral fertilizers has a significant positive effect on the nutrient regime of the soil. Agrochemical analysis of the arable layer revealed a significant increase in the content of nutrients available to plants. A reliable increase for macronutrients recorded: mineral nitrogen, mobile phosphorus and exchangeable potassium. These results clearly indicate an increase in soil fertility under the influence of fertilizers. The impact of different soil cultivation methods on agrochemical parameters was insignificant. In

the germination phase, the nitrogen content was significantly higher (by 43-53 mg/kg) with organic-mineral fertilizer than in the control group (a decrease of 48.3-57.9%). The difference increased by the middle of the growing season (55-114%), but by harvesting it sharply decreased (to 3 mg/kg or 24.8%, especially with surface cultivation). The method of soil cultivation (plowing, no-till, surface) had virtually no significant effect on the nitrogen content at the beginning and middle of the growing season, but at the end of the growing season, surface cultivation led to a decrease in the indicator by 37.2-43.3%. Conclusions. The effect of soil cultivation methods on the phosphorus content less pronounced than for nitrogen. At the emergence stage, the phosphorus content was 66-70 mg/kg with moldboard and disk tillage, decreasing by 7.5-13.1% with shallow disking. The difference in the middle of the growing season was insignificant (0.5-1.6%), increasing before harvesting to 3.3-8.3%. The fertilization system significantly affected the phosphorus content, with the maximum content observed with organic-mineral fertilization (the difference with the control was 13.0-19.3% at the beginning of the growing season and 14.7-28.5% in the following periods). The potassium content was practically independent of the soil tillage method. The difference between the tillage options was minimal (0.3-1.2%). The effect of the fertilization system was also insignificant (0.9-2.1% at emergence, 0.7-4.3% in the middle of the growing season and 0.7-6.1% before harvesting). The analysis of experimental data allowed us to establish the average factorial indices of the content of macroelements in the arable layer in different periods of sugar beet vegetation. In the germination phase, the soil contained, on average, 41 mg/kg of nitrogen, in the middle of vegetation it decreased by 20.6%, and before harvesting - by 95.2%. Very close indices of decrease obtained for the phosphorus content. At the time of germination, this index was equal to 66 mg/kg, and later decreased by 26.9-94.1%. The potassium content was the most stable and characterized by very weak changes in different periods of sugar beet vegetation. The maximum nitrogen removal (254 kg/ha) with the root crop yield was recorded in the variant with plowing and the use of organic fertilizers. In the unfertilized control, this index was minimal and amounted to 66 kg/ha. The same patterns recorded for the removal of phosphorus and potassium that recorded for nitrogen. The studies showed that daily evaporation at the beginning of the growing season was 38.2 m³/ha during the period from emergence to leaf closure and increased to 48.7 m³/ha, or 27.4% more. Statistical analysis of data on irrigated sugar beet revealed different strengths of correlation between the level of moisture supply and the number of days after emergence.

УДК 631.452

Тавадов А. С., Ничипуренко Е. Н.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ФОНЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЕ КУБАНИ

Целью исследований было изучить влияние минеральных удобрений на засорённость посевов озимой пшеницы, урожайность и качество зерна при выращивании культуры после предшественника сахарная свекла. Методы. Полевые опыты проведены в 2018 – 2020 гг. в условиях производственного отделения, расположенного в Центрально-Черноземной зоне Кубани. В рамках нашего исследования основным изучаемым параметром стали дозировки минеральных удобрений. Исследовалась эффективность применения различных доз минеральных удобрений в условиях поверхностной обработки почвы с использованием интегрированной системы защиты растений. Математическую обработку полученных экспериментальных данных проводили согласно методики опытного дела в агрономии. Результаты. Установлено, что на контролльном участке без применения удобрений количество сорняков составило 57 шт./м². Внесение удобрений в одинарной дозе N₇₀P₇₀K₅₀ привело к уменьшению количества сорняков на 32% по сравнению с контролльным

вариантом. К началу уборочных мероприятий озимой пшеницы уровень засоренности посевов значительно уменьшился по сравнению с весенним периодом. Двойная доза минеральных удобрений ($N_{140}P_{140}K_{100}$) обеспечила максимальную плотность продуктивного стеблестоя, которая составила 431 шт./м², что на 158 побегов или 60% выше контрольного значения. На контроле длина колоса составила 8,2 см с 21 колосками (из них продуктивных 19), 30 зёренами и массой 1,29 г на колос. Двойная норма ($N140P140K100$) дала максимальные показатели: длина колоса 9,4 см, 23 колосков (21 продуктивных), 35 зёрен и 1,34 г на колос. Масса 1000 зёрен варьировалась от 37,1 до 43,1 г, с наибольшей выполненностью на удобренных вариантах. Урожайность озимой пшеницы была максимальной на варианте с двойной нормой минеральных удобрений – 58,5 ц/га. Наименьшая урожайность (23,8 ц/га) была зафиксирована в варианте без внесения минеральных удобрений, что указывает на их существенное положительное влияние на продуктивность озимой пшеницы в исследуемых условиях. Дисперсионный анализ полученных экспериментальных данных доказал, что удобрения в максимальной степени способствовали формированию урожая зерна озимой пшеницы – 59,2 %, а погодные условия – 30,5 %. На контролльном участке без внесения удобрений натура зерна составляет 814,4 г/л, тогда как при использовании одинарной и двойной норм минеральных удобрений этот показатель возрастает до 839,2 и 850,7 г/л. Содержание протеина увеличивается на 1,9 и 2,3 % при использовании одинарной и двойной норм удобрений, а содержание клейковины – на 4,1 и 5,8 %, соответственно. Выводы. Исследование выявило существенное влияние минеральных удобрений на урожайность и качественные характеристики зерна озимой пшеницы. Двойная норма удобрений способствует максимальной плотности продуктивного стеблестоя, увеличению длины колоса, числа колосков и зёрен в колосе, а также массы зерна с одного колоса и массы 1000 зёрен. Урожайность озимой пшеницы на контролльном варианте (без внесения удобрений) составила 23,8 ц/га, что является наименьшим значением среди всех исследуемых вариантов. Вариант с двойной нормой минеральных удобрений ($N140P140K100$) показал наилучшие результаты, на 34,7 ц/га, что составляет 146%. Доля участия в формировании урожая была максимальной от применения удобрений (59,2 %), а также в высокой степени была обусловлена влиянием погодных условий в годы проведения исследований (30,5 %). Анализ показателей качества зерна демонстрирует положительную корреляцию между увеличением нормы минеральных удобрений и улучшением его характеристик. Натура зерна, содержание протеина, клейковины и стекловидность возрастают при внесении удобрений. Доказано, что применение повышенных доз минеральных удобрений после предшествующей культуры сахарной свёклы обеспечивает урожайность до 58,5 ц/га при высоком качестве зерна, соответствующем требованиям, предъявляемым к ценным сортам пшеницы.

Tavadov A. S., Nichipurenko E. N.

ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS ON THE YIELD AND QUALITY OF WINTER WHEAT GRAIN AGAINST THE BACKGROUND OF THE PREDECESSOR SUGAR BEET IN THE CENTRAL BLACK SOIL ZONE OF KUBAN

The objective of the study was to investigate the effect of mineral fertilizers on winter wheat weed infestation, grain yield and quality when growing the crop after the predecessor sugar beet. Methods. Field experiments were conducted in 2018–2020 in the conditions of a production department located in the Central Black Earth Zone of Kuban. In our study, the main parameter under study was the dosage of mineral fertilizers. The efficiency of using various doses of mineral fertilizers under conditions of surface soil cultivation using an integrated plant protection system was studied. Mathematical processing of the obtained experimental data was carried out according to the methodology of experimental work in agronomy. Results. It was found that in the control plot without the use of fertilizers, the number of weeds was 57 pcs./m². The application of fertilizers in a single dose of $N70P70K50$ led to a decrease in the

