Главный редактор:
А. Ф. Туманян – д. с.-х. н., проф.

Редакционный совет:
Н. Н. Дубенок, академик РАН, д.с.–х.н., проф.; В. М. Косолапов – академик РАН, д.с.–х.н., проф.; А. Л. Иванов – академик РАН, д.б.н., проф.; К. Н. Кулик – академик РАН, д.с.–х.н., проф.; В. Г. Плющиков – д.с.–х.н., проф.; д.с.–х.н., проф.; Ш. Б. Байрамбеков – д.с.–х.н., проф., заслуженный агроном РФ; С. Р. Аллахвердиев – академик РАЕ, д.б.н., проф.; С. Н. Еланский – д.б.н.; М. М. Оконов – член–корр. РАЕН, д.с.–х.н., проф.; В. Ф. Пивоваров – академик РАН, д.с.–х.н., проф.; Ю. В. Трунов – д.с.–х.н., проф.; М. С. Гинс – член–корреспондент РАН, д.б.н., проф.; Н. В. Тютюма – д.с.–х.н., проф. РАН; А. Н. Арилов – д.с.–х.н., проф.; Ю. А. Ватников – д.в.н., проф.; Н. В. Донкова – д.в.н., проф.; Т. С. Кубатбеков – д.б.н., доцент; Е. М. Ленченко – д.в.н., проф.; В. Е. Никитченко – д.в.н., проф.; Н. Н. Балашова – д.э.н., проф.; В. М. Пизенгольц – д.э.н., проф.; В. С. Семенович – д.э.н., проф.; Н. Н. Скитер – д.э.н., проф.; Р. С. Шепитько – д.э.н., проф.; Т. В. Папаскири – д.э.н., проф.; В. Ф. Гороховский – д.с.–х.н., доцент

Head editor:
A. F. Tumanyan – Dr. Agr. Sci., Prof.

Editorial Board:
N. N. Dubenok, RAS memb., V. M. Kosolapov – RAS memb.; A. L. Ivanov – RAS memb.; K. N. Kulik – RAS memb.; V. G. Plyushchikov – Dr.Sc.agr.; H. B. Bajrambekov – Dr. Sc.agr.; S. R. Allahverdiev – RAN memb.; S. N. Elanskij – Dr.Sc.biol.; M. M. Okonov – RAEN cor.m.; V. F. Pivovarov – RAS memb.; Yu. V. Trunov – Dr.Sc.agr.; M. S. Gins – RAS cor.m.; N. V. Tyutyuma – Dr.Sc.agr.; A. N. Arilov – Dr.Sc.agr.; Yu. A. Vatnikov – Dr.Sc.vet.; N. V. Donkova – Dr.Sc. vet.; T. S. Kubatbekov – Dr.Sc.biol.; E. M. Lenchenko – Dr.Sc.vet.; V. E. Nikitchenko – Dr.Sc.vet.; N. N. Balashova – Dr.Sc. econ.; V. M. Pizengol'c – Dr.Sc.econ.; V. S. Semenovich – Dr.Sc.econ.; N. N. Skiter – Dr.Sc.econ.; R. S. SHepit'ko – Dr.Sc.econ.; T. V. Papaskiri – Dr.Sc. econ.; V. F. Gorokhovsky – Dr.Sc.agr.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ *и* ПРИКЛАДНЫЕ
ПРОБЛЕМЫ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

№4(50) 2021

DOI: 10.32935/2221-7312-2021-50-4

Содержание

Общее земледелие, растениеводство

Я. Д. Фандеева, Л. В. Заварухина, Н. В. Федосова
Аборигенные травы для двуукосного использования в условиях Северо-Востока 3

В. П. Данилевский, Н. В. Тютюма, Г. С. Егорова
Продуктивность многолетних травосмесей в зависимости от способов обработки почвы при коренном улучшении природных пастбищ Республики Калмыкия 8

В. П. Данилевский, Н. В. Тютюма, А. П. Загородин
Физические свойства почв в зависимости от различных способов основной обработки при коренном улучшении естественных пастбищ 13

Н. А. Зайцева, И. И. Климова, Е. В. Ячменёва, А. С. Дьяков, С. В. Зайцев
Урожайность лука репчатого в условиях светло-каштановых почв Нижнего Поволжья в зависимости от вносимых удобрений.....18

М. Э. Новар, В. В. Введенский
Морфологический отклик сои (Glycine max L. Merr) на внекорневое внесение наноудобрения 22

Н. А. Зайцева, И. И. Климова, Е. В. Ячменёва, А. С. Дьяков, С. В. Зайцев
Эффективность калийных удобрений при фертигации арбуза столового на светло-каштановых почвах 26

С. Н. Волков, Т. А. Федорова, А. В. Лебедев, А. В. Гемонов
Некоторые особенности роста и строения дубовых древостоев лесной опытной дачи Тимирязевской академии 31

С. Н. Волков, А. В. Гемонов, А. В. Лебедев, Т. А. Федорова, Д.Ю. Сайкова
Влияния древоразрушающих грибов на древостои в ельниках заповедника «Кологривский лес».....35

А. Эльхашаш
Филогенетический анализ мух-паразитоидов (Tachinidae, Diptera) на основе морфологических данных.....44

В. Г. Плющиков, В. П. Авдотьин, Н. И. Хаирова, В. Н. Гришин
Оценка комплексного воздействия негативных факторов, в первую очередь радионуклидов, на почвы городских агломераций, влияющих на обеспечение их основных функций и экосистемных услуг 48

Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных

А. Ю. Лаврентьев, В. С. Шерне, Л. Р. Михайлова
Иммуностимулятор и специальные комбикорма для поросят-сосунов 59

Редактор
О. В. Любименко

Оформление и верстка
В. В. Земсков

Адрес редакции:
111116, Москва,
ул. Авиамоторная, 6,
тел./факс: (499) 507-80-45,
e-mail: agrobio@list.ru.
Интернет: http://www.nitu.ru

При перепечатке любых материалов ссылка на журнал «Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса» обязательна.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций.
Свидетельство о регистрации СМИ ПИ ФС77-35867 от 31 марта 2009 года.

ISSN 2221-7312

Включен в перечень изданий Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки РФ

Формат 60 × 84 1/8

Тираж 1000 экз.

Редакция не несет ответственности за достоверность информации в материалах, в том числе рекламных, предоставленных авторами для публикации. Материалы авторов не возвращаются.

Отпечатано в ООО ИПФ «СТРИНГ»
424006, Республика Марий Эл,
г. Йошкар-Ола, ул. Строителей, 95

THEORETICAL & APPLIED
PROBLEMS OF AGRO-INDUSTRY

№4(50) 2021

Contents

General Agriculture, Crop Production

Y. D. Fandeeva, L. V. Zavarukhina, N. V. Fedosova
Native Herbs for Two-Axis Use in the Conditions of the North-East 3

V. P. Danilevsky, N. V. Tyutyuma, G. S. Egorova
Productivity of Perennial Grass Mixtures Depending on Tillage Method under Fundamental Improvement of Natural Pastures in the Republic of Kalmykia 8

V. P. Danilevsky, N. V. Tyutyuma, A. P. Zagorodin
Physical Properties of Soils Depending on Tillage Method under Fundamental Improvement of Natural Pastures 13

N. A. Zaitseva, I. I. Klimova, E. V. Yachmeneva, A. S. Dyakov, S. V. Zaitsev
Effect Of Fertilizers on Onion Productivity on Light Chestnut Soils in the Lower Volga Region 18

M. E. Nowar, V. V. Vvedensky
Morphological Response of Soybeans (Glycine max L. Merr) to Foliar Application of Nano-Fertilizer 22

N. A. Zaitseva, I. I. Klimova, E. V. Yachmeneva, A. S. Dyakov, S. V. Zaitsev
Efficiency of Potassium Fertilizers in Watermelon Fertigation on Light Chestnut Soils 26

S. N. Volkov, T. A. Fedorova, A. V. Lebedev, A. V. Gemonov
Some Features of Growth And Structure of Oak Stands in the Forest Experimental Station, Timiryazev Academy.....31

S. N. Volkov, A. V. Gemonov, A. V. Lebedev, T. A. Fedorova, D. Yu. Saykova
Influence of Wood Decaying Fungi on Tree Stands in the Kologrivsky Forest Reserve 35

A. Elhashash
Phylogenetic Analysis of the Parasitoid Flies (Tachinidae, Diptera) Based on Morphological Data 44

V. G. Plyushchikov, V. P. Avdotyin, N. I. Khairova, V. N. Grichin
Assessment of the Complex Impact of Negative Factors, Primarily Radionuclides on Soils of Urban Agglomerations Affecting the Provision of Their Basic Functions and Ecosystem Services.....48

Farm Animal Breeding and Genetics

A. Yu. Lavrentiev, V. S. Sherne, L. R. Mikhailova
Immunostimulator and Special Compound Feeds for Suckling Piglets 59

Аборигенные травы для двуукосного использования в условиях Северо–Востока

УДК 633.2.031 (571.61)
DOI: 10.32935/2221-7312-2021-50-4-3-7

Я. Д. Фандеева (к.с.–х.н.), **Л. В. Заварухина, Н. В. Федосова**
ФГБНУ Магаданский НИИСХ,
agrarian@magadan.ru

В суровых природно-климатических условиях Северо-Востока с каждым годом повышается спрос на новые и стабильные подходы к повышению урожайности кормовых культур с целью получения максимального объема растительных кормов высокого качества по обменной энергии и протеину. Для получения сбалансированных рационов, удовлетворяющих физиологическим потребностям сельскохозяйственных животных необходим научный подбор видового и сортового состава кормовых культур на основе экологически чистых технологий возделывания. Для этого проведены полевые исследования на торфянисто-глеевых мерзлотных почвах по изучению продуктивного потенциала аборигенных трав: арктагростис широколистный (Arctagrostis latifolia (Rob. Brown) Griseb), бекмания восточная (Beckmannia syzigachne (Steudel) Fern), лисохвост тростниковый (Alopecurus arundinaceus Poir. (ventricosus Pers.) с целью получения двуукосного урожая фитомассы. Определены видовые характеристики и особенности развития исследуемых многолетних злаков, влияющие на изменение продуктивности и качества кормовой массы при двукратном скашивании в условиях Приохотской зоны Магаданской области. Выделен наиболее перспективный для использования двуукосного режима уборки вид — Alopecurus arundinaceus. Проанализированы основные биоморфологические и биохимические показатели, корреляционные зависимости и их совместное влияние на урожайность многолетних аборигенных трав. Установлены существенные корреляционные зависимости урожайности зеленой массы при первом укосе от засоренности посевов (r = 0,9) и количества побегов (r = –0,9), а при втором укосе от высоты генеративных побегов (r = 1), вегетативных побегов (r = 0,9), засоренности посевов (r = 0,9) и облиственности побегов (r = –0,9). Анализ хозяйственно ценных признаков аборигенных трав выявил зависимость от абиотических факторов вегетационных периодов: продуктивности растений от факторов температурного режима и влагообеспеченности (r = 0,6–0,8), высоты генеративного яруса травостоя в фазу укосной спелости, содержания сырого протеина в кормах при первом укосе и каротина от количества осадков (r=0,7, r=0,5 и соответственно r = 0,8).

Ключевые слова: аборигенные травы, двуукосность, урожайность, питательность, биохимические показатели, корреляция.

Введение

Для укрепления кормовой базы животноводства в Магаданской области предполагается использование в травосеянии видов и сортов многолетних трав, обладающих высокой фитоценотической устойчивостью и урожайностью, длительным продуктивным долголетием и высокой адаптивной способностью к природно-климатическим условиям Северо-Востока с получением стабильных высокобелковых кормов с низкой себестоимостью.

На помощь приходит уникальный генофонд дикорастущих субполярных и полярных популяций многолетних злаковых трав, обладающих рядом специфических признаков и свойств: морозоустойчивостью, продуктивным долголетием, устойчивостью к длительному затоплению, ранним заморозкам, образованию ледяной корки и т.д.

Целью нашей работы являлось определение обусловленного биоморфологическими особенностями продуктивного потенциала аборигенных трав, выращиваемых с применением двуукосного режима уборки фитомассы в условиях Магаданской области.

Материал и методы исследования

Схема опыта включает три вида кормовых трав северного происхождения: *Arctagrostis latifolia (Rob. Brown) Griseb, Beckmannia syzigachne (Steudel) Fern и Alopecurus arundinaceus Poir. (ventricosus Pers.)* в двух вариантах — двуукосный и контрольный — одноукосный. Повторность двукратная, площадь делянки 3 (5×0,6) м^2; посев рядовой, с междурядьями 15 см.

Климат муссонный, отличающийся высокой относительной влажностью воздуха, с моросящими туманами в течение лета. Среднемноголетнее количество осадков за период вегетации (I д. мая – III д. сентября) 246 мм; почти повсеместное распространение вечной и сезонной мерзлоты. Резкие колебания температуры на поверхности и на различной глубине почвы создают некоторые затруднения для растений, особенно в начальный период вегетации, но, как показывают наблюдения, рост и развитие растений продолжаются и в этих условиях.

Запасы продуктивной влаги в слое 0–20 см почвы и повышенная температура в мае способствовали быстрому отрастанию злаковых трав, в дальнейшем наблюдался дефицит влаги в почве, что отразилось на росте и развитие растений. Первые заморозки зафиксированы в III декаде сентября.

Почва опытного участка болотная мерзлотная торфянисто-глеевая, переувлажненная, слабо плодородная, кислая. Агрохимические показатели почвы: pH солевой вытяжки — 5,6–6,9; P_2O_5 — 35,6–96,5; K_2O — 8,1–34,9; NH_4 — 1,6–2,3; NO_3 — 2,0–3,7 мг/100 г.

Учеты и наблюдения проводились в соответствии с методическими рекомендациями [1, 2]. В фазу полного отрастания — начала кущения проводилось внесение минеральных удобрений из расчета $N_{90}(PK)_{60}$ кг/га. В течение периода вегетации — видовая прополка.

Результаты исследования и их обсуждение

Всесторонняя оценка исследуемых аборигенных трав позволила выделить как наиболее перспективный *Alopecurus arundinaceus Poir. (ventricosus Pers.)*, в условиях двукратного скашивания показавший наибольшую урожайность зеленой массы. При первом укосе диапазон отклонений урожая по сравнению с другими аборигенными травами составил от 0,7 до 1,8 т/га, при втором укосе тенденция сохранилась, варьирование урожайности составило от 3,3 до 5 т/га. Двуукосный вариант на посадках данного вида превышал контроль по суммарной урожайности и зеленой массы на 50%, сена — на 5%, что не наблюдалось на делянках других местных злаков. Травостой *Alopecurus arundinaceus* в исследуемых условиях отличался стабильно высокой плотностью (1461 шт./м^2 суммарно), большим содержанием вегетативных побегов (свыше 90%) с высокой, более 78% в среднем, облиственностью. Зафиксированное при этом снижение средней по укосам высоты генеративных побегов было минимальным среди изучаемых видов — до 33%, а вегетативных — достигало средних значений — 26% *(табл. 1)*.

Кормовая продуктивность *Arctagrostis latifolia* и *Beckmannia syzigachne* напротив, заметно снизилась в условиях двукратного укоса, отклонение от контрольного варианта (однократный укос) урожайности зеленой массы достигало –26 и –43%, сена — –25 и –52% соответственно. В значительной мере на этот процесс повлияло изменение структуры урожая по укосам.

Урожай второго укоса сформировался преимущественно (на 98–99%) вегетативными побегами, средняя по укосам высота которых по сравнению с контрольным вариантом не превышала 67% у *Arctagrostis latifolia* и 78% у *Beckmannia syzigachne*. Увеличение процента облиственности при втором укосе в сравнении с первым у данных видов произошло в большей степени вследствие незначительного количества развитых стеблей в урожае, состоящем в основном из укороченных вегетативных побегов. Это особенно заметно на посадках *Beckmannia syzigachne*, характеризующейся отрастанием большого количества укороченных вегетативных побегов во второй половине вегетации. Так, увеличение в двуукосном урожае количества побегов почти втрое и процента листьев в 1,5 раза по сравнению с контролем, все же не привело к существенному повышению суммарной урожайности *Beckmannia syzigachne*.

В целом по опыту можно отметить в основном отрицательное влияние приема двукратного скашивания на урожайность аборигенных многолетних трав, обусловленное значительным снижением генеративности травостоя (коэффициент корреляции r=0,7–0,9) и высоты побегов, в особенности вегетативных (r=0,6–0,8). Удачное исключение здесь — *Alopecurus arundinaceus*. Видовой особенностью данного злака является содержание в травостое небольшого количества генеративных побегов (контрольный вариант — 11%), и крайне малого — вегетативных удлиненных побегов в совокупности с высокой облиственностью укороченных вегетативных побегов. Как следствие, двойное скашивание не оказало

Табл. 1. Сравнительная характеристика перспективных аборигенных злаковых трав в питомнике испытания на многоукосность

Вид трав	Вариант	Количество побегов, шт./м^2		Процент генеративности	Высота побегов перед уборкой, см		Облиственность, %	Засоренность, %	Урожайность, т/га	
		всего	генеративные		генеративные	вегетативные			зеленой массы	сена
Арктагростис	1-й укос	864	94	10,9	38,9	40,1	72,9	16,2	9,9	3,8
	2-й укос	510	7	1,3	39,0	40,1	90,0	8,7	1,7	0,6
	Всего	1374	101	12,2	77,9	80,2	X	X	11,6	4,4
	Контроль	913	270	29,6	74,6	59,9	66,9	13,5	15,6	5,9
Лисохвост	1-й укос	683	38	5,6	45,8	33,5	82,4	12,0	11,7	3,1
	2-й укос	778	6	0,8	68,4	55,2	74,5	24,7	6,7	1,2
	Всего	1461	44	6,4	114,2	88,7	X	X	18,4	4,2
	Контроль	948	103	10,9	85,5	59,8	73,4	15,7	12,3	4,0
Бекмания	1-й укос	659	208	31,5	66,6	60,5	49,5	19,0	11,0	4,3
	2-й укос	917	6	0,6	45,0	51,4	91,1	8,3	3,4	0,7
	Всего	1579	114	32,1	111,6	111,9	X	X	14,4	5,0
	Контроль	581	274	47,2	89,6	72,3	45,0	7,8	25,3	10,4

на растения этого вида заметного депрессивного воздействия.

Большое значение для применения двуукосности в условиях короткого вегетационного периода имеет раннеспелость кормовых трав. Наиболее ранним из исследуемых видов является *Alopecurus arundinaceus*. Однако к моменту уборки первого урожая фазы полной укосной спелости данный злак не достиг, а интенсивное развитие травостоя второго укоса в условиях региона приходится на период пониженной теплообеспеченности (вторая половина августа – сентябрь). Все это отрицательно сказывается как на повторном урожае (снижение в сравнении с 1-м укосом в 2–6 раз в зависимости от вида трав), так и на общей урожайности двуукосного варианта. В результате максимальную по опыту урожайность и зеленой массы, и сена показала *Beckmannia syzigachne* в контрольном (одноукосном) варианте, разница с контрольным урожаем других трав составила 9,7–13 т/га и 4,5–6,4 т/га, с суммарным урожаем двух укосов — 6,9–13,7 т/га и 6–6,2 т/га соответственно.

В связи с исследованием способности аборигенных кормовых трав противостоять внедрению малопродуктивных, быстро распространяющихся видов в условиях двукратной уборки урожая, особое внимание уделялось учету сорной растительности в посевах. Наиболее засорённым в первый укос оказался травостой *Beckmannia syzigachn* (на 2,8–7% больше остальных трав), что объясняется более растянутым процессом развития растений данного вида в фазы кущения — выметывания и быстрым ростом сорняков в этот период. В дальнейшем здесь, как и на посадках *Arctagrostis latifolia* наблюдалось снижение процента сорных трав в повторном урожае на 7,5–10,7% в связи с возросшей кустистостью растений (бекмания), и загущением листового яруса (арктагростис и бекмания). На делянках же длиннокорневищного злака *Alopecurus arundinaceus* напротив, отмечалось резкое, более чем в два раза, увеличение количества несеяных видов в составе травостоя второго укоса. На данный процесс повлияла большая разреженность травостоя, состоящего в основном из вегетативных побегов, отрастающих от столонов текущего года.

Оценивать продуктивность трав можно точнее при помощи показателей кормовых достоинств, характеризующих сбор сухого вещества, кормовых единиц, переваримых питательных веществ и обменной энергии *(табл. 2)*.

Наибольшей продуктивностью из аборигенных трав отличается *Beckmannia syzigachne (Steudel) Fern*: суммарный сбор сухого вещества выше на 6,2–7,8 ц/га, сбор кормовых единиц — 0,4–0,5 тыс./га, сбор переваримого протеина – 0,03-0,04 т/га и суммарное содержание обменной энергии — 47,5–64,7 кДж по сравнению с другими видами трав. Исследование биохимического состава злаковых трав в условиях торфянисто-глеевых почв позволило установить влияние двуукосного режима уборки фитомассы изучаемых образцов на питательность корма.

Анализируя содержание сырого протеина *(табл. 3)* в среднем по вариантам злаковых растений, можно проследить диапазон колебаний данного показателя от 4 до 14%.

Важно отметить, что у *Arctagrostis latifolia R.Br. и Alopecurus arundinaceus Poir. (ventricosus Pers.)* в сравнении с контролем содержание протеина при первом укосе выше на 3,3 и 5,6%, при втором укосе наблюдается

Табл. 2. Питательность зеленой массы перспективных аборигенных злаковых трав

Вариант	Питательность 1 кг корма											
	Кормовые единиц, тыс./га				Содержание переваримых питательных веществ, т/га				Обменная энергия, кДж			
	Укос 1	Укос 2	Сумма	Контроль	Укос 1	Укос 2	Сумма	Контроль	Укос 1	Укос 2	Сумма	Контроль
Артагростис	2,68	0,41	3,09	3,64	0,471	0,477	0,947	0,471	729,89	739,19	1469,08	870,02
Лисохвост	2,14	0,83	2,97	2,50	0,473	0,463	0,936	0,476	733,92	717,95	1451,87	879,43
Бекмания	3,00	0,51	3,51	6,47	0,493	0,485	0,978	0,486	764,31	752,22	1516,53	897,53

Табл. 3. Биохимический состав перспективных аборигенных злаковых трав перед уборкой (на натуральную влажность)

Вид трав	Вариант	Протеин, %	Сырой жир, %	Зола, %	Клетчатка, %	БЭВ, %	Кальций, %	Фосфор, %	Калий, %	Каротин, мг%
Артагростис	1-й укос	13,38	2,34	8,45	27,81	40,57	0,37	0,35	2,94	1,21
	2-й укос	4,44	1,67	5,56	26,93	50,58	0,39	0,11	1,06	1,38
	Контроль	10,06	2,31	5,93	26,37	45,12	0,35	0,28	2,17	3,95
Лисохвост	1-й укос	13,66	2,35	6,70	26,81	41,46	0,22	0,33	2,76	2,54
	2-й укос	4,90	2,51	5,88	21,83	51,44	0,32	0,14	1,37	2,18
	Контроль	8,06	2,38	5,54	25,21	48,58	0,27	0,23	2,13	3,67
Бекмания	1-й укос	6,97	2,08	4,95	22,49	53,84	0,22	0,21	1,84	2,05
	2-й укос	6,81	1,96	5,66	22,76	52,60	0,33	0,16	1,38	2,45
	контроль	7,26	2,38	4,76	24,24	51,56	0,29	0,19	1,74	4,04

сильно снижение на 5,6 и 3,2%. Вариант с *Beckmannia syzigachne (Steudel) Fern* показал практически равное содержание сырого протеина при двух укосах.

Сырой жир является источником энергии, жирных кислот и носителем жирорастворимых витаминов. При первом укосе *Beckmannia syzigachne (Steudel) Fern* уступает по количеству сырого жира другим видам трав на 0,3%. При втором укосе у *Alopecurus arundinaceus Poir. (ventricosus Pers.)* установлено наибольшее количество сырого жира, выше на 0,6-0,8%, чем у других видов трав.

Самый высокий показатель клетчатки наблюдается у *Arctagrostis latifolia R.Br.* при первом укосе, превышая на 1–5% её содержания у других видов аборигенных трав.

Сравнение результатов минерального состава образцов показало специфичность видовых особенностей. *Arctagrostis latifolia R.Br.* обеспечивает наибольшее накопление при первом укосе в сравнение с *Beckmannia syzigachne (Steudel) Fern и Alopecurus arundinaceus Poir. (ventricosus Pers.)* золы на 4% и 2% соответственно, калия — 1,1% и 0,2%, фосфора — 0,14% и 0,03%, кальция — 0,2% для двух видов трав. При этом безазотистые экстрактивные вещества *Beckmannia syzigachne (Steudel) Fern и Alopecurus arundinaceus Poir. (ventricosus Pers.)* выше, чем у *Arctagrostis latifolia R.Br* на 13% и 1% соответственно.

При втором укосе наблюдается тенденция накопления безазотистых экстрактивных веществ у всех аборигенных трав по сравнению с контролем на 1–5,4%, незначительно увеличивается содержание кальция и уменьшается содержание фосфора и калия.

Анализируя содержание каротина можно сделать вывод, что его значение резко падает при раннем укосе, указывая на прямую зависимость от фенологической фазы и вида растений. При втором укосе содержание каротина резко не отличается от первого укоса и также уступает контролю.

Методами математической статистики определена достоверная значимая зависимость продуктивности изучаемых аборигенных трав от фактора влагообеспеченности вегетационного периода (r=0,6–0,8). Высота генеративного яруса травостоя в фазу укосной спелости и содержание сырого протеина в кормах при первом укосе коррелируют с количеством осадков на уровне r=0,7 и r=0,5, соответственно. Наблюдается корреляция между содержанием каротина и суммой осадков начального периода вегетации на уровне r=0,8. В опыте установлено наиболее существенное влияние на элементы структуры продуктивности растений и качество получаемых кормов суммы осадков во второй половине вегетации (приходящейся на второй укос) для всех видов трав, что доказывает наличие причинно-следственного характера связи между изучаемыми факторами.

Выводы

Почвенно-климатические условия в Приохотской зоне Магаданской области в целом позволяют получить два укоса у аборигенных злаковых трав, однако депрессия растений, вызванная ранней срезкой первого урожая и недостатком тепла в период наиболее интенсивного формирования второго, способствует снижению кормовой продуктивности исследуемых видов.

Исключением является длиннокорневищный *Alopecurus arundinaceus Poir. (ventricosusPers.),* на делянках которого вследствие видовых особенностей наблюдалась максимальная суммарная (по двум укосам) урожайность зеленой массы и выхода сухого вещества, обеспечившая статистически значимую прибавку урожая, превосходящую $НСР_{05}$;

Необходимо дальнейшее изучение факторов, оказывающих влияние на сроки уборки многолетних злаковых трав в условиях Северо-Востока.

Литература

1. Агромелиоративные приемы повышения плодородия и предотвращения деградации мерзлотных почв при сельскохозяйственном использовании / ГНУ Магаданский НИИСХ Россельхозакадемии. – Магадан, 2006. – 33 с.
2. Агрохимические основы оптимизации плодородия почв Севера Дальнего Востока / ГНУ Магаданский НИИСХ Россельхозакадемии. – Магадан, 2006. – 15 с.
3. Луговое кормопроизводство на Севере Дальнего Востока / ГНУ Магаданский НИИСХ Россельхозакадемии. – Магадан, 2006. – 56 с.
4. Методические указания по селекции многолетних трав. – М., 1985. – 186 с.
5. Методические указания по проведению опытов с кормовыми культурами// Российская академия сельскохозяйственных наук. – М., 1997. – С. 57-71.
6. Селекция и семеноводство полевых культур / Г.В. Гуляев, Ю.Л. Гужов. – М: Колос,1978. – 440 с.

References

1. Agromeliorative techniques for increasing fertility and preventing the degradation of permafrost soils in agricultural use / GNU Magadan Research Institute of Agricultural Sciences of the Russian Academy of Agriculture. - Magadan, 2006. - 33 p.
2. Agrochemical bases of optimization of soil fertility in the North of the Far East / GNU Magadan NIISH of the Russian Agricultural Academy. - Magadan, 2006. - 15 p.
3. Meadow forage production in the North of the Far East / GNU Magadan Scientific Research Institute of Agricultural Sciences of the Russian Academy of Agricultural Sciences. - Magadan, 2006. - 56 s.
4. Metodicheskie ukazaniya po selekcii mnogoletnix trav. – M., 1985. – 186 s.
5. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu opy`tov s kormovy`mi kul`turami// Rossijskaya akademiya sel`skoxozyajstvenny`x nauk. – M., 1997. – S. 57-71.
6. Selekciya i semenovodstvo polevy`x kul`tur / G.V. Gulyaev, Yu.L. Guzhov. – M: Kolos, 1978. – 440 s.

Y. D. Fandeeva, L. V. Zavarukhina, N. V. Fedosova

Magadan Research Institute of agriculture

agrarian@magadan.ru

NATIVE HERBS FOR TWO–AXIS USE IN THE CONDITIONS OF THE NORTH–EAST

In the harsh natural and climatic conditions of the North–East, the demand for new and stable approaches to increasing the yield of forage crops is increasing every year in order to obtain the maximum volume of high–quality plant feeds for metabolic energy and protein. In order to obtain balanced diets that meet the physiological needs of farm animals, scientific selection of the species and varietal composition of forage crops based on environmentally friendly cultivation technologies is necessary. For this purpose, field studies were conducted on peat–gley permafrost soils to study the productive potential of native grasses: Arctagrostis broadleaf (Arctagrostis latifolia (Rob. Brown) Griseb), eastern beckmania (Beckmannia syzigachne (Steudel) Fern), reed foxtail (Alopecurus arundinaceus Poir. (ventricosus Pers.) in order to obtain a two–axis crop of phytomass. The specific characteristics and features of the development of the studied perennial cereals that affect the change in productivity and quality of the feed mass during double mowing in the conditions of the Priokhotsky zone of the Magadan region are determined. The most promising species for the use of a two–axis harvesting mode is Alopecurus arundinaceus. The main biomorphological and biochemical indicators, correlations and their combined effect on the yield of perennial native grasses are analyzed. Significant correlations were established between the yield of green mass at the first mowing on the clogging of crops (r = 0.9) and the number of shoots (r = –0.9), and at the second mowing on the height of generative shoots (r = 1), vegetative shoots (r = 0.9), clogging of crops (r = 0.9) and leafiness of shoots (r = – 0.9). The analysis of economically valuable signs of native grasses revealed a dependence on abiotic factors of growing seasons: plant productivity on factors of temperature regime and moisture availability (r=0.6–0.8), the height of the generative tier of herbage in the phase of mowing ripeness, the content of crude protein in feed during the first mowing and carotene on the amount of precipitation (r=0.7, r=0.5 and, respectively, r=0.8).

Key words: native grasses, bi–slope, yield, nutritional value, biochemical parameters, correlation.

Продуктивность многолетних травосмесей в зависимости от способов обработки почвы при коренном улучшении природных пастбищ Республики Калмыкия

УДК 633.2.039.6
DOI: 10.32935/2221-7312-2021-50-4-8-12

В. П. Данилевский[1], Н. В. Тютюма[1] (д.с.–х.н.), **Г. С. Егорова[2]** (д.с.–х.н.)
[1]*Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН,*
[2]*Волгоградский государственный аграрный университет,*
danilevsky@referent61.ru

Сильносбитые, деградированные естественные пастбища являются основной проблемой юга России. Образовавшиеся в процессе неконтролируемого выпаса, потерявшие свое видовое разнообразие под действием природных и антропогенных факторов они превращаются в пустыни. Поэтому проблема восстановления таких пастбищ не перестает быть актуальной. Опыт с целью изучения продуктивности разно компонентных травосмесей многолетних трав при различных способах обработки почвы был заложен по общепринятым методикам в Яшалтинском районе Республики Калмыкия в 2018–2020 гг. В результате проведенного изучения было установлено, что оптимальные параметры для всходов многолетних трав создавались на вариантах с глубокими отвальными вспашками. Наибольшая всхожесть от 51,3% у люцерны до 82,7% у волоснеца ситникового на солонце и от 81,3 до 96,0% на светло-каштановой почве при этом была получена на варианте с трёхъярусной вспашкой ПТН-3-40А на глубину 0,40–0,42 м. Из вариантов с безотвальной обработкой почвы выделялось чизелевание, где всхожесть составляла от 42% у люцерны до 73,3% у волоснеца ситникового на солонце и от 65,7 до 87,3% на светло-каштановой почве. Прослеживалось также влияние различных обработок почвы на рост и развитие надземной массы многолетних трав. Так, высота растений люцерны на солонце была наибольшей на варианте с глубокой отвальной вспашкой ПТН-3-40А и превышала показатели на контроле в среднем за три года на 61,1%. Установлено, что обработки почвы положительно сказываются на массе корней всех трав, и в особенности люцерны, у которой по трехъярусной вспашке была максимальная масса воздушно-сухих корней от 1,26 т/га на второй, до 1,51 т/га на третий и до 1,72 т/га на четвертый годы жизни. Наибольшая урожайность воздушно-сухой массы отмечалась у четырехкомпонентной травосмеси на варианте трёхъярусной вспашки, как на солонце 1,07 т/га, так и на светло-каштановой почве — 1,33 т/га. Незначительно уступал и вариант с плантажной вспашкой — на солонце — 1,02 т/га, на светло-каштановой почве — 1,29 т/га.

Ключевые слова: многолетние травы, травосмесь, полевая всхожесть, урожайность, обработка почв.

Введение

Пастбища в Республике Калмыкия составляют около 84% всех сельскохозяйственных угодий и используются в основном как кормовая база для сельскохозяйственных животных [10].

Переход от кочевого и полукочевого содержания овец к оседлому привел к нарушению сезонности использования пастбищ. Это также сопровождалось сменой породного состава животных. Так, вместо курдючно-мясошерстных овец, здесь стали разводить мериносов и каракулевых овец, которые более интенсивно разрушали поверхностный слой почвы и природную растительность пастбищ [7]. Проходившие негативные процессы усиливались наращиванием поголовья в рамках реализации федеральных и республиканских целевых программ, что существенно повысило сбитость пастбищ, привело к ухудшению ботанического состава и в конечном итоге снижению продуктивности [4, 5, 10]

В итоге, в сложившейся ситуации было нарушено динамическое равновесие агроландшафтов, что привело к опустыниванию до 80% территорий республики, для восстановления которых необходимы кардинальные меры, так как снижение численности животных и уменьшение пастбищной нагрузки уже не может обеспечить на данных территориях естественного улучшения травостоя [2,3].

В связи с этим, нами была поставлена цель изучить продуктивность травосмесей многолетних трав при различных способах основной отвальной и безотвальной обработок почв при коренном улучшении природных пастбищ.

Материал и методы исследования

Двухфакторный опыт по изучению продуктивности различных многолетних травосмесей закладывался по общепринятым методикам на различных вариантах основной отвальной и безотвальной обработок почвы в Яшалтинском районе Республики Калмыкия с 2018 по 2020 г.

В опыте изучались двух-, трех- и четырехкомпонентные травосмеси (Фактор А), а именно люцерна желтая + житняк ширококолосый (контроль), люцерна желтая + житняк ширококолосый + волоснец ситни-

ковый, люцерна желтая + житняк ширококолосый + волоснец ситниковый + пырей сизый которые размещались по различным обработкам почвы (Фактор В) отвальные – ПН-4-35 (контроль), ПТН-3-40А, ППН-50, безотвальные – БДТ-3,0 (контроль), КПГ-2-150, ПЧ-4,5, Плуг со стойками СибИМЭ.

Повторность опыта трехкратная, площадь делянок 250 м^2, учетная площадь 25 м^2. В опыте использовали следующие сорта многолетних трав: люцерна — Кубанская желтая, житняк ширококолосый — Ростовский-10, волоснец ситниковый — Бозойский-2, пырей сизый — Ростовский-31.

В опыте проводили следующие учеты и наблюдения: определяли полевую всхожесть, высоту, урожайность изучаемых трав по методике Госсорткомиссии (1989), массу воздушно-сухих корней по методике Н. З. Станкова (1964) [6, 8].

Почвы опытного участка: 1) светло-каштановые с пятнами солонцов, среднесуглинистые с содержанием фосфора — 0,93–2,7 мг/100 г почвы, калия — 26,5–40,1 мг/100 г почвы и гумуса 1,45–1,70%. 2) солонец легкосуглинистый, с преобладанием в составе поглощенных оснований кальция — 10,7–11,4 ммоль-экв/100 г почвы, количество обменного натрия достигает 14,3–16,3%, фосфора мало, калия в избытке, гумуса — 1,40–1,67%

Исследуемая территория относится к территориям с резко континентальным климатом. Здесь преимущественно жаркое и очень сухое лето и малоснежная, часто с большими холодами зима. При этом континентальность климата значительно возрастает с запада на восток. Продолжительность теплого периода составляет 240–275 сут. Средние температуры воздуха в летние месяцы достигают +23,5…+25,5°С, а в отдельные дни до +40…+44°С. При этом зимой средние температуры воздуха составляют –7…–12°С, в отдельные дни до –35…–40°С. Количество солнечных дней в году — 280. На данной территории часты засухи и суховеи, которые могут продолжаться до 120 суток в году. Количество осадков в год не превышает 210–340 мм [1, 9].

Результаты исследования и их обсуждение

В результате проведенного изучения было установлено, что оптимальные параметры для всходов многолетних трав в условиях острой засушливости создавались на вариантах с глубокими отвальными вспашками как на светло-каштановой почве, так и на солонцах.

Также стоит отметить, что варианты основной обработки почвы оказывали решающее влияние на полевую всхожесть семян, что особенно четко прослеживалось на солонце.

Наиболее высокие показатели всхожести на солонце 51,3% у люцерны и 82,7% у волоснеца ситникового и 81,3% и 96%, соответственно на светло-каштановой почве были получены на варианте с трёхъярусной вспашкой ПТН-3-40А на глубину 0,40–0,42 м. При этом полевая всхожесть люцерны на контроле (ПН-4-35 (*h*=0,20–0,22 м)) составляла всего 40%, а по плантажу (ППН-50 (*h*=0,40–0,42 м)) не превышала 21% *(рис. 1)*.

Из вариантов с безотвальной обработкой почвы наибольшая всхожесть семян многолетних трав отмечалась на варианте с чизелеванием, где она составляла на солонце 42% у люцерны и 73,3% у волоснеца ситникового, а на светло-каштановой почве 65,7 и 87,3%, соответственно.

Как видно из *рис. 1*, наибольшая полевая всхожесть среди изучаемых трав отмечалась на всех вариантах обработок почвы у волоснеца ситникового, а самая низкая она была у люцерны желтой.

