

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБОУ ВО “Иркутский государственный аграрный университет
имени А.А. Ежевского”**

**“НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ**

“ВЕСТНИК ИрГСХА”

Выпуск 92

июнь

Иркутск 2019

“Научно-практический журнал “Вестник ИрГСХА”, 2019, выпуск 92, июнь.

Издается по решению Ученого совета Иркутской государственной сельскохозяйственной академии с 26 ноября 1996 г.

Главный редактор: Ш.К. Хуснидинов, д.с.-х.н.

Зам. главного редактора: Н.А. Никулина, д.б.н.

Ответственный секретарь: О.П. Ильина, д.в.н.

Члены редакционного совета: В.О. Саловаров, д.б.н., В.И. Солодун, д.с.-х.н., Е.Г. Худоногова, д.б.н., Р.А. Сагирова, д.с.-х.н., Д.С. Адушинов, д.с.-х.н., Н.И. Рядинская, д.б.н., А.И. Кузнецов, д.с.-х.н., Ч.Б. Кушеев, д.в.н., А.С. Вершинин, д.с.-х.н., И.И. Силкин, д.б.н., Л.М. Белова, д.б.н. (Санкт-Петербургская академия ветеринарной медицины, г. Санкт-Петербург, Россия), Э.В. Ивантер, д.б.н., чл.-кор. РАН (Петрозаводский государственный университет Республика Карелия, Россия), Ю.Н. Литвинов, д.б.н. (Институт систематики и экологии животных СО РАН, г. Новосибирск, Россия), К. Кузмова, д.б.н. (Аграрный университет, г. Пловдив, Болгария).

В журнале опубликованы работы авторов по разным тематикам: агрономии, мелиорации, биологии, охране природы, ветеринарной медицине, зоотехнии.

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77 - 75281.

Подписной индекс 82302 в каталоге агентства ООО “Роспечать” “Газеты. Журналы”.

Рукописи, присланные в журнал, не возвращаются. Авторы несут полную ответственность за подбор и изложение фактов, содержащихся в статьях; высказываемые ими взгляды могут не отражать точку зрения редакции. Любые нарушения авторских прав преследуются по закону. Перепечатка материалов журнала допускается только по согласованию с редакцией. Рецензии хранятся в редакции не менее 5 лет в бумажном и электронном вариантах и могут быть предоставлены в Министерство образования и науки РФ по запросу.

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

Журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий согласно решению Президиума Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России.

Журнал удостоен диплома II степени в конкурсе изданий учреждений ДПО, подведомственных Минсельхозу РФ, “Новые знания – практикам” в номинации “Лучшее серийное издание”, диплома III степени Министерства сельского хозяйства РФ, диплом II степени в номинации “Лучшее печатное издание” I Международного конкурса за лучшее учебное и научное издание.

Статьи проверены с использованием Интернет-сервиса “Антиплагиат”.

Присвоен DOI: 10.17238/ISSN1999 - 3765.2019.91.

Учредитель – ФГБОУ ВО “Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского”.

“Scientific and practical journal “Vestnik IrGSHA”, 2019, Issue 92, Juny.

It is published by the decision of the Academic Council of Irkutsk State Agricultural Academy since November 26, 1996

Chief-editor: Sh.K. Khusnidinov, Doctor of Agricultural Sc.

Deputy chief-editor: N.A. Nikulina, Doctor of Biol. Sc.

Executive secretary: O.P. Iljina, Doctor of Veterinary Sc.

Editorial Board Members: V.O. Salovarov, Doctor of Biol. Sc., V.I. Solodun, Doctor of Agricultural Sc., E.G. Khudonogova, Doctor of Biol. Sc., R.A. Sagirova, Doctor of Agricultural Sc., D.S. Adushinov, Doctor of Agricultural Sc., N.I. Ryadinskaya, Doctor of Biol. Sc., A.I. Kuznecov, Doctor of Agricultural Sc., Ch.B. Kusheev, Doctor of Veterinary Sc, A.S. Vetshinin, Doctor of Agricultural Sc., I.I. Silkin, , Doctor of Biol. Sc., L.M. Belova, Doctor of Biol. Sc. (St. Petersburg Academy of Veterinary Medicine, St. Petersburg); E.V. Ivanter, Doctor of Biol. Sc. Corresponding Member of Russian Academy of Sc. (Petrozavodsk State University in the Republic of Karelia), Yu.N. Litvinov, Doctor of Biol. Sc., (Institute of Animal Systematics and Ecology, Siberian Branch of Russian Academy of Sc., Novosibirsk), K. Kuzmova, Doctor of Biol. Sc., Agarianl University (Plovdiv, Bulgaria).