number of weeds by 32% compared to the control variant. By the beginning of winter wheat harvesting, the weed infestation level had significantly decreased compared to the spring period. A double dose of mineral fertilizers ($N_{140}P_{140}K_{100}$) ensured the maximum density of productive stems, which was 431 pcs/m², which is 158 shoots or 60% higher than the control value. In the control, the ear length was 8.2 cm with 21 spikelets (19 of which were productive), 30 grains and a weight of 1.29 g per ear. A double rate ($N_{140}P_{140}K_{100}$) gave the maximum indicators: ear length of 9.4 cm, 23 spikelets (21 productive), 35 grains and 1.34 g per ear. The weight of 1000 grains varied from 37.1 to 43.1 g, with the highest productivity in the fertilized variants. The yield of winter wheat was maximum in the variant with a double rate of mineral fertilizers - 58.5 c/ha. The lowest yield (23.8 c/ha) was recorded in the variant without the application of mineral fertilizers, which indicates their significant positive effect on the productivity of winter wheat in the studied conditions. Dispersion analysis of the obtained experimental data proved that fertilizers contributed to the maximum formation of the winter wheat grain yield - 59.2%, and weather conditions - 30.5%. In the control plot without fertilizers, the grain nature is 814.4 g/l, while with single and double rates of mineral fertilizers, this figure increases to 839.2 and 850.7 g/l. The protein content increases by 1.9 and 2.3% when using single and double rates of fertilizers, and the gluten content - by 4.1 and 5.8%, respectively. Conclusions. The study revealed a significant effect of mineral fertilizers on the yield and quality characteristics of winter wheat grain. Double fertilizer rates contribute to the maximum density of productive stems, an increase in ear length, the number of spikelets and grains per ear, as well as the weight of grain per ear and the weight of 1000 grains. The yield of winter wheat in the control variant (without fertilizer application) was 23.8 c/ha, which is the lowest value among all the studied variants. The variant with a double rate of mineral fertilizers ($N_{140}P_{140}K_{100}$) showed the best results, by 34.7 c/ha, which is 146%. The share of participation in the formation of the yield was the highest from the use of fertilizers (59.2%), and was also largely due to the influence of weather conditions in the years of research (30.5%). Analysis of grain quality indicators demonstrates a positive correlation between an increase in the rate of mineral fertilizers and an improvement in its characteristics. The grain nature, protein content, gluten and vitreousness increase with the application of fertilizers. It has been proven that the use of increased doses of mineral fertilizers after the preceding crop of sugar beet provides a yield of up to 58.5 c/ha with high grain quality, corresponding to the require.

УДК 630*187

Роговой В.И., Салтыков А.Н., Дыган А.М.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ТИПОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ НАСАЖДЕНИЙ МОЖЖЕВЕЛЬНИКА ВЫСОКОГО (*JUNIPERUS EXCELSA* M. VIEB.) В КРЫМУ

В статье рассматривается вопрос распространения лесоводственно-типологической структуры насаждений можжевельника высокого, произрастающего в Крыму, а также приводится их общая лесоводственно-таксационная характеристика. Представлен литературный обзор по теме исследований, анализ повидельной тасационной базы данных лесного фонда Крыма, а также обобщение материала. Установлено, что общая площадь насаждений можжевельника высокого в Крыму ориентировочно составляет от 7,1 до 8,7 тыс. га, общий запас – 311,9 тыс. м³, средний возраст – 110 лет, средняя полнота – 0,52, запас на 1 га – 37 м³/га, среднее изменение запаса – 0,34 м³/га/год. В качестве главной лесообразующей породы можжевельник высокий формирует насаждения на площади 3628,2 га. В типологическом аспекте можжевеловые леса произрастают преимущественно в условиях очень сухой и сухой субори (B_{0-1}) (55,6 %), очень сухого и сухого сугрудка (C_{0-1}) (44,1 %), на другие типы лесорастительных условий (эдатопы) (C_2 , D_{1-2}) приходится менее 0,5 % от общей площади насаждений *J. excelsa* на полуострове. В среднем насаждения можжевельника высокого на полуострове произрастают по V^a4 классу бонитета, что обусловлено биологическими особенностями данной породы и низкой плодородно-

стью почвенных условий, как по степени увлажнения, так и по трофности. Указанный факт дает возможность шире применять эту породу в лесокультурном производстве в жестких условиях проиразрастания не только южнобережного Крыма, но и других регионов. Для этого необходимо более детальное изучение особенностей и закономерностей плодоношения, прорастания семян и воспроизведения лесов с участием *J. excelsa*.

Rogovoy V.I., Saltykov A.N., Dygan A.M.

FEATURES OF DISTRIBUTION AND TYPOLOGICAL STRUCTURE OF HIGH JUNIPER (*JUNIPERUS EXCELSA* M. BIEB.) PLANTS IN CRIMEA

The article considers the distribution of the silvicultural-typological structure of the greek juniper plantations growing in Crimea, and also provides their general silvicultural taxation characteristics. A literature review on the research topic, an analysis of the subdivisional shuffle database of the Crimean forest fund, and a summary of the material are presented. It has been established that the total area of greek juniper plantations in Crimea is approximately 7.1 to 8.7 thousand hectares, the total stock is 311.9 thousand m³, the average age is 110 years, the average density is 0.52, the stock per 1 ha is 37 m³/ha, the average change in the stock is 0.34 m³/ha/year. As the main forest-forming species, greek juniper forms plantations on an area of 3628.2 hectares. In typological aspect, juniper forests grow mainly in conditions of very dry and dry subori (B0-1) (55.6%), very dry and dry loam (C_{0,1}) (44.1%), other types of forest growth conditions (edatopes) (C₂, D_{1,2}) account for less than 0.5% of the total area of *J. excelsa* plantations on the peninsula. On average, the plantations of greek juniper on the peninsula grow according to the V^o.4 quality class, which is due to the biological characteristics of this species and the low fertility of soil conditions, both in terms of moisture and trophicity. This fact makes it possible to more widely use this species in forest cultivation production in the harsh growing conditions of not only the southern coast of Crimea, but also other regions. This requires a more detailed study of the characteristics and patterns of fruiting, seed germination and forest reproduction involving *J. excelsa*.

УДК 582.794.2:631.526.32

Ена А. В., Свирин С. А.

НАХОДКА ЖЕЛТОПЛОДНОЙ ФОРМЫ ПЛЮЩА В ГОРНОМ КРЫМУ

Плющ обыкновенный (*Hedera helix* L., Araliaceae) – единственная аборигенная вечнозелёная древесная лиана природной флоры Крыма. Кроме горно-лесной части полуострова, плющ единично встречается также в ряде скалистых прибрежных экотопов Тарханкутского и Керченского полуостровов. Обычная окраска спелых плодов этого вида иссиня-чёрная, однако в зарубежной Европе ещё в XIX веке описана форма *H. helix* с жёлтыми плодами. В Крыму в 2025 году впервые обнаружена жёлтоплодная форма *H. helix*. Она произрастает в западной части Крымского Субсредиземноморья, на стыке Юго-западного крутосклонного подъяйлинского сосново-лесного и Сарыч-Кекенеизского крутосклонного оползнево-террасового лесного ландшафтов в окрестностях перевала Шайтан-Мердвен, между горными массивами Мердвен-Кая и Балчик-Кая на высоте 440 м н. у. м. (N 44,42116842°, E 33,85755390°). Растительность места находки характеризуется как пушистодубово-грабинниковый лес. В сложении фитоценоза участвуют *Carpinus orientalis* Mill., *Quercus pubescens* Willd., *Tilia cordata* Mill., *Cornus mas* L., *Euonymus verrucosa* Scop., *Ruscus aculeatus* L., *Hedera helix* L., *Juniperus deltoides* R.P. Adams. Жёлтоплодная форма *H. helix* представлена взрослой генеративной особью со стволом, выходящим из-под основания известняковой глыбы 2 × 5 м и ветвями, покрывающими уплощённую поверхность этой глыбы. Диаметр ствола у основания 3,2 см. Листья яйцевидные до ланцетных, типичные по форме для генеративной фазы, светло-зелёные. Плоды образуются только на терминальном

зонтичке общего соцветия плюща. Окраска спелых плодов приглушенно оранжевато-жёлтая, местами с лёгким зеленоватым оттенком. Средний диаметр плодов составляет 7,26 мм, что заметно меньше, чем у растущих рядом черноплодных форм с диаметром плодов 8-9 мм. Мы относим найденное растение к *H. helix f. poetarum*.

Yena A. V., Svirin S. A.