Также прослеживалось влияние различных способов основной обработки почвы на рост и развитие надземной массы изучаемых многолетних трав. На вариантах с отвальными обработками почвы наивысшие показатели были на варианте ПТН-3-40А (*h* = 0,40–0,42 м) как на солонце, так и на светло-каштано-

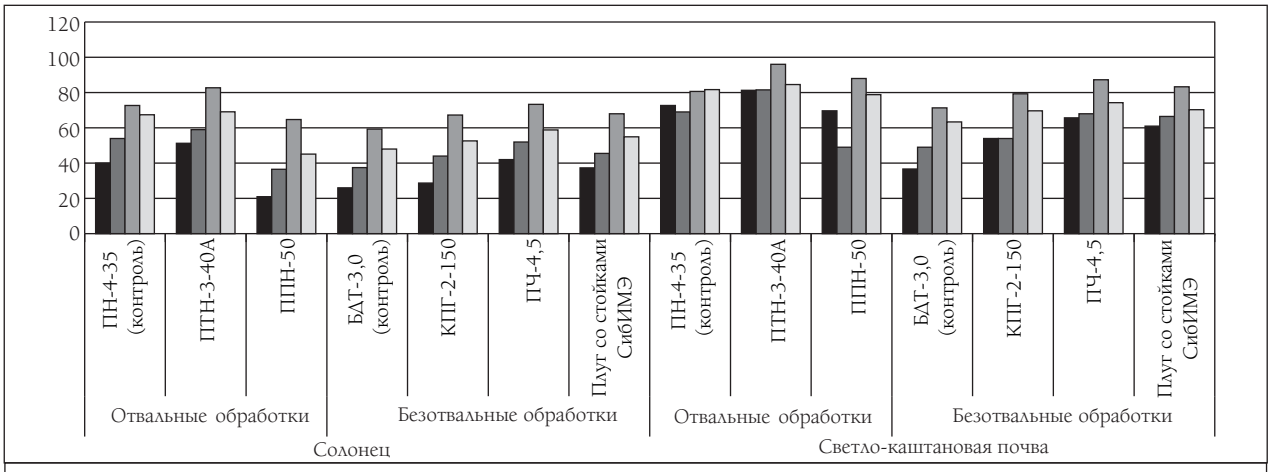


Рис. 1. Полевая всхожесть семян в зависимости от способов обработки почвы, %: ■ — люцерна желтая; ■ — житняк ширококолосый; ■ — волоснец ситниковый; □ — пырей сизый

вой почве. Так, высота растений люцерны на солонце, в среднем за три года была на данном варианте 0,29 м, что на 11 см или 61,1% выше контроля, а также на 4 см или 16% превышает вариант с плантажной вспашкой. При этом на светло-каштановой почве показатели высоты растений были значительно выше, чем на солонце и составляли в среднем 0,35–0,42 м.

На вариантах с безотвальными обработками наибольшая высота травостоя отмечалась на вариантах с обработкой ПЧ-4,5 (*h*=0,25–0,27 м) и плугом со стойками СибИМЭ (*h*=0,25–0,27 м), на которых высота травостоя по всем компонентам травосмесей была значительно выше и составляла в среднем 0,22–0,28 и 0,21–0,26 м на солонце и 0,27–0,34 и 0,28–0,33 м на светло-каштановой почве, соответственно. Самым низкорослым был пастбищный фитоценоз при обработке БДТ-3,0 — 0,12–0,19 м на солонце и 0,16–0,21 м на светло-каштановой почве.

В условиях острого дефицита влаги, высоких температур воздуха и почвы и низкого природного плодородия, важно оценить не только продуктивность возделываемых трав по надземной массе, но и дать оценку влияния обработок почвы на их подземную часть.

Так, было установлено, что обработки почвы, а в большей мере глубокие отвальные обработки, оказывают положительное влияние на формирование корневой системы многолетних трав.

Характерной особенностью при этом на солонце является прогрессивное увеличение массы корней всех трав, и в особенности люцерны желтой в слое почвы 0–0,3 м при трехъярусной вспашке от 1,26 т/га на второй, до 1,51 т/га на третий и до 1,72 т/га на четвертый годы жизни. Также высокие значения отмечены и по плантажу 1,20; 1,58; 1,66 т/га, соответственно. При этом на контроле, с третьего года жизни трав, масса корней люцерны уменьшается, что говорит о проявлении процесса дигрессии. На вариантах с безотвальными обработками почвы данный показатель был значительно ниже, но выявленные тенденции сохранялись.

Как наглядно показано на *рис. 2* к четвертому году жизни наименьшая масса сухих корней, как на солонце, так и на светло-каштановой почве отмечалась на варианте с безотвальной обработкой БДТ-3,0 (контроль). При этом варианты с отвальными глубокими вспашками показали наибольшую эффективность относительно безотвальных обработок. В среднем, снижение массы сухих корней на вариантах с безотвальными обработками составляло в зависимости от варианта от 11 до 52% относительно вариантов с отвальными вспашками.

Проведенный учет урожайности воздушно-сухой массы многолетних травосмесей, показал, что различные обработки почвы оказывают значительное влияние на продуктивность трав. Наиболее высокая урожайность отмечалась на вариантах с глубокими отвальными вспашками, в первую очередь на трёхъярусной вспашке, как на солонце 0,74–1,07 т/га, так и на светло-каштановой почве — 1,15–1,33 т/га. Несколько ниже урожайность была на варианте с плантажной вспашкой и составляла на солонце 0,66–1,02 т/га, на

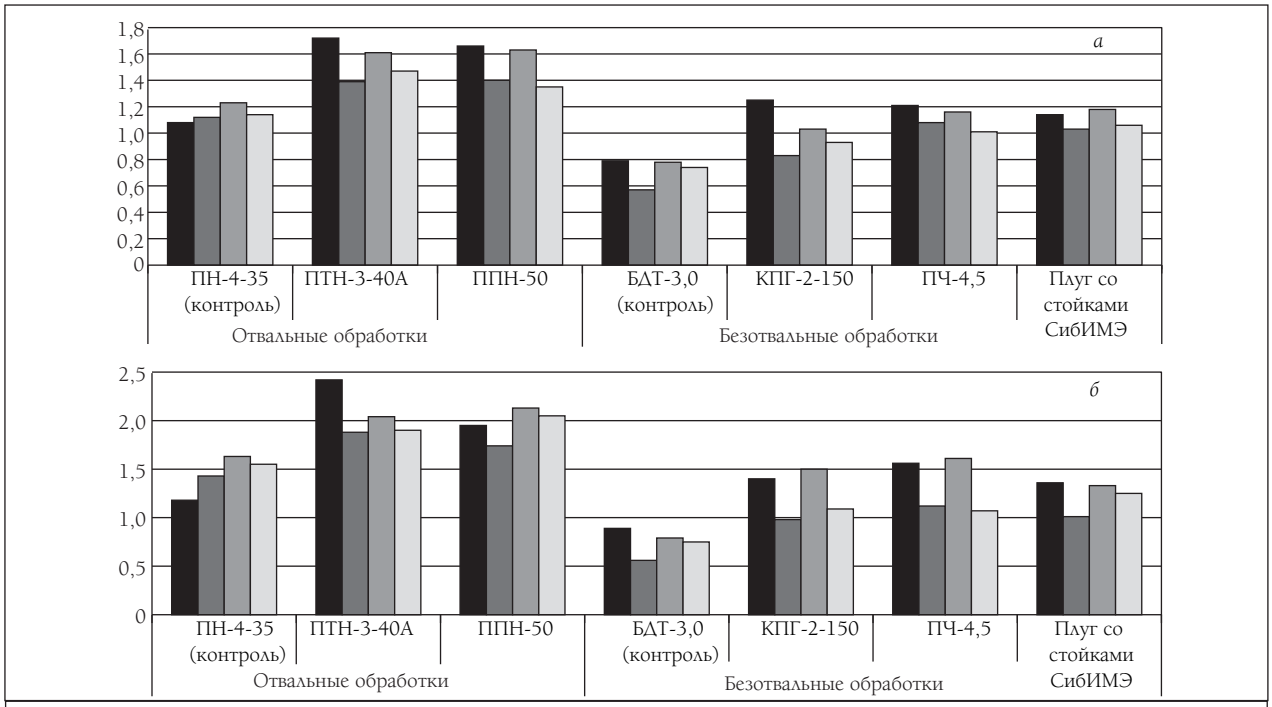


Рис. 2. Масса воздушно-сухих корней на четвертый год жизни многолетних трав на солонце (*а*) и на светло-каштановой почве (*б*) в зависимости от способов обработки почвы, т/га: ■ — люцерна желтая; ■ — житняк ширококолосый; ■ — волоснец ситниковый; □ — пырей сизый

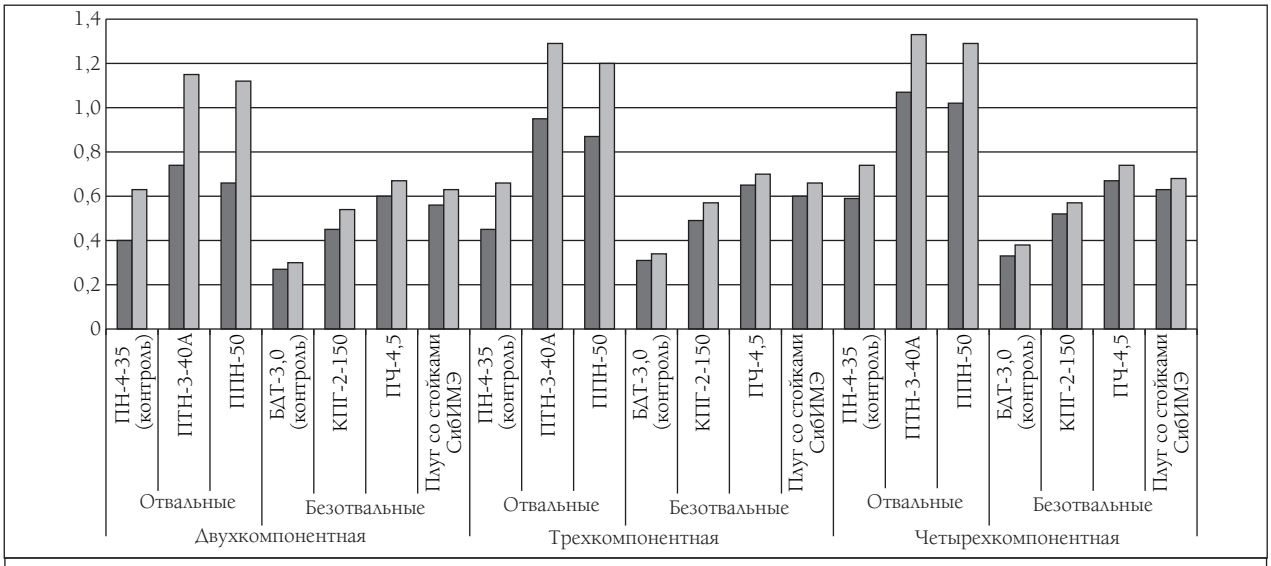


Рис. 3. Урожайность многолетних трав в зависимости от обработки почвы и состава травосмеси, среднее за 2018–2020 гг., т/га: ■ — солонец; ■ — светло-каштановая почва

светло-каштановой почве 1,12–1,29 т/га и варьировала в зависимости от компонентного состава травосмеси *(рис. 3)*.

Среди вариантов с безотвальной вспашкой выделялась чизельная обработка почвы, на которой урожайность травосмесей составляла 0,60–0,67 т/га на солонце и 0,67–0,74 т/га на светло-каштановой почве.

Таким образом, урожайность травосмесей на варианте с трехъярусной вспашкой была в три раза больше, чем на целинном природном травостое и в 1,9 раза, чем по обычной отвальной вспашке. При этом, с увеличением количества компонентов травосмеси, урожайность повышалась.

Также отмечено, что урожайность многолетних трав на солонце, обработанном трехъярусным плугом, не уступала таковой на светло-каштановой почве после вспашки ее плугом ПН-4,35, то есть продуктивность солонца поднималась до уровня зональной светло-каштановой почвы, обработанной по традиционной технологии.

Выводы

На основе проведенного изучения было установлено, что различные обработки почвы оказывают влияние на полевую всхожесть, рост и развитие вегетативной массы многолетних трав, массу воздушно-сухих корней и урожайность. При этом наибольший эффект отмечался на глубоких отвальных вспашках, особенно трехъярусной ПТН-3-40А (*h* = 0,40–0,42 м) на которой была достигнута: высокая полевая всхожесть трав (люцерны — 51,3% на солонце и 81,3% на светло-каштановой почве, житняка — 59,0 и 81,5%, волоснеца — 82,7 и 96,0%, пырея — 69,1 и 84,6%, соответственно); высота травостоя от 0,29–0,37 м на солонце до 0,35–0,42 м на светло-каштановой почве; наибольшая масса воздушно-сухих корней от 4,25 т/га в прямом действии до 6,19 т/га на 4-й год жизни трав на солонце и 5,13 и 8,14 т/га, соответственно на светло-каштановой почве; урожайность воздушно-сухой массы изучаемых травосмесей от 0,74 до 1,07 т/га на солонце и от 1,15 до 1,33 т/га на светло-каштановой почве.

Литература

1. Агроклиматические ресурсы Калмыцкой АССР. Л.: Гидрометеоиздат, 1974. – С. 32-50.
2. Бакинова, Т.И. Современное состояние и использование пастбищ Республики Калмыкия / Т.И. Бакинова, Е.А. Зеленская // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2000. – № 2. – С. 30-33.
3. Дедова, Э.Б. Деградация земель Республики Калмыкия: проблемы и пути их восстановления / Э.Б. Дедова, Б.А. Гольдварг, Н.Л. Цаган-Манджиев // Аридные экосистемы. – 2020. – №2 (83). – С.63-71.
4. Зонн, И.С. Проблемы опустынивания в России: состояние, оценка, пути решения / И.С. Зонн, Г.С. Куст // Опустынивание и деградация почв. Мат-лы Международ. науч. конф. – М.: изд-во МГУ. – 1999. – С. 52-73.
5. Маштыков, К.В. Изучение современного состояния растительных сообществ на северо-западе Прикаспия в пределах республики Калмыкия в условиях антропогенного пресса / К.В. Маштыков // Вестник ИКИАТ. – 2014. – №2 (29). – С. 74-82.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск второй. Зерновые, крупяные, зернобобовые,кукуруза и кормовые культуры. – М.: 1989.
7. Моисейкина Л.Г. Эколого-генетическое обоснование разведения овец в Калмыкии: автореф. дисс. …док. биол. наук: 06.02.01. защищена 4.07.2000 / Моисейкина Людмила Гучаевна. – Дубровицы, 2000. – 40 с.

8. Станков, Н.З. Корневая система растений / Н.З. Станков. – М.: Знание. – 1964. – 279 с.
9. Ташнинова, А.А. К Характеристика климатических условий за период с 2008-2018 гг. по Республике Калмыкия / А.А. Ташнинова // Вестник ИКИАТ. -2019. – №2 (39). – С. 23-26.
10. Унканжинов, Г.Д. Состояние пастбищ Республики Калмыкия в современных условиях / Г.Д. Унканжинов, З.Б. Бадмаева, Л.А. Болдырева // Агрохимический вестник. – 2016. – №2. –С. 40-43.

References

1. Agroklimaticheskie resursy` Kalmy`czkoj ASSR. L.: Gidrometeoizdat, 1974. – S. 32-50.
2. Bakinova, T.I. Sovremennoe sostoyanie i ispol`zovanie pastbishh Respubliki Kalmy`kiya / T.I. Bakinova, E.A. Zelenskaya // Mezhdunarodny`j sel`skoxozyajstvenny`j zhurnal. – 2000. – № 2. – S. 30-33.
3. Dedova, E`.B. Degradaciya zemel` Respubliki Kalmy`kiya: problemy` i puti ix vosstanovleniya / E`.B. Dedova, B.A. Gol`dvarg, N.L. Czagan-Mandzhiev // Aridny`e e`kosistemy`. – 2020. – №2 (83). – S.63-71.
4. Zonn, I.S. Problemy` opusty`nivaniya v Rossii: sostoyanie, ocenka, puti resheniya / I.S. Zonn, G.S. Kust // Opusty`nivanie i degradaciya pochv. Mat-ly` Mezhdunarod. nauch. konf. – M.: izd-vo MGU. – 1999. – S. 52-73.
5. Mashty`kov, K.V. Izuchenie sovremennogo sostoyaniya rastitel`ny`x soobshhestv na severo-zapade Prikaspiya v predelax respubliki Kalmy`kiya v usloviyax antropogennogo pressa / K.V. Mashty`kov // Vestnik IKIAT. – 2014. – №2 (29). –S. 74-82.
6. Metodika gosudarstvennogo sortoispy`taniya sel`skoxozyajstvenny`x kul`tur. Vy`pusk vtoroj. Zernovy`e, krupyany`e, zernobobovy`e,kukuruza i kormovy`e kul`tury`. – M.: 1989.
7. Moisejkina L.G. E`kologo-geneticheskoe obosnovanie razvedeniya ovecz v Kalmy`kii: avtoref. diss. …dok. biol. nauk: 06.02.01. zashhishhena 4.07.2000 / Moisejkina Lyudmila Guchaevna. – Dubrovicy, 2000. – 40 s.
8. Stankov, N.Z. Kornevaya sistema rastenij / N.Z. Stankov. – M.: Znanie. – 1964. – 279 s.
9. Tashninova, A.A. K Xarakteristike klimaticheskix uslovij za period s 2008-2018 gg. po Respublike Kalmy`kiya / A.A. Tashninova // Vestnik IKIAT. – 2019. – №2 (39). –S. 23-26.
10. Unkanzhinov, G.D. Sostoyanie pastbishh Respubliki Kalmy`kiya v sovremenny`x usloviyax / G.D. Unkanzhinov, Z.B. Badmaeva, L.A. Boldy`reva // Agroximicheskij vestnik. – 2016. -№2. – S. 40-43.

V. P. Danilevsky[1], N. V. Tyutyuma[1], G. S. Egorova[2]
[1]Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences,
[2]Volgograd State Agrarian University
danilevsky@referent61.ru

PRODUCTIVITY OF PERENNIAL GRASS MIXTURES DEPENDING ON TILLAGE METHOD UNDER FUNDAMENTAL IMPROVEMENT OF NATURAL PASTURES IN THE REPUBLIC OF KALMYKIA

Heavily degraded natural pastures are the main problem in southern Russia. Formed in uncontrolled grazing, they have lost plant species diversity under the influence of natural and anthropogenic factors, and turned into deserts. Therefore, the problem of restoring natural pastures is relevant. The experiment on studying the productivity of perennial multi–component grass mixtures with different methods of soil cultivation was performed according to generally accepted methods in the Yashalta region, the Republic of Kalmykia, in 2018–2020. The results of the study showed that the optimal parameters for seedlings of perennial grasses were created in variants with deep moldboard plowing. The highest germination rate in alfalfa and Siberian wildrye grass on salterns (51.3% and 82.7%, respectively) and light chestnut soils (81.3% and 96.0%, respectively) was obtained in the variant with three–level plowing at depth of 0.40–0.42 m. After chisel plowing, germination rate ranged from 42.0% in alfalfa to 73.3% in Siberian wildrye grass on salterns and from 65.7% to 87.3% on light chestnut soils. Influence of soil tillage on growth and development of shoot mass of perennial grasses was also noted. Thus, the height of alfalfa plants grown on salterns was the highest in the variant with deep moldboard plowing and exceeded the control values by 61.1% on average for three years. Tillage had a positive effect on root mass of all grasses, and in particular alfalfa. The highest yield of air–dry weight was observed in the four–component grass mixture after three–level plowing: 1.07 t/ha on salterns, and 1.33 t/ha on light chestnut soils.

Key words: perennial grasses, grass mixture, field germination, productivity, soil cultivation.

Физические свойства почв в зависимости от различных способов основной обработки при коренном улучшении естественных пастбищ

УДК 631.435:631.434.6
DOI: 10.32935/2221-7312-2021-50-4-13-17

В. П. Данилевский, Н. В. Тютюма (д.с.–х.н.), **А. П. Загородин**
Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН
danilevsky@referent61.ru

Деградация земель не перестает быть серьезной экологической и социально-экономической проблемой для всего мира. В Республике Калмыкия из-за сильной перегрузки животными идет сильное снижение продуктивности естественных пастбищ, что приводит к опустыниванию огромных территорий и их дефляции. Остановить данные процессы возможно только путем радикальных изменений, которые должны включать не только снижение животноводческой нагрузки, но и приемы коренного улучшения с обработками почвы и посевом наиболее адаптированных трав. Полевые опыты по изучению способов основной обработки светло-каштановых в комплексе с солонцами почв при коренном улучшении природных пастбищ проводились в Яшалтинском районе Республики Калмыкия в 2017–2020 гг. Целью опыта являлось изучение физических свойств почвы под влиянием различных способов обработки почвы при коренном улучшении светло-каштановых в комплексе с солонцами почв. В результате проведенного изучения физических свойств почв было установлено, что наиболее эффективным способом обработки при коренном улучшении является трехъярусная вспашка — ПТН-3-40А на глубину 0,40–0,42 м. На данном варианте, как в прямом действии, так и в последействии на 4-й год жизни многолетних трав, в слое почвы 0-0,20 м снижалась плотность до 1,41–1,50 г/см3 и повышалась до оптимального уровня порозность. Близкие величины были получены и по плантажу (ППН-50 (h=0,40–0,42 м)). Варианты с основной обработкой безотвальными орудиями не были так эффективны, при этом наибольший положительный эффект отмечался при чизельной обработке — ПЧ-4,5 на глубину 0,25–0,27 м.

Ключевые слова: многолетние травы, травосмесь, полевая всхожесть, урожайность, обработка почв.

Введение

Деградация почвы — это процесс, снижающий количественно или качественно, текущую или потенциальную способность почвы производить товары или услуги. Под деградацией почвы подразумевается ухудшение ее продуктивности и потенциала [7, 9, 11, 12].

В наибольшей мере деградации подвержены засушливые территории, которыми в настоящее время занято более 40% суши, что означает постепенную потерю их продуктивности и экосистемного функционирования. Это в конечном итоге, может привести к опустыниванию, являющегося самой тяжелой формой деградации земли [8].

На почвах Республики Калмыкия идет прогрессивное снижение продуктивности естественных пастбищ из-за многолетней перегрузки животными, нерационального использования земель и отсутствия мер по восстановлению. На этих территориях люди создали первую в Европе антропогенную пустыню [1, 3, 4, 10, 13].

В настоящее время, даже уменьшение поголовья животных не сможет кардинально изменить сложившуюся ситуацию, так как за долгие годы эксплуатации на данных территориях остались в основном плохо поедаемые и ядовитые виды трав. Для решения сложившейся ситуации необходимы радикальные меры повышения плодородия почвы и улучшения видового состава пастбищных культур, которыми могут стать приемы коренного улучшения включающие обработки почвы и посев адаптированных для условий исследуемой территории многолетних трав [6]. Только вновь созданный пастбищный комплекс сможет обеспечивать животных кормом и выполнять функцию воспроизводства экологически здоровой среды.

Целью исследования являлось изучение физических свойств почвы под влиянием различных способов обработки почвы при коренном улучшении светло-каштановых в комплексе с солонцами почв.

Материал и методы исследования

Полевые опыты по изучению способов основной обработки светло-каштановых почв при коренном улучшении природных пастбищ проводились в Яшалтинском районе Республики Калмыкия в 2017–2020 гг.

Повторность опыта трехкратная, площадь делянок — 500 м^2, учетная площадь — 25 м^2. В опыте были следующие варианты обработок почвы.

Отвальные обработки:

1) ПН-4-35, h = 0,20–0,22 м – контроль,
2) ПТН-3-40А, h = 0,40–0,42 м,
3) ППН-50, h = 0,40–0,42 м.

Безотвальные обработки:

1) БДТ-3,0 (h = 0,15–0,20 м) – контроль,
2) КПГ-2-150 (h = 0,25–0,27 м),
3) ПЧ-4,5 (h = 0,25–0,27 м),
4) СибИМЭ (h = 0,25–0,27 м).

В опыте определяли следующие физические свойства почв: твердость почвы – твердомером Ревякина, плотность и порозность почвы по Н. И. Качинскому, глыбистость поверхности квадратной метровой рамкой [2, 5].

Почвы стационара были типичными для исследуемой территории с участием пятен солонцов, главным образом, средних и мелких. Содержание в светло-каштановой почве P_2O_5 в слое почвы 0–0,20 м — 2,7 на солонце — 1,63 мг/100 г, K_2O — 40,1 мг/100 г почвы. Количество гумуса в слое почвы 0–0,40 м — 1,45–1,70% (светло-каштановая почва) и 1,40–1,67% (солонец).

Среднегодовое количество осадков на территории Калмыкии колеблется в интервале 315–396 мм, из которых большая половина (200–247 мм) приходится на период с высокой энергией инсоляции. Для исследуемой зоны характерно формирование запасов влаги в почве за счет осенне-зимних и ранневесенних осадков и наличие дефицита влаги в летний период.

Результаты исследования и их обсуждение

Проведенные исследования показали, что способы основной обработки оказывают существенное влияние на физические свойства верхнего слоя почвы. Так, после зяблевой вспашки природного пастбища с целью коренного его улучшения, наибольшая площадь под глыбами была на вариантах с отвальными обработками на трехъярусной и плантажной вспашках — 8910–9350 см^2/м^2 на солонце и 7240–7400 см^2/м^2 на светло-каштановой почве.

При основной обработке безотвальными орудиями поверхность почвы была более глыбистой. Наибольшая площадь под глыбами на солонцах отмечалась на варианте с плоскорезной обработкой КПГ-2-150 (h=0,25–0,27 м) — 9980 см^2/м^2 на солонцах и 8350 см^2/м^2 на светло-каштановых почвах.

Особый интерес при коренном улучшении природных пастбищ представляет влияние изучаемых способов обработки на твердость почвы и ее изменения в процессе жизнедеятельности многолетних трав. Это обусловлено плотной упаковкой частиц светло-каштановой в комплексе с солонцами почвы, что существенно влияет на водно-воздушный режим и распространение корневой системы многолетних трав.

Было установлено, что при глубоких отвальных обработках, и прежде всего, на трехъярусной, твердость почвы в прямом действии и последействии оказалась наименьшей, как на солонце, так и на светло-каштановой почве *(рисунок)*.

В отличие от глубоких отвальных обработок твердость исследуемых слоев солонца и светло-каштановых почв в прямом действии и последействии безотвальных обработок была существенно большей. При обработке дисковым лущильником она вообще мало отличалась от аналогичных слоев на целинном участке, где шток плотномера с большим усилием вдавливался в почву. Наименьшей твердость почвы была после обработки чизельным плугом и плугом со стойками СибИМЭ, но значительно большей, чем по отвальным вспашкам *(см. рисунок)*.

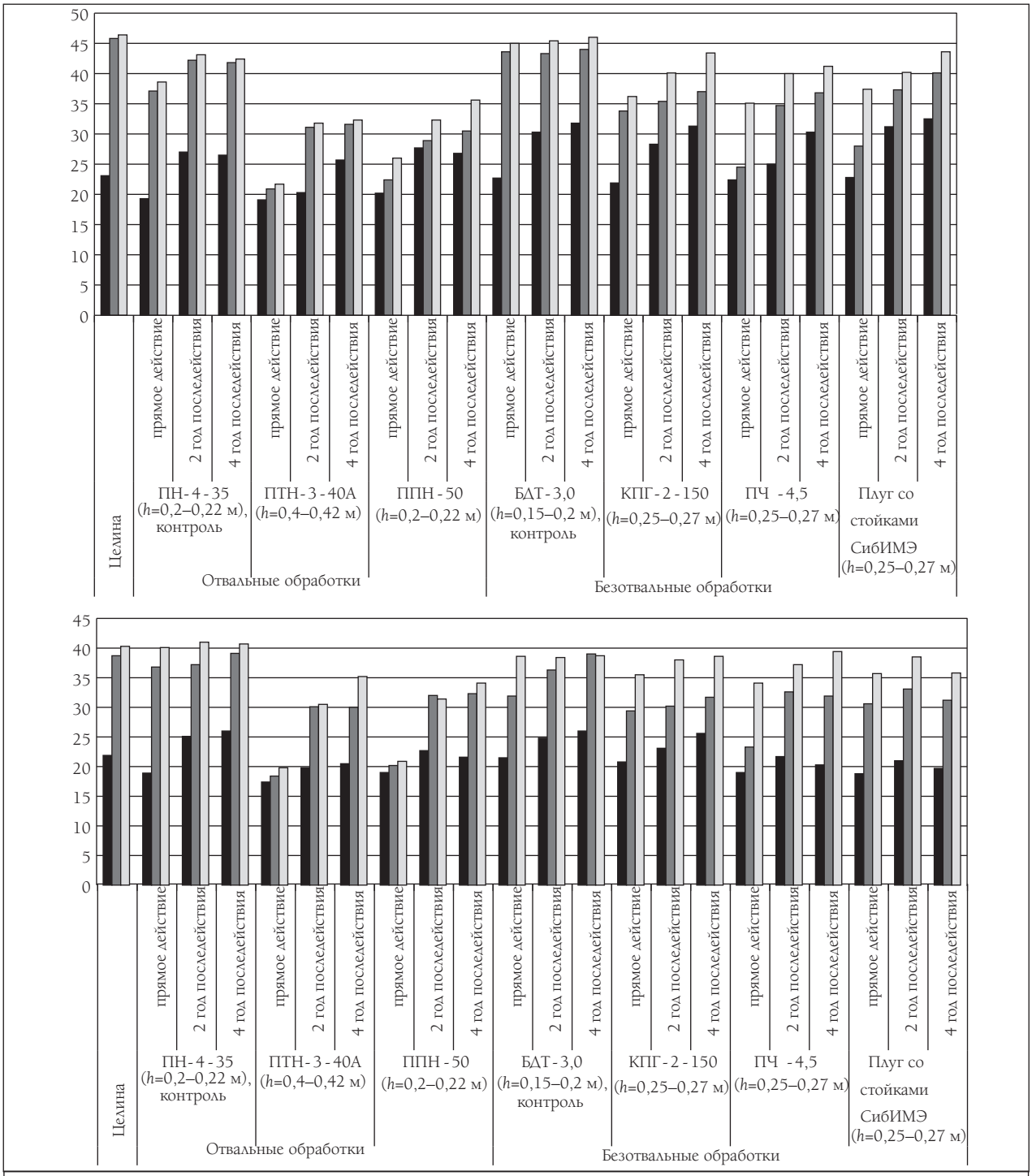
Учитывая значительное влияние твердости почвы на условия роста и развития корневых систем многолетних трав следует подчеркнуть, что, несмотря на высокие энергетические затраты при проведении трехъярусной и плантажной вспашек, механические свойства почвы на этих вариантах в большей мере отвечают биологическим требованиям возделываемых культур.

Существенное влияние оказывали изучаемые способы основной обработки на плотность и, соответственно, на порозность почвы, которыми определяются такие важные условия произрастания растений как воздухоемкость корнеобитаемого слоя, водоудерживающая способность и водопроницаемость. Наши исследования этих свойств в прямом действии и последействии различных обработок показали значительное преимущество глубоких отвальных обработок.

В отличие от варианта с обычной отвальной вспашкой, плотность посевного слоя почвы (0–0,1 м) в прямом действии трехъярусной вспашки имела оптимальный уровень на солонце — 1,17 г/см^3 (при величине плотности твердой фазы почвы — 2,56 г/см^3), а на зональной светло-каштановой почве — 1,14 г/см^3. Близкие показатели отмечались по плантажу — 1,2 и 1,17 г/см^3, при плотности на целине 1,41–1,38 г/см^3. В процессе жизнедеятельности многолетних трав на четвертый год жизни плотность почвы по трехъярусной вспашке повышалась в слое 0–0,3 м до 1,22–1,32 г/см^3 на солонце и 1,17–1,32 г/см^3 на светло-каштановой почве. В более глубоких слоях она под влиянием раскалывающего действия корневой системы многолетних трав имела меньшие значения, чем в прямом действии. Близкие закономерности имели место и по плантажной вспашке.

Порозность на трехъярусной вспашке была оптимальной (более 50%) только в слое 0–0,1 м в прямом действии. Положительное влияние плантажной вспашки отмечалось в слое 0–0,2 м в прямом действии и в слое 0-0,10 м в последействии.

Величина плотности на варианте с обычной отвальной вспашкой на глубину 0,20–0,22 м по всем слоям была выше, чем на остальных вариантах. Меньшее ее влияние проявлялось и на порозности.



Сопротивление солонца (*а*) и светло-каштановой почвы (*б*) сдавливанию в зависимости от вариантов опыта, кг/см²: ■ — 0–0,1 м; ■ — 0,1–0,2 м; □ — 0,2–0,3 м

На вариантах с обработкой безотвальными орудиями плотность почвы и порозность была существенно большей, по сравнению с отвальными обработками. При этом, использование БДТ-3,0 в качестве орудия основной обработки почвы при коренном улучшении природных пастбищ мало изменяло плотность почвы и ее порозность, как в прямом действии, так и в последействии. Так, после обработки целины БДТ-3,0 плотность слоя 0–0,1 м составляла 1,37 г/см^3, а на четвертый год жизни многолетних трав — 1,34 г/см^3. Мало изменились и глубжележащие слои.

Не достигалась оптимальная плотность почвы и на варианте с плоскорезной обработкой. В слое 0–0,1 м она составляла в прямом действии на солонце

1,34 г/см^3, на светло-каштановой почве 1,29 г/см^3 и снижаясь в последействии (4-й год жизни трав) до 1,31 г/см^3 на солонце и 1,26 г/см^3 на светло-каштановой почве, что значительно выше оптимального уровня. Не достигала оптимальных значений при плоскорезной обработке и порозность. В прямом действии и последействии она была меньше 50% по всему полуметровому слою.

Выводы

На основании проведенного исследования установлено, что наиболее радикальное изменение неблагоприятных свойств исследуемой почвы достигается использованием трехъярусной вспашки. При этом в прямом действии и последействии по трехъярусной вспашке снижалась плотность в слое почвы 0–0,2 м солонца до 1,17–1,19 г/см^3, светло-каштановой почвы до 1,14–1,17 г/см^3 при плотности на целине — 1,41–1,50 г/см^3. Порозность повышалась до оптимального уровня (50% и выше), значительно уменьшалось сопротивление почвы сдавливанию. Близкие величины были получены и по плантажу.

При основной обработке безотвальными орудиями наибольший положительный эффект отмечался при чизельной обработке. Однако, полученные здесь результаты существенно уступали трехъярусной вспашке.

Литература

1. Зонн, И.С. Проблемы опустынивания в России: состояние, оценка, пути решения / И.С. Зонн, Г.С. Куст // Опустынивание и деградация почв. Материалы Международной научной конференции. – М.: изд-во МГУ. – 1999. – С. 52-73.
2. Качинский А.Н. Влияние тракторной обработки на физические свойства почвы / А.Н. Качинский // Почвоведение. – 1927. – № 2. – С. 28-38.
3. Комов, Н.В. Российская модель землепользования и землеустройства / Н.В. Комов / – М., - 2001. – С. 118-122.
4. Кулик, К.Н. Ландшафтно-экологическая оценка пастбищ Северного Прикаспия / К.Н. Кулик // В сб. Агроэкологические проблемы Российского Прикаспия. – Волгоград. – ВНИАЛМИ. – 1994. – С. 156-168.
5. Система ведения агропромышленного производства Ростовской области. Донской зональный НИИ сельского хозяйства, 1987. – 625 с.
6. Таубаев, Б.Ж. Зависимость продуктивности пастбищ Волжско-Уральского междуречья от обработки почв при коренном улучшении / Б.Ж. Таубаев // Сб. международ. науч.-практич.конф. «Социально-экономические и экологические аспекты развития Прикаспийского региона». – 2019. – С. 425-429.
7. Ayoub, A.T., 1991. An assessment of human induced soil degradation in Africa, U.N. environmental program. In: 2nd Soil Sci. Conf., Cairo, Egypt.
8. Bloem, J. & Dunbar, Martha. Land degradation and desertification. Global Soil Biodiversity Atlas. – 2016. – P.130.
9. Mashali A.M., 1991. Land degradation and desertification in Africa. In: 2nd African Soil Sci. Soc. Conf., Cairo, Egypt.
10. Sayko T., Zonn, J. Evropa's first desert. Geographical. - V. LXVII, n 4. – 1995. – P. 24-26.
11. UNEP, 1992. World Atlas of Decertification. Publ. E. Arnold, London.;
12. Wim, G., Elhadji, M., 2002. Causes, general extent and physical consequence of land degradation in arid, semi arid and dry sub humid areas. Forest conservation and natural resources, Forest Department, FAO, Rome, Italy.
13. Zonn J.S. Desertification in Rassia problem and solutions (example of Repablic of Kalmykia – Khaemg Tangch). Jr: International simposium and workshopon Desertification on developed countries: why cant we control in? Tucson, Arizona, october 24-29. 1994. – P. 26.

References

1. Zonn, I.S. Problemy` opusty`nivaniya v Rossii: sostoyanie, ocenka, puti resheniya / I.S. Zonn, G.S. Kust // Opusty`nivanie i degradaciya pochv. Materialy` Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii. – M.: izd-vo MGU. – 1999. – S. 52-73.
2. Kachinskij A.N. Vliyanie traktornoj obrabotki na fizicheskie svojstva pochvy` / A.N. Kachinskij // Pochvovedenie. – 1927. – № 2. – S. 28-38.
3. Komov, N.V. Rossijskaya model` zemlepol`zovaniya i zemleustrojstva / N.V. Komov / – M., 2001. – S. 118-122.
4. Kulik, K.N. Landshaftno-e`kologicheskaya ocenka pastbishh Severnogo Prikaspiya / K.N. Kulik // V sb. Agroe`kologicheskie problemy` Rossijskogo Prikaspiya. – Volgograd. – VNIALMI. – 1994. – S. 156-168.
5. Sistema vedeniya agropromy`shlennogo proizvodstva Rostovskoj oblasti. Donskoj zonal`ny`j NII sel`skogo xozyajstva, 1987. 625 s.
6. Taubaev, B.Zh. Zavisimost` produktivnosti pastbishh Volzhsko-Ural`skogo mezhdurech`ya ot obrabotki pochv pri korennom uluchshenii / B.Zh. Taubaev // Sb. mezhdunarod. nauch.-praktich.konf. «Social`no-e`konomicheskie i e`kologicheskie aspekty` razvitiya Prikaspijskogo regiona». – 2019. – S. 425-429.
7. Ayoub, A.T., 1991. An assessment of human induced soil degradation in Africa, U.N. environmental program. In: 2nd Soil Sci. Conf., Cairo, Egypt.
8. Bloem, J. & Dunbar, Martha. Land degradation and desertification. Global Soil Biodiversity Atlas. – 2016. – P.130.
9. Mashali A.M., 1991. Land degradation and desertification in Africa. In: 2nd African Soil Sci. Soc. Conf., Cairo, Egypt.
10. Sayko T., Zonn, J. Evropa's first desert. Geographical. - V. LXVII, n 4. – 1995. – P. 24-26.
11. UNEP, 1992. World Atlas of Decertification. Publ. E. Arnold, London.;

12. Wim, G., Elhadji, M., 2002. Causes, general extent and physical consequence of land degradation in arid, semi arid and dry sub humid areas. Forest conservation and natural resources, Forest Department, FAO, Rome, Italy.
13. Zonn J.S. Desertification in Rassia problem and solutions (example of Repablic of Kalmykia – Khaemg Tangch). Jr: International simposium and workshopon Desertification on developed countries: why cant we control in? Tucson, Arizona, october 24-29. 1994. – P. 26.

V. P. Danilevsky, N. V. Tyutyuma, A. P. Zagorodin
Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
danilevsky@referent61.ru

PHYSICAL PROPERTIES OF SOILS DEPENDING ON TILLAGE METHOD UNDER FUNDAMENTAL IMPROVEMENT OF NATURAL PASTURES

Land degradation continues to be a serious environmental and socio–economic problem for the entire world. In the Republic of Kalmykia, a large number of livestock resulted in a sharp decrease in productivity of natural pastures, leading to desertification of vast territories and their deflation. Only radical changes could stop these processes; they include not only animal reduction, but also soil cultivation and sowing of the most adapted grasses. Field experiments were carried out in the Yashalta region of the Republic of Kalmykia in 2017–2020. Methods of the main tillage of light chestnut soils with salterns under fundamental improvement of natural pastures were studied. The purpose of the research was to study physical properties of the soil under different methods of soil cultivation under fundamental improving light chestnut soils in combination with salterns. The study showed that the most effective method of cultivation under fundamental improvement is three–level plowing to a depth of 0.40–0.42 m. In this variant, the soil density decreased to 1.41–1.50 g/cm^3 in 0–0.20 m layer and soil porosity increased. Similar values were obtained for the deep ploughing (0.40–0.42 m). The variants with the main tillage with moldboard tools were not so effective, while the greatest positive effect was observed after chisel ploughing to a depth of 0.25–0.27 m.

Key words: tillage, natural pastures, density, porosity, lumpiness, strength.

Правила оформления статей

Статьи принимаются на русском и английском языках.