The articles published in the journal are on different topics: agronomy, melioration, biology, nature protection, veterinary medicine, animal husbandry.

The journal is registered by the Federal Supervision Service for Legislation Mass Media and Culture Heritage Protection. Registration certificate of mass medium - ПИ № ФС77 - 75281.

Subscription index in the catalogue of the Agency “Limited Liability Company “Rospechat”, “News-papers. Journals” is 82302. Manuscripts are not returned to the authors. The authors are fully responsible for the compilation and presentation of information contained in their papers; their views may not reflect the Editorial Board’s point of view. All rights protected. No part of the Journal materials may be reprinted without permission from the Editors. Reviews are stored in the editorial office for 5 years in the paper and electronic versions, and can be provided to the Ministry of Education and Science of the Russian Federation on request.

The journal is included to the Russian Federation index of Scientific Citation of electronic library eLIBRARY.RU.

The journal is included in the list of leading peer-reviewed scientific journals and publications in accordance with the decision of the Presidium of the Higher Attestation Commission of the Ministry of Education of Russia.

The journal is awarded by the Diploma of II degree in the competition of publications of the institutions of PVE subordinated to the Ministry of Agriculture of the Russian Federation, “New knowledge - practice” in the category “Best Issues”, diploma of III degree of the Ministry of Agriculture of Russia, diploma of II degree in the nomination “The best print edition” of the 1st International competition for the best educational and scientific publication.

Articles are checked with the use of the Internet service “Anti-plagiarism”.

Assigned DOI: 10.17238/ISSN 1999 - 3765.2019.92.

The founder is the Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky

ISSN 1999 - 3765

© ФГБОУ ВО “Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского”, 2019, июнь.

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОНОМИЯ. МЕЛИОРАЦИЯ

- Большешапова Н.И., Бурлов С.П.* Перспективные гибриды картофеля конкурсного испытания 7
- Бузина Т.С., Окладчик С.А., Полковская М.Н.* Оптимизация размещения посевов сельскохозяйственных культур с учетом изменчивости цен 17
- Бузунова М.Ю.* Диэлектрическая дисперсия механоактивированных зерновых культур 25
- Демиденко Г.А., Турыгина О.В.* Агроэкологическая оценка использования пашни хозяйств АПК Канского района Красноярского края 32
- Кабанова С.А., Данченко М.А., Кабанов А.Н., Шахматов П.Ф.* Опыт применения абсорбента при посадке лесных культур в зеленой зоне города Астаны 41
- Козлова З.В., Хуснидинов Ш.К., Заматицков Р.В., Матаис Л.Н., Глушкова О.А.* Модели плодородия и продуктивности серых лесных почв в специализированных кормовых севооборотах Предбайкалья 48
- Колотова О.В., Могилевская И.В., Владимцева И.В., Аверина М.Б., Короленко А.В.* Применение биоцидных компонентов для создания устойчивых к биодеструкции сельхозпрепаратов 58
- Лихачев С.В., Пименова Е.В., Жакова С.Н.* Экологические условия формирования фитоценоза шлакового отвала сталеплавильного производства 67
- Солодун В.И., Бояркин Е.В., Зайцев А.М., Горбунова М.С.* Тенденции изменения агроклиматических условий для ведения земледелия на Юго-Востоке Предбайкалья 75
- Султанов Ф.С., Юдин А.А., Габдрахимов О.Б., Красношапко В.В.* Действие минеральных удобрений на продуктивность новых сортов яровой пшеницы в условиях Прибайкалья 81