A NEW FOR THE SOUTHERN RUSSIA WEED SPECIES CHENOPODIUM PRATERICOLA

Common ivy (*Hedera helix* L., Araliaceae) is the only native evergreen woody liana of the natural flora of Crimea. In addition to the mountainous forest part of the peninsula, ivy is also found singly in a number of rocky coastal ecotopes of the Tarkhankut and Kerch Peninsulas. The usual color of ripe fruits of this species is blue-black, but in foreign Europe, a form of *H. helix* with yellow fruits was described as early as the 19th century. In Crimea, a yellow-fruited form of *H. helix* was first discovered in 2025. It grows in the western part of the Crimean Sub-Mediterranean, at the junction of the southwestern steep-sloping Podyailinsky pine-forest and Sarych-Kekeneiz steep-sloping landslide-terraced forest landscapes in the vicinity of the Shaitan-Merdven Pass, between the Merdven-Kaya and Balchik-Kaya mountain ranges at an altitude of 440 m above sea level (N 44.42116842°, E 33.85755390°). The vegetation of the locality is characterized as a pubescent oak-oriental hornbeam forest. The following species participate in the formation of the phytocenosis: *Carpinus orientalis* Mill., *Quercus pubescens* Willd., *Tilia cordata* Mill., *Cornus mas* L., *Euonymus verrucosa* Scop., *Ruscus aculeatus* L., *Hedera helix* L., *Juniperus deltoides* R.P. Adams. The yellow-fruited form of *H. helix* is represented by an adult generative individual with a trunk emerging from under the base of a 2 × 5 m limestone block and branches covering the flattened surface of this block. The trunk diameter at the base is 3.2 cm. The leaves are ovate to lanceolate, typical in shape of the generative phase, light green. Fruits are formed only on the terminal umbel of the general inflorescence of ivy. The color of ripe fruits is muted orange-yellow, with a slight greenish tint in some places. The average diameter of fruits is 7.26 mm, which is noticeably smaller than that of nearby black-fruited forms with a fruit diameter of 8-9 mm. We attribute the found plant to *H. helix f. poetarum*.

УДК 630*231:582.475

Салтыков А.Н., Мурзаханов А.Р., Логинов А.О.

ВАРИАТИВНОСТЬ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ ПОДРОСТА СОСНЫ КРЫМСКОЙ (*Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) В ГРАНИЦАХ ПИРОГЕННОГО РЯДА НА ЗАПОВЕДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ЮЖНОБЕРЕЖНОГО КРЫМА

Результатами многочисленных исследований установлено, что успешное возобновление сосняков наблюдается, преимущественно, в границах пирогенного ряда. Следствием успешной реализации репродуктивного потенциала сосняков является формирование жизнеспособных ценопопуляций подроста. В тоже время наши исследования пространственной структуры подроста сосны крымской, выполненные на заповедных территориях горно-лесного Крыма, являются основанием для предположения, что в каждом конкретном случае возможны, как минимум два противоположных результата. Так, например, в случае совпадения ёмкости экологической ниши и биоэкологических свойств растений наблюдается всплеск возобновления. Когда такое совпадение отсутствует, происходит затухание волны популяционного всплеска. Кроме того возможен ряд переходных вариантов, когда структура существующих ценопопуляций подроста будет представлена в виде отдельных фрагментов, разобщённых в пространстве объекта наблюдения, либо со временем они утратят свои позиции и перейдут в стадию депрессивно-

го состояния. При выполнении наблюдений и оценке жизненного состояния подроста сосны крымской было установлено, что причиной затухания волны возобновления стало уничтожение подроста под пологом коренных древостоев *P. nigra* subsp. *pallasiana* во время пожара, а также отсутствие семеноношения материнских насаждений в течение длительного времени. Самосев и подрост сосны крымской, который появился на горельниках лишь на четвёртый и пятый год после пожара не выдерживает конкуренции со стороны злаково-лугового разнотравья, в частности пырея щетинистого (*Elytrigia strigosa* (M.Bieb.) Nevski), что влечёт за собой массовую гибель ювенильных особей сосны крымской. С целью сохранения и восстановления биоразнообразия и воссоздания коренных древостоев сосны крымской необходимо принимать во внимание жизненное состояние и перспективы роста и развития ценопопуляций подроста *P. nigra* subsp. *pallasiana*. В случае необходимости целесообразно создание лесных культур.

Saltykov A.N., Murzakhanov A.R., Loginov A.O.

**VARIABILITY OF THE SPATIAL-AGE STRUCTURE OF COENOPOPULATIONS OF
UNDERGROWTH OF CRIMEAN PINE (*Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.)
Holmboe) WITHIN THE BOUNDARIES OF THE PYROGENIC SERIES IN THE PROTECTED
AREAS OF THE SOUTHERN COAST OF CRIMEA**

Numerous studies have shown that successful regeneration of pine forests is observed mainly within the boundaries of the pyrogenic series. The consequence of successful implementation of the reproductive potential of pine forests is the formation of viable coenopopulations of undergrowth. At the same time, our studies of the spatial structure of the undergrowth of Crimean pine, carried out in the protected areas of the mountain forest Crimea, are the basis for the assumption that in each specific case, at least two opposite results are possible. For example, in the case of a coincidence of the capacity of the ecological niche and the bioecological properties of plants, a surge in renewal is observed. When such a coincidence is absent, the wave of the population surge fades. In addition, a number of transitional options are possible, when the structure of existing coenopopulations of undergrowth will be presented in the form of separate fragments, separated in the space of the object of observation, or over time they will lose their positions and go into a depressive state. During observations and assessment of the vital state of the Crimean pine undergrowth, it was established that the reason for the attenuation of the renewal wave was the destruction of the undergrowth under the canopy of the native stands of *P. nigra* subsp. *pallasiana* during the fire, as well as the absence of seed production in the parent plantations for a long time. Self-seeding and undergrowth of the Crimean pine, which appeared on burnt areas only in the fourth and fifth years after the fire, cannot withstand competition from the grass-meadow forbs, in particular, the bristly wheatgrass (*Elytrigia strigosa* (M.Bieb.) Nevski), which entails the mass death of juvenile individuals of the Crimean pine. In order to preserve and restore biodiversity and recreate native stands of Crimean pine, it is necessary to take into account the vital state and growth and development prospects of the undergrowth coenopopulations of *P. nigra* subsp. *pallasiana*. If necessary, it is advisable to create forest cultures.

УДК 631.67:551.58

Адамень Ф. Ф., Коковихин С.В. , Стаскина А. Ф.

**ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ИСКУССТВЕННОГО УВЛАЖНЕНИЯ И РАЗНЫХ СПОСОБОВ
ПОЛИВА НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЕМНО-КАШТАНОВОЙ ПОЧВЫ В УСЛО-
ВИЯХ СЕВЕРНОГО ПРИЧЕРНОМОРЬЯ**

Определение характера и направления изменения свойств темно-каштановой почвы, закономерностей этих изменений под влиянием длительного орошения и удобрений. Методы. Полевые

опыты и лабораторные исследования проведены в 2016-2020 гг. в зоне действия Ингулецкой орошаемой системы на землях экспериментальной базы Института орошаемого земледелия в стационарном опыте, заложенном в 1971 г. Агротехника выращивания культур севооборота общепринята для данной агроклиматической зоны. Минеральные удобрения вносили под основную обработку почвы. Поливы производили дождевальной машиной ДДА-100 МА. Кроме того, в отдельном полевом опыте исследовали особенности развития основных почвенных процессов при выращивании люцерны в зависимости от способов полива слабоминерализованными водами по следующей схеме: без орошения (контроль); микродождевание; капельное орошение; полив по бороздам. Закладка полевых опытов и их выполнение проводились в соответствии с общепринятыми методиками опытного дела в орошаемом земледелии. Результаты. Использование для орошения слабоминерализованных вод 2-го класса (ограниченно пригодных для орошения) независимо от способа полива приводило к накоплению легкорастворимых солей в метровом слое почвы и развитию процесса вторичного осолонцевания. Содержание солей в почве зависело, главным образом, от оросительной нормы. В многолетней динамике в корнесодержащем слое почвы формировался сезонно-оборотный тип солевого режима. В продолжительно орошаемых почвах отмечается увеличение водорастворимых солей и их качественная трансформация. Солевой режим орошаемой почвы в многолетней динамике производится по типу сезонно-оборотного. Орошение и удобрения оказывают положительное влияние на гумусное состояние темно-каштановой почвы. Применение минеральных удобрений несколько замедляет интенсивность деградационных процессов, но направление их не изменяет. Несмотря на негативное влияние минерализованных вод на отдельные показатели плодородия почвы, урожайность зерна озимой пшеницы при применении удобрений возрастала в среднем в 1,8 раза, по сравнению с неорошаемым контролем. Доказано, что орошение ингулецкой водой ухудшает структурно-агрегатный состав почвы, содержание агрономически ценных агрегатов (0,25-10 мм, особенно 1-5 мм) уменьшается, а крупных агрегатов (>10 мм) – увеличивается. Выводы. Длительное орошение приводит почву к предкризисному состоянию деградированности макроструктуры. Применение минеральных удобрений не приводит к существенному улучшению структурного состояния. Наибольшее накопление солей наблюдается при более высоких оросительных нормах при поливе по бороздам и микродождевании. Рост содержания солей происходит в основном за счёт токсичных хлоридов натрия. При стационарном локальном орошении (микродождевание, капельное орошение) не происходит систематического нарастания солей в верхнем слое почвы (0-30 см) из-за сезонно-оборотного типа солевого режима. Капельное орошение приводит к наименьшему накоплению солей, но даже оно вызывает увеличение содержания легкорастворимых солей в метровом слое почвы при длительном использовании. Таким образом, выбор способа полива (капельного орошения) может снизить уровень засоления, но не устраняет проблему полностью, что подчёркивают необходимость разработки и внедрения мер по управлению водными ресурсами и почвенным плодородием в орошающем земледелии, включая выбор качественных источников воды, способов полива, нормирования удобрений и применения комплекса мероприятий по улучшению структуры почвы.