Материалы для публикации представляются в виде файла в формате Microsoft Word for Windows с расширением .doc или .docx.

Статья и аннотация должны быть написаны хорошим литературным языком. В ней не должны содержаться базисные, общеизвестные, сведения по профильной научной тематике. При использовании единиц измерения необходимо придерживаться международной системы единиц СИ.

Дублирование данных в тексте, таблицах и рисунках недопустимо.

Рекомендуемый объем статей – от 6 до 16 страниц формата А4 в редакторе Microsoft Office Word, шрифт «Times New Roman», кегль 14, интервал 1,5, абзацный отступ – 1 см, все поля – 2 см. Выравнивание текста статьи по ширине.

Графическая информация должна быть черно-белой (за исключением фотографий). Графики, диаграммы, схемы и др. рекомендуется представлять в файлах формата TIFF, Adobe Illustrator, Photoshop, Visio (за исключением диаграмм, выполненных в Microsoft Office). Рисунки должны быть четкими и выполняться на белом фоне. Каждый рисунок должен быть снабжен подрисуночной подписью. Оси графиков должны иметь подписи без сокращений. Элементы схем, чертежей и др. должны иметь подписи или обозначения, расшифровка которых должна содержаться в подрисуночной подписи.

Таблицы выполняются в форматах Microsoft Word или Excel. Каждая строка таблицы должна оформляться именно как отдельная строка. Разделение строк и столбцов таблицы с помощью знаков «пробел», «Enter» не допускается.

Формулы. Простые формулы рекомендуется выполнять в Microsoft Word, более сложные — в Редакторе формул Microsoft Equation Editor или аналогичном редакторе. Все входящие в формулу параметры должны быть расшифрованы. Расшифровку приводят один раз, когда параметр встречается впервые. Выполнение формул в виде рисунков не допускается.

Список литературы должен быть не менее 6 источников. Ссылки на работы авторов должны занимать не более 50% списка литературы. Оформляется строго по ГОСТ Р 7.0.5-2008, выравнивание по ширине.

Помимо списка литературы, приводится также транслитерированный список литературы на кириллице и перевод названия публикации на английский.

После списка литературы и ее транслитерированного списка необходимо вставить перевод на английский язык названия статьи, фамилии и инициалы автора(ов), сведения о них, название места работы/учебы, аннотации и ключевых слов. Для англоязычных статей делается перевод на русский язык.

Урожайность лука репчатого в условиях светло–каштановых почв Нижнего Поволжья в зависимости от вносимых удобрений

УДК 635.25:631.811
DOI: 10.32935/2221-7312-2021-50-4-18-21

Н. А. Зайцева (к.с.–х.н.), **И. И. Климова, Е. В. Ячменёва, А. С. Дьяков, С. В. Зайцев**
Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН
rexham@rambler.ru

При возделывании лука репчатого, как и большинства овощных культур, наиболее перспективным является капельное орошение, способствующее экономичному использованию поливной воды в сочетании с возможностью подачи растворенных минеральных удобрений в прикорневую зону растений. Опыт закладывался в 2020-2021 гг. на опытном участке Прикаспийского аграрного федерального научного центра РАН с целью изучения влияния фертигации лука репчатого различными калийными минеральными удобрениями в условиях капельного орошения на светло-каштановых почвах. В результате установлено положительное влияние на ростовые процессы внесения калия хлористого, сульфата калия, а также калиевой селитры способствующих формированию наибольшего количества листьев 10,4–10,9 шт., их наибольшей длины 48,3–52,7 см и массы 72,5–82,7 г. Оценка биометрии луковиц гибрида Манас F_1 позволила установить, что наибольший диаметр — 7,1 см имели луковицы на вариантах с внесением сульфата калия, как в чистом виде, так и в смеси с калием хлористым. По массе луковиц выделялись варианты с внесением калиевой селитры — 277,1 г и совместно внесения калия хлористого с сульфатом калия — 275,4 г. Наиболее высокие показатели биологической урожайности получены на варианте совместного внесения калия хлористого и сульфата калия — 80,9 т/га. Товарность урожая на уровне 96% была на вариантах с внесением сульфата калия совместно с калием хлористым. Проведенный корреляционный анализ выявил существенные корреляционные зависимости биологической урожайности лука с массой луковиц с 1 м^2 (r = 1), с массой товарных луковиц (r = 0,97), с длиной наибольшего листа (r = 0,9).

Ключевые слова: лук репчатый, калийные удобрения, фертигация, биометрия, продуктивность, корреляция.

Введение

Лук очень требователен к почвам. Самый эффективный способ насытить почву под луком репчатым питательными веществами – это фертигация. В странах с развитым сельским хозяйством отмечается ежегодный прирост площадей с системой фертигации, что объясняется более эффективным усвоением удобрений растениями [1, 8, 6]. При таком способе подачи воды, растворенные в ней удобрения попадают непосредственно в зону питания каждого растения, для лучшего усвоения их корневой системой. Сбалансированное соотношение в поливном растворе NPK легко регулировать и изменять по периодам выращивания [7, 3]. При научно-обоснованном применении удобрений в условиях орошения можно обеспечивать и поддерживать сбалансированное питание растений, устранять недостаток или избыток элементов питания и в результате получать высокие урожаи сельскохозяйственных культур с улучшенными качественными показателями [2].

Целью исследования являлось изучение влияние фертигации лука репчатого различными калийными минеральными удобрениями в условиях капельного орошения светло-каштановых почв Нижнего Поволжья.

Материал и методы исследования

Однофакторный полевой опыт закладывался по общепринятым методикам на орошаемых полях Прикаспийского аграрного федерального научного центра РАН в 2020–2021 гг. В качестве объекта исследования был взят гибрид лука Манас F_1.

В опыте предусматривалось пять вариантов внесения минеральных удобрений:

1) хлористый калий;
2) сульфат калия;
3) хлористый калий, 70% от суммы дозы в д. в. + сульфат калия, 30% от суммы дозы в д. в.;
4) калиевая селитра;
5) хлористый калий, 70% от суммы дозы в д. в. + калиевая селитра, 30% от суммы дозы в д. в.

Внесение удобрений осуществлялось согласно рекомендованной норме — $N_{240}P_{120}K_{120}$. Фоновое внесение минеральных удобрений в почву при культивации: NPK 16:16:16 — 200 кг/га или 32 кг/га в действующем веществе по каждому элементу питания. Оставшиеся по норме питательные элементы вносили в виде подкормок (8 раз) посредством фертигации в течение вегетации лука.

Посев проводили в третьей декаде апреля, когда средние температуры воздуха достигали 11–15°С. Способ посева — посев в открытый грунт семенами. По-

Табл. 1. Биометрия и структура урожая лука репчатого, среднее за 2020-2021 гг.

Показатель	Хлористый калий	Сульфат калия	Хлористый калий + сульфат калия	Калиевая селитра	Хлористый калий + калиевая селитра
Количество листьев, шт.	9,8	10,4	10,9	10,5	10,5
Длина наибольшего листа, см	44,2	48,3	52,7	51,2	46,5
Масса листьев, г.	55,4	65,9	82,7	72,5	52,1
Диаметр луковицы, см	6,5	7,1	7,1	6,8	6,9
Масса одной луковицы, г	196,2	260,6	275,4	277,1	254,0
Количество луковиц на 1 м^2, шт.	110,8	119,5	109,3	105,5	108,8
Масса луковиц с 1 м^2, г.	10800,0	14124,3	15564,0	11852,4	11923,5
Количество товарных луковиц на 1 м^2, шт.	98,1	98,7	95,6	92,1	89,2
Масса товарных луковиц, г	9328,8	12605,0	14991,3	9693,8	9876,3

сев осуществляется механизировано, восьмистрочной сеялкой точного высева OLIMPIA GASPARDO. Норма высева составляла 1,2 млн. семян/га.

Для поддержания оптимальной влажности почвы были проведены 46 поливов поливной нормой 125 м^3/га. Таким образом, оросительная норма за период вегетации составляла в среднем — 14352 м^3/га.

Для борьбы с сорняками, болезнями и вредителями проводились: довсходовая обработка гербицидом Гоал (150 мл/га) и Стомп (3 г/л) и ручные прополки лука, обработки пестицидами Борей (0,14 л/га) и Брейк (0,8 л/га) и фунгицидами Курзат (2,5 кг/га), Метаксил (2,5 кг/га), Ридомил Голд (2,5 л/га).

Биометрические наблюдения у лука репчатого проводились на 10 растениях, до начала полегания листьев: количество листьев, длина наибольшего листа, масса листьев. При уборке измеряли диаметр луковицы и массу одной луковицы [4, 5].

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ экспериментальных данных показал, что наибольшее количество листьев по проведенным измерениям было отмечено на варианте с внесением хлористого калия совместно с сульфатом калия — 10,9 шт. Также выше остальных вариантов этот показатель был на вариантах с внесением калиевой селитры — 10,5 шт. Меньше всего листьев формировалось на варианте с внесением калия хлористого — 9,8 шт. *(табл. 1)*.

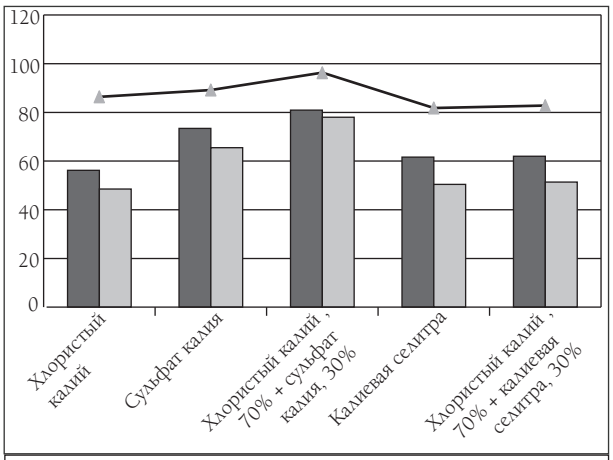
По длине наибольшего листа выделялись варианты с совместным внесением хлористого калия и сульфата калия, а также калиевой селитры — 52,7 и 51,2 см, соответственно. Ниже других этот показатель также был на варианте с хлористым калием — 44,2 см. По результатам дисперсионного анализа длины наибольшего листа на растениях лука выявлены существенные различия вариантов опыта – НСР$_{05}$ – 5,52 см.

Учет массы листьев показал, что их наибольшее количество по массе формируется на вариантах с внесением калия хлористого совместно с сульфатом калия, а также при внесении калиевой селитры — 72,5–82,7 г. Результаты дисперсионного анализа выявили существенные различия вариантов опыта, НСР$_{05}$ — 17,6 г.

Оценка биометрии луковиц лука репчатого гибрида Манас F_1 позволила установить, что наибольший диаметр имели луковицы на вариантах с внесением сульфата калия, как в чистом виде, так и в смеси с хлористым калием — 7,1 см. На остальных вариантах этот показатель колебался от 6,5 до 6,9 см.

Количество луковиц на 1 м^2 варьировало по вариантам опыта. При посеве высевалось приблизительно 228–230 шт./м^2. В связи с низкой полевой всхожестью семян лука, посевы были изреженными, и количество луковиц к уборке не превышало в среднем 119 шт.

Из-за изреженности посевов и ввиду внесения минеральных удобрений масса сформировавшихся луковиц в среднем за годы изучения была высокой от 222,5 до 262,3 г. Наиболее крупные по массе луковицы были отмечены на вариантах с внесением калиевой



Биологическая (■) и товарная (□) урожайность (т/га) и товарность (%, сплошная линия) лука репчатого, среднее за 2020–2021 гг.

Табл. 2. Корреляционный анализ полученных данных, среднее за 2020-2021 гг.

Показатель	Количество листьев, шт.	Длина наибольшего листа, см	Масса листьев, г.	Диаметр луковицы, см	Масса одной луковицы, г	Количество луковиц на 1 м², шт.	Масса луковиц с 1 м², г.	Количество товарных луковиц на 1 м², шт.	Масса товарных луковиц, г	Биологическая урожайность, т/га	Товарная урожайность, т/га	Товарность, %
Количество листьев, шт.	1											
Длина наибольшего листа, см	0,87	1										
Масса листьев, г.	0,71	0,94	1									
Диаметр луковицы, см	0,84	0,66	0,55	1								
Масса одной луковицы, г	0,91	0,88	0,68	0,80	1							
Количество луковиц на 1 м², шт.	–0,07	–0,18	–0,05	0,47	–0,09	1						
Масса луковиц с 1 м², г.	0,85	0,90	0,89	0,87	0,83	0,26	1					
Количество товарных луковиц на 1 м², шт.	–0,24	–0,13	0,03	0,28	–0,10	0,88	0,23	1				
Масса товарных луковиц, г	0,86	0,95	0,89	0,81	0,91	0,09	0,97	0,13	1			
Биологическая урожайность, т/га	0,85	0,90	0,89	0,87	0,83	0,25	1,00	0,22	0,97	1		
Товарная урожайность, т/га	0,86	0,96	0,89	0,81	0,91	0,08	0,97	0,12	1,00	0,97	1	
Товарность, %	0,18	0,40	0,21	–0,15	0,46	–0,72	0,05	–0,41	0,29	0,05	0,29	1

селитры — 277,1 г и совместно внесения калия хлористого с сульфатом калия — 275,4 г.

Масса луковиц с 1 м² варьировала от 10800 до 15564 г, при этом наибольшие показатели отмечались на вариантах с внесением сульфата калия *(см. табл. 1)*.

Структура урожая лука репчатого складывается из количества и массы товарных и нетоварных луковиц в урожае. К нетоварным луковицам относятся луковицы недозревшие, дозревшие, но имеющие неправильную форму (раздвоенные) и луковицы менее 3 см в диаметре.

По учетам количества товарных луковиц на 1 м² было установлено, что наибольшее количество товарных луковиц формировалось на вариантах с внесением сульфата калия — 98,7 шт. и хлористого калия — 98,1 шт. Стоит отметить, что на остальных вариантах данный показатель также был на уровне 89,2–95,6 шт. По массе товарных луковиц выделялись варианты с внесением чистого сульфата калия, и его смеси с хлористым калием — 12605,0–14991,3 г.

Наиболее высокие показатели биологической урожайности в опыте были получены на варианте совместного внесения калия хлористого и сульфата калия — 80,9 т/га *(рисунок)*. Незначительно уступал ему вариант с сульфатом калия — 73,4 т/га.

Проведенная оценка товарной урожайности по вариантам опыта показала эффективность на луке репчатом Манас F_1 совместного внесения посредством фертигации удобрений хлористый калий и сульфат калия с урожайностью свыше 78 т/га *(см. рисунок)*. На данном варианте был самый низкий показатель нетоварной урожайности — 2,9 т/га, что говорит о том, что внесение данного удобрения способствует повышению выхода товарной части урожая за счет формирования более крупных луковиц. Несколько ниже по товарной урожайности был вариант с внесением сульфата калия — 65,5 т/га. Остальные варианты были на уровне 48–52 т/га.

Следует отдельно отметить, что по товарности урожая самыми лучшими были варианты с внесением сульфата калия, как в чистом виде, так и в смеси с хлористым калием — 89,2–96,3%. На остальных вариантах товарность была в среднем 82–86%.

Проведенный корреляционный анализ полученных данных позволил выявить существенные корреляционные зависимости биологической урожайности лука с массой луковиц с 1 м² (r = 1), с массой товарных луковиц (r = 0,97), с длиной наибольшего листа (r = 0,9) *(табл. 2)*.

Анализ хозяйственно-ценных признаков выявил зависимости диаметра луковицы от количества листьев (r = 0,84), массы одной луковицы от количества листьев (r = 0,91) и длины наибольшего листа (r = 0,88), массы луковиц с 1 м² с количеством и массой листьев (r = 0,85–0,89), длиной наибольшего листа (r = 0,9) и диаметром и массой луковиц (r = 0,83–0,87).

Выводы

Таким образом, на основании проведенного изучения можно сделать вывод, что внесение посредством фертигации различных калийсодержащих удобрений в целом оказывает положительное влияние на развитие и продуктивность лука репчатого, при этом лучшими вариантами являются внесение сульфата калия и совместное внесение калия хлористого и сульфата калия. На данных вариантах внесения удобрений отмечались лучшие биометрические показатели и наибольшая продуктивность лука репчатого, а также повышалось его качество.

Литература

1. Гамаюнова, В.В. Влияние орошения и режима питания на водопотребление лука репчатого/ В.В. Гамаюнова, Ю.В. Задорожний // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации Новочеркасск. – 2015. – №3 (19). – С. 40-50.
2. Журбицкий, З.И. Физиологические и агрохимические основы применения удобрений. Москва, 1963. 294 с.
3. Зизина, Я.Ф. Формирование урожайности посевного лука репчатого в лесостепи Новосибирского Приобья/ Я.Ф. Зизина, Р.Р. Галеев // Достижения науки и техники АПК: Министерство сельского хозяйства РФ. Москва – 2014. – №5. – С.22-24.
4. Пережогина, В.В. Изучение и поддержание в живом виде мировой коллекции лука и чеснока. / В.В. Пережогина [и др.]// Методические указания. Санкт-Петербург: ВИР, 2005. 109 с.
5. Казакова, А.А. Изучение коллекции лука и чеснока / А.А. Казакова, Л.С. Борисенкова // Методические указания. Ленинград: ВИР, 1986. 17 с.
6. Любченко, А.В. Рост и продуктивность лука репчатого в зависимости от условий питания растений / А.В. Любченко, В.А. Семенов //Новые технологии: Майкоп. – 2018 – №3. – С. 210-216.
7. Петров, Н.Ю. Элементы повышения урожайности репчатого лука на светло-каштановых почвах / Н.Ю. Петров, В.Н. Павленко, В.И. Чунихин // Известия Нижневолжского агропромышленного комплекса: наука и высшее профессиональное образование Волгоград. – 2010. – № 2 (18). – С. 52-56.
8. Шуравилин, А.В. Обоснование режима капельного орошения и минерального питания лука в условиях Непала / А.В. Шуравилин, Б.Б. Бимала // Вестник РУДН: Москва. – 2012 – № 3. – С. 53-59.

References

1. Gamayunova, V.V. Vliyanie orosheniya i rezhima pitaniya na vodopotreblenie luka repchatogo/ V.V. Gamayunova, Yu.V. Zadorozhnij // Nauchny`j zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii: Rossijskij nauchno-issledovatel`skij institut problem melioracii Novocherkassk. – 2015. – №3 (19). – S. 40-50.
2. Zhurbiczkij, Z.I. Fiziologicheskie i agroximicheskie osnovy` primeneniya udobrenij. Moskva, 1963. 294 s.
3. Zizina, Ya.F. Formirovanie urozhajnosti posevnogo luka repchatogo v lesostepi Novosibirskogo Priob`ya/ Ya.F. Zizina, R.R. Galeev // Dostizheniya nauki i texniki APK: Ministerstvo sel`skogo xozyajstva RF. Moskva – 2014. – №5. – S.22-24.
4. Perezhogina, V.V. Izuchenie i podderzhanie v zhivom vide mirovoj kollekcii luka i chesnoka. / V.V. Perezhogina [i dr.]// Metodicheskie ukazaniya. Sankt-Peterburg: VIR, 2005. 109 s.
5. Kazakova, A.A. Izuchenie kollekcii luka i chesnoka / A.A. Kazakova, L.S. Borisenkova // Metodicheskie ukazaniya. Leningrad: VIR, 1986. 17 s.
6. Lyubchenko, A.V. Rost i produktivnost` luka repchatogo v zavisimosti ot uslovij pitaniya rastenij / A.V. Lyubchenko, V.A. Semenov //Novy`e texnologii: Majkop. – 2018 – №3. – S. 210-216.
7. Petrov, N.Yu. E`lementy` povy`sheniya urozhajnosti repchatogo luka na svetlo-kashtanovy`x pochvax / N.Yu. Petrov, V.N. Pavlenko, V.I. Chunixin // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agropromy`shlennogo kompleksa: nauka i vy`sshee professional`noe obrazovanie Volgograd. – 2010. – № 2 (18). – S. 52-56.
8. Shuravilin, A.V. Obosnovanie rezhima kapel`nogo orosheniya i mineral`nogo pitaniya luka v usloviyax Nepala / A.V. Shuravilin, B.B. Bimala // Vestnik RUDN: Moskva. – 2012 – № 3. – S. 53-59.

N. A. Zaitseva, I. I. Klimova, E. V. Yachmeneva, A. S. Dyakov, S. V. Zaitsev

Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences,
rexham@rambler.ru

EFFECT OF FERTILIZERS ON ONION PRODUCTIVITY ON LIGHT CHESTNUT SOILS IN THE LOWER VOLGA REGION

The most promising irrigation for growing onions, and most vegetable crops, is drip irrigation. It contributes to efficient use of irrigation water and possibility of supplying dissolved mineral fertilizers to plant root zone. The experiment was performed at the experimental site of Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of RAS in 2020–2021. The effect of onion fertigation with various potash mineral fertilizers under drip irrigation on light chestnut soils was studied. As a result, potassium chloride, potassium sulfate and potassium nitrate applications had a positive effect on onion growth. It resulted in formation of the largest number of leaves (10.4–10.9), greatest leaf length (48.3– 52.7 cm) and leaf mass (72.5–82.7 g). Evaluation of biometrics of Manas F1 hybrid bulbs established that bulbs had the largest diameter (7.1 cm) in the variants where potassium sulfate was applied alone or combined with potassium chloride. Weight of bulbs was higher in the variants with the application of potassium nitrate (277.1 g) and the combined use of potassium chloride with potassium sulfate (275.4 g). Marketability of the crop at the level of 96% was noted in the variants where combined fertilizing with potassium sulfate and potassium chloride was used. The performed correlation analysis revealed significant correlation dependences of the biological yield of onions with the weight of bulbs per m^2 (r = 1), with the weight of marketable bulbs (r = 0.97), with the length of the largest leaf (r = 0.9).

Key words: onions, potash fertilizers, fertigation, biometrics, productivity, correlation.

Морфологический отклик сои (Glycine max L. Merr) на внекорневое внесение наноудобрения

УДК 633.34
DOI: 10.32935/2221-7312-2021-50-4-22-25

М. Э. Новар[1,2], В. В. Введенский[1]
[1]Аграрно-технологический институт, Российский университет дружбы народов,
[2]Департамент исследований полевых культур
Национального исследовательского центра, Докки, Гиза, Египет
vvedenskiy-vv@rudn.ru

На опытном поле Федерального научного центра овощеводства (ФНЦО), Московская область, Российская Федерация, был проведен полевой эксперимент по изучению влияния Лисовита (нано удобрение) в трех дозах 2, 4 и 6 г/л на некоторые показатели роста сои, сорт Касатка. Растения опрыскивали Лисовитом три раза по фазам: ветвление, цветение и плодообразование. Полученные результаты показали, что при внекорневой подкормке Лисовитом из расчета 6 г/л привело к значительному увеличению высоты растения (51,26 и 49,31 см), количества бобов на растение (15,47 и 14,88), сырой вес листьев с 1 растения (38,69 и 37,22 г), сухой вес листьев с 1 растения (11,28 и 10,85 г), сырой вес стебля с 1 растения (29,21 и 28,08 г) и сухой вес стебля с 1 растения (8,68 и 8,35 г) в 2019 и 2020 гг. соответственно, что существенно превышало эти показатели на контроле, при этом не было значительного увеличения значений количества ветвей на растение (2,45 и 2,36) по сравнению с другими концентрациями Лисовита. На этом же варианте максимальное содержание хлорофиллов, a (1,64 и 1,57 мг/г), b (1,02 и 0,97 мг/г) и каротиноидов (1,23 и 1,19 мг/г) в листьях было получено при внекорневой подкормке Лисовитом из расчета 6 г/л. В целом можно сделать вывод, что некорневые подкормки с нано удобрением в виде Лисовита в концентрации 6 г/л могут быть рекомендованы при выращивании сои для улучшения ее роста, урожайности и качества.

Ключевые слова: соя, наноудобрение, Лисовит, характеристики роста, фотосинтетические пигменты.

Введение

Соя (*Glycine Max* L. Merr) — бобовая и одна из наиболее часто возделываемых культур в мире. Семена сои являются важным источником пищи для человека, растительного масла и корма для животных благодаря содержанию в них полезных соединений, таких как ненасыщенные жирные кислоты, белок, минеральные соли. Соя также используется в качестве корма, муки, мыла, косметики, красок, растворителей и биодизельного топлива [1].

Площадь посевов сои в Российской Федерации за последние годы составила в среднем 130 тыс. га, а урожайность — 1,42 т/га, что значительно ниже потенциальных возможностей данной культуры. Поэтому эта проблема очень актуальна в современном сельскохозяйственном производстве. Повышение продуктивности посевов сои невозможно без научно обоснованного применения минеральных удобрений [2, 3].

Нанотехнологии могут представлять собой решение для повышения стоимости сельскохозяйственной продукции и минимизации экологических проблем. Используя наночастицы, мы можем производить контролируемые или пролонгированное высвобождение удобрения. Наночастицы обладают высокой реакционной способностью из-за их большей удельной поверхности, большей плотности реактивных областей или повышенной реакционной способности этих областей на поверхности частиц. Эти особенности упрощают поглощение удобрений, которые производятся в наноразмерном исполнении [4].

Наноудобрения — это носители питательных веществ с наноразмерностью от 30 до 40 нм (10^{-9} м или одна миллиардная метра), способные удерживать обильное количество питательных ионов благодаря своей большой площади поверхности и высвобождать его медленно и стабильно, что соизмеримо со спросом на сельскохозяйственные культуры [5].

При внекорневом внесении наноудобрений поглощение железа, марганца и меди может быть более эффективным с помощью этого метода по сравнению с внесением в почву, где они адсорбируются на частицах почвы и, следовательно, менее доступны для корневой системы [6]. Поскольку устьица и клетки эпидермиса листьев в основном участвуют в поглощении питательных веществ, метод внекорневой подкормки может иметь агрономическое преимущество при использовании для наноудобрений.

Лисовит (Нано-$CaCO_3$) — это натуральное внекорневое удобрение, полученное из природных минеральных известняковых отложений с некоторыми питательными веществами. Это естественное удобрение высвобождает CO_2, что, следовательно, отражается в увеличении чистой скорости фотосинтеза и увеличении стимулирующего эффекта на рост и урожайность различных растений [7, 8].

Лисовит — это природный карбонат кальция, удобрение для листовой подкормки с добавлением микроэлементов кальция, которые содержат мелкие частицы (<10 мкм), которые легко адсорбируются непосредственно через устьица листьев растений. Микроэлементы, входя-

щие в состав Лисовита, влияют на метаболизм растений и формирование клеточных стенок, в результате чего получается продукт, который может увеличивать и поддерживать улучшенный метаболизм растений. Внутри межклеточного пространства листа частицы Лисовита разрушаются и выделяют газообразный CO_2, увеличивая концентрацию CO_2 в фотосинтетически активной области листьев растений. Нормальная концентрация CO_2 в атмосфере составляет примерно 0,04%, что означает, что большинство культурных растений не смогли достичь оптимального уровня фотосинтеза и достигается почти при 0,1% об. CO_2. Лисовит состоит на 79,19% из карбоната кальция и оказывает прямое влияние на рост и развитие растений за счет увеличения углекислого газа (CO_2) [9].

Частицы удобрений лисовита, которые в конечном итоге распыляются на поверхность листьев, поглощаются и превращаются в CO_2 [10].

Опрыскивание препаратом Лисовит ведет к его проникновению в устьица листьев сразу после нанесения и частично, когда поверхность листьев ночью влажная от росы. $CaCO_3$ преобразуется в углекислый газ (CO_2) в листьях растений для повышения эффективности фотосинтеза [8].

Материал и методы исследования

Полевые исследования проводились на опытном поле Федерального научного центра овощеводства (ФНЦО), Московская область, с целью изучения влияния Лисовита (наноудобрения) на морфологические и химические характеристики сои, сорт Касатка.

Почвы опытных полей дерново-подзолистые среднесуглинистые, с наименьшей влагоемкостью 28-30%. Содержание гумуса низкое, 1,3–4,6%. Реакция почвенного раствора варьируется от кислой до близкой к нейтральной: pH = 4,5–6,9. Содержание подвижного фосфора (P_2O_5) достаточно и составляет в среднем 320–840 мг/кг почвы, а калия (K_2O) значительно меньше — 100–250 мг/кг почвы.

Семена сои высевали в конце мая в открытый грунт по три ряда в гряды на расстоянии 5 см между растениями и 45 см между рядами.

Экспериментальные обработки включали три обработки: Лисовит в дозе 2, 4 и 6 г/л в дополнение к контрольной обработке (Водопроводная вода). Растения опрыскивали три раза по фазам: ветвление, цветение и плодообразование.

Система удобрений включала внесение NPK под осеннюю вспашку ($N_{16}P_{16}K_{16}$) из расчета 450 кг/га. Остальные методы культивирования соевых бобов проводились в соответствии с рекомендациями в районе исследования.

Случайные образцы 10 растений сои с каждого участка были взяты через 15 дней после обработки растений Лисовитом в фазе плодообразования, чтобы оценить высоту растения, количество ветвей/растений, количества бобов/растений, сырой и сухой вес листьев и стеблей/растения. Образцы вегетативных частей высушивали в течение 48 ч при 75°C до постоянной массы, а затем рассчитывали сухую массу на растение.

Хлорофиллы a, b и каротиноиды определяли колориметрическим методом в листьях растений сои через 15 дней после обработки Лисовитом растений в фазе плодоношения в соответствии с описанными методами [11] и рассчитывали, как мг/г сырой массы.

Полученные данные исследования были подвергнуты дисперсионному анализу в виде простого эксперимента при рендомизированном проектировании полного блока с использованием программы CoStat.

Результаты исследования и их обсуждение

Полученные результаты *(табл. 1)* показывают, что внекорневая подкормка Лисовитом в дозе 6 г/л привела к увеличению измеренные характеристики роста т.е., высоту растений, количество бобов/растений, свежую и сухую массу листьев и стеблей/растений, в то время как количество ветвей/растений не влияло на

Табл. 1. Влияние обработки Лисовитом на некоторые характеристики роста растений сои через 15 дней после внекорневого внесения на растения в фазе плодоношения (2019–2020 гг.)

Обработки	Высота растений, см	Количество ветвей на растении, шт.	Количество бобов на растении, шт.	Свежая масса листьев на растении, г	Свежая масса стеблей на растении, г	Сухая масса листьев на растении, г	Сухая масса стеблей на растении, г
	2019 г.						
Контроль	42,53	2,33	12,17	28,07	21,16	8,16	6,28
Лисовит 2 г/л	45,70	2,42	13,03	31,85	24,12	9,33	7,18
Лисовит 4 г/л	48,26	2,43	14,26	35,61	27,00	10,41	8,02
Лисовит 6 г/л	51,26	2,45	15,47	38,69	29,21	11,28	8,68
$НСР_{05}$	**0,99**	**0,14**	**0,31**	**1,63**	**0,77**	**0,39**	**0,30**
	2020 г.						
Контроль	40,83	2,24	11,61	26,84	20,32	7,83	6,03
Лисовит 2 г/л	43,42	2,31	12,38	30,26	22,91	8,86	6,83
Лисовит 4 г/л	46,83	2,35	13,84	34,56	26,19	10,10	7,78
Лисовит 6 г/л	49,31	2,36	14,88	37,22	28,08	10,85	8,35
$НСР_{05}$	**0,95**	**0,14**	**0,29**	1,58	0,75	0,37	**0,29**

Табл. 2. Влияние обработки Лисовитом на фотосинтетические пигменты (мг/г) листьев сои через 15 дней после внекорневого применения на растениях в фазе плодоношения (2019–2020 гг.)

Обработки	Хлорофилл, мг/г			Каротиноиды, мг/г
	a	b	a+b	
	2019 г.			
Контроль	1,18	0,73	1,92	0,97
Лисовит 2 г/л	1,27	0,79	2,07	1,08
Лисовит 4 г/л	1,49	0,93	2,42	1,19
Лисовит 6 г/л	1,64	1,02	2,66	1,23
	2020 г.			
Контроль	1,14	0,70	1,84	0,92
Лисовит 2 г/л	1,22	0,76	1,98	1,04
Лисовит 4 г/л	1,44	0,88	2,32	1,13
Лисовит 6 г/л	1,57	0,97	2,54	1,19

обработку. В связи с этим, как правило, самые высокие значения этих параметров были зафиксированы в результате опрыскивания растений с наиболее высокими используемыми концентрациями Лисовита в 6 г/л по сравнению с другими обработками и контрольными растениями. Таким образом, возможно, из-за роста и развития растений он может быть стимулирован повышением содержания CO_2, увеличивается фотосинтез и часто повышается урожайность.

Поэтому удобрение Лисовитом может значительно усилить фотосинтез, так как внешним фактором, ограничивающим фотосинтез, является естественное содержание CO_2 в воздухе, относительно которого получен самый высокий урожай с растения сои по сравнению с контролем [10].

Однако в результате различий в использовании CO_2 во время фотосинтеза растения с фотосинтетическим путем С3 часто демонстрируют большую реакцию роста по сравнению с растениями с путем С4 [12–14]. Увеличение атмосферного CO_2 и может повлиять на видовой состав будущих экосистем путем дифференцированного воздействия на качество и количество семян в различных функциональных группах растений [15].

Результаты, полученные в *табл. 2*, показывают, что концентрации хлорофилла a, b, общего хлорофилла и каротиноидов растений, опрысканных Лисовитом в дозе 6 г/л, были увеличены по сравнению с контрольными растениями и другими концентрациями Лисовита. Эти результаты могут быть обусловлены наибольшей ассимиляцией фотосинтеза и наибольшей концентрацией содержания пигмента на уровне Лисовита 6 г/л по сравнению с необработанными растениями и другими концентрациями Лисовита. Обработка Лисовитом значительно увеличила общее содержание хлорофилла и каротиноидов в растениях сои [16].

Кроме того, Carmen [10] и др. показали, что наибольшая интенсивность фотосинтеза наблюдалась в некорневом удобрении Лисовит на основе CO_2. Внутри листьев частицы Лисовита разлагаются и выделяют, в частности, CO_2.

Выводы

Исследование показало, что внекорневые применения с Лисовитом в качестве наночастиц (наночастицы Ca, Mg и Fe) сыграли решающую роль в усилении роста растений сои. Поэтому на полях сои рекомендуется внекорневое внесение Лисовита в дозе 6 г/л. Применяемые обработки повлияли на фотосинтетические пигменты. Наши результаты свидетельствуют о том, что Лисовит при обработке 6 г/л увеличил большинство характеристик роста сои. Таким образом, этот агрономический прием может быть использован для получения более высоких урожаев сои.

Исследователь М. Э. Новар финансируется за счет стипендии в рамках Совместной Исполнительной программы между Арабской Республикой Египет и Российской Федерацией).

Литература

1. Kim E, Hwang S, Lee I. SoyNet: a database of co-functional networks for soybean (Glycine max L.). Nucleic Acids Res. 2016; (1): 1-13.
2. Онищенко Л. М. Удобрения и продуктивность сои // Удобрения и урожай: Материалы Региональной научно-практической конференции, Краснодар, 8-10 дек. 2004. – Майкоп, 2005. – С. 317-324.
3. Тишков Н. М., Михайлюченко Н.Г., Дряхлов А.А. Продуктивность сои при некорневой подкормке растений микроудобрениями и обработке регуляторами роста на черноземе выщелоченном // Масличные культуры / ВНИИМК. – 2007. – № 2(137). – С. 91-97.
4. Zhu H, Han JQ, Jin Y. Uptake, translocation, accumulation of manufactured iron oxide nanoparticles by pumpkin plants. J. Environ. Monit. 2008; 10:713-717.
5. Subramanian, KS, Manikandan A, Thirunavukkarasu M, Rahale CS. Nano-fertilizers for Balanced Crop Nutrition. Nanotechnol. Food Agric. 2015; 69-80.
6. Taiz L, Zeiger E. Plant physiology, 5th edn. Sinauer Associates Inc., Massachusetts. 2010; 781 pp.
7. Morsy ASM, Awadallaand A, Sherif MM. Effect of Irrigation, Foliar Spray with Nanofertilizer (Lithovit) and N-levels on Productivity and Quality of Durum Wheat under Toshka Conditions. Assiut J. Agric. Sci. 2018; 49 (3): 1-26.
8. Zakaria MAT, Sakimin SZ, Juraimi A, Ramlan MF, Jaafar HZ, Baghdadi A, Din SN. Effect of different water regimes and plant growth regulators on growth, physiology and yield of banana (Musa acuminata cv. Berangan) in tropical climate. Fundamental and Applied Agriculture. 2018; 3(3): 505-514.
9. Abdelrehem MA. Studies on yield and quality of broccoli (Brassica oleraceae L.) under Assiut conditions. M.Sc. Thesis, Fac. Agric., Assiut Univ., Egypt. 2014.
10. Carmen B, Sumalan R, Gadea S, Vatca S. Physiological indicators study involved in productivity increasing in tomato. Pro Environ. 2014; (7): 218- 224.
11. Wettstein D. Chlorophyll, Letal and dersubmicro-Spische Formmech Sellderplastideu, Exptl. Cell Res. 1957; 12:427.

12. Rogers HH, Runion GB, Krupa SV, Prior SA. Plant responses to atmospheric CO_2 enrichment: Implications in rootsoilmicrobe interactions, p. 1–34. In: Allen LH, Jr., Kirkham MB, Olszyk DM, Whitman CE. (eds.). Advances in carbon dioxide effects research. ASA Special Publication. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI. 1997; No. 61.
13. Prior S.A., Torbert H.A., Runionand G.B., Rogers H.H. Implications of elevated CO2 induced changes in agroecosystem productivity. J. Crop Prod. 2003; (8):217–244.
14. Prior S.A., Brett G., Runion S., Marble C., Rogers H. H., Gilliam C. H., Torbert H. A. Review of Elevated Atmospheric CO_2 Effects on Plant Growth and Water Relations: Implications for Horticulture. Hortscience. 2011; 46 (2): 158162.
15. Hikosaka K., Kinugasa T., Oikawa S., Onoda Y., Hirose T. Effects of elevated CO_2 concentration on seed production in C3 annual plants. J. Experimental Botany.2010; (20): 19.
16. Maswada H. F., Abd El-Rahman L. A. Inducing salinity tolerance in wheat plants by hydrogen peroxide and lithovit "a nano $CaCO_3$ fertilizer". J. Agric. Res. Kafr El-Sheikh Univ. 2014; 40 (4): 696-719.