БИОЛОГИЯ. ОХРАНА ПРИРОДЫ

- Асалханова О.Н., Виньковская О.П.* Крупные древесные розоцветные (Rosaceae Juss.) на территории Иркутской области: разнообразие, распространение и состояние изученности 89
- Афанасьев Р.Г., Виноградов В.В., Исаева И.Л.* Пространственная структура и динамика популяциисибирского горного козла (*Capra sibirica* Pall., 1776) на территории Западного Саяна 100
- Богородский Ю.В.* О социальной эволюции человека 112
- Зима Ю.А., Чурикова М.А., Саловаров В.О.* К вопросу о питании серого варана (*Varanus griseus* Eichwald, 1831) в Северо-Восточных Кызылкумах 118

<i>Павлова Е.А., Сенотрусова М.М.</i> Мониторинг состояния некоторых хищных млекопитающих, отнесенных к объектам охоты Шушенского района Красноярского края	124
<i>Тарновский А.В., Ердаков Л.Е., Литвинов Ю.Н.</i> Применение модифицированного метода наименьших квадратов Прони при моделировании коротких временных рядов	131
<i>Шарипова Д.Р., Половинкина С.В., Худоногова Е.Г., Зацепина О.С., Скрипник Г.В.</i> Влияние экологических условий Иркутска на процесс побегообразования тополя белого (<i>Populus alba</i> L.)	147

CONTENTS

AGRONOMY. MELIORATION

<i>Bolsheshapova N.I., Burlov S.P.</i> Perspective hybrids of potato, competitive tests	7
<i>Buzina T.S., Okladchik S.A., Polkovskaya M.N.</i> Optimization of placement of crops of agricultural crops taking into account the variability of prices	17
<i>Buzunova M.Yu.</i> Dielectric dispersion of mechanoactivated grain crops	25
<i>Demidenko G.A., Turygin O.V.</i> AGROECOLOGICAL Assessment of arable lands usage in agro-industrial complex in Kansk district of Krasnoyarsk region	32
<i>Kabanova S.A., Danchenko M.A., Kabanov A.N., Shakhmatov P.F.</i> Experiment of application of absorbent in planting of forest cultures in Astana city green zone	41
<i>Kozlova Z.V., Khusnidinov Sh.K., Zamashchikov R.V., Matais L.N., Glushkova O.A.</i> Models of fertility and productivity of gray forest soils in specialized fodder crop rotation in Cisbikal region	48
<i>Kolotova O.V., Mogilevskaya I.V., Vladimimtseva I.V., Averina M.B., Korolenko A.V.</i> Application of biocidal components for creating sustainable to biodegradation agricultural preparations	58
<i>Likhachev S.V., Pimenova E.V., Zhakova S.N.</i> Environmental conditions for the formation of steel-melting production slag dump phytocenosis	67
<i>Solodun V.I., Boyarkin E.V., Zaitsev A.M., Gorbunova M.S.</i> Trends of changes of agroclimatic conditions for agriculture in the Southeast Cisbaikalia	75
<i>Sultanov F.S., Yudin A.A., Gabdrakhimov O.B., Krasnoshapko V.V.</i> The impact of mineral fertilizers on productivity of new cultivars of spring wheat under conditions of Cisbaikalia area	81

BIOLOGY. NATURE PROTECTION

<i>Asalkhanova O.H., Vinkovskaya O.P.</i> Large wood rosaceae (Rosaceae Juss.) in irkutsk region area: diversity, distribution and state of study	89
<i>Afanashev R.G., Vinogradov V.V., Isaeva I.L.</i> Spatial structure and dynamics of siberian ibex (<i>Capra sibirica</i> Pall., 1776) population in the territory of Western Sayan	100
<i>Bogorodskiy Yu.V.</i> Human social evolution thoughts	112
<i>Zima Yu.A., Chirikova M.A., Salovarov V.O.</i> To the problem of nutrition of desert monitor (<i>Varanus griseus</i> Eichwald, 1831) in the Northeaster Kyzylkum	118
<i>Pavlova E.A., Senotrusova M.M.</i> Monitoring of the state of some predatory mammals, related to the objects of hunting, in Shushenskiy district of Krasnoyarsk region	124

Tarnovsky A.V., Erdakov L.E., Litvinov Yu.N. Application of the modified prony least squares method for modelling of short time series 131