Adamen F. F., Kokovikhin S. V., Stashkina A. F.

INFLUENCE OF LONG-TERM ARTIFICIAL MOISTURIZATION AND VARIOUS WATERING METHODS ON AGROPHYSICAL INDICATORS OF DARK CHESTNUT SOIL IN THE CONDITIONS OF THE NORTHERN BLACK SEA REGION

To determine the nature and direction of changes in the properties of dark chestnut soil, the patterns of these changes under the influence of long-term irrigation and fertilization. Methods. Field experiments and laboratory studies were conducted in 2016-2020 in the area of the Ingulets irrigated system on the lands of the experimental base of the Institute of Irrigated Agriculture in a stationary experiment established

in 1971. Agricultural technology for growing crop rotation crops is generally accepted for this agroclimatic zone. Mineral fertilizers were applied under primary soil cultivation. Irrigation was carried out with a DDA-100 MA sprinkler. In addition, in a separate field experiment, the features of the development of the main soil processes when growing alfalfa were studied depending on the methods of irrigation with low-mineralized waters according to the following scheme: without irrigation (control); microsprinkler irrigation; drip irrigation; irrigation along beards. The field experiments were laid out and carried out in accordance with generally accepted methods of experimental work in irrigated agriculture. Results. The use of weakly mineralized water of the 2nd class (limitedly suitable for irrigation) for irrigation, regardless of the irrigation method, led to the accumulation of easily soluble salts in the meter-thick soil layer and the development of the secondary alkalinization process. The salt content in the soil depended mainly on the irrigation rate. In the long-term dynamics, a seasonally rotating type of salt regime was formed in the root-containing soil layer. In long-term irrigated soils, an increase in water-soluble salts and their qualitative transformation are noted. The salt regime of irrigated soil in long-term dynamics is carried out according to the seasonally rotating type. Irrigation and fertilization have a positive effect on the humus state of dark chestnut soil. The use of mineral fertilizers somewhat slows down the intensity of degradation processes, but does not change their direction. Despite the negative impact of mineralized waters on individual soil fertility indices, the yield of winter wheat grain increased by an average of 1.8 times with the use of fertilizers, compared to the non-irrigated control. It has been proven that irrigation with Ingulets water worsens the structural-aggregate composition of the soil, the content of agronomically valuable aggregates (0.25-10 mm, especially 1-5 mm) decreases, and large aggregates (>10 mm) increase. Conclusions. Long-term irrigation brings the soil to a pre-crisis state of macrostructure degradation. The use of mineral fertilizers does not lead to a significant improvement in the structural state. The greatest accumulation of salts is observed at higher irrigation rates with furrow irrigation and micro-sprinkler irrigation. The increase in salt content occurs mainly due to toxic sodium chlorides. With stationary local irrigation (micro-sprinkler, drip irrigation) there is no systematic build-up of salts in the upper soil layer (0-30 cm) due to the seasonally rotating type of salt regime. Drip irrigation leads to the lowest accumulation of salts, but even it causes an increase in the content of easily soluble salts in the meter-thick soil layer with long-term use. Thus, the choice of irrigation method (drip irrigation) can reduce the level of salinization, but does not eliminate the problem completely, which emphasizes the need to develop and implement measures to manage water resources and soil fertility in irrigated agriculture, including the choice of high-quality water sources, irrigation methods, fertilizer standards and the use of a set of measures to improve the soil structure.

УДК 635.757:631.5

Горбунова Е.В., Ильин А.В., Мещерякова С.Ф.

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОРТОВ ЯЧМЕНЯ ОЗИМОГО В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ КРЫМА

Современное сельскохозяйственное производство предъявляет к будущему сорту более высокие требования. В решении этой задачи основная роль отводится селекции и сортовой агротехнике. Это наиболее малозатратные, экономически оправданные и экологически безопасные приёмы повышения урожайности. Исследование проводились в производственных условиях ФГБУ «Госсортокомиссия» Красногвардейского района Республики Крым. Озимые зерновые высевались по предшественнику чёрный пар. Подготовка почвы была общепринятая для региона. Оценивались сорта ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» (Сенгилей) ФГБНУ «НЦ зерна им. П.П. Лукьяненко» (Кубок, Кузнец). В опытах проводили наблюдения и учеты: наступление фенологических фаз, оценка состояния посевов, структурный биометрический анализ растений - высота растений, масса зерна с одного растения, масса 1000 зерен, натура зерна, учет

урожая, учет густоты стояния растений на учетных площадках, оценка качества зерна. Изучение сортов озимого ячменя в разные годы по погодным условиям позволило выделить наиболее продуктивные, которые в среднем за годы исследований обеспечили наибольшее получение зерна – Кэррера (ст-т) – 85,1 ц/га, Кубок – 77,5 ц/га, Сенгилей – 74,9 ц/га, Кузнец – 72,3 ц/га. Рекомендуется в засушливых степных условиях Республики Крым выращивать сорта ячменя озимого Кэррера (стандарт) и Кубок.

Gorbunova E.V., Ilyin A.V., Meshcheryakova S.F

YIELD AND QUALITY OF GRAIN OF DIFFERENT VARIETIES OF WINTER BARLEY IN THE STEPPE ZONE OF CRIMEA

Modern agricultural production places higher demands on the future variety. In solving this problem, the main role is assigned to breeding and varietal agricultural technology. These are the most cost-effective, economically feasible and environmentally friendly methods for increasing yields. The research was conducted in the production environment of the Federal State Budgetary Institution "Gossortokommission" of the Krasnogvardeysky district of the Republic of Crimea. Winter grains were sown using the black steam precursor. Soil preparation was common for the region. The grades of the North Caucasian FNAC (Sengiley) Federal State Budgetary Institution "NC Grain named after P.P." were evaluated. Lukyanenko" (Cubok, Kuznets). In the experiments, observations and records were carried out: the onset of phenological phases, assessment of the condition of crops, structural biometric analysis of plants - plant height, grain weight from one plant, weight of 1000 grains, grain type, crop accounting, accounting for the density of plants standing on accounting sites, grain quality assessment. The study of winter barley varieties in different years by weather conditions made it possible to identify the most productive ones, which on average over the years of research provided the highest grain yield – Carrera (ct-t) – 85.1 c/ha, Cubok – 77.5 c/ha, Sengiley – 74.9 c/ha, Kuznets – 72.3 c/ha. It is recommended to grow winter barley varieties Carrera (standard) and Cup in the arid steppe conditions of the Republic of Crimea.

УДК 633.174.1:631.52

Кибальник С.В., Кибальник О.П.