References

1. Kim E, Hwang S, Lee I. SoyNet: a database of co-functional networks for soybean (Glycine max L.). Nucleic Acids Res. 2016; (1): 1-13.
2. Onishchenko L.M. Fertilizers and soybean productivity//Fertilizers and yield: Materials of the Regional Scientific and Practical Conference, Krasnodar, 8-10 Dec. 2004. - Maykop, 2005. - p. 317-324. (In Russ).
3. Tishkov N.M., Mihajlyuchenko N.G., Dryahlov A.A. Soybean productivity with foliar application of plants with microfertilizers and growth regulators treatment on leached chernozem//Oilseeds / VNIIMK. – 2007. - № 2(137). – Pp. 91-97. (In Russ).
4. Zhu H, Han JQ, Jin Y. Uptake, translocation, accumulation of manufactured iron oxide nanoparticles by pumpkin plants. J. Environ. Monit. 2008; 10:713-717.
5. Subramanian, KS, Manikandan A, Thirunavukkarasu M, Rahale CS. Nano-fertilizers for Balanced Crop Nutrition. Nanotechnol. Food Agric. 2015; 69-80.
6. Taiz L, Zeiger E. Plant physiology, 5th edn. Sinauer Associates Inc., Massachusetts. 2010; 781 pp.
7. Morsy ASM, Awadallaand A, Sherif MM. Effect of Irrigation, Foliar Spray with Nanofertilizer (Lithovit) and N-levels on Productivity and Quality of Durum Wheat under Toshka Conditions. Assiut J. Agric. Sci. 2018; 49 (3): 1-26.
8. Zakaria MAT, Sakimin SZ, Juraimi A, Ramlan MF, Jaafar HZ, Baghdadi A, Din SN. Effect of different water regimes and plant growth regulators on growth, physiology and yield of banana (Musa acuminata cv. Berangan) in tropical climate. Fundamental and Applied Agriculture. 2018; 3(3): 505-514.
9. Abdelrehem MA. Studies on yield and quality of broccoli (Brassica oleraceae L.) under Assiut conditions. M.Sc. Thesis, Fac. Agric., Assiut Univ., Egypt. 2014.
10. Carmen B, Sumalan R, Gadea S, Vatca S. Physiological indicators study involved in productivity increasing in tomato. Pro Environ. 2014; (7): 218- 224.
11. Wettstein D. Chlorophyll, Letal and dersubmicro-Spische Formmech Sellderplastideu, Exptl. Cell Res. 1957; 12:427.
12. Rogers HH, Runion GB, Krupa SV, Prior SA. Plant responses to atmospheric CO_2 enrichment: Implications in rootsoilmicrobe interactions, p. 1–34. In: Allen LH, Jr., Kirkham MB, Olszyk DM, Whitman CE. (eds.). Advances in carbon dioxide effects research. ASA Special Publication. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI. 1997; No. 61.
13. Prior S.A., Torbert H.A., Runionand G.B., Rogers H.H. Implications of elevated CO_2 induced changes in agroecosystem productivity. J. Crop Prod. 2003; (8):217–244.
14. Prior S.A., Brett G., Runion S., Marble C., Rogers H. H., Gilliam C. H., Torbert H. A. Review of Elevated Atmospheric CO_2 Effects on Plant Growth and Water Relations: Implications for Horticulture. Hortscience. 2011; 46 (2): 158162.
15. Hikosaka K., Kinugasa T., Oikawa S., Onoda Y., Hirose T. Effects of elevated CO_2 concentration on seed production in C3 annual plants. J. Experimental Botany.2010; (20): 19.
16. Maswada H. F., Abd El-Rahman L. A. Inducing salinity tolerance in wheat plants by hydrogen peroxide and lithovit "a nano $CaCO_3$ fertilizer". J. Agric. Res. Kafr El-Sheikh Univ. 2014; 40 (4): 696-719.

M. E. Nowar[1,2], V. V. Vvedensky[1]

[1]Agrarian and Technological Institute, Peoples' Friendship University of Russia,
[2]Department of Field Crop Research, National Research Center, Dokki, Giza, Egypt
vvedenskiy–vv@rudn.ru

MORPHOLOGICAL RESPONSE OF SOYBEANS (*GLYCINE MAX* L. MERR) TO FOLIAR APPLICATION OF NANO–FERTILIZER

The experimental field of the Federal Scientific Center for Vegetable Growing, Moscow region, Russian Federation, a field experiment was carried out to study the effect of Lithovit (nano fertilizer) in 3 doses of 2, 4 and 6 g/l on some growth indicators of soybean plants cv. Kasatka. Plants were sprayed with lithovit three times in phases: branching, flowering, fruit formation. The results showed that foliar application with Lithovit at the rate of 6 g/l led to a significant increase in plant height (51.26, 49.31 cm), the number of pods per plant (15.47, 14.88), fresh leaf weight / plant (38.69, 37.22 g), and dry weight of leaves / plant (11.28, 10.85 g), fresh weight of stem / plant (29.21, 28.08 g) and dry weight of stem / plant (8.68, 8.35 g) in 2019–2020 respectively compared to control treatment, while there was non–significant increase in the number of branches per plant (2.45, 2.36) compared to other concentrations of Lithovit. In the same variant, the maximum content of chlorophyll, a (1.64, 1.57 mg/g), b (1.02, 0.97 mg/g.), and carotenoids (1.23, 1.19 mg/g.), were obtained with foliar application with Lithovit at the rate of 6 g/l. In general, it can be concluded that foliar feeding with nano–fertilizer in the form of lithovit at a concentration of 6 g/l can be recommended for growing soybeans to improve its growth, yield, and quality.

Key words: soybean, nano–fertilizer, Lithovit, growth characteristics, photosynthetic pigments.

Эффективность калийных удобрений при фертигации арбуза столового на светло-каштановых почвах

УДК 635.615
DOI: 10.32935/2221-7312-2021-50-4-26-30

Н. А. Зайцева (к.с.-х.н.), **И. И. Климова, Е. В. Ячменёва, А. С. Дьяков, С. В. Зайцев**
Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН
rexham@rambler.ru

Арбузы — традиционная культура южных регионов России. Сложившиеся десятилетиями технологии возделывания, позволяют получать стабильные урожаи. С переходом на капельное орошение стали актуальными исследования по внесению удобрений в качестве подкормок с поливной водой (фертигация), которые позволяют своевременно получать растениям необходимые питательные вещества. Для изучения влияния на растения арбузов фертигации различными калийными удобрениями в 2020–2021 гг. на орошаемом поле Прикаспийского аграрного федерального научного центра РАН был заложен опыт. Цель исследования — изучение влияния фертигации арбуза различными калийными минеральными удобрениями на его биометрические показатели и продуктивность в условиях светло-каштановых почв. В результате проведенного изучения установлено, что изучаемый раннеспелый гибрид арбуза Тив-Там F_1 хорошо отзывается на внесение калийных удобрений. Так было установлено, что внесение KNO_3, K_2SO_4 и совместного внесения KCl и K_2SO_4 способствуют увеличению длины главной плети на 0,42–0,64 м. и формированию наибольшего количества боковых плетей на одном растении — 3,6–3,9 шт. Внесение KNO_3 и совместное внесение KCl и K_2SO_4 способствуют формированию в среднем за три сбора на одном растении от 3,5 до 4,1 шт. плодов. Наиболее крупные плоды при первом сборе отмечались на варианте с внесением KCl — 8,2 кг. Диаметр плодов при этом был максимальным на вариантах с внесением KCl и совместного внесения KCl и KNO_3 — 0,2 м. Наибольшая масса плодов и урожайность отмечались на вариантах с внесением KCl и K_2SO_4.

Ключевые слова: арбуз, минеральные удобрения, фертигация, биометрия, урожайность.

Введение

Территориально Астраханская область относится к Прикаспийскому региону Российской Федерации и характеризуется аридным климатом (в 2–5 раз больше испаряемости, чем выпадение осадков в период вегетации). Гарантией хороших урожаев сельскохозяйственных культур — является орошение. Капельный полив — это один из самых эффективных способов орошения в аридных условиях. При помощи системы капельного полива посредством фертигации допускается внесение водорастворимых удобрений в различных дозах [6, 2, 3].

Агрохимической наукой доказано, что эффективное использование удобрений достигается в том случае, если их применяют в правильной разработанной системе, с учетом конкретных почвенных и климатических условий, физико-химических свойств удобрений, а также физиологических особенностей питания и планируемой урожайности выращиваемых культур, и их чередования в севообороте [1, 5].

В овощеводстве открытого грунта более перспективными являются способы орошения, которые обеспечивают не только бесперебойное снабжение растений влагой, но и продуктивное и экономное использование поливной воды в сочетании с возможностью подачи растворенных в ней питательных веществ непосредственно в зону расположения основной массы корневой системы растения [8, 4].

Целью исследования являлось изучение влияния фертигации арбуза различными калийными минеральными удобрениями на его биометрические показатели и продуктивность в условиях светло-каштановых почв.

Материал и методы исследования

В 2020–2021 гг. на опытном участке Прикаспийского аграрного федерального научного центра РАН проводилось изучение действия калийных удобрений на рост, развитие и продуктивность арбуза столового при капельном орошении.

Закладка опытов, проведение учетов и наблюдений осуществлялось по общепринятым методикам. Биометрические наблюдения у арбузов проводились на 10 учетных растениях с каждой повторности каждого варианта. Проводили измерения длины главной плети, средней длины боковых плетей, числа основных плетей. Учеты урожая арбузов и его структуры проводили по 10 учетным растениям за три сбора. Учитывали среднее количество плодов на растении, среднюю массу плодов и их диаметр, урожайность стандартных и нестандартных плодов согласно Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск четвертый (картофель, овощные и бахчевые культуры) (2015 г.) [30]. По результатам полученных данных проведена статистическая обработка.

Посев семян арбуза производили в первой декаде мая, когда температура воздуха достигала 14–16°С, а

почва на глубине 5 см прогревалась до 17–18°С. Схема посева — 1 × 1,4 м, т. е. площадь питания каждого растения составляет 1,4 м^2. При такой схеме посева густота стояния — 7100 растений на 1 га. Норма высева мелкосемянного арбуза составляет 3–4 кг/га. Способ посева — прямой посев в почву, вручную. Посев проводился по одной стороне капельной ленты. Опыт проводился на раннеспелом гибриде Тив-Там F1. Общая площадь под опытом 700 м^2.

На протяжении всей вегетации для поддержания влажности почвы на уровне 75–80%НВ проводились поливы с поливной нормой 77 м^3/га. Оросительная норма на капельном орошении составила 2200–2500 м^3/га за весь период вегетации.

Рекомендуемая доза внесения минеральных удобрений при возделывании арбуза на светло-каштановых почвах при капельном орошении — $N_{70}P_{90}K_{120}$. Фоновое внесение минеральных удобрений в почву при культивации: азофоска NPK 16:16:16 — 200 кг/га или 32 кг/га в действующем веществе по каждому элементу питания, соответственно. Вместе с капельным поливом в течение вегетации посредством фертигации вносилось $N_{38}P_{58}K_{88}$.

Варианты внесения удобрений в опыте:

1) хлористый калий;

2) сульфат калия;

3) хлористый калий, 70% от суммы дозы в д. в. + сульфат калия, 30% от суммы дозы в д. в.;

4) калиевая селитра;

5) хлористый калий, 70% от суммы дозы в д. в. + калиевая селитра, 30% от суммы дозы в д. в.

В течении вегетации проводили одну механизированную обработку почвы, заключавшуюся в культивации междурядий, а также ручные прополки. Также проводились профилактические обработки фунгицидами.

Почвенный покров опытного участка представлен светло-каштановыми солонцеватыми почвами без наличия пятен солонцов. Почвы на участке светло-каштановые, карбонатные, мощные и среднемощные, легкосуглинистого состава. Содержание гумуса очень низкое — 0,86–0,90%.

Согласно агроклиматическому районированию, территория проведения опыта по степени влагообеспеченности относится к сухой зоне, по условиям теплообеспеченности летнего периода — к умеренно жаркому подрайону.

Результаты исследования и их обсуждение

При выращивании арбуза 2/3 минеральных удобрений необходимо вносить под ранневесеннюю культивацию. Остальные вносят в подкормку. Наиболее эффективна за счет фертигации подкормка после завязывания плодов, так как 70% элементов питания арбуз потребляет в последние 3-4 недели до созревания. Вносить калийные удобрения на арбузе рекомендовано два раза в период формирования первых бутонов и в период цветения-плодоношения.

В нашем опыте, помимо фонового внесения азофоски, мы разделили внесение удобрений на 6 фертигационных подкормок по 17% от общей нормы каждый. Для фертигации использовали аммиачную селитру (N — 34,4%), моноаммонийфосфат (N — 12%, P_2O_5 — 61), хлористый калий (K_2O — 62%), сульфат калия (K_2O — 53%, S — 18%), нитрат калия (N — 13,7%, K_2O — 46,2%). Первая и вторая подкормка проводились с небольшим интервалом, а третья, так как после начала цветения поливы прекращаются до образования завязи, была произведена через 10–15 дней после второй, четвертая, пятая и шестая с интервалом 7–10 дней.

Поведенные биометрические измерения показали насколько эффективно внесение удобрений посредством фертигации. Учитывали число основных плетей (под основными плетями подразумеваются как главный стебель, так и нормально развитые длинные плети, отходящие от основания стебля) характеризуется как большое (не меньше 6 плетей), среднее (4-6 плетей) или малое (меньше 4 плетей) [7, 9].

По измерениям длины главной плети наименьшие значения отмечены на варианте хлористый калий — 3,05 м, также ниже остальных вариантов был вариант совместно внесения хлористого калия и калиевой селитры — 3,08 м *(рис. 1)*.

Наибольшей длиной главной плети отличался вариант калиевая селитра — 3,69 м, что вполне закономерно, так как селитра способствует росту растений. Несколько ниже был вариант совместного внесения хлористого калия и сульфата калия — 3,65 м. Таким образом, внесение калиевой селитры, сульфата калия и совместного внесения хлористого калия и сульфата калия способствует увеличению длины главной плети на 0,42–0,64 м.

Средняя длина боковых плетей варьировала в зависимости от варианта опыта. Меньше всего данный показатель был на варианте с сульфатом калия — 0,77 м. Несколько выше на варианте с калиевой селитрой 0,80 м, на вариантах с совместным внесение хлористого калия с сульфатом калия и с калиевой селитрой длина боковых плетей составляла 0,83 м. Наиболее длинные боковые плети фиксировались на варианте с хлористым калием — 0,88 м.

Число основных плетей было небольшим 3,6–3,9 шт. на вариантах с калиевой селитрой и хлористым калием и совместным внесением хлористого калия с калиевой селитрой. На остальных вариантах число основных плетей было средним 4,2–4,4 шт. *(см. рис. 1)*.

Сборы плодов арбуза проводили трижды по мере их созревания. В результате обобщения учетных данных по вариантам опыта, в среднем за два года установлено, что больше всего плодов формируется на варианте с внесением хлористого калия совместно с сульфатом калия — 165 штук и на варианте с хлористым калием — 152 штуки

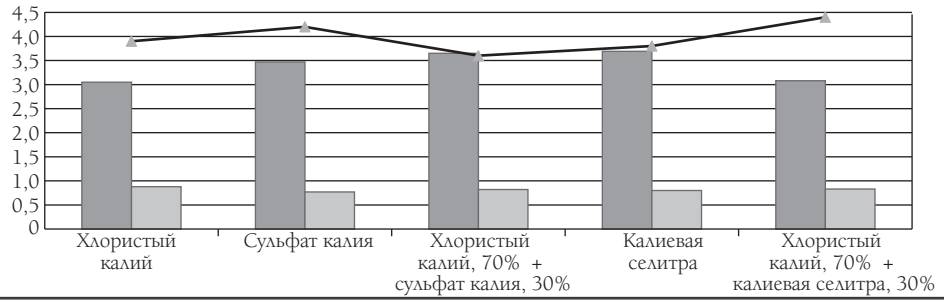


Рис. 1. Биометрические измерения растений арбуза, среднее за 2020-2021 гг.: ■ — длина главной плети, м; □ — средняя длина боковых плетей, м; сплошная линия — число основных плетей

с делянки. На варианте с внесением сульфата калия и при совместном внесении хлористого калия с калиевой селитрой в среднем формируется до 145-146 плодов арбуза. Меньше всего плодов арбуза формировалось на варианте с внесением калиевой селитры — 138 штук.

Количество плодов на одном растении по сборам варьировало в нашем опыте от 1,1 до 1,6 шт. в зависимости от варианта внесения удобрений. В среднем за три сбора на одном растении арбуза формировалось от 3,5 на варианте с калиевой селитрой до 4,1 шт. на варианте с совместным внесением хлористого калия с сульфатом калия плодов.

Плоды отличались по массе не только в зависимости от вносимых удобрений, но и в зависимости от сбора. Наиболее крупные плоды при первом сборе были на варианте с внесением хлористого калия — 8157,8 г, а на остальных вариантах масса плодов при первом сборе варьировала от 7178,6 до 7547,2 г. Самая низкая масса плодов при первом сборе отмечалась на варианте совместного внесения хлористого калия и калиевой селитры — 7178,6 г. *(рис. 2)*.

Средняя масса плодов при втором сборе, как правило, снижалась на всех вариантах в среднем на 60–700 г. Исключением стал вариант с калиевой селитрой, на которых масса плодов возрастала в среднем от 40 до 600 г.

При этом наибольшая масса плодов во втором сборе отмечалась на вариантах с внесением калиевой селитры и совместного внесения хлористого калия и калиевой селитры — 7536,1–7794,8 г.

Как видно из *рис. 2*, третий сбор отличался меньшими по массе плодами, при этом снижение средней массы одного плода по сравнению с первыми сборами составляла в среднем 830–2060 г, а по отношению со вторыми сборами на 768–1869 г. Следует отметить, что наибольшие показатели по снижению средней массы плодов по сборам отмечались на варианте с внесением хлористого калия.

По сравнению с другими вариантами при внесении сульфата калия и его совместного внесения с хлористым калием масса плодов была выше и составляла в среднем 6167,5–6715,3 г.

Средний диаметр плодов арбуза, также как и средняя масса был больше при первом сборе. Наибольшие показатели при этом отмечались на вариантах с внесением хлористого калия — 20,1 см и совместного с ним внесения калиевой селитры — 20 см. На остальных вариантах диаметр плодов варьировал не значительно от 19,5 до 19,9 см, что наглядно представлено на *рис. 3*.

Учеты по второму сбору показали уменьшение диаметра плодов арбуза в среднем на 0,2–0,9 см, до 19,1–19,4 см. Наибольший диаметр при этом отмечался на варианте с калиевой селитрой — 19,7 см и на варианте с хлористым калием — 19,4 см.

Диаметр плодов в третьем сборе уменьшался по отношению к первому сбору на 0,5–1,4 см, по отношению ко второму сбору на 0,1–1,0 см. При этом показатели среднего диаметра плодов больше всего снижались на вариантах с внесением калия хлористого и совместного с ним внесения калиевой селитры. Наибольшим диа-

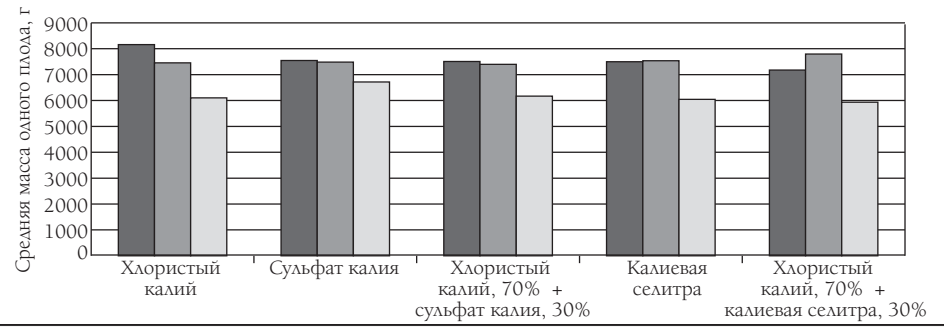


Рис. 2. Средняя масса одного плода в зависимости от вносимых удобрений, среднее за 2020–2021 гг.: ■ — 1-й сбор; ■ — 2-й сбор; □ — 3-й сбор

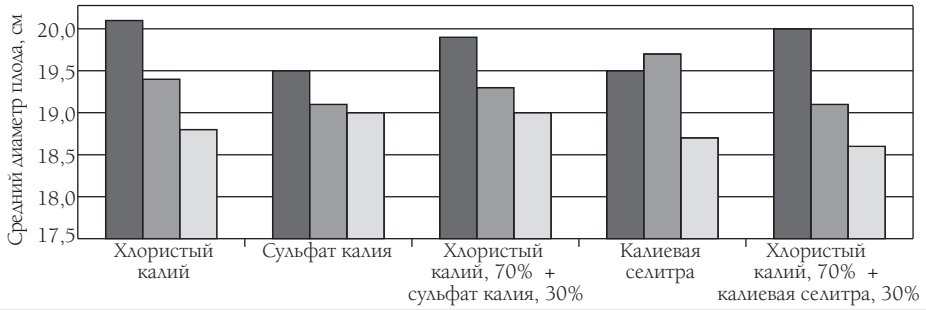


Рис. 3. Средний диаметр плода в зависимости от вносимых удобрений, среднее за 2020–2021 гг.:
■ — 1-й сбор; ■ — 2-й сбор; □ — 3-й сбор

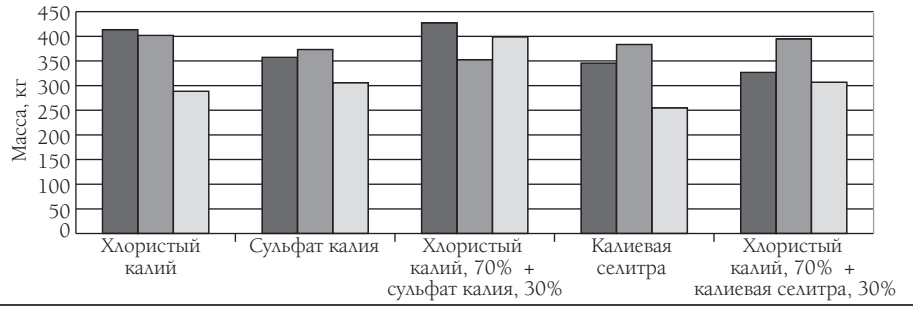


Рис. 4. Масса плодов по сборам с учетной делянки, среднее 2020–2021 гг.:
■ — 1-й сбор; ■ — 2-й сбор; □ — 3-й сбор

метром плодов при этом отличались при третьем сборе варианты с внесением сульфата калия и с совместного с ним хлористого калия — 19 см. В среднем, диаметр по всем вариантам за годы изучения в первых сборах составлял от 19,5 до 20,1 см, во вторых сборах от 19,1 до 19,7 см, а в третьих от 18,6 до 19 см.

Наибольшая масса плодов в среднем отмечалась при первых сборах от 326,7 до 427,4 кг в зависимости от варианта опыта. На втором сборе общая масса была ниже и составляла от 352,5 до 402,0 кг, а третий сбор был самым низким от 398,9 до 254,8 кг. При этом наблюдались колебания по массе плодов по сборам в зависимости от варианта опыта *(рис. 4)*.

В среднем за три сбора меньше всего было плодов арбуза на варианте с внесением калиевой селитры — 983,8 кг, а больше всего на варианте совместного внесения хлористого калия и сульфата кали — 1178,8 кг.

Средняя урожайность стандартных плодов арбуза в опыте за годы изучения варьировала в зависимости от вносимых удобрений незначительно. При этом наибольшая урожайность на уровне 203–204 т/га отмечалась на вариантах с отдельным и совместным внесением хлористого калия и сульфата калия *(рис. 5)*.

Нестандартных плодов и отхода в опыте меньше всего было на вариантах с внесением хлористого калия — 16,4 т/га и с его совместным внесением с сульфатом калия — 20 т/га. Больше всего нестандартных плодов было отмечено на вариантах с калиевой селитрой.

Таким образом, в среднем за годы изучения биологическая урожайность плодов арбуза была максимальной на вариантах с калиевой селитрой, как в чистом виде, так и с хлористым калием — 252,1 и 242,7 т/га, соответственно. Но на данных вариантах было и большое количество нестандартных плодов и отхода, поэтому товарность урожая была самой низкой 79–83%.

На остальных вариантах биологическая урожайность варьировала от 220,1 до 229,4 т/га. Наибольшая товарность урожая отмечена на вариантах с внесением хлористого калия и хлористого калия с сульфатом калия — 91–93%.

Выводы

Проведенное изучение влияния различных калийных удобрений на рост, развитие и продуктивность

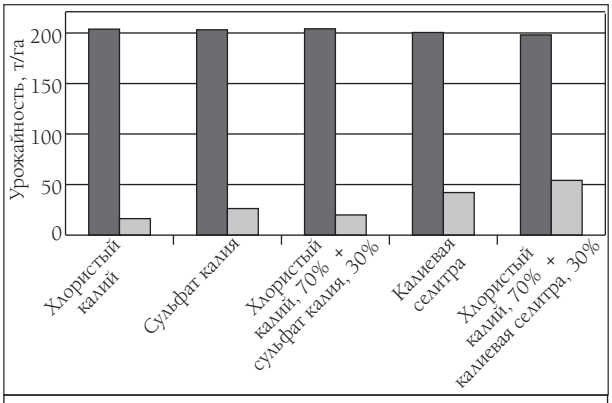


Рис. 5. Урожайность арбуза, среднее 2020–2021 гг.:
■ — стандартные; □ — нестандартные

арбуза показало эффективность их применения посредством фертигации.

Отмечалось положительное влияние по ряду биометрических показателей и показателей структуры урожая от внесения калия хлористого, сульфата калия и их совместного внесения (хлористый калий, 70% от суммы дозы в д. в. + сульфат калия, 30% от суммы дозы в д. в.).

Лучшими по показателям урожайности плодов арбуза и их товарности также были варианты с внесением

Литература

1. Гончаренко, В.Е. Разработка и обоснование системы удобрения овощных культур в Лесостепи Украины автореферат дис. ... доктора сельскохозяйственных наук: 06.00.04 / В.Е. Гончаренко // Х.: - 2014. – 35 с.;
2. Горелик, Л.А. Влияние удобрений с поливной водой [Текст]: обзорная информация / Л.А. Горелик. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1977. – 67 с.
3. Дедов А.А., Минеральное питание столового арбуза при капельном орошении в аридных условиях республики Калмыкия/ А.А. Дедов, В.В. Бородычев, Э.Б. Дедова// Плодородие – 2018 -№2 – С. 11-14.
4. Джиджиков, В.Н., Степанец И.Т. Эффективность минеральных удобрений на каштановых почвах / В.Н. Джиджиков, И.Т. Степанец // Агрохимия. – 1971. – No 11. – С. 144–146.
5. Ионова, З.М. Основные достижения в применении капельного орошения [Текст]: обзорная информация / З.М. Ионова, С.И.Бойко. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1985. – 66 с.
6. Колебошина Т.Г. Эффективность применения водорастворимых удобрений в различных дозах при выращивании арбуза столового в условиях Волгоградского Заволжья / Т.Г. Колебошина, Н.Б. Рябчикова // В сборнике: Наука и молодежь: новые идеи и решения. Материалы XI Международной научно-практической конференции молодых исследователей. 2017. С. 341-343.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск четвертый (картофель, овощные и бахчевые культуры) М., - 2015г. - 61 с.
8. Москвичев А.Ю. Агротехнические приемы при возделывании арбуза в условиях Волгоградской области/ А.Ю. Москвичев, Т.М. Конотопская, М.С. Никулин, М.А. Девятаев // Плодородие – 2010 - №2 – С.20-21.
9. Филин, В.И. Практическое руководство по фертигации овощных культур открытого грунта / В.И. Филин, Ю.Н. Плескачев – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2017. – 94 с.

References

1. Goncharenko, V.E. Razrabotka i obosnovanie sistemy` udobreniya ovoshhny`x kul`tur v Lesostepi Ukrainy` avtoreferat dis. ... doktora sel`skoxozyajstvenny`x nauk: 06.00.04 / V.E. Goncharenko // X.: - 2014. – 35 s.;
2. Gorelik, L.A. Vliyanie udobrenij s polivnoj vodoj [Tekst]: obzornaya informaciya / L.A. Gorelik. – M.: VNIITE`ISX, 1977. – 67 s.
3. Dedov A.A., Mineral`noe pitanie stolovogo arbuza pri kapel`nom oroshenii v aridny`x usloviyax respubliki Kalmy`kiya/ A.A. Dedov, V.V. Borody`chev, E`.B. Dedova// Plodorodie – 2018 -№2 – S. 11-14.
4. Dzhidzhikov, V.N., Stepanecz I.T. E`ffektivnost` mineral`ny`x udobrenij na kashtanovy`x pochvax / V.N. Dzhidzhikov, I.T. Stepanecz // Agroximiya. – 1971. – No 11. – S. 144–146.
5. Ionova, Z.M. Osnovny`e dostizheniya v primenenii kapel`nogo orosheniya [Tekst]: obzornaya informaciya / Z.M. Ionova, S.I.Bojko. – M.: VNIITE`ISX, 1985. – 66 s.
6. Koleboshina T.G. E`ffektivnost` primeneniya vodorastvorimy`x udobrenij v razlichny`x dozax pri vy`rashhivanii arbuza stolovogo v usloviyax Volgogradskogo Zavolzh`ya / T.G. Koleboshina, N.B. Ryabchikova // V sbornike: Nauka i molodezh`: novy`e idei i resheniya. Materialy` XI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii molody`x issledovatelej. 2017. S. 341-343.
7. Metodika gosudarstvennogo sortoispy`taniya sel`skoxozyajstvenny`x kul`tur. Vy`pusk chetverty`j (kartofel`, ovoshhny`e i baxchevy`e kul`tury`) M., – 2015g. – 61 s.
8. Moskvichev A.Yu. Agrotexnicheskie priemy` pri vozdely`vanii arbuza v usloviyax Volgogradskoj oblasti/ A.Yu. Moskvichev, T.M. Konotopskaya, M.S. Nikulin, M.A. Devyataev // Plodorodie – 2010 - №2 – S.20-21.
9. Filin, V.I. Prakticheskoe rukovodstvo po fertigacii ovoshhny`x kul`tur otkry`togo grunta / V.I. Filin, Yu.N. Pleskachev – Volgograd: FGBOU VO Volgogradskij GAU, 2017. – 94 s.

N. A. Zaitseva, I. I. Klimova, E. V. Yachmeneva, A. S. Dyakov, S. V. Zaitsev

Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences,
rexham@rambler.ru

EFFICIENCY OF POTASSIUM FERTILIZERS IN WATERMELON FERTIGATION ON LIGHT CHESTNUT SOILS

Watermelon is a traditional crop of the southern regions of Russia. The cultivation technologies, developed for decades sustain stable yields. After starting using drip irrigation, studies on the application of fertilizers with irrigation water (fertigation) which allow the plants to receive the necessary nutrients in a timely manner have become relevant. To study the effect of fertigation with various potash fertilizers on watermelon plants, the experiment on the irrigated field of the PAFSC RAS was carried out in 2020–2021. The aim of the research was to study the effect of watermelon fertigation with various potash mineral fertilizers on its biometric parameters and productivity on light chestnut soils. Tiv–Tam F1 — early ripening hybrid of watermelon — responded well to potash fertilizing. Application of KNO_3, K_2SO_4 and combined use of KCl and K_2SO_4 contributed to an increase in length of main stems by 0.42–0.64 m and formation of the largest number of lateral stems per one plant (3.6–3.9 stems). Application of KNO_3 and combined use of KCl and K_2SO_4 promoted formation of 3.5 to 4.1 fruits per plant. The largest fruits (8.2 kg) at the first harvest were observed in the variant with KCl application. At the same time, fruit diameter was maximum (0.2 m) in the variants with KCl and combined use of KCl and KNO_3. The greatest weight of fruits and the highest yields were in the variants with KCl and K_2SO_4 fertilizing.

Key words: watermelon, mineral fertilizers, fertigation, biometrics, productivity.

Некоторые особенности роста и строения дубовых древостоев лесной опытной дачи Тимирязевской академии

УДК 630*5
DOI: 10.32935/2221-7312-2021-50-4-31-34

С. Н. Волков[1,2], Т. А. Федорова[1], А. В. Лебедев[2], А. В. Гемонов[2]
[1]*Российский университет дружбы народов,*
[2]*Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева*
vergasovser@mail.ru

В настоящее время дуб представлен на 1/4 части площади Лесной опытной дачи Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева и является одной из основных лесообразующих пород. Согласно материалам лесоустройства 2009 г., дубовые насаждения произрастают на Лесной опытной даче на площади 64,78 га. Дуб относится к важным лесообразующих породам европейской части России и широко используется в городском озеленении. Поэтому целью проведенных исследований являлось выявление некоторых особенностей роста и строения дубовых древостоев на постоянных пробных площадях. Таксационные работы на постоянных пробных площадях Лесной опытной даче и обработка материалов измерений проводились по общепринятым методикам. Древостоями с преобладанием дуба занято 105 участков, из них к древостоям естественного происхождения относятся 94 участка, а к лесным культурам — 11 участков. По итогам изучения современных материалов постоянных пробных площадей выявлено, что для дубовых насаждений естественного происхождения характерно преобладание древостоев II и III класса бонитета, приспевающего и спелого классов возраста, средневозрастные насаждения представлены 6 участками, молодняков нет. Дубовые насаждения искусственного происхождения преимущественно относятся к чистым по составу спелым и перестойным древостоям. В последние десятилетия наблюдается тенденция образования на месте чистых древостоев смешанных. На основе анализа архивных материалов за 95 лет установлены особенности роста и строения, смешанного сосново-дубового лесного насаждения. В строении дубовых древостоев по диаметру распределение деревьев приближается кривой нормального распределения. Наибольшее количество деревьев приходится на центральные ступени толщины.

Ключевые слова: дуб, Лесная опытная дача, состав древостоя, средняя высота, средний диаметр, строение древостоев, ступени толщины.

Введение

Исследования насаждений Лесной опытной дачи были начаты в 1862 г. под руководством графа А. Р. Варгаса де Бедемара. Первый лесоустроитель Лесной опытной дачи отмечал, что в 1862–1863 гг. дуб занимал на Лесной даче 6% от покрытой лесом площади и был представлен изреженными разновозрастными насаждениями. Такие насаждения рекомендовалось вырубить и на освободившейся площади посадить сосну и березу. В настоящее время дуб представлен на 1/4 части площади Лесной опытной дачи и является одной из основных лесообразующих пород. Поэтому целью проведенных исследований являлось выявление некоторых особенностей роста и строения дубовых древостоев на постоянных пробных площадях.

Материал и методы исследования

Лесная опытная дача РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева находится в северной части города Москвы. Общая площадь Лесной опытной дачи в 1862 г. составляла 257,1 га, из которой к покрытым лесом территориям относилось 199,4 га. Наибольшую площадь занимали насаждения с преобладанием соснового элемента леса — 114,1 га, кроме сосны на площади в 16,4 га произрастали дубовые разновозрастные древостой с преобладанием перестойных, на вырубках и низинных местах произрастала береза и осина, занимавшие 46,7 и 19,3 га соответственно. Ель встречалась исключительно в виде подроста [1, 3, 9].

К началу XX века площадь Лесной опытной дачи сократилась до 248,7 га. К 1915 г., площади, занятые насаждениями с преобладанием дубового элемента леса уменьшались до 12,1 га, однако в 1929 г., после запрещения сплошных рубок и засухи 1938–1939 гг. площади, занятые дубовыми насаждениями стали увеличивать. Согласно материалам лесоустройства от 2009 г., дубовые насаждения произрастают на Лесной опытной даче на площади 64,78 га. Дуб представлен на 105 лесотаксационных участках, из которых древостоями естественного происхождения занято 61,42 га, а посадками занято 11 участков общей площадью 3,36 га [4, 5, 8].

Древостои естественного происхождения представлены тридцатью участками приспевающих и спелых насаждений и шестью участками средневозрастных. Молодняки не встречаются. Лесные культуры представлены одиннадцатью участками с приспевающими и спелыми древостоями. В разные годы было заложено пять постоянных пробных площадей, занимающих 3,9% от площади всех дубовых насаждений Лесной опытной дачи [2, 6, 7].

Таксационные работы на постоянных пробных площадях Лесной опытной даче проводились по общепринятым методикам. Измерение диаметров деревьев производилось при помощи мерной вилки Halghof, высот деревьев — механического высотомера Suuntu. По результатам выполненного перечета по ступеням толщины проводилось построения графика высот, определялись средняя высота и средний диаметр. Далее рассчитывалось число деревьев и сумма площадей сечений по стандартным формулам. По лесотаксационным таблицам находились значения объемов стволов по ступеням толщины и рассчитывался запас.

Результаты исследования и их обсуждение

Пробная площадь «Ь» заложена профессором М. К. Турским в 1892 г. Древостой характеризовался составом 9Д1Б ед. Е, Ос и относился к IV классу бонитета. К 1960 году осталось 391 шт./га деревьев дуба с примесью липы и березы. К 144 годам древостой перешел из IV во II класс бонитета, так как значительно возросла доля участия липы и березы в составе древостоя.

В 1950 г. профессор В. П. Тимофеев заложил постоянную пробную площадь «О» в насаждении дуба, образовавшегося из II яруса после вырубки сосны. На момент закладки древостой характеризовался возрастом 60 лет и состоял из дуба 948 шт./га и осины 103 шт./га со средней высотой дубового элемента леса в 15,8 м, запасом 208,4 м^3/га и осинового в 12,1 м, запасом 8,9 м^3/га. Насаждение характеризовалось III классом бонитета. К 70 годам осина выпала из состава древостоя, в следствии чего средняя высота дубового элемента леса возросла на 1,2 м, запас-на 17,1 м^3/га. К 143 годам древостой характеризовался показателями, приведенными в *табл. 1.*

Пробная площадь «Н» так же заложена профессором В. П. Тимофеевым в 1950 г. На момент закладки пробной площади насаждение достигло 55-летнего возраста и состояло из 964 шт./га дуба и 107 шт./га осины со средней высотой дубового элемента леса, равной 15,9 м и осинового 13,2 м. Запас дубового элемента леса составлял 189,1 м^3/га и 8,7 м^3/га у осинового. К 130 годам насаждение перешло во II класс бонитета.

После вырубки в 1909 г. спелой сосны и березы образовалось насаждение дуба, в котором в 1950 году профессором В. П. Тимофеевым была заложена пробная площадь «Е». В 60 лет древостой состоял из дуба 961 шт./га, сосны 83 шт./га и липы 39 шт./га с преобладанием дубового элемента леса, относящегося ко II классу бонитета, с запасом I яруса 324,8 м^3/га. Во II ярусе преобладает липа с запасом 25,1 м^3/га.

В 1877 г. профессором М. К. Турским было заложена пробная площадь «М» в 170-ти летних дубняках с примесью сосны и березы. В1905 г. была вырублена вся перестойная сосна, а в 1930 г. В. П. Тимофеев произвел в древостое добровольно-выборочную рубку с изъятием четверти запаса. Древостой характеризовался средней высотой, равной 27 м, и относился к III классу бонитета.

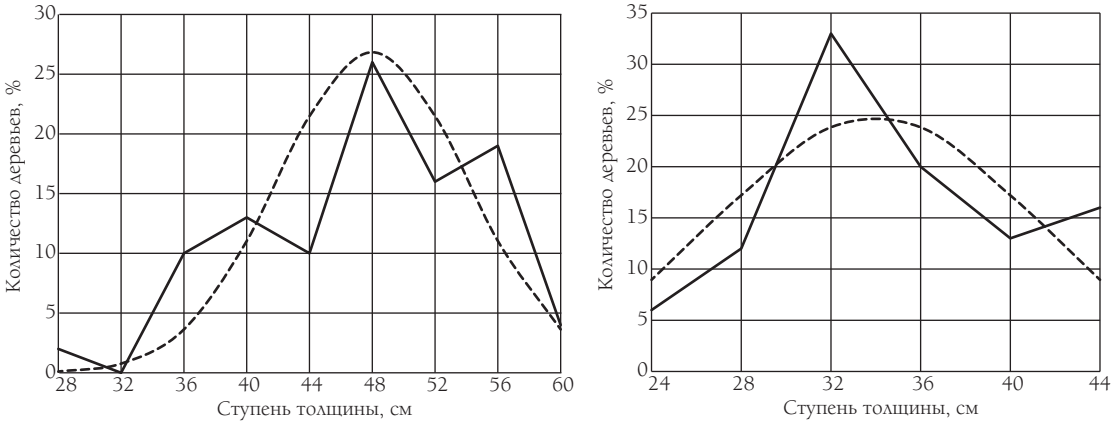
Из 12 заложенных в 1862 г. А. Р. Варгасом де Бедемаром пробных площадей сохранилась только пробная площадь «Е». Она заложене в сорока двух летнем сосновом насаждении с примесью березы и дубовым

Табл. 2. Распределение деревьев сосны по ступеням толщины

Ступени толщины, см	Количество деревьев	
	шт.	%
28	6	10,5
36	4	7,0
40	5	8,8
44	7	12,3
48	10	17,5
52	8	14,0
56	9	15,8
60	8	14,0
Итого	57	100

Табл. 1. Таксационная характеристика пробных площадей

Квартал/ ППП	Год	Состав древостоя	Площадь, га	Класс бонитета	Полнота	Элемент леса	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Сумма площадей сечений, м^2/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м^3/га
6 / Ъ	1892	6Д2Б2Лп	0,4546	II	0,78	Д	31,8	23,1	15,3	139	180,0
						Б	39,1		6,6	35	67,5
						Лп	23,1		5,2	81	52,2
8 / О	1950	I ярус:10Д	0,1275	II	0,80	Д	33,3	17,0	133,8	278	413,9
		II ярус: 10Лп ед. Кл			0,17	Лп	11,2	14,8	8,0	549	107,9
8 / Н	1950	8Д2Лп	0,1851	II	0,90	Д	32,4	23,0	28,6	250	340,3
						Лп	34,0		6,8	40	76,4
8 / Е	1898	9Д1Лп ед. С,В	0,0705	II	0,70	Д	27,8	16,7	23,7	275	274,4
						Лп	34,3		4,5	25	43,0
9 / М	1877	6Д4Лп+Б,Кл,В	0,0482	I	0,89	Д	63,2	22,2	15,7	29	217,0
						Лп	34,3	19,5	22,1	156	271,0
3 / Е	1862	I ярус: 10С ед. Б, Лп	0,2731	I	0,61	С	41,5	27,1	28,1	133	337,2
		II ярус: 7Д3Кл, ед. Лп, В			0,53	Д	31,5	18,1	26,7	137	240,4



Распределение деревьев сосны (*а*) и дуба (*б*) на пробной площади «Е» (штриховая линия — нормальное распределение)

подростом. В 1888 г. под руководством М. К. Турского был проведен первый перечет на пробной площади, древостой характеризовался 558 шт./га соснового элемента леса со средним диаметром 29,8 см; 487 шт./га березового элемента леса со средним диаметром 8,3 см, а также 463 шт./га дубового элемента леса со средним диаметром 3,9 см во II ярусе. В 1960 г. из-за ошибки в расчете средней высоты древостой был отнесен к III классу бонитета при среднем диаметре сосны, равной 43,6 см, дуба — 21,8 см и березы — 25,4 см.