Sharipova D.R., Polovinkina S.V., Hudonogova E.G., Zatsepina O.S., Skripnik G.V. Influence of Irkutsk city ecological conditions on the germination process of white poplar (*Populus alba* L.) 147

УДК 635: 631.527.5(571.53)

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ГИБРИДЫ КАРТОФЕЛЯ КОНКУРСНОГО ИСПЫТАНИЯ

Н.И. Большешапова, С.П. Бурлов

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, г. *Иркутск*,
Россия

Исследование селекционного материала картофеля имеет важное значение в отрасли картофелеводства. В статье представлены исследования, проведенные в 2013-2015 гг. в Иркутском государственном аграрном университете имени А.А. Ежевского, по продуктивности и качественным показателям гибридов картофеля. Почва опытного участка серая лесная среднесуглинистая с содержанием гумуса 2.0-2.2%. Обработка почвы и технология выращивания были типичными для зональных условий. Удобрения на опытный участок под картофель вносились весной в дозах $N_{60}P_{90}K_{90}$ кг д.в. на 1 га. За контроль выбран районированный в Иркутской области сорт "Сарма". В опыте изучили 10 гибридов картофеля и провели описание их морфологических признаков. Число и масса товарных клубней гибридов соответствовало требованиям к столовым сортам. Лучшие гибриды испытываются по методике Госсортосети: на 4-х-рядковых делянках по 50 клубней в рядке, в 4-х-кратной повторности. Учеты и наблюдения те же, что и в основном сортоиспытании. Фиточистки в питомнике не проводятся. При уборке по перспективным гибридам ведется семеноводство – отбор клонов (суперэлита). Общая площадь под опытом 540 м². Исследуемые образцы имели высокую товарность 82-94%. Образцы различались по содержанию крахмала и сухого вещества. По результатам трехлетнего изучения питомника конкурсного испытания картофеля в лесостепной зоне Иркутской области, по комплексу хозяйственно полезных признаков отобраны и рекомендуются гибриды селекции Иркутского ГАУ, представляющие интерес для селекции и возделывания в производстве.

Ключевые слова: картофель, гибрид, качество, крахмал, урожайность.

PERSPECTIVE HYBRIDS OF POTATO, COMPETITIVE TESTS

Bolsheshapova N.I., Burlov S.P.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, *Irkutsk, Russia*

The study of potato breeding material is important in the potato industry. The article presents studies conducted in 2013-2015. at the Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky productivity and quality indicators of potato hybrids. The soil of the experimental plot is gray forest medium loamy with a humus content of 2.0-2.2%. Tillage and cultivation technology were typical for zonal conditions. Fertilizers were applied to the test plot for potatoes in the spring in doses of $N_{60}P_{90}K_{90}$ kg ai. on 1 ha. For control, the variety "Sarma" zoned in the Irkutsk region has been selected. In the experiment, 10 potato hybrids were studied and their morphological characteristics were described. The number and weight of hybrids commercial tubers met the requirements for table varieties. The best hybrids are tested according to the State Sorting Network method: on 4 row plots with 50 tubers in a row, in 4

replicates. The counts and observations are the same as in the basic testing. Phytochips in the nursery are not carried out. When harvesting on promising hybrids, seed production is carried out - the selection of clones (super elite). The total area under the experience of 540 m². The investigated samples had a high marketability of 82-94%. Samples differed in starch and dry matter. According to the results of a three-year study of the nursery of competitive testing of potatoes in the forest-steppe zone of the Irkutsk region, hybrids of selection of Irkutsk were selected and recommended for selection and cultivation in production for a complex of economically useful traits.

Keywords: potato, hybrid, quality, starch, yield.

Картофель для производства должен обладать рядом характеристик. Сорт картофеля должен быть среднеранний, обладать высокой урожайностью, хорошими вкусовыми и кулинарными качествами, иметь устойчивость к патогенам. Это поможет преодолеть потери урожая от вирусных, грибковых заболеваний, вредителей, которые несет картофельное производство нашего региона.

Сорт является основой технологии картофелеводства. Селекция новых сортов картофеля для сельскохозяйственного производства Иркутской области продолжается по требованиям крупных товаропроизводителей.