ИЗУЧЕНИЕ ГИБРИДОВ F1 СОРГО НА ОСНОВЕ ЦМС ТИПА А2 СИЛОСНОГО НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Сахарное сорго относится к культурам универсального направления использования в регионах с неустойчивым увлажнением: его возможно применять в пищевой и перерабатывающей промышленности, но основное назначение – кормовое. Для развития и стабилизации отрасли животноводства необходимы высококачественные корма. В этой связи, использование зеленой массы сахарного сорго в кормопроизводстве засушливых регионов остается актуальным. Целью настоящих исследований являлось проведение оценки гибридов сахарного сорго по основным селекционно-ценным признакам. Тестирование гибридов в сравнении с сортами-стандартами Волжское 51, Флагман проводили в течение 2022-2023 гг. на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Гибриды первого поколения получены с участием ЦМС-линий А2 КВВ114, А2 Чайка (материнская форма) и сортообразцов к-64, к-10832, к-54, к-5529, к-581 (отцовская форма) из коллекции ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова». У изучаемых образцов сорго сравнивали следующие селекционно-ценные признаки: высота растений через 30 дней после всходов и при созревании, длина и ширина соцветия, урожайность биомассы и зерна, общая и продуктивная кустистость. В результате проведенных испытаний выделены перспективные по комплексу хозяйствственно-цен-

ных признаков гибриды (A2 КВВ 114/к-10832, A2 КВВ 114/к-54, A2 КВВ 114/к-581, A2 Чайка/к-64), которые рекомендуются для дальнейших испытаний в предварительном и конкурсном сортоизучении. Так, высокорослые (208,7-227,5 см) гибриды A2 КВВ 114/к-10832 и A2 КВВ 114/к-54 характеризуется урожайностью биомассы 31,0-39,5 т/га и 3,9-4,1 т/га зерна; превышение над сортами-стандартами (Волжское 51, Флагман) по урожайности всей биомассы составило 22,5-67,4%. Гибриды A2 КВВ 114/к-581 и A2 Чайка/к-64 превзошли стандарты по урожайности зерна на 4,5-30,0%. Также гибрид A2 КВВ 114/к-581 превысил на 70,8% сорт Волжское 51 по интенсивности начального роста растений и на 12,9% сорт Флагман по длине соцветия.

Kibalnik S.V., Kibalnik O.P.

STUDY OF SORGHUM HYBRIDS F1 BASED ON CMS A2 TYPE SILAGE DIRECTION OF USE

Sugar sorghum belongs to the crops of universal use in regions with unstable moisture: it can be used in the food and processing industry, but the main purpose is forage. High-quality feed is needed for the development and stabilization of the livestock industry. In this regard, the use of the green mass of sugar sorghum in forage production in arid regions remains relevant. The purpose of these studies was to evaluate sugar sorghum hybrids according to the main breeding and valuable characteristics. Hybrids were tested in comparison with the standard varieties Volzhskoye 51, Flagman during 2022-2023 at the experimental field of Federal State Budgetary Research Institution "Russian Research and Design-Technological Institute of Sorghum and Corn. Hybrids of the first generation were obtained with the participation of CMS lines A2 KVV114, A2 Chaika (maternal form) and varietes k-64, k-10832, k-54, k-5529, k-581 (paternal form) from the collection of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Research Center All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N.I. Vavilov." The following breeding and valuable characteristics were compared in the studied sorghum samples: plant height 30 days after germination and at maturity, inflorescence length and width, biomass and grain yield, general and productive bushiness. As a result of the tests, hybrids that are promising in terms of a complex of economically valuable traits (A2 KVV 114/к-10832, A2 KVV 114/к-54, A2 KVV 114/к-581, A2 Chaika/к-64) have been identified, which are recommended for further testing in preliminary and competitive variety studies. Thus, the tall (208.7-227.5 cm) hybrids A2 KVV 114/к-10832 and A2 KVV 114/к-54 are characterized by a biomass yield of 31.0-39.5 t/ha and 3.9-4.1 t/ha of grain; the excess over the standard varieties (Volzhskoye 51, Flagman) in terms of total biomass yield was 22.5-67.4%. Hybrids A2 KVV 114/к-581 and A2 Chaika/к-64 exceeded grain yield standards by 4.5-30.0%. Also, the A2 KVV 114/к-581 hybrid exceeded the Volzhskoye 51 variety by 70.8% in terms of the intensity of initial plant growth and the Flagman variety by 12.9% in terms of inflorescence length.

АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

УДК 631.361.6

Воложанинов С.С., Завалий А.А., Зубоченко Д.В., Шиян О.В., Зубоченко А.А., Болильный А.О., Волобуев Д.Д.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БУНКЕРНО-КОНВЕЙЕРНОГО УСТРОЙСТВА ЦИКЛИЧЕСКОЙ ИМПУЛЬСНОЙ ИНФРАКРАСНОЙ СУШКИ И ОЧИСТКИ СЕМЯН

В ходе исследований проводили обработку семян кoriандра и горчицы в лаборатории кафедры общетехнических дисциплин Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», влажность семян в процессе обработки определяли в Лаборатории агрохимических исследований ФГБУН «Научно-исследо-

вательский институт сельского хозяйства Крыма» в период июнь – июль 2024 г., планируемая наработка машины составляла 20 часов. Основной целью исследования является экспериментальное определение технико-экономических показателей бункерно-конвейерного устройства циклической импульсной инфракрасной сушки и очистки семян. В ходе исследований при заданных конструктивных и технологических параметрах бункерно-конвейерного устройства установлено, что температура нагрева семян в процессе сушки не превышает требуемый максимальный предел 45 ° С, что подтверждает осуществление щадящей тепловой обработки семенного материала. Производительность устройства обеспечивает очистку и сушку 80-90 кг семян исходной влажностью 13-14 % до влажности 6-7 % за время не более 5 часов, что при трёхсменной работе устройства позволяет обрабатывать до 270 кг семян, обеспечивающих посев площади при норме высеива 15 - 20 кг/га до 20 га. Удельные затраты на сушку семян составляют 0,5 – 0,7 кВт·ч/кг семян или 7,0 – 9,1 кВт·ч/кг испарённой влаги.

Volozhaninov S.S., Zavaly A.A., Zubchenko D.V., Shiyan O.V., Zubchenko A.A., Bolily A.O., Volobuev D.D.

EXPERIMENTAL STUDY OF TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS OF A BUNKER CONVEYOR DEVICE FOR CYCLIC PULSED INFRARED DRYING AND CLEANING OF SEEDS

During the research, coriander and mustard seeds were processed in the laboratory of the Department of General Technical Disciplines of the Institute «Agrotechnological Academy» of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University», the moisture content of seeds during processing was determined in the Laboratory of Agrochemical Research FSBIS «Scientific Research Institute of Agriculture of Crimea» in the period June – July 2024, the planned. The operating time of the machine was 20 hours. The main purpose of the study is to experimentally determine the technical and economic indicators of a hopper-conveyor device for cyclic pulsed infrared drying and cleaning of seeds. In the course of research, with the specified design and technological parameters of the hopper-conveyor device, it was found that the temperature of heating seeds during the drying process does not exceed the required maximum limit of 45 ° С, which confirms the implementation of gentle heat treatment of seed material. The device's performance provides cleaning and drying of 80-90 kg of seeds with an initial humidity of 13-14% to a humidity of 6-7% in a time of no more than 5 hours, which, with three shifts of the device, allows processing up to 270 kg of seeds, providing an area of sowing at a seeding rate of 15-20 kg / ha to 20 ha. The unit cost of drying seeds is 0,5 – 0,7 kWh/kg of seeds or 7,0 – 9,1 kWh/kg of evaporated moisture.

УДК 631.3; 51-74

Ажермачев С.Г., Высоцкая Н.Д., Волобуев Д.Д.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ АГРЕГАТОВ СИСТЕМ АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ, ИМЕЮЩИХ ГИДРОАКТИВНЫЕ ОТВОДЫ, ПУТЕМ ДЕМПФИРОВАНИЯ КОЛЕБАНИЙ

Проблемы безопасности эксплуатации агрегатов систем агропромышленных комплексов, имеющих гидроактивные отводы, возникают в связи с возможными проявлениями колебательных процессов в трубопроводах, зависящих от скорости течения жидкости в них. Например, такая проблема в сельскохозяйственном производстве возникает при использовании механизированных устройств для опрыскивания растений. Анализ наблюдений показывает, что для трубопровода, концы которого закреплены с увеличением скорости течения жидкости, частота свободных колебаний уменьшается, и система может перейти в критическое состояние, при котором будет наблюдаться нулевое значение частоты и в этом случае может наблюдаться дестабилизация.