На основе материалов многолетних исследований и проведенных лесотаксационных изысканий изучено строение древостоев по диаметру в смешанном сосново-дубовом насаждении. Распределение деревьев сосны по ступеням толщины на постоянной пробной площади «Е» представлено в *табл. 2*.

На *рисунке, а* показаны проценты, приходящиеся на каждую ступень толщины. Аналогично построен график по дубовому элементу леса (*рисунок, б*). В распределении деревьев сосны и дуба по ступеням толщины наибольшее количество деревьев сосредоточено в центральных ступенях.

На основе материалов многолетних исследований за 95 лет установлены особенности роста и развития древостоев, а также строение по диаметру. В 1896 г., по результатам первого перечета на пробе было 128 единиц сосны, распределившиеся в ступенях 10–35 см со средним диаметром 28 см, в 1909 г. дуб и береза были представлены исключительно в подросте. В 1950 г. 66 единиц дуба переходят во II ярус, тогда как березы только 6 экземпляров.

Выводы

Древостоями с преобладанием дуба занято 105 участков, из них к древостоям естественного происхождения относятся 94, а к лесным культурам — 11 участков. Для дубовых насаждений естественного происхождения характерно преобладание древостоев II и III класса бонитета, приспевающего и спелого классов возраста, средневозрастные насаждения представлены шестью участками, молодняков нет.

Дубовые насаждения искусственного происхождения преимущественно относятся к чистым по составу спелым и перестойным древостоям. В последние десятилетия наблюдается тенденция образования на месте чистых древостоев смешанных.

На основе анализа архивных материалов за 95 лет установлены особенности роста и строения насаждений сосны и дуба на пробной площади «Е». Изучение строение по среднему диаметру с распределением деревьев по ступеням толщины постоянной пробной площади «Е».

Литература

1. Дубенок, Н. Н. Анализ экологических функций древостоев березы и дуба в условиях урбанизированной среды по материалам долгосрочных наблюдений / Н. Н. Дубенок, В. В. Кузьмичев, А. В. Лебедев // Российская сельскохозяйственная наука. – 2018. – № 5. – С. 29-31.
2. Дубенок, Н. Н. Гидрологическая роль лесных насаждений малого водосборного бассейна / Н. Н. Дубенок, А. В. Лебедев, А. В. Гемонов // Российская сельскохозяйственная наука. – 2021. – № 3. – С. 3-6.
3. Дубенок, Н. Н. Двух- и трехпараметрические модели связи высоты деревьев с диаметром на высоте 1,3 м в дубовых древостоях / Н. Н. Дубенок, В. В. Кузьмичев, А. В. Лебедев // Лесохозяйственная информация. – 2021. – № 3. – С. 45-58.
4. Дубенок, Н. Н. Динамика лесного фонда лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева за 150 лет / Н. Н. Дубенок, В. В. Кузьмичев, А. В. Лебедев // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 4. – С. 5-19.
5. Наумов, В. Д. Закономерности изменения мощности почвенных горизонтов под древостоями различного состава лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева / В. Д. Наумов, Н. Л. Поветкина, А. В. Гемонов, А. В. Лебедев // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 1. – С. 18-35.

6. Наумов, В. Д. Оценка гумусового состояния дерново-подзолистых почв Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева / В. Д. Наумов, Н. Л. Поветкина, А. В. Лебедев, А. В. Гемонов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 4. – С. 5-18.
7. Наумов, В. Д. Сравнительная оценка почв и растительности на пробных площадях лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева / В. Д. Наумов, Б. С. Родионов, А. В. Гемонов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 2. – С. 5-18.
8. Dubenok, N. N. Ecological functions of forest stands in urbanized environment of Moscow / N. N. Dubenok, V. V. Kuzmichev, A. V. Lebedev // RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries. – 2019. – Vol. 14. – No 2. – P. 154-161.
9. Volkov, S. N. Soil and Forest Characteristics of the Sample Plots in the Conditions of Sod-Podzolic Soils of the Forest Experimental Garden, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy / S. N. Volkov, A. V. Gemonov, T. A. Fedorova, A. A. Terekhin // RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries. – 2016. – No 4. – P. 27-35.

References

1. Dubenok, N. N. Analiz e`kologicheskix funkcij drevostoev berezy` i duba v usloviyax urbanizirovannoj sredy` po materialam dolgosrochny`x nablyudenij / N. N. Dubenok, V. V. Kuz`michev, A. V. Lebedev // Rossijskaya sel`skoxozyajstvennaya nauka. – 2018. – № 5. – S. 29-31.
2. Dubenok, N. N. Gidrologicheskaya rol` lesny`x nasazhdenij malogo vodosbornogo bassejna / N. N. Dubenok, A. V. Lebedev, A. V. Gemonov // Rossijskaya sel`skoxozyajstvennaya nauka. – 2021. – № 3. – S. 3-6.
3. Dubenok, N. N. Dvux- i trexparametricheskie modeli svyazi vy`soty` derev`ev s diametrom na vy`sote 1,3 m v dubovy`x drevostoyax / N. N. Dubenok, V. V. Kuz`michev, A. V. Lebedev // Lesoxozyajstvennaya informaciya. – 2021. – № 3. – S. 45-58.
4. Dubenok, N. N. Dinamika lesnogo fonda lesnoj opy`tnoj dachi RGAU-MSXA imeni K.A. Timiryazeva za 150 let / N. N. Dubenok, V. V. Kuz`michev, A. V. Lebedev // Izvestiya Timiryazevskoj sel`skoxozyajstvennoj akademii. – 2018. – № 4. – S. 5-19.
5. Naumov, V. D. Zakonomernosti izmeneniya moshhnosti pochvenny`x gorizontov pod drevostoyami razlichnogo sostava lesnoj opy`tnoj dachi RGAU-MSXA imeni K.A. Timiryazeva / V. D. Naumov, N. L. Povetkina, A. V. Gemonov, A. V. Lebedev // Izvestiya Timiryazevskoj sel`skoxozyajstvennoj akademii. – 2018. – № 1. – S. 18-35.
6. Naumov, V. D. Ocenka gumusovogo sostoyaniya dernovo-podzolisty`x pochv Lesnoj opy`tnoj dachi RGAU-MSXA imeni K.A. Timiryazeva / V. D. Naumov, N. L. Povetkina, A. V. Lebedev, A. V. Gemonov // Izvestiya Timiryazevskoj sel`skoxozyajstvennoj akademii. – 2019. – № 4. – S. 5-18.
7. Naumov, V. D. Sravnitel`naya ocenka pochv i rastitel`nosti na probny`x ploshhadyax lesnoj opy`tnoj dachi RGAU-MSXA imeni K.A. Timiryazeva / V. D. Naumov, B. S. Rodionov, A. V. Gemonov // Izvestiya Timiryazevskoj sel`skoxozyajstvennoj akademii. – 2014. – № 2. – S. 5-18.
8. Dubenok, N. N. Ecological functions of forest stands in urbanized environment of Moscow / N. N. Dubenok, V. V. Kuzmichev, A. V. Lebedev // RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries. – 2019. – Vol. 14. – No 2. – P. 154-161.
9. Volkov, S. N. Soil and Forest Characteristics of the Sample Plots in the Conditions of Sod-Podzolic Soils of the Forest Experimental Garden, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy / S. N. Volkov, A. V. Gemonov, T. A. Fedorova, A. A. Terekhin // RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries. – 2016. – No 4. – P. 27-35.

S. N. Volkov[1,2], T. A. Fedorova[1], A. V. Lebedev[2], A. V. Gemonov[2]

[1]Peoples' Friendship University of Russia,
[2]Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
vergasovser@mail.ru

SOME FEATURES OF GROWTH AND STRUCTURE OF OAK STANDS IN THE FOREST EXPERIMENTAL STATION, TIMIRYAZEV ACADEMY

Currently, oak is represented on 1/4 of the area of the Forest experimental station of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy and is one of the main forest-forming species. According to the forest inventory materials of 2009, oak trees grow on the area of 64.78 hectares in the Forest experimental station. Oak belongs to the important forest-forming species of the European part of Russia and is widely used in urban landscaping. Therefore, the purpose of the research was to identify some growth and structure features of oak stands on permanent sample plots. The taxation work on the permanent test plots of the Forest experimental station and processing of the measurement results were carried out according to generally accepted methods. 105 plots were covered with oak tree stands, 94 of them were classified as stands of natural origin, and 11 – as forest plantations. It was revealed that oak stands of natural origin were characterized by the predominance of tree stands of II and III quality class, maturing and ripe age classes; middle-aged stands were represented by 6 plots; there were no young stands. Artificial oak stands mainly belong to ripe and over-mature stands of pure composition. In recent decades, there has been a tendency for the formation of mixed stands instead of pure ones. Based on the analysis of archival materials for 95 years, the features of growth and structure of mixed pine-oak forest plantation have been established.

Key words: oak, Forest experimental station, stand composition, average height, average diameter, stand structure, thickness steps.

Влияния древоразрушающих грибов на древостои в ельниках заповедника «Кологривский лес»

УДК 630*884+630*114.6
DOI: 10.32935/2221-7312-2021-50-4-35-43

С. Н. Волков[1,2], А. В. Гемонов[2], З, А. В. Лебедев[2,3], Т. А. Федорова[1], Д.Ю. Сайкова[2]
[1]Российский университет дружбы народов,
[2]Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева,
[3]Государственный природный заповедник «Кологривский лес» имени М.Г. Синицына
vergasovser@mail.ru

Леса представляют собой стратегический природный ресурс на масштабных территориях Российской Федерации, вследствие чего перед государством стоит задача по получению сведений об их количественных и качественных характеристиках, а также своевременное обеспечение организации мер, направленных на охрану и защиту лесов с целью сохранения выполнения ими основных, в том числе средоообразующих и хозяйственных функций. Целью исследования являлась оценка влияния древоразрушающих грибов в еловых насаждениях заповедника «Кологривский лес». В качестве объекта исследования выступали древоразрушающие грибы, выявленные в разновозрастных насаждениях с преобладанием ели в составе древостоя. Идентифицировались грибы по плодовым телам с помощью определителя и проведения микроскопических исследований. В ходе исследования на территории природного заповедника «Кологривский лес» было обнаружено 20 видов древоразрушающих грибов, самыми распространенными оказались следующие виды дереворазрушающих грибов: Стереум нежновойлочный (Stereum subtomentosum Pouzar), Бьеркандера опалённая (Bjerkandera adusta (Willd.: Fr.) P. Karst.), Губка еловая (Phellinus chrysoloma (Pers.: Fr.) Donk), Трутовик настоящий (Fomes fomentarius (L.: Fr.) Fr.), Климакоцистис северный (Climacocystis borealis (Fr.) Kotl. et Pouzar). Произведена оценка фитосанитарного состояния еловых древостоев разного возрастного и породного состава. Результатам расчета средней категории состояния насаждений показал, что преобладающими являются насаждения сильно ослабленные (3 категория состояния). Выявлены закономерности распространения конкретных видов дереворазрушающих грибов относительно субстрата. Наибольшему воздействию древоразрушающих грибов подвержены валежные стволы (61%). Наименьшему воздействию патогненных грибов подвержены живые (29%) и сухостойные (11%) деревья.

Ключевые слова: фитосанитарная оценка, древоразрушающие грибы, природный заповедник, «Кологривский лес».

Введение

В XXI веке важнейшей задачей лесного хозяйства является проведений исследований не только больных лесных насаждений, но и здоровых лесов, выявление основных причин их высокой устойчивости к воздействию возбудителей болезней, так как полученные данные позволят разработать комплекс эффективных лесозащитных мероприятий, способствующих выращиванию высокопродуктивных, ценных лесных насаждения, способных полностью удовлетворить потребности народного хозяйства. Одним из наиболее серьезных вопросов, стоящих перед лесной фитопатологией и лесоводством в целом, является изучение причин возникновения гнилевых болезней в насаждениях разного возраста и состава, а также разработка мероприятий по предотвращению появления и развития очагов гнилевых поражений и сдерживанию их распространения.

Наиболее интересной является грибная теория возникновения гнилей, предложенная в 1827 г. Г. Л. Гартигом, согласно которой, впервые внутренняя гниль древесного ствола развивается только при условии наличия в нем мицелия грибов [7]. В XX значительный вклад в изучение процесса гниения древесины внес профессор С. И. Ванин [10], классифицировавший грибные патогены по влиянию на структуру и окрас древесины. На сегодняшний день очевидно, что грибные организмы являются одним из важнейших факторов, оказывающим существенное влияние на структуру древостоев. В. Г. Стороженко [16, 19] считает, что дереворазрушающие грибы являются неотъемлемым компонентом лесных сообществ.

Однако влияние данных организмов на лесной фитоценоз неоднозначно, С. Ю. Большаков [2] отмечает весомое значение дереворазрушающих грибов в жизни лесного биогеоценоза и приходит к выводу, что высвобождение углерода и возвращение его в биосферу происходит благодаря комплексу дереворазрушающих грибных организмов, развивающихся на древесине живых и мертвых деревьев и приводящих к массовой гибели основных лесообразующих пород. Полярного мнения придерживается профессор Ю. Г. Приседський [6], отмечающий способность дереворазрушающих грибов утилизировать древесину, обеспечивая круговорот веществ и энергии в лесных экосистемах и поддерживая нормальное функционирование лесного биогеоценоза.

По мнению В. А. Соловьёва [14] динамическое развитие лесных сообществ зависит от двух главных компонентов лесного биогеоценоза: компонент, формирующий его биомассу и компонент, разлагающий

биомассу растительного сообщества. Баланс этих процессов позволяет рассматривать лесное сообщество как наиболее устойчивое по своему состоянию. Достижение состояния устойчивости в лесных сообществах способно занимать различные временные периоды, но в отдельных случаях может быть не достигнуто. В. А. Соловьев [13] полагает, что в происхождении лесного сообщества звено, формирующее биомассу и звено, разлагающее его биомассу, находятся в тесной зависимости и разграничение этих процессов не представляется возможным. Автотрофные организмы обеспечивают формирование древесной биомассы лесного сообщества, а древоразрушающие грибы биотрофного и ксилотрофного комплексов составляют звено деструктивного типа и определены эволюцией, как основной компонент, способствующий разложению биомассы лесного сообщества.

Результаты исследований, проведенных В. Г. Стороженко, дополняют положение профессора В. А. Соловьева, высказанное в труде «Ксилобиология как раздел лесной экологии». Так, В. Г. Стороженко в своей работе «Грибная биотрофная дереворазрушающая биота в лесных экосистемах Европейской России» [17] заключает, что грибы-гетеротрофы встроены в структуру лесного фитоценоза и связаны с закономерностями формирования структур автотрофов лесных сообществ. На основе структурного строения фитоценозов обозначаются закономерности структурного строения дереворазрушающих грибов. В. Г. Стороженко [20] говорит о том, что грибы, поражающие деревья, входят в состав эндогенных механизмов регулирования структур лесного биогеоценоза. С позиции индивидуального влияния дереворазрушающих грибов, наблюдается снижение физиологических свойств отдельных деревьев, их дальнейший переход в сухостой, а затем и в древесный отпад. Заражение отдельных деревьев зависит от иммунитета растений, поэтому лесной биоценоз избавляется от менее устойчивых экземпляров, в следствии чего грибы играют роль регулятора иммунной деятельности всего биогеоценоза, способствуя развитию оптимальных структур как фитоценоза, так и равновесию всех его компонентов.

Эта позиция, подтверждается положениями профессора В. Н. Сукачева [21], заключающихся в том, что для функционирования фитоценоза определяющую роль играет конкуренция как между растительными формациями, так и между ними и другими компонентами биогеоценоза. Согласно исследованиям Н. Г. Степановой [15], в процессе разложения основных лесообразующих пород принимают участие около 90% дереворазрушающих грибов. Преобладающее число видов грибов паразитирует на одной древесной породе, однако варьирование возможных субстратов у некоторых патогенов представлено более широким диапазоном.

В. Я. Частухин и М. А. Николаевская в работе «Биологический распад и ресинтез органического вещества в природе» [23] приходят к выводу о том, что возникновение конкуренции между грибными организмами в борьбе за субстрат возможно и широко распространено в следствии большого сходства жизненных потребностях конкурирующих видов. Многолетние исследования В. Я. Частухина и М. А. Николаевской [12, 22] показали, что в разложении древесного отпада можно выделить три стадии, характеризующиеся специфическим набором грибных организмов. На первой стадии разрушения древесины проявляется деятельность сумчатых и несовершенных грибов, разлагающих содержимое паренхимных клеток. Вторая стадия характеризуется действием базидиальных древоразрушающих грибов. Завершающая фаза разрушения древесных остатков протекает под влиянием подстилочных сапрофитов.

По мнению В. Г. Стороженко [18], видовое разнообразие древоразрушающих грибов в коренных ельниках от подзоны южной тайги к северной меняется в незначительной мере и включает широко известные виды грибных патогенов. В еловых лесах возбудителем гнили коррозионного типа является губка корневая еловая (*Heterobasidion parviporum* Niemelä & Korhonen). При продвижении к северной тайге пораженность древостоев данным видом гриба снижается и заменяется Трутовиком еловым (*Onnia triqueter* (Lenz Imazeki) и Оннией привлекательной (*Onnia leporina* (Fr.) H. Jahn), способных вызывать комлевую гниль. В северных таежных лесах возбудителем комлевой гнили является Климакоцистис бореалис (*Climacocystis borealis* (Fr.) Kotl. & Pouzar), вызывающий коррозионную гниль. К патогенам, вызывающим трухляво-волокнистую гниль ели можно отнести Опенок северный (*Armillaria borealis* Marxm. & Korhonen), способный поражать как стволовую, так корневую части дерева. Возбудителем гнили комлевого типа является Трутовик Швейцена (*Phaeolus schweinitzii* (Fr.)), способствующий развитию деструктивной гнили деревьев. Стволовые гнили коррозионного типа вызывает Корневая губка (еловая) (*Phellinus chrysoloma* (Fr.) Donk), располагающаяся на любой высоте ствола, а также поражающая крону и толстые ветви дерева. В коренных еловых лесах с наличием в составе пихты и лиственницы встречаются Трутовик Гартига (*Phellinus hartigii* (Allesch. & Schnabl) Pat.), Феллинус лиственничный (*Phellinus laricis* (Jacz. ex Pilat) Pilat), Фомитопсис лекарственный (*Fomitopsis officinalis* (Vill.) Bondartsev et Singer).

В 2008–2009 гг. отмечался пик площадей насаждений, поврежденных болезнями, особенно стволовыми гнилями, а также некрозно-раковыми заболеваниями. Стволовые гнили повредили 4699,9 га из 7723,8 га насаждений, ослабленных болезнями. Хотя они не приводят к массовой гибели насаждений, деревья утрачивают деловые качества древесины и в большей степени

подвержены другим факторам ослабления. В последние 10 лет в Костромской области действовало шесть видов очагов болезней леса: корневой губки, сосновой губки, еловой губки, смоляного рака сосны, настоящего трутовика и трутовика ложного, наибольшая площадь очагов болезней леса зафиксирована в 2011 г. — 373,6 га, где значительные доли поражений приходятся на рак смоляной — 43,6% (163,1 га), корневая губка — 30,8% (115,2 га), губка сосновая — 12,1% (45,3 га). В последующие годы площади очагов снижались.

Материал и методы исследования

В качестве объекта исследования выступали дереворазрушающие грибы, выявленные в разновозрастных насаждениях с преобладанием ели в составе древостоя, произрастающие на территории ФГБУ «Государственный природный заповедник «Кологривский лес» имени М.Г. Синицына». Полевые исследования на пробных площадях выполнялись согласно ОСТ 56-69-83 «Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки». Также применялись общепринятые в лесной таксации методы учёта. На пробных площадях производился подеревный перечёт, в последствие определены основные морфометрические показатели древостоя: состав, тип леса, класс бонитета, возраст (А), высота (Н), диаметр (D). В результате таксации по элементам леса для преобладающей породы были определены возраст, число деревьев, рассчитаны сумма площадей сечения, запас, средняя высота и средний диаметр [4, 24].

Для проведения учета подроста на пробной площади закладывались учетные площадки размером 5х5 м. В основу оценки подроста положены количественные и качественные признаки, устанавливающиеся глазомерно и способные отразить возобновительную способность молодого поколения леса. К таким признакам можно отнести породный состав, высоту, густоту и состояние подроста. Состав подроста отражался формулой состава, аналогично составу остальных ярусов, однако коэффициенты состава в формуле представляется возможным установить по соотношению количества стволиков составляющих древесных пород [5, 8].

По категориям крупности подрост подразделялся на мелкий (высотой до 0,5 м), средний (высотой 0,51–1,5 м) и крупный (выше 1,5 м). При учете благонадежности определялся общий процент жизнеспособного подроста. По благонадежности все экземпляры были распределены на три группы: жизнеспособный, сомнительный и нежизнеспособный. К жизнеспособному отнесен подрост, который сможет заменить старый лес, к нежизнеспособному — отставший в росте, имеющий механические повреждения, зараженный вредителями. При таксации подроста определялась его густота: редкий — до 2 тыс. шт./га, средний — 2–5 тыс. шт./га, густой — более 5 тыс. шт./га. При харак-теристике подлеска приводился перечень древесных и кустарников пород. При описании живого напочвенного покрова приводился перечень основных видов травянистой растительности учитываю в первую очередь растения индикаторы-почвенных условий. Отбор образцов производился с растущих и поваленных деревьев [1, 9].

Для отражения всех стадий развития гриба производился отбор нескольких экземпляров одного вида. Дереворазрушающие грибы, отбирались вместе с небольшим количеством субстрата (фрагментом коры или древесины). При сборе образцов описывались запах и цвет плодового тела, проводилась проверка на предмет изменения окраски и специфических выделений при разломе или надавливании на плодовое тело [3].

Образцы каждого вида помещались в отдельную коробку с крышкой, на которую клеилась этикетка. На этикетке указывались порядковый номер образца, дату и место сбора, фамилию сборщика, сведения о местообитании (тип местообитания, сопутствующие виды растений, тип почвы, субстрат) [11].

Идентифицировались грибы по плодовым телам с помощью определителя и проведения микроскопических исследований. Для точного определения необходимы следующие признаки:

1) внешний вид плодового тела;

2) размеры (длина и ширина всех структур у зрелых образцов);

3) форма структур (шляпка выпуклая, колокольчатая, воронковидная и т.д.; ножка цилиндрическая, утолщенная в основании, корнеподобная и т.д.; пластинки свободные, широко приросшие, выемчатые и т.д.);

4) цвет: детали окраски всех частей плодового тела (молодого и старого); изменения цвета при надавливании, подсыхании и на свежем срезе; цвет млеч-ного сока, если он имеется, цвет спор (спорового порошка);

5) особенности поверхностной структуры всех частей плодового тела (гладкая, чешуйчатая, клейкая, слизистая, имеющая какие-либо другие заметные особенности);

6) текстура (консистенция мякоти): тонкая или толстая, гибкая или хрупкая, волокнистая, мясистая или деревянистая.

7) категория состояния пробных площадей устанавливалась согласно шкале определения санитарного состояния лесных насаждений.

Оценка санитарного состояния лесных насаждений определялась по средневзвешенной категории санитарного состояния деревьев каждой породы, а затем всех лесных насаждений на пробной площади.

Средневзвешенная категория санитарного состояния лесных насаждений рассчитывалась по формуле:

$$K_{\text{ср.нас}} = \sum \left(P_i \times K_{\text{ср}i} \right) / 10,$$

где P_i — доля участия древесной породы в составе лесных насаждений, в долях единицы; $K_{\underline{\text{ср}i}}$ — средне-

Табл. 1. Шкала определения санитарного состояния лесных насаждений

Расчетная категория состояния	Характеристика
1–1,5	Лесные насаждения без признаков ослабления
1,51–2,5	Ослабленные лесные насаждения
2,51–3,5	Сильно ослабленные лесные насаждения
3,51–4,5	Усыхающие лесные насаждения
Более 4,5	Погибшие лесные насаждения

взвешенные категории санитарного состояния деревьев каждой древесной породы.

На основании рассчитанных категорий санитарного состояния лесные насаждения распределялись в соответствии со шкалой определения санитарного состояния лесных насаждений, представленной в *табл. 1*.

Результаты исследования и их обсуждение

В древостоях исследуемых пробных площадей преобладающими в древостое являются ель (*Picea* sp.) и берёза (*Betula* sp.). Сопутствующими породами являются липа сердцевидная (*Tilia cordata* L.), осина (*Populus tremula* L.), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*).

Краткая таксационная характеристика исследуемых пробных площадей представлена в *табл. 2*.

Рассматривая распределение насаждений постоянных пробных площадей по типам лесам, можно отметить, что наиболее представительным типом леса является ельник кисличный. Потенциальная продуктивность рассматриваемых древостоев, как для еловых насаждений, так и для берёзовых характеризуется преобладающим II класс бонитета.

Подрост на пробных площадях представлен елью (*Picea* sp.), березой (*Betula* sp.), липой сердцевидной

Табл. 2. Таксационная характеристика пробных площадей

№ ПП	Состав	Тип леса	Площадь, га	Класс бонитет	Элемент леса	Возраст, лет	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га
14/83	6Е3Лп1Б	ЕЧ	0,25	III	Е	110	24,0	26,5	424	23,38	313
					Лп	–	25,0	25,2	36	1,79	20
					Б	–	32,0	40,0	80	10,07	141
5/81	6Б2Е2Ос + Лп	ЕПРК	0,20	IV	Е	150	21,0	18,5	210	5,67	62
					Б	–	24,5	28,7	260	16,83	193
					Ос	–	32,0	50,8	25	5,06	74
					Лп	–	18,5	15,8	40	0,79	6
03/14	7Е3Б	ЕЧ	0,06	III	Е	70	16,0	13,0	1456	19,26	174
					Б	–	16,0	10,8	1168	10,62	84
02/14	6Е4Б	ЕЧ	0,06	III	Е	50	11,0	9,6	336	2,41	16
					Б	–	10,0	10,5	240	2,09	11
04/14	8Б2Лп ед. Е	ЕПРК	0,06	II	Б	90	23,0	14,0	1504	23,20	248
					Е	–	11,5	11,0	368	3,52	27
					Лп	–	25,5	25,6	64	3,28	40
01/14	5Е4Б1Ос ед. Лп	ЕЧ	0,06	II	Е	80	15,0	11,8	2256	24,71	211
					Б	–	17,5	13,9	1280	19,34	182
					Ос	–	18,0	12,0	256	2,90	27
					Лп	–	13,0	10,2	32	0,26	2
04/81	5Е4Лп1Б	ЕЧ	0,50	II	Е	100	24,5	27,5	178	10,54	143
					Лп	–	24,5	35,4	120	11,82	130
					Б	–	30,0	40,1	22	2,78	36
01/84	5Б4Лп1Е + Кл ед. В	ЕКИС	0,20	III	Б	90	29,0	34,5	85	8,00	101,0
					Лп	–	22,0	20,1	225	8,10	79,0
					Е	–	17,0	16,2	145	3,00	30,0
					Кл	–	21,0	12,9	70	0,90	11,0
					В	–	14,0	11,5	25	0,30	2,0
02/84	6Б4Е	ЕЧ	0,20	II	Б	70	24	26,1	355	19,00	210,0
					Е	–	21,0	22,4	290	11,45	135
03/15	5Б4Е1С	ЕКИС	0,06	II	Б	40	12,0	10,1	320	2,56	14,0
					Е	–	7,0	9,4	256	1,76	10,8
					С	–	12,0	13,0	48	0,64	4,2

(*Tilia cordata* L.), осиной (*Populus tremula* L.), кленом остролистным (*Acer platanoides* L.).

Подлесок представлен рябиной обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.), в незначительном количестве встречаются шиповник майский (*Rosa majalis* Herrm.), шиповник собачий (*Rosa canina* L.), смородина черная (*Ribes nigrum* L.), смородина колосистая (*Ribes spicatum* E. Robson), Крушина ломкая (*Frangula alnus* L.), Жимолость настоящая (*Lanicera xylosteum* L.).

При исследовании живого напочвенного покрова было выявлено 66 видов растений, относящиеся к 38 семействам. Представленными семействами являются Вересковые (Ericaceae) — 11%, Розовые (Rosaceae) — 7%, Злаки (Poaceae) — 7 %, Бобовые (Fabaceae) — 5%, Лютиковые (Ranunculaceae) — 5% и Ситниковые (Juncaceae) — 5%. Из видов растений наиболее часто встречаются черника миртолистная (*Vaccinium myrtillus* L.), седмичник европейский (*Trientalis europaea* L.), майник двулистный (*Maianthemum bifolium* L.), кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella* L.).

В исследуемых биогеоценозах были обнаружены дереворазрушающие грибы, которые поражают валежные стволы (61%), живые (29%) и сухостойные (11%) деревья. Преобладают патогенные грибы, повреждающие валежные стволы деревьев — 12 видов (57% от общего количества), живые стволы — 6 видов (29 %), сухостойные стволы — 3 вида (14%). Из них 2 вида Климакоцистис северный (Climacocystis borealis (Fr.) Kotl. et Pouzar.) и Трутовик настоящий (Fomes fomentarius (L.: Fr.) Fr.) встречаются, как на живых деревьях, так и на сухостойных.

Анализ полученных результатов позволил выявить, что дереворазрушающими грибами пораженно 4 вида высших растений (ель (Picea), береза (Betula), липа сердцевидная (Tilia cordata L.), осина (Populus tremula L.), относящихся к четырем семействам (Betulaceae), Pinaceae, Salicaceae, Malvaceae). Наибольшее количество видов грибов паразитирует на высших растениях семейств Pinaceae – 9 видов и Betulaceae – 8 видов. Самыми распространенными оказались следующие виды дереворазрушающих грибов: Стереум нежновойлочный (Stereum subtomentosum Pouzar), Бьеркандера опалённая (Bjerkandera adusta (Willd.: Fr.) P. Karst.), Корневая губка (еловая) (Phellinus chrysoloma (Pers.: Fr.) Donk), Трутовик настоящий (Fomes fomentarius (L.: Fr.) Fr.), Климакоцистис северный (Climacocystis borealis (Fr.) Kotl. et Pouzar).

На исследованной территории выявлено 20 видов дереворазрушающих грибов, относящихся к пятнадцати родам, семи семействам, трем порядкам. Ведущими по численности видов семействами являются Hymenochaetaceae (6 видов, 30%), Fomitopsidaceae (5 видов, 25 %), Polyporaceae (3 вида, 15 %). Четыре семейства трутовых грибов представлены одним видом: Бьеркандера опалённая (Bjerkandera adusta (Willd.: Fr.) P. Karst.) (Meruliaceae), Стереум нежновой-лочный (Stereum subtomentosum Pouzar) (Stereaceae), Трутовик плоский (Ganoderma lipsiense (Batsch) G. F. Atk.) (Ganodermataceae), Корневая губка (еловая) (Heterobasidion parviporum) (Bondarzewiaceae). Для видов Трихаптум двоякий (Trichaptum pargamenum (Fr.) G. Cunn.) и Трихаптум еловый (Trichap-tum abietinum) положение в системе таксонов неясно.

По характеру питания среди выявленных видов патогенных грибов преобладают сапрофитные ксилотрофы (15 видов, 75%), произрастающие на пнях, валеже и сухостойных стволах различных древесных пород. Паразитами живых деревьев являются Трутовик ложный (Phellinus igniarius (L.: Fr.) Quel.), Климакоцистис северный (Climacocystis borealis (Fr.) Kotl. et Pouzar), Корневая губка (еловая) (Heterobasidion parviporum), Корневая губка (еловая) (Phellinus chrysoloma (Pers.: Fr.) Donk), Трутовик скошенный (Inonotus obliguus (Pers.: Fr.) Pilat) (5 видов, 25%).

Среди неинфекционных заболеваний древостоев пробных площадей наибольшее распространение получили морозобойные трещины и бурелом. Инфекционные заболевания, встречающиеся в меньшей степени, представлены стволовыми наростами. Расчет средней категории состояния насаждений исследуемых пробных площадей показал, что преобладающими являются насаждения сильно ослабленные (3 категория состояния).

Данные о фитосанитарном состоянии исследуемых пробных площадях представлены в *табл. 3*.

Анализируя состояние лесных насаждений на пробных площадях, можно отметить, что в большей степени повреждению дереворазрушающими грибами подвергаются валежные стволы. Помимо грибных па-

Табл. 3. Фитосанитарное состояние пробных площадей

№ ПП	Субстрат	Вид гриба	Количество плодовых тел, шт	Иные повреждения	Категория состояния
1	2	3	4	5	6
14/83	Валежные стволы липы	Стереум нежновойлочный	18	Морозобойные трещины, бурелом	3
	Живые стволы березы	Трутовик ложный	9		
	Валежные стволы березы	Трутовик берёзовый	13		
	Сухостойные стволы ели	Климакоцистис северный	34		
	Валежные стволы ели	Ишнодерма смолисто-пахучая	19		
	Живых стволы ели	Корневая губка (еловая)	11		

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6
05/81	Валежные стволы липы	Стереум нежновойлочный	14	Морозобойные трещины, наросты	2
	Валежные стволы липы	Бьеркандера опалённая	16		
	Валежные стволы осины	Траметес охряный	9		
	Живые стволы березы	Трутовик ложный	17		
	Валежные стволы ели	Феллинус виноградный	25		
	Валежные стволы ели	Онния войлочная	8		
03/14	Валежные стволы березы	Церрена одноцветная	21	Морозобойные трещины, бурелом	3
	Валежные стволы березы	Трутовик берёзовый	6		
	Валежные стволы березы	Стереум нежновойлочный	7		
	Живые стволы ели	Корневая губка (еловая)	32		
	Сухостойные стволы ели	Фомитопсис Каяндера	14		
	Валежные стволы ели	Трихаптум еловый	34		
	Валежные стволы ели	Трутовик розовый	16		
02/14	Живые стволы березы	Трутовик скошенный	4	Наросты, ветровал, растрескивание коры	2
	Валежные стволы березы	Трутовик плоский	24		
	Живые стволы березы	Трутовик настоящий	28		
	Валежные стволы ели	Трутовик розовый	9		
	Валежные стволы ели	Феллинус черноограниченный	14		
	Живые стволы ели	Климакоцистис северный	44		
	Живые стволы ели	Корневая губка (еловая)	38		
04/14	Валежные стволы липы	Бьеркандера опалённая	21	Ветровал, наросты	3
	Валежные стволы березы	Трихаптум двоякий	36		
	Валежные стволы березы	Трутовик плоский	12		
	Валежные стволы ели	Трихаптум еловый	29		
01/14	Валежные стволы осины	Стереум нежновойлочный	25	Бурелом, морозобойные трещины	3
	Сухостойные стволы березы	Трутовик настоящий	22		
	Валежные стволы ели	Ишнодерма смолисто-пахучая	26		
	Живых стволы ели	Корневая губка (еловая)	19		
04/81	Валежные стволы липы	Бьеркандера опалённая	27	Ветровал, наросты	2
	Валежные стволы березы	Стереум нежновойлочный	22		
	Живые стволы березы	Трутовик настоящий	11		
	Сухостойные стволы ели	Фомитопсис Каяндера	12		
	Валежные стволы ели	Онния войлочная	24		
	Живые стволы ели	Климакоцистис северный	32		
01/84	Валежные стволы липы	Бьеркандера опалённая	26	Растрескивание коры, бурелом	3
	Живые стволы березы	Трутовик скошенный	3		
	Валежные стволы березы	Трутовик берёзовый	18		
	Валежные стволы ели	Феллинус виноградный	24		
	Живые стволы ели	Корневая губка (еловая)	21		
02/84	Сухостойные стволы березы	Трутовик настоящий	22	Морозобойные трещины	2
	Валежные стволы березы	Трихаптум двоякий	17		
	Валежные стволы березы	Церрена одноцветная	28		
	Живых стволы ели	Корневая губка (еловая)	16		
	Сухостойные стволы ели	Фомитопсис Каяндера	7		
	Валежные стволы ели	Феллинус виноградный	11		
03/15	Валежные стволы березы	Трутовик плоский	18	Морозобойные трещины, ветровал	3
	Живые стволы березы	Трутовик ложный	24		
	Валежные стволы ели	Онния войлочная	12		
	Валежные стволы ели	Феллинус черноограниченный	16		
	Живые стволы ели	Корневая губка (еловая)	32		

тогенов древостои рассматриваемой пробной площади подвергаются негативному воздействию неблагоприятных погодных явлений следствием которых является появление бурелома. Следствием развития инфекционных заболеваний на ослабленных деревьях является образование наростов. Согласно шкале определения санитарного состояния лесных насаждений по диагностическим признакам совокупности деревьев рассматриваемых пробных площадей, устанавливается преобладающая категория состояния 3 (сильно ослабленные).

Выводы

В ходе исследования на территории природного заповедника «Кологривский лес» было обнаружено 20 видов дереворазрушающих грибов, самыми распространенными оказались следующие виды дереворазрушающих грибов: Стереум нежновойлочный (Stereum subtomentosum Pouzar), Бьеркандера опалённая (Bjerkandera adusta (Willd.: Fr.) P. Karst.), Губка еловая (Phellinus chrysoloma (Pers.: Fr.) Donk), Трутовик настоящий (Fomes fomentarius (L.: Fr.) Fr.), Климакоцистис северный (Climacocystis borealis (Fr.) Kotl. et Pouzar).

Произведена оценка фитосанитарного состояния еловых древостоев разного возрастного и породного состава. Результатам расчета средней категории состояния насаждений показал, что преобладающими являются насаждения сильно ослабленные (3 категория состояния).

Выявлены закономерности распространения конкретных видов дереворазрушающих грибов относительно субстрата. Наибольшему воздействию дереворазрушающих грибов подвержены валежные стволы (61%). Наименьшему воздействию патогненных грибов подвержены на живые (29%) и сухостойные (11%) деревья.