Цель исследований – изучить и дать оценку перспективным гибридам картофеля по количественным и качественным показателям для дальнейшего использования в селекционных программах и производстве.

Материал и методы исследований. Исследования проводились на опытном поле в 2013-2015 гг., где изучались гибриды, полученные на кафедре земледелия и растениеводства Иркутского ГАУ. Почва опытного участка серая лесная среднесуглинистая с содержанием гумуса 2.0-2.2%. Картофель размещался в севообороте: пар – картофель. Обработка почвы и технология выращивания были типичными для зональных условий. Удобрения на опытный участок под картофель вносились весной в дозах N₆₀P₉₀K₉₀ кг д.в. на 1 га. За контроль выбран районированный в Иркутской области сорт “Сарма”. В работе использовались: методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [11]; методика исследований культуры картофеля; уборка урожая проводилась сплошным методом; крахмалистость клубней определяли по удельному весу; сухое вещество методом высушивания. Статистическая обработка результатов исследований по Доспехову [7].

Результаты исследований и их обсуждение. На кафедре земледелия и растениеводства Иркутского аграрного университета ведутся работы по селекции и семеноводству картофеля. В опыте изучили 10 гибридов картофеля, полученные на кафедре, и районированный сорт “Сарма” (табл. 1).

Лучшие гибриды испытываются по методике Госсортосети: на 4 рядковых делянках по 50 клубней в рядке, в 4-х-кратной повторности. Учеты и наблюдения те же, что и в основном сортоиспытании. Фитопроцистки в питомнике не проводятся. При уборке по перспективным гибридам ведется семеноводство – отбор клонов (суперэлита). Общая площадь под опытом 540 м².

Таблица 1 – Происхождение гибридов картофеля

Сорт	Гибридная комбинация	Происхождение
“Сарма” (ст.)	“Санте” × “Огонёк”	Иркутский ГАУ
“ЛТ-13-11”	“Лазурит” × “Томич”	Иркутский ГАУ
“ЛТ-11-13”	“Лазурит” × “Томич”	Иркутский ГАУ
“ВК-1-1”	“Сеянец ВК-1”	Иркутский ГАУ
“ЛТ-11-02”	“Лазурит” × “Томич”	Иркутский ГАУ
“ВК-2-13”	“Сеянец ВК-2”	Иркутский ГАУ
“ДР-11”	“Дельфин” × “Ромео”	Иркутский ГАУ
“РБ-1”	“Ромео” × “Бурен”	Иркутский ГАУ
“СО-11-17”	“Санте” × “Очарование”	Иркутский ГАУ
“Красное лето”	“Ред Скарлетт” × “9778-1”	Иркутская ГАУ
“22009”	“Сеянец 278”	Иркутская ГАУ

При оценке морфологических признаков гибрида учитывали форму клубня, принимали во внимание равномерность окраски, глубину залегания глазков, окраску мякоти. Цвет мякоти у гибридов варьируется, белая окраска у гибрида “ВК-1-1”, кремовая – “ЛТ-11-13”, “ЛТ-11-02”, у остальных гибридов наблюдали светло-желтую и желтую окраску мякоти (табл. 2).

Таблица 2 – Морфологические признаки гибридов картофеля

Сорт	Форма клубня	Окраска клубня	Глубина глазков	Цвет мякоти
“Сарма” (ст.)	Овально-округлая	Св-желтая	Глубокие	Желтая
“ЛТ-13-11”	Овально-округлая	Желтая	Поверхностные	Светло желтая
“ЛТ-11-13”	Овально-округлая	Желтая	Поверхностные	Кремовая
“ВК-1-1”	Округлая	Желтая	Поверхностные	Белая
“ЛТ-11-02”	Овально-округлая	Желтая	Поверхностные	Кремовая
“ВК-2-13”	Овально-округлая	Желтая	Средняя	Светло желтая
“ДР-11”	Овально-округлая	Желтая	Поверхностные	Светло желтая
“РБ-1”	Овально-округлая	Желтая	Поверхностные	Светло желтая
“СО-11-17”	Овально-округлая	Желтая	Поверхностные	Светло желтая
“Красное лето”	Удлиненная	Красная	Поверхностные	Желтая
“22009”	Округло-овальная	Св-желтая	Средняя	Светло желтая

Ценными являются гибриды, имеющие клубни правильной округло-овальной и овальной формы со средними или поверхностными глазками. Все изучаемые гибриды имели округло-овальную форму со средними и поверхностями глазками.