зирующее действие потока жидкости, движущегося с постоянной скоростью. В этом процессе есть еще и другая крайность, когда пульсация давления и скорости может вызвать появление вредных колебаний, которые могут угрожать прочности трубоотвода, а также герметичности и плотности промежуточных его соединений. Все перечисленные факторы могут создавать условия для возможного появления аварийных ситуаций в агрегатах систем агропромышленного комплекса. При наличии таких неблагоприятных факторов могут быть предусмотрены такие устройства, которые могли бы оказывать демпфирующее действие и изменять частоты собственных колебаний, при этом влияя на механику взаимодействия потока и трубоотвода и тем самым создавая условия для возможности повышения безопасности эксплуатации агрегатов агропромышленных комплексов, имеющих гидроактивные отводы. Получены следующие выводы: 1) при использовании упругого консольного трубоотвода при работе агрегата с ростом скорости течения жидкости эффект демпфирования возрастает; 2) на колебательные свойства трубоотводов оказывает существенное влияние скорость течения жидкости; 3) пульсация скорости и давления перемещающейся жидкости может послужить причиной возникновения вредных колебаний, которые могут угрожать плотности соединений и прочности трубоотвода; 4) в качестве частных случаев могут существовать такие устройства, в которых само течение жидкости может оказывать демпфирующее влияние на систему; 5) колебания рассмотренной системы носят затухающий характер; 6) при затухающем характере колебаний трубоотвод вместо колебаний может совершать апериодические движения при стремлении к равновесию; 7) затухание колебаний будет тем более интенсивным, чем больше скорость течения жидкости.

Azhermachev S.G., Vysotskaya N.D., Volobuev D.D.

ENSURING THE SAFETY OF UNITS OF SYSTEMS OF AGRICULTURAL COMPLEXES WITH HYDROACTIVE BRANCHES BY DAMPING VIBRATIONS

Problems with the safety of operation of units of systems of agro-industrial complexes with hydroactive branches arise in connection with the possible manifestations of oscillatory processes in pipe branches, depending on the speed of fluid flow in them. For example, such a problem in agricultural production arises when using mechanized devices for spraying plants. Analysis of observations shows that for a pipe outlet, the ends of which are fixed with an increase in the speed of fluid flow, the frequency of free oscillations decreases, and the system can go into a critical state in which a zero frequency value will be observed and in this case a destabilizing effect of a fluid flow moving at a constant speed can be observed. There is also another extreme in this process, when pulsation of pressure and speed can cause harmful vibrations that can threaten the strength of the pipeline, as well as the tightness and density of its intermediate connections. All of these factors can create conditions for the possible occurrence of emergency situations in units of agro-industrial complex systems. In the presence of such unfavorable factors, devices can be provided that could have a damping effect and change the frequencies of natural oscillations, while influencing the mechanics of interaction between the flow and the pipe outlet and thereby creating conditions for the possibility of increasing the safety of operation of units of agricultural complexes with hydroactive outlets. The following conclusions were obtained: 1) when using an elastic cantilever pipe when the unit is operating, the damping effect increases with increasing fluid flow speed; 2) the oscillatory properties of pipe branches are significantly influenced by the fluid flow rate; 3) pulsation of speed and pressure of moving fluid can cause harmful vibrations that can threaten the tightness of connections and the strength of the pipe; 4) as special cases, there may be devices in which the fluid flow itself can have a damping effect on the system; 5) the oscillations of the considered system are damped; 6) with the damping nature of the oscillations, the pipe outlet, instead of oscillations, can perform aperiodic movements while striving for equilibrium; 7) the damping

of oscillations will be more intense, the higher the speed of fluid flow.

УДК 631.3-1-9: 69.04

Чемодуров В.Т., Литвинова Э.В., Волобуев Д.Д.

РАСЧЕТ ИЗГИБНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ТЕЛЕСКОПИЧЕСКОЙ СТОЙКИ САМОХОДНОГО ШАССИ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ В ВИНОГРАДНИКАХ

Интенсивная технология возделывания виноградников является наиболее прогрессивной и эффективна в разы выше, чем в случае традиционных технологий. Технической основой интенсивной технологии возделывания виноградников является механизация, автоматизация и роботизация работ в виноградниках, обеспечивающие высокую продуктивность и качество виноградарства. В Крыму большое количество виноградников расположены на склонах, что существенно осложняет использование техники, особенно предрасположенной к опрокидыванию из-за малых размеров колеи и высокого центра тяжести. В таких условиях использование машин, двигающихся над кроной растений предпочтительно. Целью работы является обоснование параметров и режимов работы телескопических стоек высококлиренсного самоходного шасси для выполнения работ в виноградниках. Высококлиренсные самоходные тракторы для работы на неровном и влажном грунте, характеризуются увеличенной высотой шасси или его части, благодаря чему могут перемещаться параллельно рядам растений с возвышением над ними, не нарушая структуру почвы и не задевая сами растения, что в свою очередь благоприятно отражается на повышении урожайности. Амортизационные стойки предназначены для поглощения энергии удара и гашения упругих колебаний на неровностях дороги. Для математического моделирования существенным становится описание кинематики движущихся частей шасси, особенно колес, в зависимости от нагрузок. На ВСШ каждая стойка опирается на одно колесо. От качества работы амортизационной системы зависят надежность и долговечность работы колеса. Если амортизатор не поглотит энергию удара ВСШ, оставшаяся часть может вызвать недопустимую деформацию, вплоть до разрушения. Телескопические амортизаторы выполняются в виде телескопического устройства, располагаемого в подвеске вертикально или наклонно. Они по сравнению с рычажными амортизаторами обладают повышенным ходом, в два раза меньшей массой и работают при пониженных давлениях. Основная характеристика телескопического амортизатора – это зависимость силы противления перемещению поршня в рабочем цилиндре от скорости его перемещения. В статье рассмотрена устройство и технические характеристики амортизационной стойки телескопической схемы. Сделано обоснование параметров и режимов работы телескопических амортизаторов высококлиренсного шасси. Рассчитана конструкция универсального высококлиренсного шасси с изменяющимися дорожным просветом на изгиб при возникающих горизонтальных боковых силах. Определены: значение допускаемого изгибающего момента; наибольшие касательные напряжения; критический момент, при котором материал начинает разрушаться или деформироваться; максимально допустимые деформации стойки переменного сечения под действием изгибающих моментов. Расчетный анализ динамических характеристик амортизационной стойки шасси позволяет определить необходимые конструктивные характеристики и уровни динамического нагружения при работе шасси. Применение принципов изгиба позволяет создавать инновационные и высокотехнологичные решения, обеспечивая надежность, эффективность и устойчивость в работе механизмов. Корректное предсказание и учет изгиба позволяет создавать более надежные и безопасные объекты, увеличивает их срок службы и экономит ресурсы. Техническая задача рассмотренного решения – расширение функциональных возможностей шасси и повышение точности и качества выполняемых операций при обработке виноградников. Результат достигается за счет установки дополнительного оборудования, предназначенного для обработки виноградников, и повышения точности и качества выполняемых операций. Стойки переменного сечения

обладают большей гибкостью по сравнению со стойками постоянной жесткости при одинаковой с ними прочности. В стойке постоянного сечения материал используется нерационально. Более экономичными по расходу металла являются стойки переменного сечения.

CHemodurov V.T., Litvinova E.V., Volobuev D.D

CALCULATION OF BENDING DEFORMATIONS OF TELESCOPIC STAND OF SELF-PROPELLED CHASSIS FOR WORKS IN VINEYARDS

Intensive vineyard technology is the most progressive and effective at times higher than in the case of traditional technologies. The technical basis of intensive vineyard cultivation technology is mechanization, automation and robotization of work in vineyards, ensuring high productivity and quality of viticulture. In Crimea, a large number of vineyards are located on the slopes, which significantly complicates the use of equipment, especially prone to overturning due to the small gauge and high center of gravity. In such conditions, the use of machines moving over the crown of plants is preferred. The purpose of the work is to substantiate the parameters and operating modes of the telescopic racks of a high-latitude self-propelled chassis for work in vineyards. High-lyrical self-propelled tractors for work on uneven and moist soil are characterized by an increased height of the chassis or its parts, due to which they can move parallel to the rows of plants with elevation above them, without disturbing the soil structure and without touching the plants themselves, which in turn favorably affects the increase in yield. Shock struts are designed to absorb impact energy and dampen elastic vibrations on road irregularities. For mathematical modeling, the description of the kinematics of the moving parts of the chassis, especially the wheels, depending on the loads, becomes essential. The S-PH-LC each strut rests on one wheel. The reliability and durability of the wheel depend on the quality of the shock-absorbing system. If the shock absorber does not absorb the impact energy of the S-PH-LC, the remaining part can cause unacceptable deformation, up to destruction. Telescopic shock absorbers are arranged in the form of telescopic device arranged in suspension vertically or obliquely. Compared to lever shock absorbers, they have an increased stroke, half the weight and operate at reduced pressures. The main characteristic of the telescopic shock absorber is the dependence of the force of resistance to the movement of the piston in the working cylinder on the speed of its movement. The article discusses the design and technical characteristics of the shock strut of the telescopic circuit. The parameters and operating modes of telescopic shock absorbers of high-latitude chassis are justified. The design of a universal high-clearance chassis with varying ground clearance for bending under the arising horizontal lateral forces is calculated. Defined: value of allowable bending moment; maximum tangential stresses; the critical moment at which the material begins to break or deform; maximum allowable deformations of the stand of variable section under the action of bending moments. Design analysis of the dynamic characteristics of the chassis shock strut allows you to determine the necessary structural characteristics and dynamic load levels during chassis operation. The application of bending principles allows you to create innovative and high-tech solutions, ensuring reliability, efficiency and stability in the operation of mechanisms. Correct bend prediction and accounting allows you to create more reliable and safe objects, increases their service life and saves resources. Technical problem of considered solution is expansion of functional capabilities of chassis and increase of accuracy and quality of performed operations at processing of vineyards. Result is achieved due to installation of additional equipment intended for vineyard processing, and improvement of accuracy and quality of performed operations. Stands of variable cross-section have greater flexibility compared to stands of constant rigidity with the same strength. In a constant section rack, the material is used irrationally. Variable section racks are more economical in terms of metal consumption.