Литература

1. Гемонов, А.В. Некоторые особенности почвенного покрова заповедника «Кологривский лес» / Гемонов А.В., Лебедев А.В., Чернявин П.В. // в сборнике: Научные труды государственного природного заповедника «Кологривский лес». Сборник научных трудов. Кологрив, 2017. – С. 52-59.
2. Большаков, С. Ю. О деревообитающих грибах / С. Ю. Большаков // Мордовский заповедник. – 2014. – № 6. – С. 9-14.
3. Бондарцев, А.С. Руководство по сбору высших базидиальных грибов для научного их изучения. Споровые растения / А.С. Бондарцев, Р.А. Зингер // Труды Ботан. ин-та АН СССР. Сер. II. 1950. Вып. 6. – С. 499-543.
4. Дубенок, Н.Н. Гидролого-морфологическая характеристика постоянных водотоков заповедника «Кологривский лес» / Дубенок Н.Н., Чернявин П.В., Лебедев А.В., Гемонов А.В. // Мелиорация и водное хозяйство. 2017. № 5. – С. 44-50.
5. Дубенок, Н.Н. Динамика лесов заповедника «Кологривский лес» / Дубенок Н.Н., Чернявин П.В., Лебедев А.В., Гемонов А.В. // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2016. № 3 (31). – С. 5-18.
6. Приседський, Ю.Г. Видове різноманіття та особливості поширення дереворуйнівних грибів Немирівського району / Ю. Г. Приседський, К. С. Решетник, Ю. Ю. Ситник, Д. С. Юськов // Наукові доповіді НУБіП України. – 2020. – No 2(84). – P. 1.
7. Ванин, С.И. Лесная фитопатология / С. И. Ванин. - 2-е изд., испр. и доп. - Ленинград: Гослестехиздат, 1938. - 422 с.: ил.; 23 см.
8. Лебедев, А.В. Ход естественных процессов в древостоях ядра заповедника «Кологривский лес» / Лебедев А.В. // В сборнике: Вклад особо охраняемых природных территорий в экологическую устойчивость регионов: Современное состояние и перспективы. Материалы всероссийской (с международным участием) конференции. – 2018. – С. 6-14.
9. Лебедев, А.В. Промежуточные итоги реализации программы по изучению динамики нарушенных растительных сообществ в заповеднике «Кологривский лес» / Лебедев А.В., Чистяков С.А., Гемонов А.В., Чернявин П.В. // В сборнике: Вклад особо охраняемых природных территорий в экологическую устойчивость регионов: Современное состояние и перспективы. Материалы всероссийской (с международным участием) конференции. 2018. – С. 35-39.
10. Морозова, Т.И. Грибные болезни ели сибирской Picea obovata Ledeb. в Байкальской Сибири // Проблемы изучения и сохранения растительного мира Евразии: Матер. всерос. конф. с междунар. участием, посвященной памяти Л.В. Бардунова. – Иркутск. Изд-во ин-та географии им. В.Б. Сочавы, СО РАН, 2010. – С. 139-142.
11. Наумов, В.Д. Сравнительная оценка почв и растительности на пробных площадях лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева / Наумов В.Д., Родионов Б.С., Гемонов А.В. // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2014. – № 2. – С. 5-18.
12. Николаевская, М.А. Микрофлора еловой древесины на разных фазах распада / М.А. Николаевская, В.Р. Частухин // Почвоведениею. – 1945. – №8. – С. 403-412.
13. Соловьёв, В.А. Ксилобиология как раздел лесной экологии / В.А. Соловьёв // СПю. Экология защиты леса. – 1980. В.5. – С.99-103; В.6. – С.90-94.
14. Соловьёв, В.А. Микогенный ксилолиз, его экологическое и технологическое значение / В.А. Соловьёв // Научные основы устойчивости лесов к дереворазрушающим грибам. – М.: Наука. 1992. – С. 140-171.
15. Степанова, Н. Г. Основы экологии дереворазрушающих грибов / Н. Г. Степанова, В. А. Мухин. – М.: Наука, 1979. – 100 с.
16. Стороженко, В.Г. Структура древостоев и грибной дереворазрушающий комплекс ельников тайги европейской России / В.Г. Стороженко // Хвойные бореальной зоны. – 2020. – Т. 38. – № 3-4. – С. 146-153.
17. Стороженко, В.Г. Устойчивые лесные сообщества/ В.Г. Стороженко. – М.: «Гриф и К.». 2007. –190 с.
18. Стороженко, В.Г. Участие дереворазрушающих грибов в процессах деструкции и формирования лесных сообществ / В. Г. Стороженко // Хвойные бореальной зоны. – 2016. – Т. 34. – № 1-2. – С. 87-91.

19. Стороженко, В. Г. Грибная биотрофная дереворазрушающая биота в лесных экосистемах Европейской России / В. Г. Стороженко // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2017. – № 1. – С. 147-154.
20. Стороженко, В. Г. Стратегия поведения дереворазрушающих грибов в связи с динамикой лесных биогеоценозов / В. Г. Стороженко // Лесоведение. – 2014. – № 3. – С. 58-64.
21. Сукачев, В.Н. Избр. тр. Т. 3. Проблемы фитоценологии / В.Н. Сукачев. – Л.: Наука, 1975.
22. Частухин, В.Я. Биологический распад и ресинтез органических веществ в природе / В.Я. Частухин, М.А. Николаевская. – Л.: Наука, 1969.
23. Частухин, В.Я. Исследования по экологии грибов, образующих антибиотические вещества/ В.Я. Частухин, М.А. Николаевская// Микробиология, 1948а. – № 1. – С. 3-9.
24. Чернявин, П.В. Изменение характеристик лесного фонда заповедника «Кологривский лес» / Чернявин П.В., Лебедев А.В., Гемонов А.В., Чистяков С.А. // В сборнике: Научные труды государственного природного заповедника «Кологривский лес». Сборник научных трудов. Кологрив, 2017. – С. 6-12.

References

1. Gemonov, A.V. Nekotory`e osobennosti pochvennogo pokrova zapovednika “Kologrivskij les” / Gemonov A.V., Lebedev A.V., Chernyavin P.V. // v sbornike: Nauchny`e trudy` gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika “Kologrivskij les”. Sbornik nauchny`x trudov. Kologriv, 2017. S. 52-59.
2. Bol`shakov, S. Yu. O derevoobitayushhix gribax / S. Yu. Bol`shakov // Mordovskij zapovednik. – 2014. – № 6. – S. 9-14.
3. Bondarcev, A.S. Rukovodstvo po sboru vy`sshix bazidial`ny`x gribov dlya nauchnogo ix izucheniya. Sporovy`e rasteniya / A.S. Bondarcev, R.A. Zinger // Trudy` Botan. in-ta AN SSSR. Ser. II. 1950. Vy`p. 6. S. 499-543.
4. Dubenok, N.N. Gidrologo-morfologicheskaya xarakteristika postoyanny`x vodotokov zapovednika “Kologrivskij les” / Dubenok N.N., Chernyavin P.V., Lebedev A.V., Gemonov A.V. // Melioraciya i vodnoe xozyajstvo. 2017. № 5. S. 44-50.
5. Dubenok, N.N. Dinamika lesov zapovednika “Kologrivskij les” / Dubenok N.N., Chernyavin P.V., Lebedev A.V., Gemonov A.V. // Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo texnologicheskogo universiteta. Seriya: Les. E`kologiya. Prirodopol`zovanie. 2016. № 3 (31). S. 5-18.
6. Priseds`kij, Yu.G. Vidove riznomanittya ta osoblivosti poshirennya derevorujnivnix gribiv Nemirivs`kogo rajonu / Yu. G. Priseds`kij, K. S. Reshetnik, Yu. Yu. Sitnik, D. S. Yus`kov // Naukovi dopovidi NUBiP Ukraïni. – 2020. – No 2(84). – P. 1.
7. Vanin, S.I. Lesnaya fitopatologiya / S. I. Vanin. - 2-e izd., ispr. i dop. - Leningrad: Goslestexizdat, 1938. – 422 s.
8. Lebedev, A.V. Xod estestvenny`x processov v drevostoyax yadra zapovednika “Kologrivskij les” / Lebedev A.V. // V sbornike: Vklad osobo oxranyaemy`x prirodny`x territorij v e`kologicheskuyu ustojchivost` regionov: Sovremennoe sostoyanie i perspektivy`. Materialy` vserossijskoj (s mezhdunarodny`m uchastiem) konferencii. -2018. – S. 6-14.
9. Lebedev, A.V. Promezhutochny`e itogi realizacii programmy` po izucheniyu dinamiki narushenny`x rastitel`ny`x soobshhestv v zapovednike “Kologrivskij les” / Lebedev A.V., Chistyakov S.A., Gemonov A.V., Chernyavin P.V. // V sbornike: Vklad osobo oxranyaemy`x prirodny`x territorij v e`kologicheskuyu ustojchivost` regionov: Sovremennoe sostoyanie i perspektivy`. Materialy` vserossijskoj (s mezhdunarodny`m uchastiem) konferencii. 2018. – S. 35-39.
10. Morozova, T.I. Gribny`e bolezni eli sibirskoj Picea obovata Ledeb. v Bajkal`skoj Sibiri // Problemy` izucheniya i soxraneniya rastitel`nogo mira Evrazii: Mater. vseros. konf. s mezhdunar. uchastiem, posvyashhennoj pamyati L.V. Bardunova. – Irkutsk. Izd-vo in-ta geografii im. V.B. Sochavy`, SO RAN, 2010. – C. 139-142.
11. Naumov, V.D. Sravnitel`naya ocenka pochv i rastitel`nosti na probny`x ploshhadyax lesnoj opy`tnoj dachi RGAU-MSXA imeni K.A. Timiryazeva / Naumov V.D., Rodionov B.S., Gemonov A.V. // Izvestiya Timiryazevskoj sel`skoxozyajstvennoj akademii. 2014. № 2. – S. 5-18.
12. Nikolaevckaya, M.A. Mikroflora elovoj drevesiny` na razny`x fazax raspada / M.A. Nikolaevckaya, B.R. Chastuxin // Pochvovedenie, 1945. – №8, s. 40Z-412.
13. Solov`yov, V.A. Ksilobiologiya kak razdel lesnoj e`kologii / V.A. Solov`yov // SPyu. E`kologiya zashhity` lesa. – 1980. V.5. – S.99-103; V.6. – S.90-94.
14. Solov`yov, V.A. Mikogenny`j ksiloliz, ego e`kologicheskoe i texnologicheskoe znachenie / V.A. Solov`yov // Nauchny`e osnovy` ustojchivosti lesov k derevorazrushayushhim gribam M.: Nauka. 1992. S. 140-171.
15. Stepanova, N. G. Osnovy` e`kologii derevorazrushayushhix gribov / N. G. Stepanova, V. A. Muxin. -M.: Nauka, 1979. 100 s.
16. Storozhenko, V.G. Struktura drevostoev i gribnoj derevorazrushayushhij kompleks el`nikov tajgi evropejskoj Rossii / V.G. Storozhenko // Xvojny`e boreal`noj zony`. – 2020. – T. 38. – № 3-4. – S. 146-153.
17. Storozhenko, V.G. Ustojchivy`e lesny`e soobshhestva/ V.G. Storozhenko. -M.: «Grif i K.». 2007. 190 s.
18. Storozhenko, V.G. Uchastie derevorazrushayushhix gribov v processax destrukcii i formirovaniya lesny`x soobshhestv / V. G. Storozhenko // Xvojny`e boreal`noj zony`. – 2016. – T. 34. – № 1-2. – S. 87-91.
19. Storozhenko, V. G. Gribnaya biotrofnaya derevorazrushayushhaya biota v lesny`x e`kosistemax Evropejskoj Rossii / V. G. Storozhenko // Ul`yanovskij mediko-biologicheskij zhurnal. – 2017. – № 1. – S. 147-154.
20. Storozhenko, V. G. Strategiya povedeniya derevorazrushayushhix gribov v svyazi s dinamikoj lesny`x biogeocenozov / V. G. Storozhenko // Lesovedenie. – 2014. – № 3. – S. 58-64.
21. Sukachev, V.N. Izbr. tr. T. 3. Problemy` fitocenologii / V.N. Sukachev. – L.: Nauka, 1975.

22. Chastuxin, V.Ya. Biologicheskij raspad i resintez organicheskix veshhestv v prirode / V.Ya. Chastuxin, M.A. Nikolaevskaya. -L.: Nauka, 1969.
23. Chastuxin, V.Ya. Issledovaniya po e`kologii gribov, obrazuyushhix antibioticheskie veshhestva/ V.Ya. Chastuxin, M.A. Nikolaevskaya// Mikrobiologiya, 1948a. – № 1. – S. 3-9.
24. Chernyavin, P.V. Izmenenie xarakteristik lesnogo fonda zapovednika "Kologrivskij les" / Chernyavin P.V., Lebedev A.V., Gemonov A.V., Chistyakov S.A. // V sbornike: Nauchny`e trudy` gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika "Kologrivskij les". Sbornik nauchny`x trudov. Kologriv, 2017. – S. 6-12.

S. N. Volkov[1,2], A. V. Gemonov[2,3], A. V. Lebedev[2,3], T. A. Fedorova[1], D. Yu. Saykova[2]

[1]Peoples' Friendship University of Russia,
[2]Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
[3]Kologrivsky Forest state natural reserve named after M.G. Sinitsyn,
vergasovser@mail.ru

INFLUENCE OF WOOD DECAYING FUNGI ON TREE STANDS IN THE KOLOGRIVSKY FOREST RESERVE

Forests are a strategic natural resource on large territories of the Russian Federation. Therefore, the country is faced with the task of obtaining information about forest quantitative and qualitative characteristics, and timely ensuring the organization of measures aimed at protecting forests in order to preserve their fulfillment of the main functions. The aim of the study was to assess the impact of wood–decay fungi in spruce stands of the Kologrivsky Forest reserve. The object of the study was wood decaying fungi found in stands of different ages with a predominance of spruce in the stand. Fungi were identified by fruit bodies using a guide and microscopic studies. During the research, 20 species of wood decaying fungi were found on the territory of the Kologrivsky Forest nature reserve. The most common were the following types of fungi: Stereum subtomentosum Pouzar, Bjerkandera adusta (Willd.: Fr.) P. Karst., Phellinus chrysoloma (Pers.: Fr.) Donk, Fomes fomentarius (L.: Fr.) Fr., Climacocystis borealis (Fr.) Kotl. Et Pouzar. The assessment of the phytosanitary state of spruce stands of different age and species composition was made. The results of calculating the average category of the state of plantings showed that the predominant stands were heavily weakened (3 category). Regularities of the distribution of specific species of wood decaying fungi regarding the substrate have been revealed. Dead fallen woods were most affected by wood– decaying fungi (61%). Living and dead standing trees were least affected by pathogenic fungi – 29% and 11%, respectively.

Key words: phytosanitary assessment, wood decaying fungi, nature reserve, Kologrivsky Forest.

Phylogenetic Analysis of the Parasitoid Flies (Tachinidae, Diptera) based on Morphological Data

УДК 57.065
DOI: 10.32935/2221-7312-2021-50-4-44-47

A. Elhashash[1,2]
[1]Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University),
[2]Plant Protection Research Institute, Agricultural Research Center
Arafa.elhashash@yahoo.com

The parasitoid family Tachinidae are very diverse group of insects and with important role in biological control, nevertheless the phylogenetic studies are few and still weakly known for higher groups. Here, we present cladistic analysis of the family based on morphological data. Phylogenetic analyses were conducted using 121 morphological characters from 40 species belonging to 30 tachinid genera, including the four currently recognized subfamilies (Dexiinae, Exoristinae, Phasiinae, Tachininae) and 20 tribes. The Tachinidae (clade A) are reconstructed as a monophyletic assemblage based on four nonhomoplasious apomorphies (synapomorphies) (25:0, arista bare; 48:0, anatergite bare; 57:1, subscutellum strongly convex; 115:1, Extension of dorsal sclerite of distiphallus, longitudinal division entirely fused mid-dorsally from each other into a single sclerotization, distally not bifid) and four homoplasious apomorphies (9:3; 43:1; 46:1; 95:1). Monophyly is well supported by a bootstrap value and a resampling probability of 100. Our analysis generally supports the subfamily grouping Dexiinae + Phasiinae, while Tachininae + Exoristinae is not supported as one group, and with only the Exoristinae and the Phasiinae reconstructed as monophyletic assemblages. The Dexiinae, which were previously considered a well-established monophyletic assemblage (except in few studies), are reconstructed as being poly-paraphyletic with respect to the Phasiinae. The Tachininae are reconstructed as a paraphyletic grade, while monophyly of Exoristinae were recovered except genus Admontia Brauer & Bergenstamm which arose within subfamily Tachininae.

Ключевые слова: Phylogenetic relationships, Morphology, Tachinidae.

Introduction

Tachinidae are one of the most diverse families of Diptera with about 10 000 species [10]. This family is divided into four subfamilies: Phasiinae, Dexiinae, Tachininae and Exoristinae that composed of nearly 60 tribes [2, 11]. At least 15 orders of Arthropoda are hosts by all known tachinid species that considered as internal parasitoids of insects or other arthropods [10]. However, the most of tachinid species parasitize holometabolous insect larvae (Lepidoptera, Coleoptera, and Hymenoptera) or adult beetles, as well as true bugs [2, 10]. As enemies of these primarily phytophagous groups, tachinids play important role in biological control.

Materials and methods

Tachinid taxa were obtained by hand collecting and malaise trap from the countries Russia and Egypt, as well as one specimen from Panama. Tachinidae were sampled to provide representative specimens (A total of 120 specimens were analyzed) of the four subfamilies (Dexiinae, Exoristinae, Phasinae, Tachininae), and 30 genera of 20 tribes, and out-group taxa were selected based on previous studies [2, 9, 11, 12]. A total of 42 terminals were used, 2 as outgroups and 40 for the in-group. Most characters were based on previous taxonomic and phylogenetic studies [2]. The remaining characters were based on personal observations of specimens. All characters were treated as unordered. The data matrix was constructed using winclada v.1.00.08. Analysis was performed using TNT v.1.1 software.

Results and Discussion

Our analysis generally supports the subfamily groupings (Dexiinae + Phasiinae) + Exoristinae) + Tachininae), with only the Exoristinae and the Phasiinae reconstructed as monophyletic assemblages support the subfamily relationships indicated in previous morphological [2] and molecular [1, 11, 15] reconstructions.

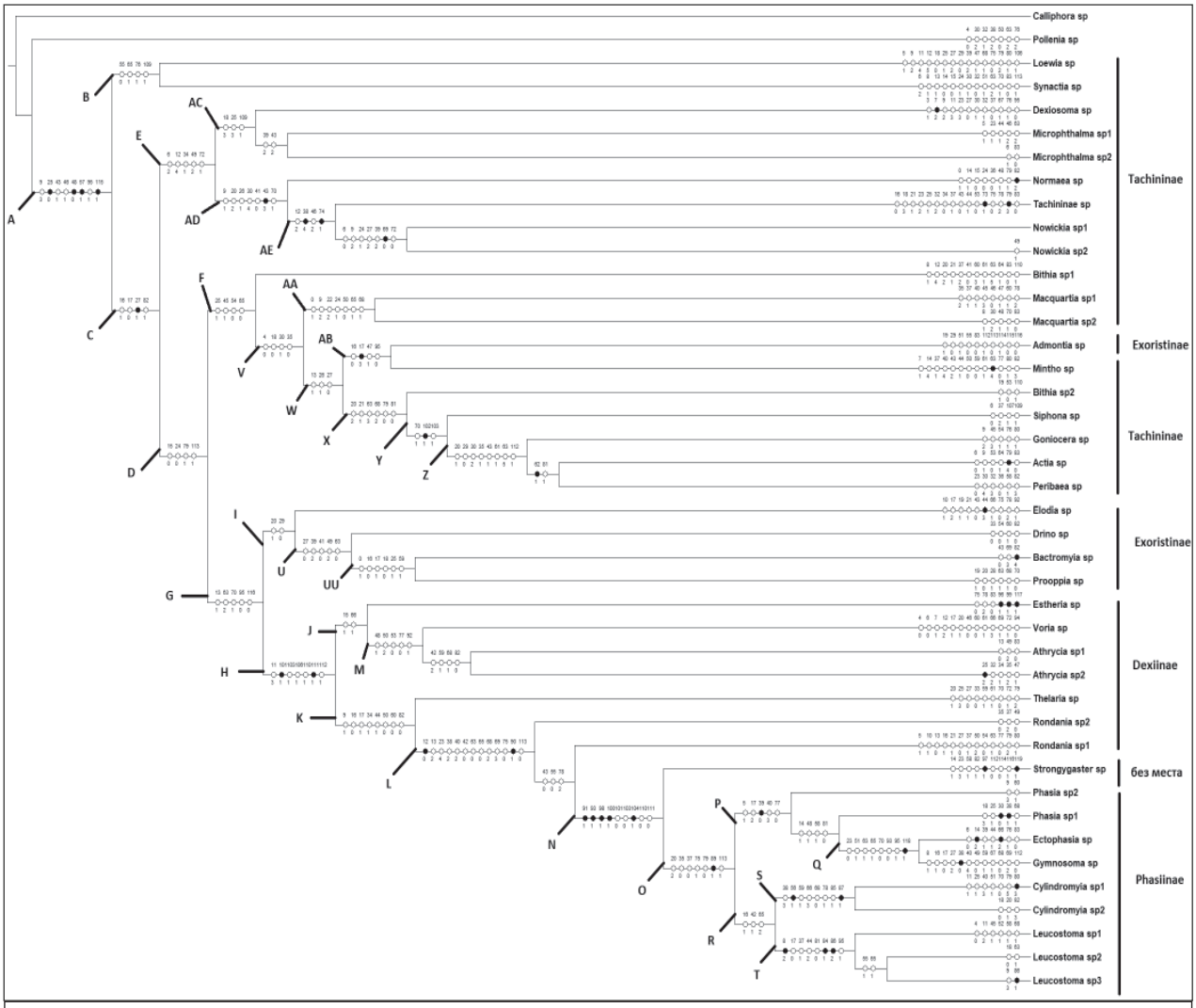
Under the study conditions, the Dexiinae, are reconstructed as being paraphyletic with respect to the Phasiinae confirming the analysis of morphological data [2], in contrast to the molecular study [13] were considered a well-established monophyletic assemblage.

Phylogenetic relationships among genera and tribes of Phasiinae recovered here are congruent with the findings of the previous works [2, 1, 11], as in these previous works, we found relatively strong support for a monophyletic Phasiinae.

The Tachininae are reconstructed as a paraphyletic grade as a sister to the group (Dexiinae + Phasiinae) + Exoristinae). The Exoristinae are reconstructed as a monophyletic lineage.

Phasiinae and dexiinae

Our analysis generally supports the subfamily grouping Dexiinae + Phasiinae (see dendogram), first proposed before [10], with only the Exoristinae and the Phasiinae reconstructed as monophyletic lineages. This contrasts with other views [6] in which the Tachinidae were grouped into Tachininae + Dexiinae and Exoristinae + Phasiinae based on their oviposition and egg types.



Dendogram constructed using the MP method. *Pollenia sp*. and *Calliphora sp*. On the branches — white circles are homoplastic (plesiomorphic) characters, and black circles are autapomorphic characters

Interestingly, the Dexiinae, which were previously considered a well-established monophyletic assemblage, are reconstructed here as paraphyletic with respect to the Phasiinae.

Following the traditional definition of the Dexiinae [8, 13, 16] all members of the subfamily share a strap-like pregonite (101:1) and have the basiphallus and distiphallus joined at a right angle (112:1) through a membranous connection (111:1). In particular, states 111:1 and 112:1, characterizing the dexiine-type phallus, are here reconstructed as autapomorphic support for the clade Dexiinae + Phasiinae. Interestingly, our results support the affinities between Dufouriini (*Rondania* Robineau-Desvoidy) and Phasiinae identified [15, 16], reconstructing the former as a grade from which the latter arose (see dendogram).

Our analysis provides support for the subfamily affiliation of *Strongygaster* within the Phasiinae that agreed with previous suggestion [4] and other analyses [1, 2]. All Phasiinae, with the exception of *Strongygaster*, are parasitoids of true bugs and all other Tachinidae are parasitoids of other arthropods. The characters of the male terminalia play a crucial role in defining phylogenetic relationships over those of the female genitalia, supporting the hypothesis before [2, 10].

Adults of the small tribe Strongygastrini resemble members of *Phasia* Latreille, and other characters have led most authors to place the genus in the Phasiinae [5, 13], where it is placed in our analysis. However, unlike other phasiines, species of *Strongygaster* are not parasitoids of true bugs and are ovolarviparous. *Strongygasterwas* placed at the base of the Phasiinae [2, 10]. it was doubted that the phasiine affinity of *Strongygaster* and placed the genus in the Tachininae [8].

Taxon that appears to be particularly mobile and troublesome in the voriine grade include *Thelaira*, tentatively placed in the subfamily Tachininae [3] in contrast [2, 13] postioned it within Dexiinae (Voriini) and in our study it places as sister to Phasiinae (see

dendogram). *Thelaira* placed within tribe Voriini in some previous studies [1, 2, 11], in contrast our analysis positioned this genus out of tribe Voriini.

Exoristinae

Exoristinae is well supported and reconstructed as a monophyletic lineage. Notably, recent quantitative phylogenetic analyses of the Exoristinae using molecular data have also found evidence of monophyly for the subfamily. Exoristinae were recovered as monophyletic in most analyses [11], with the possible exception of certain 'rogue' taxa, including *Ceracia* Rondani, *Masiphya* Brauer & Bergenstamm, and *Phyllophilopsis* Townsend. In their more comprehensive analysis [14], were able to resolve a monophyletic Exoristinae as sister to Tachininae, similar to the results found in the morphological study [2]. These results suggest that the seemingly labile character of a 'haired' prosternum (29:0) used by taxonomists to help define groups is remarkably phylogenetically conserved, although it is present in some Tachininae and has been lost from some Blondeliini and a few Goniini.

The quantitative phylogenetic analysis of the family, the phylogenetic relationships within the Exoristinae are largely unresolved and only the Exoristini and Goniini are reconstructed as monophyletic in all analyses [2]. Although the Exoristinae are the most diverse subfamily of Tachinidae in terms of numbers of described species, they are the most morphologically homogeneous subfamily as well. Most of the variation that does exist appears to be highly homoplasious, with similar character states recurring over and over again. The lack of resolution and rampant homoplasy in this subfamily may reflect its relatively recent and explosive evolutionary radiation. Although employing far fewer taxa than in others [2, 14] molecular phylogenetic analyses generally supported monophyly of each of the tribes of Exoristinae and indicated sister-group relationships as follows: ([(Goniini + Eryciini) + Blondeliini) + Exoristini] + Ethillini). Reaching similar, if less clear, conclusions, except was unable to recover a monophyletic Goniini [11]. Neither the Eryciini nor the Blondeliini can be defined on the basis of non-homoplasious apomorphies, and results suggested that they may not be monophyletic groups [2].

The monophyletic subfamily Exoristinae were reconstructed and largely supported current tribal divisions [13]. The blondeliines and the eryciine/goniine were assembled in one lineage. Several authors have suggested that the Eryciini are likely paraphyletic [9, 11, 12] and our results not support this view, but it may be because of the lack of taxa that employed in this study, so it is need more studies with more taxa to get a clear sight to the Exoristinae and the all Tachinidae in general.

As a previous result [11], absolute monophyly of Gonini was not indicated despite convincing morphological evidence that the tribe is monophyletic [2].

Complexity of Tachininae

The Tachininae are the most morphologically heterogeneous subfamily of Tachinidae, containing a multitude of disparate tribes. Yet, aside from the departure of the beetle-attacking Macquartiini [11], Tachininae are strongly supported as a clade and many relationships within the subfamily are poorly resolved in our analyses as monophyletic group.

It is generally agreed that the Tachininae are the most weakly supported tachinid subfamily [13], being composed of a diversity of morphologically heterogeneous taxa. This is corroborated by our analysis, in which the subfamily is fragmented into a number of para- and polyphyletic lineages. The clade B (*Loew* + *Synactia*) are separated from Tachininae (see dendogram), where is recovered as sister to all the remaining tachinids. This clade are not retrieved as monophyletic here where, *Loewia* in this clade, is examined as a members of the Loewiini [7]. This genus is a sister to genus *Synactia* Villeneuve (tribe Ernestiini) currently included [4], this tribe was reconstructed as polyphyletic including *Synactia* [2].

Nearly all the currently recognized tachinine tribes are reconstructed as para- or polyphyletic, as already hypothesized by several authors [2, 13]. Only a few tribes (Siphonini, Megaprosopini, Tachinini s.s.), nested within this large grade, received support as representing monophyletic groups. The Siphonini are well supported, confirming conclusions of some authors [2, 7], based upon membranous anterior portion of pregonite. Support for the Tachinini s.s. (*Tachinini sp* from Panama, *Tachina* Meigen (subgenus Nowickia Wachtl) is relatively strong, supporting before [6] and most subsequent authors in defining this clade as those Tachininae with the posterior (here posterolateral) margin of the hind coxa setose (74:1). The Megaprosopini (*Dexiosoma* Rondani and *Microphthalma* Macquart) are strongly supported as monophyletic group by absence of *epiphallus* and vibrissa distantly inserted above lower facial margin.

Leskiini (*Bithia sp1 and Bithia sp2*) are not recovered, in contrast in analyses [13] were monophyletic, with the exception of *Ginglymyia* which weakly joins Graphogastrini + *Eulasiona*, while were reconstructed as paraphyletic in the morphological analysis [2].

The *Mintho* is joins with the clade of *Bithia sp2* + Siphonini and Paraphyly of minthoines was also found in the phylogenetic analysis of morphology [2]. The relationships among *Mintho*-leskiine lineages with moderately well-supported were reconstructed [13], suggesting a rapid diversification of lineages and Leskiini, were not robustly resolved.

The diverse assemblage of tribes including Siphonini, Tachinini, Megaprosopini, Loewiini, Ernestiini, Nemoraeini, Tachinini group were gathered in the lineage of Tachininae [13]. While in our study Tachinini, Megaprosopini, Nemoraeini are assembled in one lineage,

where Loewiini (centipede parasitoids *Loewia*), Ernestiini (*Synactia*) are basal lineages and Siphonini is monophyletic tribe and sister to *Mintho*, leskiini and Macquartini.

The researcher (Elhashash Arafa) is funded by a scholarship under the joint (executive program between the Arab Republic of Egypt and the Russian Federation.

References

1. Blaschke, J.-S., Stireman III, J.-O., O'Hara, J.-E., Cerretti, P., Moulton, J.-K. (2018): Molecular phylogenetics and piercer evolution in the bug-killing flies (Diptera: Tachinidae: Phasiinae). Systematic Entomology 43, 218–238.
2. Cerretti, P., O'Hara, J.-E., Wood, D.-M., Shima, H., Inclan, D.-J., Stireman III, J.-O. (2014): Signal through the noise? Phylogeny of the Tachinidae (Diptera) as inferred from morphological evidence Systematic Entomology 39, 335–353.
3. Crosskey R.-W. (1973): A conspectus of the Tachinidae (Diptera) of Australia, including keys to the supraspecific taxa and taxonomic and host catalogues. Bulletin of the British Museum (Natural History). Entomology Supplement 21: 221 pp.
4. Herting B. (1984) Catalogue of Palearctic Tachinidae (Diptera). Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde. Serie A (Biologie). pp. 228.
5. Herting B. (1957): Das weibliche Postabdomen der calyptraten Fliegen (Diptera) und sein Merkmalswert für die Systematik der gruppe. Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere 45, 429–461.
6. Mesnil L.-P. (1966): 64g. Larvaevorinae (Tachininae). Die Fliegen der palaearktischen Region 10. pp. 881–928.
7. O'Hara J.-E. (1989): Systematics of the genus group taxa of the Siphonini (Diptera: Tachinidae). Quaestiones Entomologicae 25, 1–229.
8. O'Hara J.-E, Wood D.-M. (2004): Catalogue of the Tachinidae (Diptera) of America north of Mexico. Memoirs on Entomology, International, 18: pp. iv + 410.
9. Osten-Sacken C.-R. (1858): Catalogue of the described Diptera of North America. Smithsonian Miscellaneous Collections 3 (1). pp. 92.
10. Shima H. (1989): Parasitic way of life in tachinid flies. Insectarium 26, 120–126.
11. Stireman, J.-O. (2002). Phylogenetic relationships of tachinid flies in subfamily Exoristinae (Tachinidae: Diptera) based on 28s dDNA and elongation factor-1α. Systematic Entomology 27, 409–435
12. Stireman III, J.-O., O'Hara, J.-E., Wood, D.-M. (2006): Tachinidae: evolution, behavior, and ecology. Annu. Rev. Entomology 51, 525–555.
13. John O. Stireman III, Pierfilippo Cerretti, James E. O'Hara, Jeremy D. Blaschke, John K. Moulton (2019): Molecular phylogeny and evolution of world Tachinidae (Diptera). Systematic Entomology 139, 1–19.
14. Tachi, T., Shima, H. (2010): Molecular phylogeny of the subfamily Exoristinae (Diptera, Tachinidae), with discussions on the evolutionary history of female oviposition strategy. Systematic Entomology 35, 148–163.
15. Tschorsnig H.-P. (1985): Taxonomie forstlich wichtiger Parasiten: Untersuchungen zur Struktur des männlichen Postabdomens der Raupenfliegen (Diptera, Tachinidae). Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde. Serie A (Biologie) 383, 1–137.
16. Verbeke J. (1963): The structure of the male genitalia in Tachinidae (Diptera) and their taxonomic value. Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde 114, 1–5.
17. Winkler, I.-S., Blaschke, J.-D., Davis, D.-J., Stireman III, J.-O., O'Hara, J.-E., Cerretti, P., Moulton, J.-K. (2015): Explosive radiation or uninformative genes? Origin and early diversification of tachinid flies (Diptera: Tachinidae). Molecular Phylogenetic Evolution 88, 38–54.
18. Wood D.-M. (1987): Tachinidae, Manual of Nearctic Diptera. Volume 2. Agriculture Canada Monograph 28, 1193–1269.

А. Эльхашаш[1,2]

[1]Российский университет дружбы народов,
[2]Научно-исследовательский институт защиты растений, Центр Аграрных исследований, Египет
Arafa.elhashash@yahoo.com

ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МУХ-ПАРАЗИТОИДОВ (TACHINIDAE, DIPTERA) НА ОСНОВЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Семейство паразитоидов Tachinidae – очень разнообразная группа насекомых, играющих важную роль в биологическом контроле, тем не менее, филогенетические исследования немногочисленны и все еще слабо известны для более высоких групп. Здесь мы представляем кладистический анализ семьи на основе морфологических данных. Филогенетический анализ был проведен с использованием 121 морфологического признака от 40 видов, принадлежащих к 30 родам тахинид, включая четыре признанных в настоящее время подсемейства (Dexiinae, Exoristinae, Phasiinae, Tachininae) и 20 триб. Tachinidae (клады A) реконструированы как монофилетический комплекс на основе четырех негомоплазных апоморфий (синапоморфий) (25: 0, arista bare; 48: 0, анатергит голый; 57: 1, подщиток сильно выпуклый; 115: 1, расширение дорсального склерит дистифаллуса, продольные подразделения полностью слились в срединно-дорсальном направлении друг от друга в единую склеротизацию, дистально не раздвоенную) и четыре гомоплазных апоморфии (9: 3; 43: 1; 46: 1; 95: 1). Монофилия хорошо поддерживается значением бутстрапа и вероятностью повторной выборки 100. Наш анализ в целом поддерживает подсемейство, объединяющее Dexiinae + Phasiinae, тогда как Tachininae + Exoristinae не поддерживается как одна группа, и только Exoristinae и Phasiinae реконструированы как монофилетические сообщества. Dexiinae, которые ранее считались хорошо установленным монофилетическим сообществом (за исключением нескольких исследований), реконструированы как полипарафилетические по отношению к Phasiinae. Tachininae реконструированы как парафилетическая степень, в то время как монофилия Exoristinae была восстановлена, за исключением рода Admontia Brauer & Bergenstamm, который возник в подсемействе Tachininae.

Key words: филогенетические отношения, морфология, тахиниды.

Assessment of the Complex Impact of Negative Factors, Primarily Radionuclides on Soils of Urban Agglomerations Affecting the Provision of Their Basic Functions and Ecosystem Services

УДК 06.01.01, 08.00.05
DOI: 10.32935/2221-7312-2021-50-4-48-58

V. G. Plyushchikov, V. P. Avdotyin, N. I. Khairova, V. N. Grichin
Peoples' Friendship University of Russia
avdotinvp@mail.ru

The subject of the work is the assessment of the impact of a set of negative factors, primarily radionuclides on the soils of urban agglomerations affecting the provision of their basic functions and ecosystem services. This has a significant impact on critical infrastructure, especially on the sustainable functioning of housing and communal services based on the prediction of synergistic mutagenic, carcinogenic and lethal effects in the interaction of various environmental factors. The methodology of the work is based on a risk-based approach. The results of the work are based on a mathematical model of synergism which quantitatively describes and interprets data on the yield of mutations and cytogenetic damage in plants, living organisms. The results of the work add to the current level of understanding of the synergistic interactions of various negative environmental factors in the soil of urban agglomerations to ensure their basic functions and ecosystem. The main result of the work is the inclusion of a combination factor and mutual influence of negative factors in a list of factors to be considered in the development of municipal disaster risk reduction programs. The results of this work can be used by ecologists and give practical recommendations on sanitation and hygiene. The work was supported by RFBR grant 20-010-00812.

Ключевые слова: mathematical modeling, soil, urban agglomeration, ecosystem services, risk, catastrophes.

Introduction

Statement of the problem on the current topic. It is assumed that by 2050, 66 percent of the world's population will be urbanized. At the same time, the number of informal settlements outside cities will continue to grow rapidly. In addition to the negative consequences of inappropriate urbanization for socio-economic development, the risks and humanitarian consequences of rapid urbanization are catastrophically increasing. Major disasters that have occurred in different parts of the world over the past decade have created more losses and damage in cities than in other areas of socio-economic development. At the third World Conference on the International Strategy for Disaster Reduction of the United Nations, held in Sendai, Japan, in 2015, the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction for 2015-2030 was adopted, which was approved by UN member countries.

In the Sendai Declaration, countries around the world reaffirmed their commitment to reducing the risk of catastrophes and increasing resilience, ensuring that an integral part of the industrialization and urban development process is to ensure the sustainability of socio-economic development, taking into account such a risk-generating factor affecting socio-economic development, such as environmental degradation. Today it is widely recognized that sustainable development is unattainable without reducing the danger of catastrophes. One of the most acute problems of our time is the struggle for the cleanliness of the environment.

Soil agglomerations are constantly exposed to a whole range of negative factors. Soil is the most important component of the ecosystem, which accumulates chemical pollutants. In the soils of urban agglomerations, many contaminants have been accumulated that can bind to mineral and organic compounds, which increases the overall level of soil toxicity. Soil contaminants are dangerous, first of all, because they have the ability to bioaccumulate, that is, the accumulation of living organisms in tissues and at excessive concentrations show their toxic properties.

At present, only certain negative soil factors are taken into account when analyzing the risk of catastrophes, based on the maximum permissible concentrations (MPC) of certain substances. The combination of the mutual influence of negative factors in the soils of urban agglomerations affects the provision of their key functions and ecosystem services at much lower concentrations. Under ecosystem functions, processes and objective interrelationships existing in ecosystems, regardless of man, are usually understood. Ecological services of ecosystems or environmental services - the implementation of ecosystems of economically useful functions for humans. Such influence of combinations and mutual influence of negative soil factors increases the risk to human life, as soil is the main component of urban terrestrial ecosystems.

According to the World Health Organization, toxic soil contaminants already now occupy the first place in terms of hazard. Soils are the main depositing medium where toxic pollutants come with fallouts from the

atmosphere, deciduous leaves, dead parts of plants, etc. Soil condition is an integral indicator of the long-term process of pollution of the entire environment, giving an idea of the quality of life-supporting environments - atmospheric air and water. In addition, contaminated soils themselves are a source of secondary pollution of the surface layer of air, surface and ground out water. Thus, the soils are of triple interest: as the initial link of the food chain, as a source of secondary air pollution and as an integral indicator of the ecological state of the environment.