Фенологические показатели роста и развития гибридов картофеля. При возделывании картофеля, особенно в районах с коротким безморозным периодом, длина вегетационного периода гибрида, сорта имеет большое значение для формирования урожая. Сорта с коротким вегетационным периодом всходят и растут гораздо быстрее и дают более высокие урожаи в ранние сроки.

В ходе развития сельскохозяйственных культур у них проходят внешние изменения, связанные с образованием новых органов или частей растений, эти внешние изменения называются фенологическими фазами развития, у картофеля различают следующие основные фазы: всходы, бутонизация, цветение, клубнеобразование, увядание ботвы (табл. 3).

Таблица 3 – Фенологические наблюдения за картофелем, 2013-2015 гг.

Гибрид, сорт	Дата наступления фаз					
	Посадка	Всходы	Бутонизация	Цветение	Усыхание ботвы	Уборка
“Сарма” (ст.)	24.05	16.06	1.07	12.07	нет	10.09
“ЛТ-13-11”	24.05	14.06	30.06	10.07	нет	10.09
“ЛТ-11-13”	24.05	13.06	29.06	10.07	нет	10.09
“ВК-1-1”	24.05	15.06	4.07	11.07	нет	10.09
“ЛТ-11-02”	24.05	13.06	30.06	11.07	нет	10.09
“ВК-2-13”	24.05	15.06	4.07	11.07	нет	10.09
“ДР-11”	24.05	15.06	3.07	10.07	нет	10.09
“РБ-1”	24.05	16.06	3.07	12.0	нет	10.09
“СО-11-17”	24.05	15.06	4.07	13.07	нет	10.09
“Красное лето”	24.05	12.06	29.06	09.07	нет	10.09
“22009”	24.05	15.06	5.07	15.07	нет	10.09

У всех гибридов, посаженных 24 мая, всходы появились на 20...25 день. Первые всходы наблюдали у сорта “Красное лето” (12.06) и гибридов “ЛТ-11-13”, “ЛТ-11-02” (13.06), остальные гибриды всходили на 2-3 дня позже.

Вегетационный период у изучаемых гибридов составил от 84 до 92 дней (табл. 4).

Таблица 4 – Продолжительность межфазных периодов гибридов и сортов картофеля, дней

Сорт, гибрид	Посадка всходы	Всходы-бутонизация	Бутонизация-цветение	Цветение-отмирание ботвы	Вегетационный период
“Сарма (ст.)	25	20	9	55	84
“ЛТ-13-11”	21	16	10	61	87
“ЛТ-11-13”	20	16	11	61	88
“ВК-1-1”	22	19	7	62	88
“ЛТ-11-02”	20	17	11	62	90
“ВК-2-13”	22	19	7	62	88
“ДР-11”	22	18	7	61	86
“РБ-1”	23	17	9	63	89
“СО-11-17”	22	19	9	64	92
“Красное лето”	21	18	11	60	89
“22009”	24	23	9	54	86

Наиболее коротким был период “бутонизация-цветение” до 7 дней у гибридов “ВК-1-1”, “ВК-2-13”, “ДР-11”. Естественное усыхание ботвы у гибридов картофеля в годы исследования не наблюдалось.

Продолжительным был период “цветение-отмирание ботвы”. У гибридов он составлял от 54 до 62 дней. Самым длинным был у гибрида “СО-11-17” (64 дня), а самый короткий у гибрида “22009” (54 дня).

Урожайность и качество гибридов картофеля. Е.В. Аминова и А.В. Николаев [1, 12] считают, что новые сорта и гибриды картофеля являются наиболее эффективным средством повышения величины и качества урожая. Большинство авторов считают, что для увеличения и стабилизации урожайности картофеля требуется создание и внедрение в производство урожайных, устойчивых к жаре и засухе, вирусным и грибным болезням сортов и гибридов с хорошими качествами клубней [2, 8, 9, 10, 14, 13].