ВЕТЕРИНАРИЯ

УДК 619:616-084:636.1

Куевда Н.Н., Оводенко Д.А.

РЕЗУЛЬТАТЫ ДИСПАНСЕРИЗАЦИИ ЛОШАДЕЙ ПРИ ВЫГУЛЬНОМ СОДЕРЖАНИИ

Целью нашей работы было апробирование методики диспансеризации лошадей при выгульном содержании в горных условиях с использованием современных методов исследований. При выполнении работы использовали клинические, гематологические и статистические методы исследований. Объектом исследования были лошади частного подворья, содержащиеся в условиях горного Крыма (с. Лучистое, городской округ Алушта). Материал для исследования – образцы крови животных. Определение клинического статуса лошадей выполняли по методике диспансеризации с дополнениями. Образцы крови животных отбирали из яремной вены, исследования ее проводили на автоматических анализаторах. Полученные результаты анализировали методами вариационной статистики, используя Microsoft Office Excel 2007. Полученные результаты исследований показали, что клинический статус лошадей был удовлетворительный, симптомов патологий не отмечали. Дополнительно определяемые показатели – средняя оценка упитанности (BCS) – $5,29 \pm 0,18$ ($Cv - 9,2\%$) баллов, оценка гребня шеи (CNS) – $2,29 \pm 0,18$ ($Cv - 21,3\%$). При общем анализе крови установили анемию: эритропения – $7,18 \pm 0,22$ Т/л у 28,6% лошадей, снижение содержания гемоглобина – $108,0 \pm 2,25$ г/л у 57,1% и содержания гемоглобина в гематокrite – $284,3 \pm 6,2$ г/л у 85,7% животных. При биохимических исследованиях крови выявили гипогликемию у 42,9% лошадей, концентрация глюкозы в среднем была $4,67 \pm 0,22$ ммоль/л. При исследовании ферментов установили, что повышена только активность лактатдегидрогеназы у 57,1% лошадей, в среднем по группе показатель составлял $476,4 \pm 59,2$ Ед/л. Активность других ферментов была нормальная. По нашему мнению, повышение активности лактатдегидрогеназы связано с усилением гликолиза, в первую очередь, в эритроцитах вследствие анемии (тем более, что это сопровождается гипогликемией). При определении клинического статуса лошадей рекомендуем использовать два числовых показателя, характеризующих упитанность, – среднюю оценку упитанности (BCS) и оценку гребня шеи (CNS). Биохимический профиль крови лошадей при диспансеризации, по нашему мнению, должен включать определение содержания общего белка, альбумина, глюкозы, креатинина и активности ферментов: аспартатаминотрансферазы, лактатдегидрогеназы, креатинфосфоркиназы и щелочной фосфатазы.

Kuevda N.N., Ovodenko D.A.

RESULTS OF HORSES DISPENSARISATION AT WALKING

The work purpose was to test the methodology of horses dispensarisation for walking in mountain using modern research methods. Clinical, hematological and statistical methods were used in the work. The object of the study was horses of a private courtyard kept in the Crimea's mountainous conditions (village of Luchistoe, Alushta urban district). Material for research - animal blood samples. The clinical status of horses was determined by the dispensarisation method with additions. Animal blood samples were taken from the jugular vein and examined using automatic analyzers. The obtained results were analyzed using variational statistics using Microsoft Office Excel 2007. The obtained research results showed that the clinical status of the horses was satisfactory, no symptoms of pathologies were noted. Additionally determined indicators – body condition score (BCS) - 5.29 ± 0.18 ($Cv - 9.2\%$) points, crest neck score (CNS) - 2.29 ± 0.18 ($Cv - 21.3\%$). A complete blood count revealed anemia: eryropenia - 7.18 ± 0.22 T/L in 28.6% of horses, a decrease in hemoglobin content - 108.0 ± 2.25 g/L in 57.1% and mean corpuscular hemoglobin concentration - 284.3 ± 6.2 g/L in 85.7% of animals. Biochemical

blood tests revealed hypoglycemia in 42.9% of horses, the average blood glucose concentration was 4.67 ± 0.22 mmol/l. When studying enzymes, it was found that only lactate dehydrogenase activity was increased in 57.1% of horses, on average group indicator was 476.4 ± 59.2 U/L. The activity of other enzymes was normal. In our opinion, an increase in lactate dehydrogenase activity is associated with an increase in glycolysis, primarily in red blood cells due to anemia (especially since this is accompanied by hypoglycemia). When determining the clinical status of horses, we recommend using two numerical indicators characterizing fatness - an body condition score (BCS) and crest neck score (CNS). The biochemical profile of equine blood during dispensarisation, in our opinion, should include the determination content of the total protein, albumin, blood glucose, creatinine and enzyme activity: aspartate aminotransferase, lactate dehydrogenase, creatine phosphokinase and alkaline phosphatase.

УДК 619: 619:616.993:636.7

Лукьянова Г.А., Кущенко Ю.П., Лукьянов Р.Ю.

ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ ЭРЛИХИОЗА У СОБАК

В статье представлены эпизоотологические особенности эрлихиоза у собак в условиях Крыма. Заболевание носит сезонный характер и имеет два подъема заболеваемости – весенний и осенний, что сопряжено с усилением активности клещей на полуострове. Установлено, что заболевание протекает в острой и хронической формах. Клиническая картина заболевания у собак, больных острой формой эрлихиоза не имеет патогномоничных признаков и характеризуется: депрессией, анорексией, лихорадкой, гепатомегалией, респираторными признаками в виде одышки и хрипов, лимфоденомегалией периферических лимфоузлов, кровоизлияниями на слизистых конъюнктивы и склеры, атаксией, носовыми кровотечениями. Морфологические изменения в крови проявляются панцитопенией (эритроцитопения, тромбоцитопения и лейкопения), уменьшением концентрации гемоглобина и его содержания в крови, снижением гематокрита и увеличением СОЭ. В лейкограмме наблюдается эозинопения. Эти изменения со стороны крови, указывают на высокую вероятность эрлихиозной этиологии заболевания. Окончательный диагноз необходимо подтверждать путем постановки иммунохроматографического экспресс-теста для выявления антител против *E.canis* и выявления ДНК возбудителя в ПЦР. При лечении собак препаратами «Доксимаг» и «Дорин» в составе комплексной терапии эрлихиоза наблюдали нормализацию показателей общего анализа крови и исчезновение клинических признаков у больных животных соответственно на $15,0 \pm 2,2$ и $12,8 \pm 2,3$ день. Общий курс лечения составлял 28 дней. Применение комплексного препарата Дорин позволило снизить дозу доксициклина, за счет синергизма с рифомпицином, что могло ускорить восстановление животного.

Lukianova G.A., Kutsenko I.P., Lukianov R.Y.