Negative soil factors can occur in a sequential combination or act simultaneously. A great danger is represented by a combination of factors that have a mutagenic effect. In addition to the direct negative effect on living organisms, they cause distant consequences that can manifest themselves as cancers or occur in subsequent generations of people [2]. The variety of negative factors affecting the soil makes the problem of studying the patterns of combined effects and their mathematical modeling relevant for the purpose of predicting the expected consequences. To date, the domestic and foreign literature has accumulated experimental data on combined effects in the environment of many physical and chemical factors.

The situation is complicated by the fact that the harmful effect of certain agents can not only be summed up, but also strengthened through synergistic interaction. Therefore, the forecasting of effects in the synergistic interaction of various factors on soils is topical. Natural services can be called ecological services of conditionally unchanging, natural ecosystems. If the term ecological (ecosystem, priodic) service is used in the singular, then it means a holistic set of economically useful human functions related to the vital activity of a particular ecosystem or its constituent object. Destruction of natural service in this case is naturally considered to be the carrying out of a natural ecosystem into a state in which the implementation of such functions ceases altogether, destruction is a state in which the set of such functions becomes qualitatively different, incomplete, reduced.

The purpose of the article is to show the influence of the co- (heavy metals, pesticides, radionuclides, etc.) in the soils of urban agglomerations to ensure their key functions and ecosystem services, which affects the risks of disaster th in cities and opportunities to achieve the goals of sustainable development.

To accomplish this goal, the following tasks were solved: (1) demonstrate on the experimental data that the nature of the interaction of agents in combined effects depends on the ratio of the injuries induced by them; (2) to formulate and adapt, in order to assess the influence of the combination of negative factors (heavy metals, pesticides, radionuclides, etc.) in the soils of urban agglomerations on the provision of their key functions and ecosystem services, a mathematical model of synergism; (3) verify the applicability of the synergism model for forecasting the effect of the combination (mutual influence) of negative factors (heavy metals, pesticides, radionuclides, etc.) in the soils of urban agglomerations to ensure their key functions and ecosystem services; (4) assess the feasibility of using a synergistic model to describe the effects of combined effects of factoring for inclusion in the list of factors that need to be considered when developing disaster risk reduction programs in urban agglomerations.

A description of the structure of the article. The article gives an overview of the relevant scientific sources on the subject of the article, the methodology for assessing the influence of the combination of negative factors (heavy metals, pesticides, radionuclides, etc.) in the soils of urban agglomerations on the provision of their key functions and ecosystem services is disclosed, which affects the risks of disasters in cities and opportunities to achieve the goals of sustainable development, presents the results of the study and their analysis, draws conclusions and identifies areas for further research. A list of references is presented.

The main part Review of relevant scientific sources.

For a long time, soil scientists have been engaged mainly in studying natural (natural) and agricultural soils, paying less attention to the soils of urbanized areas. Indicators of the state of soils functioning in urban conditions are integral, characterizing the ecological and sanitary state of the environment. On the other hand, they represent a potential source of secondary pollution of the surface layer of the atmosphere, surface and groundwater. Currently, much more attention is paid to the study of soils in populated areas, including Russian researchers (Dolotov, Ponomareva, 1982; Lepneva, Obukhov, 1987; Bakanin, 1990; Agarkova, 1991; Gennadiev, 1992; Nikiforova, Lazukova, 1991, 1995; Gerasimova, 2003; Kovaleva et al. 2012; Matinyan, Bakhmatova, 2012). The concept of "urban soils" was first introduced by Bockheim (USA) in 1974 . He defined the urban soil as "soil material containing an anthropogenic layer of non-agricultural artificial origin 50 cm thick, formed by mixing, filling or contaminating the surface of the earth on urban and suburban areas "(Bockpein, 1974).

One of the first major works examining the role of soil in urban ecosystems is the monograph by Dutch scientist Vink "Landscape Ecology and Land Use" (Vink, 1983) and the monograph by F. Crowla "Urban Soils in the Urban Landscape" (Craul, 1992). construction, underground communication networks, human activities create the effect of a "thermal island", which leads to a change in the temperature and water regime of the soil (Spi Bin et al., 2012).

The greatest contribution to the development of the study of urban soils in Russia (taxonomy, properties, eco (Stroganova et al., 1998; Stroganova, 1998; Stroganova,

Prokofieva, 2000; Stroganovaetal, Stroganova et al., 1998), and others. ., 2005; Stroganova, Rappoport, 2005; Stroganova et al., 2008). In 2011, the journal "Soil Science" published an article by the staff of the Faculty of Soil Science of the Moscow State University named after MV Lomonosov (Prokofiev et al., 2011), where another a variant of the systematics of urban soils, compiled using the concept of urban soil formation, M.N. Stroganova (1997), and also considers the possibility of its inclusion in the general classification of soils in Russia. The authors give descriptions of diagnostic horizons and identify the main types of soils: urbanozems, culturozems, recreational, urbhememozems, replantozems, constructozems and necrozemes.

The question of normalizing the content of heavy metals in the soil, or more precisely the establishment of maximum permissible concentrations (MPC), is not quite unambiguous. There are various definitions of MPCs. Some authors define MPC as a concentration of heavy metals, which, upon prolonged action on the soil, does not cause any pathological changes or anomalies in the course of biological processes, nor does it lead to the accumulation of toxic elements in plants and cannot disrupt the biological optimum for animals and humans (Ilyin, 1991; Prokhorov, Matveev, 1996).

Also, in the literature there is a definition: "MPC is the content of a harmful substance in the environment, which, with constant contact or exposure for a certain period of time, has practically no effect on human health and does not cause adverse consequences in its offspring" (Orlov et al., 2002). Yu. N. Vodyanitsky (2011) calls more precise the definition proposed by V. A. Bolshakov (2004) with co-authors: "MPC is the hygienic standard, the concentration of a substance in the aquatic or air environment, soil, food products, which should not have negative effects on adjacent environments, on the human body ... ".

The maximum permissible concentration of heavy metals in soils are considered by investigators as non-permanent relative values that depend on soil-ecological factors in a particular region, which makes it impossible to develop single values of MPC for different regions (Elkina, 2007). Among sources of heavy metals, natural (natural) and technogenic (Bpee, Nalingeswara, 1991; Ilyin, 1991). It has been established that technogenic sources of heavy metals are the main ones (Altshuler, Ermakov, 1976, Nazarov, 1980). In environmental monitoring of technologically polluted soils, it is common to determine the gross content of heavy metals and the strong acid solutions extracted by the mixture. At present, the content of heavy metals in soils of various municipalities has been studied. For example, in Russia the territories of Moscow are marked by a high content of lead, zinc, and copper, both in the industrial zone and in the parks (Sochi, the city, ecology, 1997, Plekhanova, 2000, Gavrilenko et al., 2013).

The soils of St. Petersburg, the largest city in the north-west of Russia, have been studied in detail. The territory of St. Petersburg is characterized by area contamination with mercury, lead, zinc, cadmium, copper, as well as locally high levels of arsenic, molybdenum, antimony, nickel, cobalt and bismuth (Gorky, 2007). In the soils of the city of Stavropol, among the investigated elements (Zn, Pb, Cd, Cu), high levels of zinc in certain parts of the city are noted (Kostenko, Lysenko, 2012). Locally high levels of lead are detected in the territory of Novocherkassk (Malysheva, Pavlova, 2012).

In the soils of Irkutsk, the content of mobile forms of heavy metals (Zn, Cd, Ni, Co, Pb, Cu) was studied and increased values for lead, zinc and cadmium were revealed (Kozlova et al., 2006). As a result of the study of heavy metals (Cu, Zn, Pb, Co, Cd, Ni, V, Nn) in the soil cover of Severodvinsk, it has been established that the main pollutants are Pb, Cu, Zn, Cd, Ni, and the soil cover of industrial zone has a greater degree of pollution than the soil cover of the residential area (Korobitsina et al., 2013). Published data on the content of heavy metals in the soils of Ukrainian cities: high concentrations of lead, chromium, zinc and copper were detected in the territory of Kiev (Zhuk, 2004), in the soils of Mariupol, copper and lead concentrations were higher (Shekhovtseva, Maltseva, 2010). It was studied the dynamics of heavy metal contamination of soils in Alma-Ata, (Kazakhstan) (Mynbayeva, Makeeva, 2011).

The pollution of urban soils in Beijing (China) (Wei, Yang, 2010), Hong Kong (Luo et al., 2011), Guangzhou (Lu et al., 2007), Shanghai (Spi et al., 2008) is actively studied. soil contamination in Xuzhou City using various statistical methods (Xuesong Wang, 2013). Wei B.G. and Yang L.S. in their work (2010) summarize the data obtained over the last ten years in the study of soil contamination with heavy metals in various cities of China. They note high levels of Cr, Ni, Cu, Pb, Zn and Cd in urban soils, as well as emphasize the significant content of Cd, Pg and Pb in agricultural soils. Elevated levels of Cd, Cu, Pb and Zn in soils on roadside roads in northern England have been identified (Akbar et al., 2006). In the soils of Stockholm (Sweden), high concentrations of Pb, Pg and, to a lesser extent, Cd, Cu, Zn (Oborn, Linde, 2001) were detected. In view of the foregoing, it can be concluded that in urbanized areas the highest levels of lead, zinc, cadmium and copper are most often observed. Particularly among the pollutants are sulfur compounds (sulfur oxides, hydrogen sulphide), which in large amounts (95%) are contained in industrial emissions.

With the long supply of man-made sulfur to the ecosystem, the soil becomes toxic for the growth and development of plants, moreover, it becomes a source of environmental pollution (Mikhailova et al., 2007). It is important to note that in its pure form, sulfur (elemental) is nontoxic (Fedorets et al, 2008). Sulfur can serve as

an indicator of anthropogenic impact on the natural environment and an indirect indicator of emissions of heavy metals, since it is their satellite (Shiltsova et al, 2008). The high concentrations of the element in the vegetative litter, as well as in the horizons Bt, Bf and BC, have been identified, which researchers attribute to a good water migration of sulfur and the presence of adsorption barriers in the profile (Mikhailova et al., 2007). High levels of sulfur dioxide are observed near the Rovinari power station, where coal is used as fuel (Balaceanu et al, 2011).

The assessment of the level of chemical contamination of soils in the urbanized area is based on indicators developed with associated geochemical and hygienic environmental studies of cities. : chemical concentration factor (Kc) and total pollution index (Zc) (Fedorets, Medvedeva, 2009). The concentration coefficient is the basis for calculating the "Zc" indicator and is calculated according to the generally accepted formula: Ci / Cif, were Cif and Ci are the background and actual contents of the itch element in the soil (Sayeth, Smirnova, 1983 Sautet et al., 1990). Variants of the calculation of the total pollution index (Zc) are described in detail in the article of Yu. N. Vodyanitskiy (2010), where it is also proposed to take into account the different toxicity of heavy metals and the geometric mean concentration coefficients.

The values of the total pollution index (Zc) obtained by calculation are compared with the indicative scale of the levels and categories of the danger of soil contamination. When Zc is equal, the soil is classified as "clean", 0-16 is classified as "acceptable", 16-32 is classified as "moderately hazardous". Each category has its own level of changes in the health indicators of the population (Hygienic assessment ..., 1999). In the territories of industrial centers and large cities, high levels of total pollution are rarely noted (Pljaskina, Ladonin, 2009; Gorky, 2007). Description of the research methodology. Since the 1970s and the 1980s, research has been published in which it was said that the risk of catastrophe is an intrinsic factor caused by social, economic, territorial and environmental changes (Zobler, 1976, Quarantelli 1978, Davis 1978, Pewitt, 1983; Watts, 1983; Naskrey, 1989); these ideas gradually penetrated into the scientific literature (Wisner et al., 2003; Lavell, 2003; Weber, 2006; Cannon, 2008; Aragon-Durand, 2009; Cutter, 2014; van Niekerk, 2014) and in research programs (ICSU-LAC, 2010; IRDR, 2013).

Subsequent studies confirmed that disasters are manifestations of unresolved developmental problems (PagNan, 1984) and serve as results-based indicators of an asymmetric, unstable development paradigm based on unlimited growth, inequality and surplus consumption. Exposure and vulnerability, as well as the threat itself (through climate change and environmental degradation) are socially driven by underlying risk factors, including globalization of economic development, poverty and inequality, poorly planned and poorly managed urban development, environmental degradation and climate change.

New forms and trends in the growth of damage and disaster risk reflect the functioning of these factors. In particular, the increase in extensive damage and losses from disasters provides empirical evidence that disaster risk is an endogenous indicator of unsuccessful or asymmetric development, unsustainable economic and social processes, and the poor fitness of societies; all these are socially conditioned problems caused by fundamental processes, the neglect of which manifests itself as a predictable and always tragic catastrophe. As part of the priority area for urban development agencies, it is recommended that the public be provided with information on possible options for disaster risk reduction before commencing construction, buying or selling land. At some point in the 1970s, disaster risk management began to form as a specialized area and sector.

The work of scientists (Pewitt, 1983), professionals in the anthropogenic environment (Davis, 1978) and advanced disaster management specialists (Cuny, 1983) provided strong arguments in favor of emergency management being only one of the components of an integrated approach, which also includes measures to reduce risks before the onset of disasters, as well as after them - in the phases of liquidation and reconstruction. The level of risk of natural disasters, as a rule, is calculated depending on the strength and frequency of threats, from the stake the quality of the population and property exposed to these threats, as well as their vulnerability or susceptibility to damage. From this point of view, sustainable development and catastrophes are not the opposite or mutually exclusive types of disasters, but various types of risk.

The most intense types of risk, which are characterized by very low frequency, but very significant losses and are usually associated with extreme disasters. More extensive types of risk, which are characterized by a high frequency but low level of losses, are associated with localized and recurring dangerous phenomena, such as flash floods, landslides and storms, appear as catastrophes. In most countries, the risk structure includes a number of types of risks. At the same time, in most cases, the approach to disaster risk reduction is preserved by interpreting the disaster as a mega disaster, when a set of methods for protecting development from exogenous threats is preferable to preventing or eliminating the generation and accumulation of risks within the development process itself. This interpretation has had an impact on disaster risk management practices, penetrated it and affected its effectiveness in achieving the strategic goal of disaster risk reduction. In more intensive types of risk, the determining factors of the risk equation are the threat and exposure to the threat, while in a more extensive type of risk the vulnerability plays a more significant role (*Fig. 1)*.

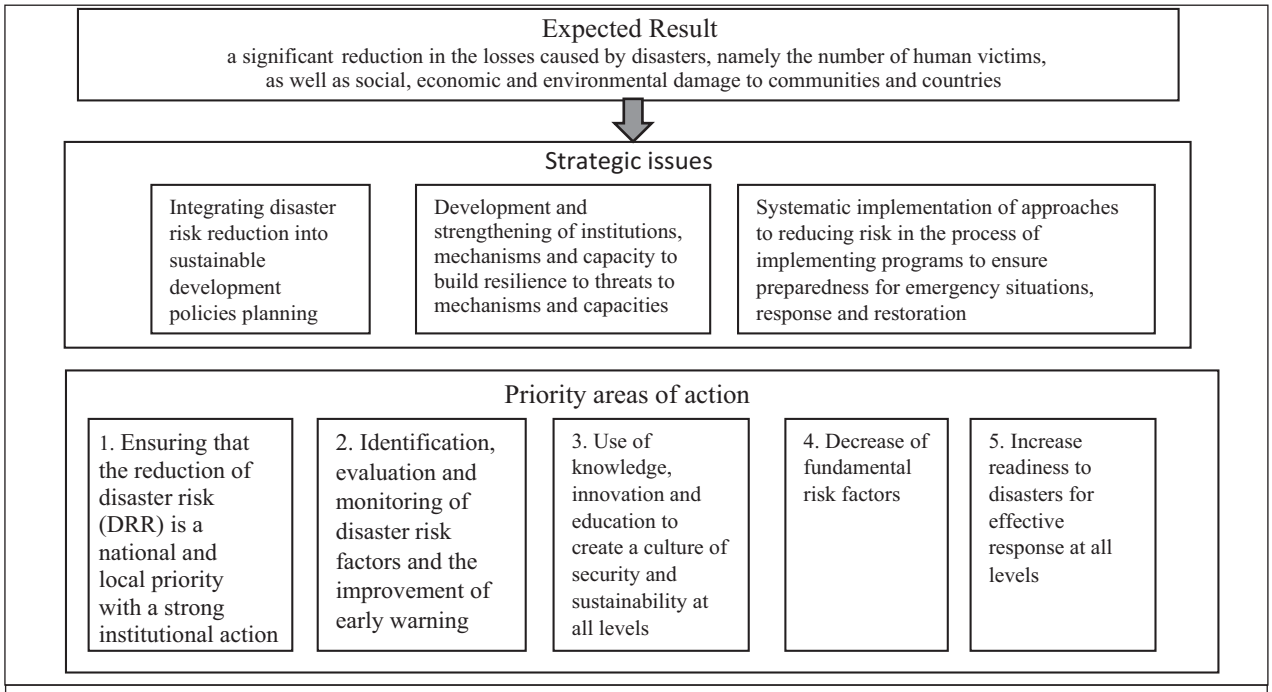


Fig. 1. Methodology for action to reduce disaster risk. Source: UNISDR, 2005

Results of the research and their analysis

The formulation of the mathematical model of synergism of the combination of negative factors (heavy metals, pesticides, radionuclides, etc.) — in the soil of urban agglomerations to provide key functions and ecosystem services. Forecasting the effects of combined effects of negative environmental factors (heavy metals, pesticides, radionuclides, etc.) in the soils of urban agglomerations affecting the provision of key functions and ecosystem services, it is necessary to determine the parameters of the mathematical model.

It is assumed that the yield of some sub-damages, which cause synergistic interaction of negative factors in the soils of urban agglomerations that affect the provision of their key functions and ecosystem services, is directly proportional to the number of damages resulting in recorded genetic damage.

The total number of genetic injuries N with combined effects, for simplicity of presentation, for two negative factors will be determined by the equation:

$$N = N1 + N2 + \min\{p1N; p2N\}, \qquad (1)$$

where, N1 — the number of genetic damages proportional to the number of mutations or oncotransformation, from the effect of the first agent; N2 — the number of genetic damages proportional to the number of mutations or oncotransformation, from the action of the second agent; N3 — the third agent, etc; p1 and p2 are the number of sub-damages induced by the first and second, and so on. acting factors, respectively, and falling on one damage resulting in a recorded genetic damage to the biological object: p1N1 — number of sub-damages, formed by the first factor; p2N2 — number of sub-damages induced by the second factor, etc.

Assumption: Subjugation of each of the active negative factors does not make a significant contribution to their genetic effect, if they are applied separately from each other. min{p1N1; p2N2} is the minimum value of two quantities characterizing the yield of sub-damage p1N1 and p2N2. The presence of an additional number of negative factors min {p1N1; p2N2} and causes the effect of synergism.

To estimate the nonlinear effects, the interaction coefficient k is used, which determines how the ratio of the increment (increment) of the response of the system to the combined action to the sum of the increments with the separate action of each of the negative factors.

$$k = Nkomb/NadduN = \Delta N(X, Y)/\{AN1(0, Y) + AN2(X, 0)\}, \qquad (2)$$

where X, Y — acting factors; N(X, Y) — the value of the detected effect under the action of negative factors X and Y; N (0,0) — the magnitude of the spontaneous level (natural background); ΔN (X, Y) = ΔN (X, Y) – N (0,0) is the value of the recorded effect after subtraction of the background.

When $k > 1$, there is a synergy, with $k = 1$ — an independent action (additivity), and for $k < 1$ - antagonism of the acting negative factors.

In the investigation, a synergistic interaction of negative factors was considered, then the coefficient k will be referred to hereinafter as the synergistic gain coefficient [7].

Proceeding from the above postulates of the model, the synergistic gain coefficient can be described by the equation [6, 7]:

$$k = 1 + \min\{p1N1; p2N2\}/(N1 + N2), \quad (3)$$

Hence it is clear that the synergistic effect of combined effects is determined by the ratio of genetic damage N2/N1, caused by the negative factors.

It can be shown that in this case the maximum synergistic effect

$$kmax = 1 + (p1 - p2)/(p1 + p2), \quad (4)$$

will be achieved if the condition given by Eq.

$$p1N1 = p2N2, \quad (5)$$

The values of p1 and p2 can be determined empirically from the experimental data of the combined action of both agents.

From equation (1) it turns out that with the primitive action of the second negative factor, when min {p1N1; p2N2} = p1N1

$$p1 = (k-1)\{1+ (N2 / N1)\}, \quad (6)$$

and with the primary effect of the first negative factor, when min {p1N1; p2N2} = p2N2

$$p2 = (k-1)\{1+ (N2 / N1)\}, \quad (7)$$

This mathematical model allows one to predict the values of the synergistic gain *k* for any ratios of N2/N1 injuries induced by the acting agents, equation (3) the maximum synergism is equation (4) and the condition under which it is achieved is equation (5).

Results and discussion

We present the results of the predictive capabilities of the model for describing the combined effect of negative factors [8].

Combined action of high temperature and negative factors.

In *Fig. 2* (*a–e*) depicts the dependence of cell survival on the duration of action of individual negative factors (curve 1, 2), simultaneous application of both factors under the condition of additive (independent) addition their effects (curve 3), the simultaneous action of these same agents under real conditions of their application (curve 4).

It follows from the analysis of *Fig. 2* that the survival of the cells after the simultaneous action of both factors is less than the survival expected in the independent addition of effects after the action of each factor separately (curve 4 passes below the calculated additive curve 3).

The temperature dependence of the synergistic gain, calculated from the equation, is shown in *Fig. 2, i*. As follows from the analysis of the figure, this dependence is a curve with a pronounced maximum, the existence of which indicates a temperature that maximizes the effect of the negative factor. It is also seen that a decrease or increase in the inactivating temperature leads to a decrease in the synergistic interaction effect.

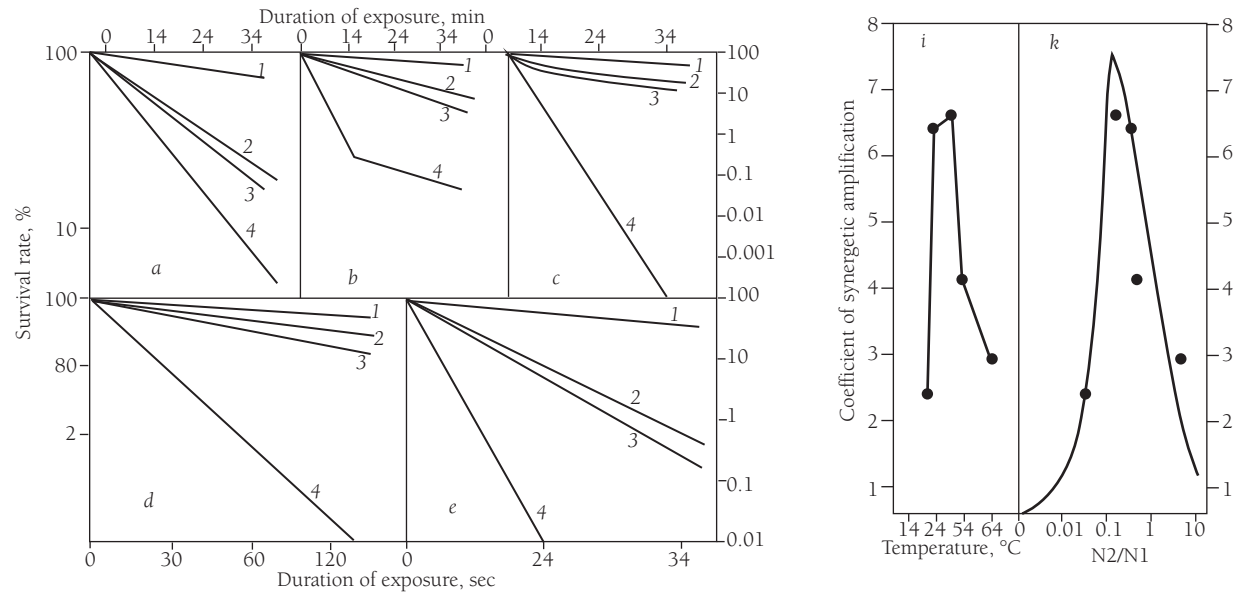


Fig. 2. Dependence of the survival of Escpericpia coli bacterial cells on the duration of hyperthermia (37–60°C) (curves 1), zinc sulfate at a concentration of 0.01 M (curves 2) and their simultaneous application (curves 4), as well as the expected survival curve with the independent (additive) action of these agents (curves 3): *a* – 37°C, *b* – 40°C, *c* – 45°C, *d* – 50°C, D – 60°C; *i* is the dependence of the synergistic gain (k) on the operating temperature; *k* — dependence of k on the ratio of damage p2/p1, induced by the acting agents. Icons are experimental data, the line is a theoretical curve calculated from equation (2) of the mathematical model of synergism [6, 7]

The N2/N1 ratio of the slopes of the survival curves *(Fig. 2, d)* after the separate action of the chemical and the physical agent according to the equation:

$$N2/N1 = t1/t2. \quad (8)$$

The theoretical curve for the dependence of the synergistic gain on the ratio of the acting agents (solid line) is shown in *Fig. 2*. It can be seen from the analysis of the figure that the model accurately describes the dependence: for certain N2/N1 ratios, the synergistic effect is registered, and after reaching the maximum value, the synergism decreases.

Joint action of solar radiation (UV light) and negative factors.

Using the model, it is possible to optimize and predict synergistic effects *(Fig. 3, a, b)*. In *Fig. 3, a* gives an example of the determination of the Ni values necessary for calculating k (equation 2). The model accurately describes the dependence: for certain N2/N1 ratios, a synergistic effect is registered, and after reaching the maximum value, the synergism decreases.

In the field of small doses of negative factors, there is a more intensive elimination of sub-damages induced by a negative factor. This means a progressive decrease in one of the free parameters of the mathematical model (p1). It can be assumed that this parameter of the model will vary according to the equation:

$$P1 = p1 \cdot \exp\{-N2/N1\}, \quad (9)$$

where p0 is a constant.

Using equation (9), it is possible to obtain new theoretically expected values of the synergistic gain for a combination of various negative factors. This version of the model is satisfactory ($p < 0.1$) describes the experimental results.

Combined action of ionizing radiation and chemical pollutants on induction of mutations in plants.

The results of the prediction and optimization of the synergistic effect of the combined effect of ionizing radiation, pesticides and heavy metals on the induction of mutations in plants are shown in *Fig. 4, a, b*. It is demonstrated that the proposed concept of synergy is statistically significant ($p = 0.01$), describes the genetic effects of combined effects in the low dose rate region of plants. Direct experimental data published in the work (Dineva SB et al., 1993) on the study of the yield of mutations in plants with real powers of the doses of ionizing radiation occurring after the accident in the 30 km zone of the Chernobyl reactor showed the ability of radiation to synergistically enhance the mutagenic effect lead nitrate. *Fig. 4* shows that in this case the coefficient k, at a fixed concentration of the chemical agent, depends on the dose rate of the ionizing radiation and reaches its maximum at a certain optimal value. This pattern indicates a principled possibility of mutual enhancement of the effects induced by harmful environmental factors at real intensities in the biosphere.

Combined action of ionizing radiation and chemical factors on the induction of carcinogenic effects in animals

Prediction and optimization of combined carcinogenic effects of ionizing radiation in combination with chemical agents with the help of this mathematical model was carried out for both mammalian and laboratory animals. The results of the forecast are shown in *Fig. 5*.

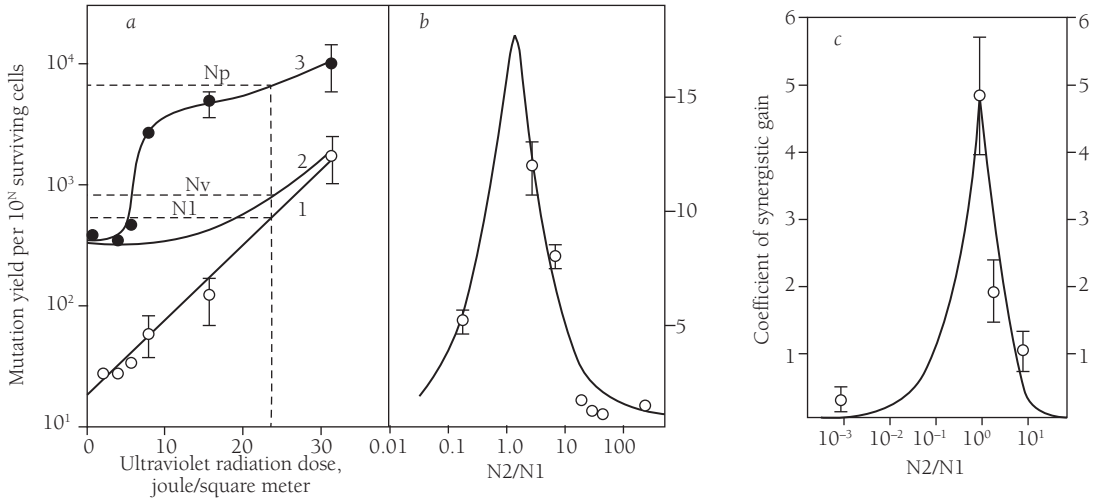


Fig. 3. The combined effect of various doses of ultraviolet radiation and formaldehyde on the induction of reverse mutations at the E. coliK-12W (*a, b*) leukemia locus and at the B12 locus in E. coli113-3 bacteria: *a* is the dependence of the yield of mutations on the dose of ultraviolet radiation under the action of only radiation (curve 1), the additive addition of effects from both factors (curve 2) and their combined action (curve 3); *b* – the dependence of the synergistic gain on the ratio of N2/N1 injuries induced by the agents. Icons are experimental values calculated from the data published in the work (Panfilova ZI et al, 1966), the line is a theoretical curve

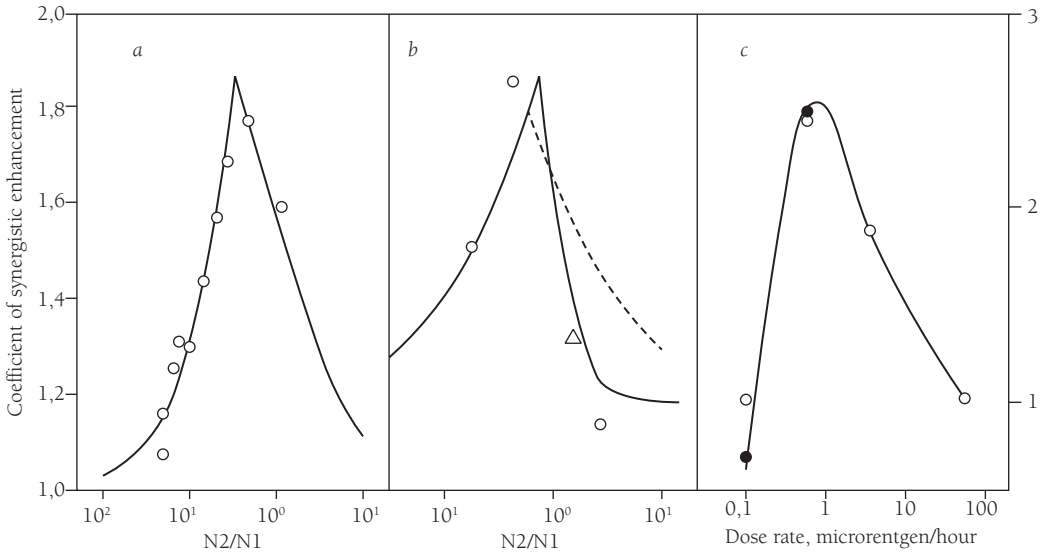


Fig. 4. Dependence of the synergistic gain coefficient on the ratio of N2/N1 injuries induced by the acting agents, with the combined action of A-ionizing radiation and 1,2-dibromoethane on the induction of mutations in Tradescantia; the icons are experimental values calculated from the data published in the paper (Leenhouts et al., 1986), the line is a theoretical curve (equation 2); *b* — lead nitrate and herbicide 2,4-D on the induction of mutations in barley; the icons are the experimental values calculated from the data published in the paper (Geraskin SA et al., 2002), the line is the theoretical curve (equations 9, 2); *c* — the dependence of k on the dose rate of ionizing radiation with the sequential action of radiation and lead nitrate on the induction of mutations in seeds of Arabidopsis thaliana

From the analysis of *Fig. 5* it follows that the proposed concept of synergism, previously tested for the effect of various agents on the survival, the mutational process of unicellular organisms, well describes the effect of factors on the carcinogenic process of more complex biological systems (animals).

Induction of cancer in humans with the combined effect of negative factors.

In *Fig. 6, a* that the value of the synergistic gain coefficient has a pronounced maximum at a certain ratio of the acting agents N2/N1. At other values of N2/N1, the coefficient k takes on smaller values. It is precisely such regularities in the variation of the synergistic gain coefficient that the proposed model predicts. This demonstrates the possibility of using the synergism model,

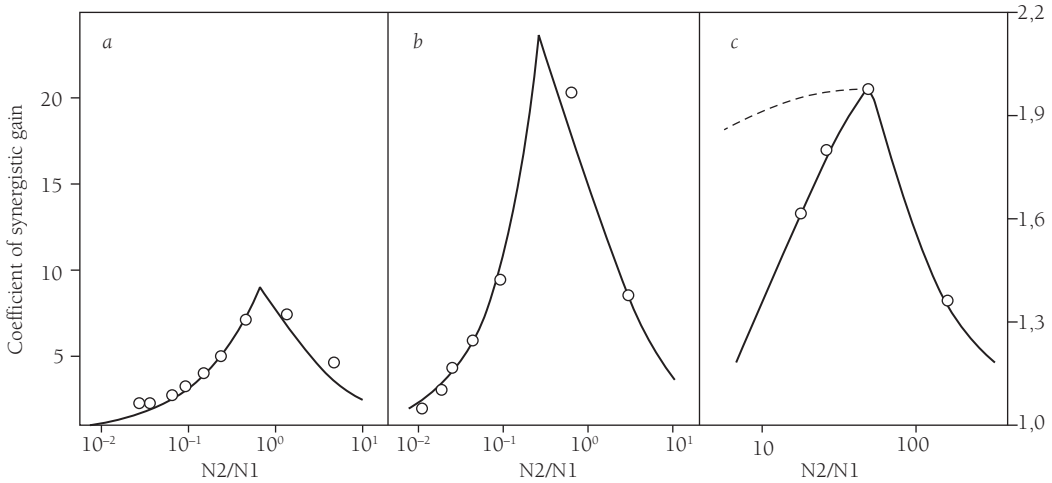


Fig. 5. Dependence of the synergistic gain coefficient on the ratio of N2/N1 injuries induced by the agents acting with the simultaneous action of different doses of X-rays (*a*) or neutrons (*b*) in combination with the malignant tumor promoter 12-O-tetradecanolephorbol-13-acetate on induction of cellular transformation in cultured cells of CH3/10TU2 mice, as well as X-rays and estrogen hormone on induction of breast cancer in rats (*c*). The icons are experimental values calculated from data published in *a*, *b* — (Han, Elkind, 1982), *c* — (Segaloff, Pettigrew, 1978); lines - theoretical calculations (equations 2 — *a*, *b*, 14 — *c*)

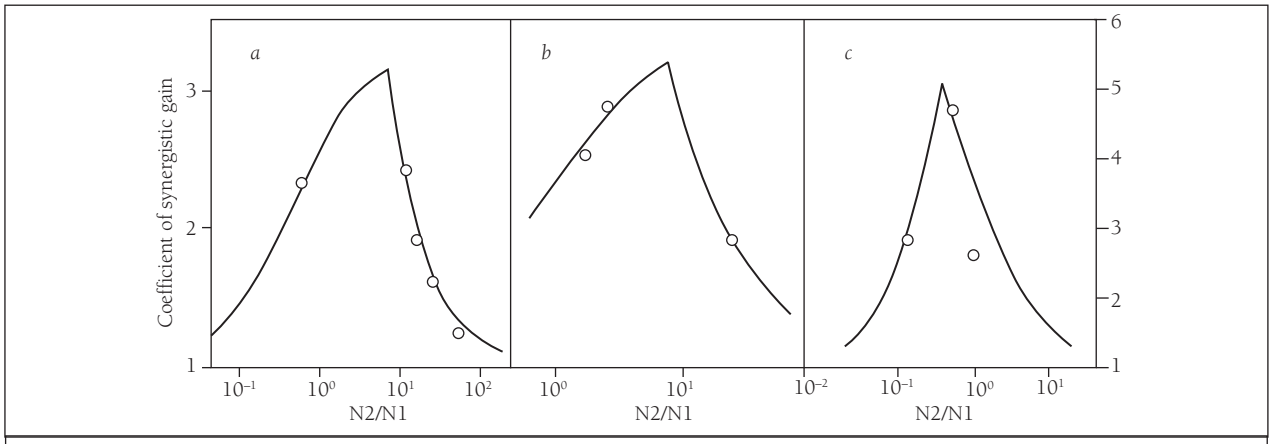


Fig. 6. Dependence of the synergistic gain on the ratio of N2/N1 injuries induced by the agents, while radon and tobacco smoke act simultaneously on the induction of lung cancer in humans (*a*), as well as when consuming different concentrations of alcohol and tobacco causing cavity cancer mouth and pharynx (*b*) or esophagus (*c*) in men. The icons are the experimental values calculated from the data published in the works: *a* — (Band et al., 1980; Pershagen et al., 1994), *b* — (Konoplyannikov AG, 1993), *c* — (Day, Miňoz, 1982); lines - theoretical calculations (equation 2)

designed to describe the combined effect of the agents of the cell systems, on human exposure.

Consider the impact of certain negative factors in the soils of urban agglomerations on the provision of their key functions and ecosystem services.

Pollutants can be divided into 4 categories — soil-active; biochemically active; indifferent:

– the first group: soil chemically active pollutants include substances that affect the alkaline-acid, oxidation-reduction conditions, changing the chemical situation, the morphology of the soil profile;

– the second group: biochemically active pollutants include substances that actively affect the soil biota. These are deformants, pesticides, heavy metals, radionuclides, etc.;

– the third group includes compounds, substances that are both chemically and biochemically active simultaneously. This is, first of all, heavy metals in high concentrations, capable of hydrolysis and having a negative impact not only on biota, but also on the physico-chemical properties of soils, and a number of other ingredients that make up the first two groups;

– the fourth group of indifferent pollutants includes: oxides of silicon, iron, clay minerals, etc., which are indifferent and do not have an important effect on the soil and vegetation cover.

In accordance with this classification, rationing of pollutants should be carried out taking into account the direction, the degree of their effect on the composition of soils, their morphology, on soil and terrestrial biota [13].

All successful urban centers are transforming their physical sites and wider regional environments, as they adapt to changing environmental conditions and do so through choice and investment in disaster risk reduction.

For example, all major successful cities have had to invest heavily in ensuring adequate supplies of fresh water and in creating systems that can manage wastewater disposal, as well as storm and surface runoff. In a sense, most urban areas are already implementing adaptation processes aimed at reducing the risk of disasters that may arise from a combination of different negative factors affecting urban soils and in urban areas with competent, well-resourced, urban government-accountable adaptive works work best. Most of them are "preventive" in the sense that buildings and infrastructure prevent an emergency from occurring. In addition, a network of regulations and controls restricts the possibility of technological catastrophes, then a catastrophe from a combination of such negative factors in the soil can lead to so-called creeping catastrophes. Such catastrophes, when negative factors accumulate separately do not exceed the MPC, and in combination lead to an ecological catastrophe, outbreaks of diseases, etc. (including accidents at work and on ships, as well as aviation, railway and car accidents).

The need to address the risk of catastrophes in urban areas is greatly enhanced by concentrating most of the world's production in urban areas, increasing the proportion of the world's population in urban areas and the rapid increase in mortality and destruction caused by disasters in urban areas of the region. Almost three quarters of the world's urban population and most of its largest cities are now in low- and middle-income countries. Since 1950, in urban areas of low- and middle-income countries, there has been a seven-fold increase in population and an increase in people's concentration and economic activity.