Анализ продуктивности гибридов и сортов картофеля в годы исследования показал, что их урожайность составляла от 13.0 до 30.2 т/га (табл. 5). В результате оценки гибридов выделены 4 образца, обладающие высокой урожайностью – “22009” (30.2 т/га), “ЛТ-13-11” (29.9 т/га), “ЛТ-11-13” (28.9 т/га), “ВК-1-1” (28.6 т/га), которые равны или превысили стандарт сорт “Сарма” на 0.5-2.1 т/га. У остальных образцов урожайность была ниже стандарта.

Таблица 5 – Урожайность гибридов картофеля, средняя за 2013-2015 гг.

Сорт	Средняя урожайность, т/га	К стандарту +,-	
		т/га	%
“22009”	30.2	2.1	7.5
“ЛТ-13-11”	29.9	1.8	6.4
“ЛТ-11-13”	28.9	0.8	2.8
“ВК-1-1”	28.6	0.5	1.8
“Сарма” (ст.)	28.1	-	100
“ЛТ-11-02”	27.8	-0.3	-1.1
“ВК-2-13”	26.2	-1.9	-6.8
“ДР-11”	25.0	-3.6	-11.0
“Красное лето”	22.2	-5.9	-21.0
“РБ-1”	14.8	-13.3	
“СО-11-17”	13.0	-15.1	

НСР₀₅

1.7

Для определения структуры урожая брали пробы гибридов и сортов. Каждую пробу разбирали на фракции – крупные клубни, средние и мелкие. Каждую фракцию взвешивали и подсчитывали количество клубней.

Данные таблицы 6 показывают, что максимальное количество клубней в кусте имели гибриды “22009” (10,3 шт.) и “ЛТ-11-13” (10.0 шт.).

Таким образом, нами выделены 2 гибрида, обладающие многоклубневостью в сочетании с урожайностью. Фракционный состав

гибридов картофеля показал (табл. 7), что наибольший выход крупной фракции обеспечивали гибриды “ВК-1-1” (95%), “ВК-2-13” (88%).

Таблица 6 – Структурные показатели гибридов картофеля, 2013-2015 гг.

Сорт	Число клубней, шт.			
	Всего	Крупные	Средние	Мелкие
“22009”	10.3	2.7	4.0	3.6
“ЛТ-11-13”	10.0	2.0	5.5	2.5
“ДР-11”	9.8	3.0	3.0	3.8
“Сарма” (ст.)	8.8	3.2	3.1	2.5
“ЛТ-13-11”	7.8	2.5	3.1	2.2
“Красное лето”	7.6	2.0	3.7	1.9
“ЛТ-11-02”	7.4	3.6	1.8	2.0
“ВК-1-1”	5.5	4.5	0.5	0.5
“РБ-1”	4.2	1.6	1.8	0.8
“ВК-2-13”	4.1	3.7	1.0	0
“СО-11-17”	3.2	0.7	2.2	0.3

По выходу средней фракции выделились следующие гибриды “СО-11-17” (54%), “ЛТ-11-13” (54%).

Таблица 7 – Фракционный состав гибридов картофеля, 2013-2015 гг.

Сорт	Состав по массе, %			Товарность, %
	крупных	средних	мелких	
“ВК-2-13”	88	12	0	100
“ВК-1-1”	95	3	2	98
“Сарма” (ст)	84	14	2	98
“СО-11-17”	43	54	3	97
“РБ-1”	62	32	6	94
“22009”	52	37	24	93
“ЛТ-11-02”	72	19	9	91
“ЛТ-13-11”	57	34	9	91
“Красное лето”	45	32	11	91
“ЛТ-11-13”	37	54	9	91
“ДР-11”	57	31	12	88

Высокоурожайные гибриды “22009”, “ЛТ-13-11”, “ЛТ-11-13”, “ВК-1-1” имели выход крупной фракции в среднем 37-95 % соответственно.