DIAGNOSIS AND TREATMENT OF EHRLICHIOSIS IN DOGS

The article presents the epizootological features of ehrlichiosis in dogs in the Crimea. The disease is seasonal in nature and has two increases in incidence – spring and autumn, which is associated with increased tick activity on the peninsula. It has been established that the disease occurs in acute and chronic forms. The clinical picture of the disease in dogs with acute ehrlichiosis has no pathognomonic signs and is characterized by depression, anorexia, fever, hepatomegaly, respiratory symptoms in the form of shortness of breath and wheezing, lymphadenomegaly of peripheral lymph nodes, hemorrhages on the mucous membranes of the conjunctiva and sclera, ataxia, nosebleeds. Morphological changes in the blood are manifested by pancytopenia (erythrocytopenia, thrombocytopenia and leukopenia), a decrease in hemoglobin concentration and its content in the blood, a decrease in hematocrit and an

increase in ESR. There is eosinopenia in the leukogram. These changes in the blood indicate a high probability of ehrlichiosis etiology of the disease. The final diagnosis must be confirmed by performing an immunochromatographic rapid test to detect antibodies against *E.canis* and to detect the DNA of the pathogen in PCR. When dogs were treated with Doximag and Dorin drugs as part of the complex therapy of ehrlichiosis, normalization of the total blood count and disappearance of clinical signs in sick animals were observed on 15.0 ± 2.2 and 12.8 ± 2.3 days, respectively. The total course of treatment was 28 days. The use of the complex drug Dorin made it possible to reduce the dose of doxycycline due to synergy with rifampicin, which could accelerate the recovery of the animal.

УДК 619:616.72-002:636.1

Куевда Е.Н., Решетова А.Р.

ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ СЕПТИЧЕСКОГО АРТРИТА ЖЕРЕБЯТ НА ПРИМЕРЕ КЛИНИЧЕСКОГО СЛУЧАЯ

Проведён анализ возможных случаев поражения конечностей жеребят, возможных осложнений и проводимого лечения. Выполнено сопровождение больного животного с первоначальными признаками нарушений в виде хромоты. Проведено широкое диагностическое исследование и определен диагноз с назначением лечения. Целью работы было представление возможностей доступного комплекса диагностических средств при клиническом проявлении септического артрита. Практическое значение работы заключается в установлении причинно-следственных связей развития патологии, определении набора диагностических мероприятий и разработка доступных средств лечения с учётом возможностей владельцев животного и полученного аналитического материала. Методологической основой для проводимых исследований являлись научные и практические разработки, многочисленные публикации зарубежных и отечественных авторов профильного направления.

Kuevda E.N., Reshetova A.R.

DIAGNOSIS AND TREATMENT OF SEPTIC ARTHRITIS IN FOALS USING A CLINICAL CASE EXAMPLE

The analysis of possible cases of damage to the limbs of foals, possible complications and ongoing treatment was carried out. The patient was accompanied by an animal with initial signs of lameness. An extensive diagnostic study was conducted and the diagnosis was determined with the appointment of treatment. The aim of the work was to present the possibilities of an available set of diagnostic tools for the clinical manifestation of septic arthritis. The practical significance of the work is to establish causal relationships between the development of pathology, determine a set of diagnostic measures and develop available treatment options, taking into account the capabilities of the animal's owners and the analytical material obtained. The methodological basis for the conducted research was scientific and practical developments, numerous publications by foreign and domestic authors of the relevant field.

УДК: 619:616.379 – 008.64:636.7

Плахотнюк Е.В., Лизогуб М.Л.

ДИАГНОСТИКА И МОНИТОРИНГ САХАРНОГО ДИАБЕТА У СОБАК

В статье приведены данные о распространенности сахарного диабета у собак, а также информация о возрастной, половой и породной предрасположенности к сахарному диабету у собак, полученная при анализе ветеринарной документации в ветеринарной клинике «Лимо» г. Симферополь за период с января 2023 по второй квартал 2025 г. Установлено, что сахар-

ный диабет чаще всего регистрируется у самок, чему самцов (64,3% и 35,7% соответственно), при этом, абсолютное большинство случаев приходится на нестерилизованных самок – 57,2%, что объясняется наличием у них дополнительного механизма синтеза СТГ – контринсуллярного гормона. Возраст заболевших животных колеблется в диапазоне 6 лет 8 месяцев до 16 лет 10 месяцев (медиана составляет 11 лет 3 месяца). Полученные данные соответствуют и не противоречат данным отечественных и зарубежных масштабных исследований. Наиболее часто СД в нашем исследовании регистрировался у беспородных животных и метисов, йоркширских терьеров и лабрадоров, что не в полной мере соответствует данным литературы и объясняется различной популярностью пород в разных регионах страны и тем более, в разных странах. Описаны методы диагностики сахарного диабета собак в условия ветеринарной клиники «Лимо». Диагностика сахарного диабета у собак, в целом, не представляет сложности и основывается на данных анамнеза (снижение массы тела животного в динамике при сохраненном или повышенном аппетите, увеличение объема потребляемой воды в сутки, увеличение частоты мочеиспускания, применение глюкокортикоидов, прогестагенов, половой статус животного, стадия полового цикла для самок); клинических признаков (ПУ, ПД, ПФ, снижение массы тела, наличие осложнений СД, таких как катаракта и инфекции мочевыводящих путей (ИМП); лабораторной диагностике (стойкая гипергликемия, , глюкозурия натощак, увеличение уровня фруктозамина, гиперхолестеринемия, гипертриглицеридемия, повышение активности ферментов (АЛТ, ЩФ)). В общем анализе крови изменения неспецифические и сводятся к проявлению гемоконденсации и стрессовой лейкограмме, более характерной все же для котов, чем для собак. Приведены результаты разработки простых и эффективных алгоритмов диагностики и мониторинга сахарного диабета у собак, позволяющих точно и своевременно прогнозировать течение заболевания и оценить эффективность назначенного лечения у каждого отдельно взятого животного.

Plahotniuk E.V., Lizogub M.L.

DIAGNOSIS AND MONITORING OF DIABETES MELLITUS IN DOGS

The article presents data on the prevalence of diabetes in dogs, as well as information on age, sex, and breed predisposition to diabetes in dogs, obtained by analyzing veterinary documentation at the Limo Veterinary Clinic, Simferopol for the period from January 2023 to the second quarter of 2025. It was found that diabetes mellitus is most often registered in females, compared to males (64.3% and 35.7%, respectively), while the absolute majority of cases occur in unsterilized females (57.2%), which is explained by the presence of an additional mechanism for the synthesis of STH – the counterinsular hormone. The age of the affected animals ranges from 6 years 8 months to 16 years 10 months (the median is 11 years 3 months). The data obtained correspond to and do not contradict the data of domestic and foreign large-scale studies. In our study, diabetes was most often registered in mongrel animals and mestizos, Yorkshire Terriers and Labradors, which does not fully correspond to the literature data and is explained by the different popularity of breeds in different regions of the country and even more so in different countries. The methods of diagnosis of diabetes mellitus in dogs in the conditions of the veterinary clinic "Limo" are described. Diagnosis of diabetes mellitus in dogs, in general, is not difficult and is based on anamnesis data (decrease in animal body weight over time with preserved or increased appetite, increase in water intake per day, increased frequency of urination, use of glucocorticoids, progestogens, sexual status of the animal, stage of the sexual cycle for females); clinical signs (PU, PD, PF, weight loss, the presence of diabetes complications such as cataracts and urinary tract infections (UTIs); laboratory diagnostics (persistent hyperglycemia, fasting glucosuria, increased fructosamine levels, hypercholesterolemia, hypertriglyceridemia, increased enzyme activity (ALT, alkaline phosphatase)). In the general blood test, the changes are non-specific and are reduced

to the manifestation of hemoconcentration and a stress leukogram, which is more typical for cats than for dogs. The results of the development of simple and effective algorithms for the diagnosis and monitoring of diabetes mellitus in dogs are presented, which make it possible to accurately and timely predict the course of the disease and evaluate the effectiveness of the prescribed treatment in each individual animal.

Ответственный секретарь – Е.В. Горбунова
Техническое редактирование и верстка – О.Е. Дубровина
Перевод – О.А. Кличенко

Подписано в печать 27.06.2025. Формат 70x100/16. Заказ №
Усл. печ. л. 21,45. Тираж 500 экз.

Подписной индекс объединенного каталога «Пресса России» 64972.
Цена 467 руб. Дата выхода в свет

Редакция: Институт «Агротехнологическая академия»
ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»
295492, г. Симферополь, п. Аграрное
Тел.: +7 (3652) 26-35-21. E-mail: tauridatas@mail.ru; <https://ata.cfuv.ru/>

Отпечатано в Издательском доме
ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»
295051, г. Симферополь, бул. Ленина, 5/7

**Ответственность за точность приведенных данных, фактов, цитат и
другой информации несут авторы опубликованных материалов**