The United Nations Population Division proposes that almost the entire growth of the world's population before 2025 and beyond is in urban areas in low- and middle-income countries. As this very large and rapidly growing urban population is served and managed, it has serious consequences for development and disaster risk reduction.

Modern soil science has reached a level where it is possible to proceed not only to radical improvement of soils, but also to create new types of soil agglomerations with maximum fertility. The problem is the skillful use of the Sochi city agglomerations, which is possible on the basis of an in-depth knowledge of the processes of soil formation and meliorative effect on soil in urban agglomerations.

Conclusions

The paper describes the methodological approach d, demonstrating the principal significance of the mutual enhancement of the harmful effect of physical and chemical environmental factors in the field of small doses and intensities. A generalized concept of synergism is proposed, which is acceptable both for the combined action of ionizing radiation with other agents and for the combined effect of any harmful environmental factors. The main idea of the proposed concept is the formation, under combined effects, of additional effective injuries due to the interaction of sub-damages induced by each of the agents and not being effective with separate exposure to each factor. The mathematical representation of this concept allowed to come to a number of fundamentally new nontrivial conclusions. It has been theoretically shown that there is an optimal ratio of the acting agents, in which synergism should be maximized. The effect of synergistic interaction should depend on the intensity of the agents used: the lower the intensity of one agent, the lesser intensity of the other factor should be used to manifest maximum synergy. The verification of these consequences was obtained in a number of experiments presented in this paper. The above results are of fundamental importance for explaining the increased efficiency of low power doses of ionizing radiation observed in some cases. The results of the work supplement the modern level of ideas about synergistic interactions of negative factors: heavy metals, pesticides, radionuclides, etc.-in soils of urban agglomerations to ensure their key functions and ecosystem services. Directions for further research. The significance of the mathematical model of synergism for predicting the magnitude of the maximum synergistic gain and the conditions under which it is achieved after simultaneous is confirmed. The generality of the approaches to the description of the synergistic interaction of various agents indicate the importance of the model used for environmental problems. A mathematical model of synergism has been identified for optimizing and predicting synergistic effects when combined effects of ionizing radiation and chemical agents on soils in urban agglomerations on providing their key functions and ecosystem services. In accordance with the postulates, the synergism is due to the formation of additional effective damage interaction of some damage that is not effective with separate use of agents. Preventing unsustainable development trends can be as follows: to break the link between environmental degradation and production growth, but also to ensure that the load does not exceed the threshold of "sustainable development", which will require the use of market tools for production and consumption management, integrating environmental concerns and sectoral and regional policies, ecosystem health and be prized. Sustainable development requires that the biosphere retains the ability to support the livelihoods of the population in urban agglomeration and to produce "goods" and "services" in the long term, the status of ecosystems and the services that they represent should be considered in the long term, focusing on irreversible changes, taking in view of ineffable and complex cause effect relationships and possible cumulative effect.

The abstracts were prepared with the support of the RFBR grant project "Development of theoretical foundations and practical methods for analyzing, predicting and evaluating security in intersystem interactions of critical infrastructures in urbanized areas" No. 20-010-00812A.

References

1. Glazovskaya MA Methodological bases of an estimation of ecological-geochemical stability of soils to technogenic influences. M., 1997.
2. Soil Biology / D. Zvyagintsev, I. P. Babieva, G. M. Zenova; Moscow. state. un-t them. M.V. Lomonosov Moscow State University. – 3rd ed., Rev. and additional. – M: Izd-vo Mosk. University, 2005. – 445 p.
3. Heavy metals and non-metals in the soil-plant system: monograph / otv. Ed. AI Syso; Ros. acad. Sciences, Siberian Branch, Institute of Soil Science and Agrochemistry. – Novosibirsk: Publishing house of the SB RAS, 2012. – 220 p.
4. Geocpecical and pydrological reactivity of the metals in soils 922v922 []. – Boca Raton: Lewis, 2003. – 360 p. : il; 24 cm. – Bibliogr. at the end of the chapters Ind .: p. 351-360.
5. Kotelevtsev SV, Matorin DN, Sadchikov AP. Ecological toxicology and biotesting of aquatic ecosystems. – Moscow: INFRA-M, 2017. – 252 sec.
6. Loktionova, EG, Barmin, AN, Morozov, LA Ecological problems of rational water use in urban environment. Monograph. – Moscow: KNORUS; Astrakhan: USU, Publishing House "Astrakhan University", 2017. -198 p.
7. Ryabova SV, Petin V.G. Possibility of predicting synergistic effects of combined effects at the organism level // Radiation Biology. Radioecology. – 2000. – T. 40, No. 2. – P. 192-196.
8. Belkina SV, Komarova LN, Kritsky RO Prediction of synergistic effects of ionizing radiation and other damaging factors on mammalian and plant cells // Radiation and Risk. – 2006. – T. 15, № 3-4. – P. 118-130.

9. Vypkhanova GV, Ershova IV, Zhavoronkova NG, Shpakovsky Yu.G., Agafonov VB. Environmental legislation in the context of modernization of the Russian economy: modern development problems: monograph. – M .: Norma: INFRA-M, 2016. – 160 p.
10. Soil chemistry / D. Orlov, L. Sadovnikova, N. Sukhanova. – M: Higher education. pcs., 2005. – 558 p.
11. Soil processes and spatio-temporal organization of soils = Soil processes and spatio-teNporal organization of soils / Ros. acad. sciences. Institute of Physical Chemistry. and Biol. problems of soil science. – Moscow: Science, 2006. – 568 p.
12. Treatment of containnated soil []: Fundamentals, analysis, applications / ed. R. StegNann. – Berlin; New York: Springer, 2001. – 658 pp. : il. – Bibliogr. at tpe end of tpe art. – Ind .: p. 653-658.
13. Climatic and biological consequences of a nuclear war: scientists' warning / A. P. Aleksandrov, E. P. Velikpov, B. Gontarev; ed. E. P. Velikpov. – Noscow: Nir Publispers, 1985. – 165 p. : il + 25 cN. – Includes bibliograppies. – b.s. R.
14. Prepared by the Soviet Scientists' Commttee for the Defense of Peace Against Nuclear Threat. Includes abstracts from the reports at the National Scientists' Conference to Save the World from the Threat of Nuclear War and to Ensure Disarmament and Peace, Moscow, Nay 17-19, 1983.
15. Influence of atmospheric pollution on the properties of soils: scientific edition / ed. L. A. Grishina. – Moscow: Izd-vo MGU, 1990. – 205 p.
16. Herbicides and soil (ecological aspects of herbicide application) [Text] / GF Lebedeva, VI Agapov, Yu. N. Blagoveshchensky, VP Samsonova; Ed. E. A. Dmitrieva. – Moscow: Publishing House of Moscow University, 1990.
17. Dynamics of the system "Plants – rhizosphere microorganisms – artificial soil" with an increased content of carbon dioxide in the atmosphere: a scientific publication / LA Somova [and others] // 2 nd Congress. biophysicists of Russia, Moscow, 23-27 August, 1999. – M., 1999. – T.3. – P. 914.
18. Impacts of Soil Pollution and Their Assessment, Jayanta K. Saha, RajendiranSelladurai, M. VassandaCoumar, M. L. Dotaniya, SamareshKundu, Ashok K. Patra, Chapter, First Online: 06 April 2017.
19. The Heavy Metals in Agrosystems and Impact on Health and Quality of Life, Open Access Maced J Med Sci. 2015 Jun 3.
20. Effect of heavy metal pollution on sunflower (Helianthus annuus L.) hybrids, January 2014.

В. Г. Плющиков, В. П. Авдотьин, Н. И. Хаирова, В. Н. Гришин

Российский университет дружбы народов,
avdotinvp@mail.ru

ОЦЕНКА КОМПЛЕКСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ, В ПЕРВУЮ ОЧЕРЕДЬ РАДИОНУКЛИДОВ, НА ПОЧВЫ ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЙ, ВЛИЯЮЩИХ НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИХ ОСНОВНЫХ ФУНКЦИЙ И ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ

Предметом работы является оценка воздействия комплекса негативных факторов, в первую очередь радионуклидов, на почвы городских агломераций, влияющих на обеспечение их основных функций и экосистемных услуг. Это оказывает значительное влияние на критически важную инфраструктуру, особенно на устойчивое функционирование жилищно-коммунального хозяйства, основанное на прогнозировании синергетических мутагенных, канцерогенных и летальных эффектов при взаимодействии различных факторов окружающей среды. Методология работы основана на риск ориентированном подходе. Результаты работы основаны на математической модели синергизма, которая количественно описывает и интерпретирует данные о выходе мутаций и цитогенетических повреждениях в растениях, живых организмах. Результаты работы дополняют современный уровень понимания синергетических взаимодействий различных негативных факторов окружающей среды в почве городских агломераций для обеспечения их основных функций и экосистемы. Основным результатом работы является включение фактора сочетания и взаимного влияния негативных факторов в перечень факторов, которые необходимо учитывать при разработке муниципальных программ снижения риска бедствий. Результаты этой работы могут быть использованы экологами и дать практические рекомендации по санитарии и гигиене. Представленное исследование было профинансировано РФФИ, проект № 20-010-00812.

Key words: математическое моделирование, почва, городская агломерация, экосистемные услуги, риск, катастрофы.

Иммуностимулятор и специальные комбикорма для поросят–сосунов

УДК 636.03
DOI: 10.32935/2221-7312-2021-50-4-59-64

А. Ю. Лаврентьев[1] (д.с.–х.н.), **В. С. Шерне[2]** (к.с.–х.н.), **Л. Р. Михайлова[1]**
[1]ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ,
[2]ООО «Натуральные продукты Поволжья»
lavrentev65@list.ru

Одной из главных проблем во время выращивания и организации кормления поросят под матками является, раннее привлечение к поеданию различной подкормки и специальных комбикормов, предостережение от различных заболеваний (поносов, анемии). Исходя из этого у них, должны быть, обеспечены зоогигиенические нормы содержания ухода и кормления. Соблюдение всех этих условий позволит обеспечить и укрепить здоровье поросят-сосунов, улучшить их сохранность и выживаемость. Это позволит в последующих стадиях, то есть при доращивании, откорме или выращивании на ремонт, показать высокую продуктивность за счет хорошего здоровья. Кормление поросят до двухмесячного возраста является самым ответственным периодом в жизни поросенка. Вначале своей жизни, первые две недели, единственным продуктом питания поросят-сосунов является молоко свиноматки. Требуемое количество питательных веществах до 3-недельного возраста удовлетворяется, как правило, за счет молока свиноматки, однако с первых дней жизни им требуется дополнительно давать подкормку. Цель исследования — изучить эффективность использования специальных комбикормов (суперстартерных, престартерных, стартерных) в качестве подкормки и кормления для поросят-сосунов, а также использования иммуностимулятора для подержания их здоровья, лучшего роста и развития. В результате проведения исследований было выявлено, что у поросята-сосунов, получавшие специальные суперстартерный, престартерный и стартерный комбикорма в зависимости от возраста, а также молодняк, которому дополнительно внутримышечно вводили иммуностимулятор, отличались более высокой сохранностью на 6,97 по 1 опытной группе и на 7,3% по 2 опытной группе, скоростью роста. Лучше всех в течении опытного периода (60 суток) росли поросята-сосуны второй опытной группы и составила 17,68 кг, что больше чем в контрольной группе на 1,2 кг или на 7,28% и на 0,63 кг или на 3,7% в 1 опытной группе соответственно. Молочность свиноматок 2 опытной группы составила 59,0 кг, что выше чем в контрольной группе на 11,1 кг или на 23,2% и 1 опытной группы — на 2,75 кг или 4,9%. Отклонение между подопытными поросятами контрольной группы и 1 опытной группы по этому показателю составила 8,35 кг или на 17,4% в пользу 1 опытной группы.

Ключевые слова: комбикорм, поросята-сосуны, живая масса, молочность, сохранность, прирост.

Ведение

Выращивание, то есть содержание и кормление, поросят сосунов – это самая главная (ответственное и довольно сложное) проблема, так как даже если опорос свиноматки прошел успешно, достаточно не маленький процент поросят-сосунов может пасть или заболеть. Поэтому, одним из главных задач, при выращивании поросят-сосунов является в раннем приучении их к подкормкам и специальным комбикормам. При этом также следует избегать поносов и анемии. Исходя из этого, надо стремиться к обеспечению поросят-сосунов в необходимом уходе и должном кормлении. Все это поможет укреплению здоровья поросят-сосунов и улучшению его сохранности. [2, 3, 7, 9, 14, 15, 21]

После рождения поросят-сосунов еще продолжается процесс формирования органов и систем организма. В это время у них плохо развита пищеварительная система, но с возрастом постепенно улучшается иммунная система и они набирает вес. Поэтому чтобы развитие проходило лучшими темпами, очень важно обеспечить поросятам-сосунам необходимые условия содержания, кормления и ухода, которые зависят от разных факторов. Поросятам первой недели жизни необходима температура окружающей среды 30-36 градусов, для этого в клетке подвешивается специальная инфракрасная лампа или обычная электрическая лампа на 150 Вт. Чтобы опоросившаяся свиноматка не смогла задавить или травмировать новорожденных поросят вдоль стенок устанавливают барьеры из металлических труб или деревянных жердей; расстояние от стены 15–20 см, высота над уровнем пола — 20–25 см. После того как поросята подрастут и окрепнут, данные ограждения убирают. [4, 5, 12, 17, 22]

Кормление поросят до двухмесячного возраста является самым ответственным периодом в жизни поросенка. В первые две недели жизни единственным кормом поросят-сосунов является молоко свиноматки. [2, 3, 8, 10, 13, 19, 20, 23]

Требуемое количество питательных веществ поросята-сосуны до 3-недельного возраста удовлетворяется, как правило, за счет молока свиноматки, однако с первых дней жизни они должны обеспечиваться в дополнительной подкормке. Чем раньше поросята-сосуны начнут употреблять подкормку в виде специальных комбикормов, тем лучше они подготовятся к отъему. У них лучше и быстрее развивается пищеварительная система, увеличивается живая масса. [1, 6, 11, 16, 18]

Цель исследования — изучить эффективность использования специальных комбикормов (суперстартерных, престартерных, стартерных) в качестве подкормки и кормления для поросят-сосунов, а также использования иммуностимулятора для подержания их здоровья, лучшего роста и развития.

Для решения цели были поставлены задачи:

– выявить влияние специальных (суперстартерных, престартерных, стартерных) комбикормов на динамику прироста живой массы, сохранность поросят-сосунов, молочность (массу гнезда в возрасте поросят 21 день);

– установить влияние иммуностимулятора ПС-1 и специальных (суперстартерных, престартерных, стартерных) комбикормов на динамику прироста живой массы, сохранность поросят-сосунов, молочность свиноматки, массу гнезда.

Материал и методы исследования

Экспериментальные исследования проводились на поросятах сосунах крупной белой породы в возрасте от рождения до 60-суточного возраста динамике их роста и развития. В соответствии со схемой научно-хозяйственного опыта по методике А. И. Овсянникова (1976) сформировали три группы подсосных (лактирующих) свиноматок с поросятами сосунами по принципу групп-аналогов (с учетом пола, возраста, породы, происхождения и живой массы) по 6 голов в каждой. Зоогигиенические требования по различным параметрам микроклимата в помещении выдерживались. Подсосные свиноматки и поросята-сосуны всех групп находились в одинаковых условиях кормления и содержания. Эффективность действия специальных комбикормов и совместное применение иммуностимулятора и специальных комбикормов учитывались по следующим показателям: динамика живой массы поросят-сосунов – путем индивидуального взвешивания, репродуктивные качества оценивали по многоплодию, массе гнезда при рождении, молочности, массе одного поросенка при отъеме и сохранности поросят. Опыт проводился по схеме указанной в *табл. 1*.

Результаты исследования и их обсуждение

Рацион подсосных свиноматок контрольной и опытных групп состоял из пшеницы, ячменя и 20% белково-витаминно-минерального концентрата (БВМК).

Поросята в дополнительном корме нуждаются уже на 5–7 день своей жизни. Однако предлагать им «взрослую» пищу нельзя: желудок маленького животного не может усваивать грубую пищу. Для них выпускается специальный комбикорм с однородной консистенцией и точным соотношением углеводов, белков и витаминов. По мере роста поросенка комбикорм меняют, так как в разном возрасте состав пищи должен быть разным.

Поросята-сосуны контрольной группы получали престартерный комбикорм, в состав которого входило дроблённый ячмень, мука люцерновая, овес без пленки, мясокостная мука, шрот подсолнечный, соль, мел, премикс с 7 дня жизни, используемый в хозяйстве. Поросятам-сосунам опытных групп подкармливали специальными комбикормами разработанными МИП ООО «АКАДЕМИЯ-БИО», Россия: в возрасте 3–14 дней — суперстартер, 15–40 дней — престартер, 41–60 дней — стартер. Кроме того, поросятам 2 опытной группы внутримышечно вводили иммуностимулятор ПС-1 при рождении — 0,3 мл, в возрасте 10 дней — 0,5, 21 дня — 0,7, 45 дней — 1, 60 дней — 1,5 мл на голову. Во всех группах отъем поросят от свиноматок проводили в двухмесячном возрасте. Состав специальных комбикормов была следующая: ячмень б/п, пшеница, соевый шрот, П52-3-147010 (молочные компоненты, монокальцийфосфат, известняковая мука, соль поваренная, органические кислоты, аминокислоты, микроэлементы, витамины, ферменты, ароматизатор, пробиотик, антиоксидант.

Даже если молока свиноматки достаточно для удовлетворения нужд поросят, дополнительная подкормка и кормление поросятам-сосунам необходимо, так как при этом животные приучаются к потреблению более грубого корма, чем молоко.

Табл. 1. Схема опыта

Группы	Количество свиноматок, голов	Фон подкормки и кормления поросят-сосунов
Контрольная	6	7–60 дней — престартер
1 опытная	6	3–14 дней — суперстартер, 15–40 дней — престартер, 41–60 дней — стартер
2 опытная	6	Иммуностимулятор ПС-1: при рождении — 0,3 мл на голову, в возрасте: 10 дней — 0,5 мл на голову, 21 дня — 0,7 мл на голову, 45 дней — 1 мл на голову, 60 дней — 1,5 мл на голову. 3–14 дней — суперстартер, 15–40 дней — престартер, 41–60 дней — стартер

В результате проведенных исследований установлено положительное влияние суперстартерного, престартерного, стартерного комбикорма и иммуностимулятора на разные зоотехнические показатели выращивания поросят-сосунов, как по отдельности, так и в сочетании с иммуностимулятором. Препарат ПС-1 был разработан сотрудниками Чувашского государственного аграрного университета. Это была 0,5%-ная водная суспензия полисахаридного комплекса дрожжевых клеток, иммобилизованных в агаровом геле с добавлением биологически активного вещества - поливинилпирролидона. Препарат одобрен Ветеринарно-фармакологическим советом Департамента ветеринарии Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (протокол № 4 от 03.10.00) 001187-ОП, утвержден Департаментом ветеринарии Министерства сельского хозяйства Российской Федерации 15.02.01 № 13-4-03/0009.

Многоплодие подопытных свиноматок было хорошим и колебалось в пределах 10,17–11,83 голов в зависимости от группы *(табл. 2)*. В течение первых 21 дня жизни поросят является самым сложным, поэтому по разным заболеваниям и причинам, в том числе и из за сдавливания свиноматками своих поросят пало в среднем по группам на одну свиноматку в контрольной группе 8 голов поросят, по 1 и 2 опытным группам по 4 головы соответственно. Сохранность поросят в этом возрасте составила в контрольной группе 86,94%, а в 1 опытной группе на 6,97% больше чем в контрольной группе и по 2 опытной группе на 7,3% больше чем в контрольной и на 0,33% больше чем в 1 опытной группах.

К концу подсосного периода количество павших поросят по группам составили в контрольной группе 10 голов, в 1 опытной группе 7 голов и во 2 опытной группе всего 5 голов. Сохранность в конце опыта была самой высокой во 2 опытной группе и составила 92,96%, что выше чем в контрольной группе на 9,5% и 1 опытной группе на 3,5%.

Живая масса новорожденных поросят при постановке на опыт колебалась в пределах 1,02–1,26 кг. В возрасте 21 дня живая масса подопытных поросят имела незначительные различия. Лучшая живая масса поросят-сосунов была в контрольной группе 5,83 кг, что связано с наименьшим количеством голов в расчете на одну свиноматку по сравнению с опытными группами, так как в этот период эти поросята-сосуны получали больше питательных веществ с молоком свиноматки. К отъему живая масса поросят 2 опытной группы достоверно превысила контроль. Лучшая живая масса поросят-сосунов при отъеме была во второй опытной группе и составила 17,68 кг, что больше чем в контрольной группе на 1,2 кг или на 7,28% и на 0,63 кг или на 3,7% в 1 опытной группе.

Вес всего гнезда в возрасте 21 день у поросят 2 опытной группы составила 59 кг, что выше чем в контрольной группе на 11,1 кг или на 23,2% и 1 опытной группы — на 2,75 кг или 4,9%. Мы считаем, что использование специальных комбикормов и биостимулятора ПС-1 способствовали формированию желудочно-ки-

Табл. 2. Результаты исследований

Показатель	Группа		
	Контрольная	1 опытная	2 опытная
Количество поросят на одну свиноматку, голов			
при рождении	10,17±0,34	11,17±,34	11,83±0,66
на 21 день	8,83±0,34	10,50±,047	11,17±0,72
при отъеме	8,50±0,47	10,00±0,40	11,00±0,63
Пало, голов			
до 21 дня	8,0	4,0	4,0
с 21 до 60 дня	2,0	3,0	1,0
Сохранность, %			
на 21 день	86,94±2,12	93,91±1,12	94,24±2,02
при отъеме	83,42±2,51	89,49±1,70	92,96±1,61
Масса гнезда, кг			
при рождении	10,35±0,55	12,95±0,53	14,75±0,83
на 21 день	47,90±1,52	56,25±2,19	59,00±3,33
при отъеме	140,10±7,16	170,57±6,36	194,38±9,90
Живая масса поросят-сосунов, кг			
при рождении	1,02±0,03	1,16±0,03	1,26±0,04
на 21 день	5,43±0,19	5,36±0,16	5,38±0,25
при отъеме	16,48±0,39	17,05±0,21	17,68±0,45
Среднесуточный прирост, г			
до 21 дня	210,00±6,42	200,00±5,35	196,00±3,24
с 21 дня до отъема	283,00±6,84	300,00±5,60	315,00±8,62
за весь период выращивания	258,00±3,56	265,00±3,86	274,00±3,90

шечного тракта для лучшего усвоения питательных веществ. Отклонение между подопытными поросятам сосунами контрольной и 1 опытной группы по этому показателю составила 8,35 кг или на 17,4% в пользу 1 опытной группы.

Наибольшей массой гнезда при отъеме поросят была во 2 опытной группе, что больше чем в контрольной группе на 54,88 кг или на 38,7% (P<0,01) и больше на 23,81 кг или на 13,9% по отношению к 1 опытной группе. Масса гнезда в 1 опытной группе превышала этот показатель в контрольной группе на 30,47 кг или на 21,7%. Среднесуточный прирост живой массы поросят до 21 дня лучшим был в контрольной группе и составила 210 г. Это объясняется тем, что в этой группе оказалось наименьшее количество поросят в помете, по сравнению с опытными группами, они больше получали от свиноматок молока. Поэтому среднесуточный прирост их живой массы был выше на 10 г или 5%, чем в 1 опытной группе, и выше на 14 граммов или на 7,1%, чем во 2 опытной группе. За весь период опыта наивысшим среднесуточным приростом отличались поросята 2 опытной группы — 274 г, что выше чем в 1 опытной группе на 9 граммов или на 3,5% (P<0,05) и выше, чем в контрольной группе на 16 граммов или на 6,2% (P<0,01). Разница между группами по всем показателям была достоверной.

Выводы

Использование в качестве подкормки и кормления поросят-сосунов специальных (суперстартерных, престартерных, стартерных) комбикормов способствовало увеличению прироста живой массы на 2,8%, повысить сохранность поросят на 6,07%, молочность свиноматок на 17,4% и массу гнезда при отъеме на 21,7% по сравнению с контрольной группой.

При совместном использовании в качестве подкормки и кормления поросят-сосунов специальных (суперстартерных, престартерных, стартерных) комбикормов и иммуностимулятора ПС-1 увеличили динамику прироста живой массы на 6,2% по сравнению с контрольной группой и на 3,3% в сравнении с 1 опытной группой, повысили сохранность поросят на 9,5% и 3,5%, молочность свиноматок на 23,2% и 4,9%, массу гнезда при отъеме на 38,7% и 14,0% соответственно

В технологии производства свинины, с целью улучшения мясных качеств молодняка свиней и более полной реализации генетического потенциала продуктивности, в кормлении целесообразно использовать специальные суперстартерные, предстартерные и стартерные комбикорма в зависимости от возраста. В ходе эксперимента было выявлено, что поросята-сосуны, которым внутримышечно вводили иммуностимулятор, имели более высокую скорость роста. Мы рекомендуем использовать специальные комбикорма в сочетании с введением иммуностимулятора при производстве свинины.

Литература

1. Голдобина, Л. И. Влияние живой массы и возраста на воспроизводительные качества свиноматок / Л. И. Голдобина, А. Ю. Лаврентьев // Главный зоотехник. – 2019. – № 3. – С. 39-43.
2. Лаврентьев, А. Ю. Технология производства свинины в условиях малых и средних хозяйств / А. Ю. Лаврентьев, Ф. П. Петрянкин, В. С. Шерне. – Чебоксары : Типография Чувашского госуниверситета, 2020. – 250 с.
3. Лаврентьев, А. Ю. Применение смеси цеолитсодержащих трепелов и микроэлементного биостимулятора при доращивании молодняка свиней / А. Ю. Лаврентьев // Главный зоотехник. – 2012. – № 9. – С. 42-46.
4. Лаврентьев, А. Ю. Влияние препарата « Сувар « на репродуктивные функции свиноматок и рост поросят-сосунов / А. Ю. Лаврентьев, В. С. Шерне // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2009. – № 5. – С. 35-36.
5. Лаврентьев, А. Ю. Отечественные ферменты для повышения продуктивного действия комбикормов / А. Ю. Лаврентьев, В. С. Шерне // Свиноводство. – 2020. – № 7. – С. 21-24.
6. Лаврентьев, А. Ю. Отечественные ферменты для повышения продуктивного действия комбикормов в технологии кормления молодняка свиней / А. Ю. Лаврентьев // Аграрная Россия. – 2021. – № 2. – С. 26-29.
7. Лаврентьев, А. Влияние БВМК и ПС-2 на репродуктивность свиноматок / А. Лаврентьев, Н. Васильев // Комбикорма. – 2011. – № 6. – С. 89.
8. Лаврентьев, А. Ю. Производство продуктов животноводства на малых и средних фермах / А. Ю. Лаврентьев, Ф. П. Петрянкин, В. С. Шерне. – Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018. – 168 с.
9. Лаврентьев, А. Ю. Технология производства свинины в условиях малых и средних хозяйств / А. Ю. Лаврентьев, Ф. П. Петрянкин, В. С. Шерне. – Чебоксары : Типография Чувашского госуниверситета, 2020. – 250 с.
10. Лаврентьев, А. Ю. Свиноводство. Технология производства свинины в условиях малых и средних хозяйств / А. Ю. Лаврентьев, Ф. П. Петрянкин, В. С. Шерне. – Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. – 132 с.
11. Лаврентьев, А. Ю. Влияние использования L-лизин монохлоргидрата кормового в рационах молодняка свиней на рост, развитие и затраты кормов / А. Ю. Лаврентьев // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 2(26). – С. 111-113.
12. Лаврентьев, А. Ю. Эффективность применения природных цеолитов в комбикормах молодняка свиней / А. Ю. Лаврентьев, В. С. Шерне, Л. Р. Михайлова, Л. В. Жестянова // Аграрная Россия. – 2021. – № 6. – С. 40-44.

13. Лаврентьев, А. Ю. Специальные комбикорма и иммуностимулятор при выращивании поросят-сосунов / А. Ю. Лаврентьев, Л. Р. Михайлова, Л. В. Жестянова // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2021. – № 3(36). – С. 36-40.
14. Лаврентьев, А. Ю. Мясные качества молодняка свиней при включении в комбикорма ферментных препаратов / А. Ю. Лаврентьев, В. С. Шерне, Е. Ю. Немцева // Аграрная наука - сельскому хозяйству: сборник статей: в 3 книгах, Барнаул, 07–08 февраля 2017 года / Алтайский государственный аграрный университет. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2017. – С. 157-159.
15. Лаврентьев, А. Ю. Новые биологически активные препараты в рационах молодняка крупного рогатого скота и свиней / А. Ю. Лаврентьев. – Чебоксары : Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2010. – 111 с.
16. Михайлова Л.Р. Применение природных цеолитов в комбикормах молодняка свиней / Л. Р. Михайлова, Л. В. Жестянова, А. Ю. Лаврентьев, В. С. Шерне // Аграрная наука. – 2021. – № 3. – С. 43-47.
17. Михайлова, Л. Р. Комбикорма с цеолитами для молодняка свиней / Л. Р. Михайлова, А. Ю. Лаврентьев // Ветеринарный врач. – 2021. – № 3. – С. 23-29.
18. Михайлова, Л. Р. Эффективность применения природных цеолитов в кормлении молодняка свиней / Л. Р. Михайлова, Л. В. Жестянова, А. Ю. Лаврентьев, В. С. Шерне // Нива Поволжья. – 2021. – № 1(58). – С. 75-81.
19. Петрянкин, Ф. П. Технология производства продуктов животноводства на средних и малых фермах : Учебное пособие / Ф. П. Петрянкин, А. Ю. Лаврентьев, В. С. Шерне ; Под редакцией профессора Ф.П. Петрянкина. – Чебоксары : Канашский издательский дом, 2010. – 187 с.
20. Шерне, В. С. Эффективность примения ферментных препаратов на рост и развитие молодняка свиней / В. С. Шерне, А. Ю. Лаврентьев, Д. Ю. Смирнов // Аграрная наука: поиск, проблемы, решения : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки РФ, доктора сельскохозяйственных наук, профессора В.М. Куликова, Волгоград, 08–10 декабря 2015 года / главный редактор А.С. Овчинников. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2015. – С. 187-191.
21. Шерне, В. С. Увеличение продуктивных и мясных качеств свиней при включение в комбикорма ферментнов отечественного производства / В. С. Шерне, Д. Ю. Смирнов, А. Ю. Лаврентьев // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования : I Международная научно-практическая Интернет-конференция, посвященная 25-летию ФГБНУ «Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия», Соленое Займище, 29 февраля 2016 года. – Соленое Займище: Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия, 2016. – С. 3291-3295.
22. Lavrentiev A. Yu. Silicon-containing natural zeolites in the feeding of young pigs / A. Yu. Lavrentiev, N. V. Evdokimov, G. A. Larionov [et al.] // Перспективы развития аграрных наук : Материалы Международной научно-практической конференции, Чебоксары, 16 апреля 2021 года. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2021. – P. 30.
23. Lavrentiev A. Yu. Raising suckling pigs with the use of special compound feeds and immunostimulants / A. Yu. Lavrentiev, G. A. Larionov, L. R. Mikhailova [et al.] // Перспективы развития аграрных наук : Материалы Международной научно-практической конференции, Чебоксары, 16 апреля 2021 года. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2021. – P. 31.

References

1. Goldobin, L. I. Effect of live weight and age at reproductive qualities of sows / L. I. Goldobin, A. Y. Lavrentiev // Main livestock. – 2019. – No. 3. – P. 39-43.
2. Lavrent'ev, A. Yu. Technology of production of pork in small and medium-sized farms / A. Lavrent'ev, F. P. Petranker, V. S. Serna. Cheboksary : Printing House of Chuvash State University, 2020. - 250 p.
3. Lavrentiev, A. Y. Use of a mixture of zeolite and diatomaceous earth microelement biostimulator in the rearing of young pigs / A. Lavrent'ev // Main livestock. – 2012. – No. 9. – P. 42-46.
4. Lavrent'ev, A. Yu., Effect of Suvar reproductive sows and growth of suckling piglets / A. Lavrent'ev, V. S. Serna // farm animal Feeding and feed production. – 2009. – No. 5. – S. 35-36.
5. Lavrent'ev, A. Yu. Domestic enzymes to increase productive activity feed / A. Lavrent'ev, V. S. Serna // Pig. – 2020. – No. 7. – P. 21-24.
6. Lavrent'ev, A. Yu. Domestic enzymes to increase productive activity feed in the technology of feeding young pigs / A. Lavrent'ev // agrarian Russia. - 2021. - No. 2. - pp. 26-29.
7. Lavrentiev, A. The influence of BVMK and PS-2 on the reproduction of sows / A. Lavrentiev, N. Vasiliev // Compound feed. - 2011. - No. 6. - p. 89.
8. Lavrentiev, A. Yu. Production of livestock products on small and medium-sized farms / A. Yu. Lavrentiev, F. P. Petriankin, V. S. Sherne. - Saratov : AI Pi Er Media, 2018. - 168 p.
9. Lavrentiev, A. Yu. Pork production technology in conditions of small and medium-sized farms / A. Yu. Lavrentiev, F. P. Petriankin, V. S. Sherne. Cheboksary : Printing House of the Chuvash State University, 2020. - 250 p– - ISBN 9785767730476.
10. Lavrentiev, A. Y. Pig breeding. Pork production technology in conditions of small and medium-sized farms / A. Yu. Lavrentiev, F. P. Petryankin, V. S. Sherne. – Saratov : PI Er Media, 2019. – 132 p.
11. Lavrent'ev, A. Yu., Effect of using L-lysine monochlorhydrate forage in the diets of young pigs on growth, development and cost of feed / A. Lavrent'ev // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural Academy. – 2014. – № 2(26). – Pp. 111-113.
12. Lavrentiev, A. Yu. The effectiveness of the use of natural zeolites in compound feeds of young pigs / A. Yu. Lavrentiev, V. S. Sherne, L. R. Mikhailova, L. V. Tinyanova // Agrarian Russia. - 2021. - No. 6. - pp. 40-44.

13. Lavrentiev, A. Yu. Special compound feeds and immunostimulator in the cultivation of suckling pigs / A. Yu. Lavrentiev, L. R. Mikhailova, L. V. Tinyanova // Agrarian Bulletin of the Upper Volga region. – 2021. – № 3(36). – Pp. 36-40.
14. Lavrentiev, A. Yu. Meat qualities of young pigs when enzyme preparations are included in compound feed / A. Yu. Lavrentiev, V. S. Sherne, E. Yu. Nemtseva // Agrarian science - agriculture: collection of articles: in 3 books, Barnaul, 07-08 February 2017 / Altai State Agrarian University. - Barnaul: Altai State Agrarian University, 2017. – pp. 157-159.
15. Lavrentiev, A. Yu. New biologically active preparations in the diets of young cattle and pigs / A. Yu. Lavrentiev. Cheboksary : Chuvash State Agricultural Academy, 2010. – 111 p.
16. Mikhailova L.R. The use of natural zeolites in compound feeds of young pigs / L. R. Mikhailova, L. V. Gestyanova, A. Yu. Lavrentiev, V. S. Sherne // Agrarian science. – 2021. – No. 3. – pp. 43-47.
17. Mikhailova, L. R. Compound feed with zeolites for young pigs / L. R. Mikhailova, A. Y. Lavrentiev // Veterinarian. - 2021. – No. 3. – pp. 23-29.
18. Mikhailova, L. R. The effectiveness of the use of natural zeolites in feeding young pigs / L. R. Mikhailova, L. V. Tinyanova, A. Yu. Lavrentiev, V. S. Sherne // Niva of the Volga region. – 2021. – № 1(58). – Pp. 75-81.
19. Petriankin, F. P. Technology of production of livestock products on medium and small farms: Textbook / F. P. Petriankin, A. Yu. Lavrentiev, V. S. Sherne ; Edited by Professor F.P. Petriankin. Cheboksary : Kanash Publishing House, 2010. – 187 p.
20. Sherne, V. S. The effectiveness of the application of enzyme preparations on the growth and development of young pigs / V. S. Sherne, A. Yu. Lavrentiev, D. Yu. Smirnov // Agrarian science: search, problems, solutions : Materials of the International scientific and practical conference dedicated to the 90th anniversary of the birth of the Honored Scientist of the Russian Federation, Doctor of Agricultural Sciences, Professor V.M. Kulikov, Volgograd, December 08-10, 2015 / Editor-in-chief A.S. Ovchinnikov. - Volgograd: Volgograd State Agrarian University, 2015. - pp. 187-191.
21. Sherne, V. S. Increase in productive and meat qualities of pigs when including fermentins of domestic production in compound feed / V. S. Sherne, D. Y. Smirnov, A. Y. Lavrentiev // Modern ecological state of the natural environment and scientific and practical aspects of rational nature management: I International scientific and Practical Internet conference dedicated to the 25th anniversary of the Caspian Research Institute of Arid Agriculture, Saline Zaymishche, February 29, 2016. - Salty Zaymishche: Caspian Research Institute of Arid Agriculture, 2016. – p. 3291-3295.
22. Lavrentiev A. Yu. Silicon-containing natural zeolites in the feeding of young pigs / A. Yu. Lavrentiev, N. V. Evdokimov, G. A. Larionov [et al.] // Prospects for the development of agricultural sciences : Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Cheboksary, April 16, 2021. Cheboksary: Chuvash State Agrarian University, 2021. – P. 30.
23. Lavrentiev A. Yu. Raising suckling pigs with the use of special compound feeds and immunostimulants / A. Yu. Lavrentiev, G. A. Larionov, L. R. Mikhailova [et al.] // Prospects for the development of agricultural sciences : Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Cheboksary, April 16, 2021. Cheboksary: Chuvash State Agrarian University, 2021.–- P. 31.

A. Yu. Lavrentiev[1], V. S. Sherne[2], L. R. Mikhailova[1]

[1]Chuvash state agrarian University,
[2]LLC «Natural products of the Volga region»
lavrentev65@list.ru

IMMUNOSTIMULATOR AND SPECIAL COMPOUND FEEDS FOR SUCKLING PIGLETS

One of the main problems during the rearing and organization of feeding piglets under the uterus is, as soon as possible, they get used to eating various top dressing and special compound feeds, warning against various diseases (diarrhea, anemia). Based on this, they should be provided with zoohygienic standards of maintenance, care and feeding. Compliance with all these conditions will ensure and strengthen the health of suckling piglets, improve their safety and survival. This will allow in the subsequent stages, that is, when growing, fattening or growing for repairs, to show high productivity at the expense of good health. Feeding piglets up to 2 months of age is the most important period in the life of a piglet. At the beginning of their life, the first two weeks, the only food of suckling pigs is sow's milk. The required amount of nutrients up to 3 weeks of age is met, as a rule, at the expense of sow's milk, but from the first days of life they need to be additionally fed. The aim of the study is to study the effectiveness of using special compound feeds (superstarter, prestarter, starter) as top dressing and feeding for suckling piglets, as well as using an immunostimulator to maintain their health, better growth and development. As a result of the research, it was revealed that suckling pigs that received special superstarter, prestarter and starter feed, depending on their age, as well as young animals that were additionally intramuscularly injected with an immunostimulator, had a higher safety by 6.97% in the 1 experimental group and by 7.3% in the 2 experimental group, and growth rate. Suckling pigs of the second experimental group grew the best during the experimental period (60 days) and amounted to 17.68 kg, which is more than in the control group by 1.2 kg or 7.28% and by 0.63 kg or 3.7% in the first experimental group, respectively. The milk content of sows of the 2 experimental group was 59.0 kg, which is higher than in the control group by 11.1 kg or 23.2% and in the 1 experimental group–by 2.75 kg or 4.9%. The deviation between the experimental piglets of the control group and the 1 experimental group for this indicator was 8.35 kg or 17.4% in favor of the 1 experimental group.

Key words: compound feed, suckling pigs, live weight, milk content, safety, growth.