Особое влияние на накопление сухого вещества в клубнях оказывают сорт и погодные условия, также зависит от типа почв, от срока посадки, внесения минеральных удобрений, мероприятий по защите растений от болезней и вредителей и от времени уборки. Сухая и жаркая погода способствует более быстрому и повышенному накоплению сухого вещества, чем влажная и прохладная. Сдерживается накопление сухого вещества при поражении растений и болезнями, и вредителями, а также при раннем скашивании ботвы и уборке недозрелого картофеля.

Наличие крахмала в клубнях картофеля варьируется в зависимости от сорта, гибрида и является сортовым признаком картофеля. Величина накопления крахмала в клубнях зависит также от их размера. Крахмалистость клубней с одного куста может колебаться от 16 до 25% [4, 5].

С.П. Бурлов считает, что биохимический состав клубней картофеля наряду с генотипической обусловленностью в значительной степени зависит от условий выращивания. Наиболее устойчивым показателем является содержание в клубнях сухого вещества и крахмала [6].

У изучаемых гибридов содержание сухого вещества составило от 14.2 до 24.1% (табл. 8). Высокое содержание сухого вещества наблюдалось у гибрида “22009” (24.1%).

Таблица 8 – Содержание сухого вещества и крахмала в клубнях сортов и гибридов картофеля, 2013-2015 гг.

Сорт	Сухое вещество, %	Крахмал, %
“ВК-2-13”	22.5	16.9
“22009”	24.1	16.6
“Сарма”	23.1	15.9
“ЛТ-13-11”	21.7	15.6
“ВК-1-1”	21.3	15.4
“Красное лето”	18.4	12.5
“ЛТ-11-02”	18.0	12.2
“ДР-11”	17.4	11.6
“ЛТ-11-13”	16.9	10.9
“РБ-1”	16.9	10.9
“СО-11-17”	14.2	8.3

Высокоурожайные гибриды имеют повышенное содержание крахмала более 15% (гибриды “22009”, “ВК-1-1”, “ЛТ-13-11”), среднее содержание крахмала у гибридов “ЛТ-11-13”, “ЛТ-11-02”, “Красное лето” (10.9-12.5%) и низкое содержание крахмала у гибрида “СО-11-17” – 8.3% (табл. 8). По содержанию крахмала в годы исследований выделились следующие гибриды “ВК-2-13”, “22009”.

З.А. Болиева [3] в своей статье пишет, что при выведении сортов картофеля большое внимание следует уделять столовым качествам клубня, формирование которых зависит не только от генетических факторов, но и от агроклиматических условий возделывания картофеля.

Оценку вкусовых качеств определяли по девятибалльной системе. Оценку потемнения мякоти проводили через 1.5-2 часа после варки в холодном виде. Устойчивость к потемнению мякоти у изучаемых гибридов относительно высокая, что немаловажно для столового картофеля. Слабое потемнение наблюдалось у сорта “Красное лето” (7 баллов). У остальных гибридов потемнения не было (табл. 9).

Таблица 9 – Оценка столовых качеств сортов картофеля

Сорт, гибрид	Консистенция мякоти	Разваримость клубня	Мучнистость клубня	Запах клубня	Вкус клубня	Потемнение мякоти
“Сарма	плотный	9	7	9	7	7
“ВК-2-13	плотный	8	7	9	7	9
“22009	плотный	9	9	9	9	9
“ЛТ-13-11	плотный	8	8	9	7	9
“ВК-1-1	плотный	8	7	9	7	9
“Красное лето”	умеренно плотный	9	5	9	5	7
“ЛТ-11-02”	плотный	9	6	9	7	9
“ДР-11”	плотный	9	6	9	7	9
“ЛТ-11-13”	плотный	9	6	9	7	9
“РБ-1”	умеренно плотный	9	5	9	7	8
“СО-11-17”	умеренно плотный	9	3	9	6	8

Все изучаемые гибриды по разваримости получили от 8 до 9 баллов. Оценка вкусовых качеств распределилась следующим образом: отличный вкус был у гибрида “22009” (9 баллов), очень хороший вкус (7 баллов) – “ВК-2-13”, “ЛТ-13-11”, “ЛТ-11-02”, “ДР-11”, “ЛТ-11-13”, “РБ-1”, “ВК-1-1”. Хороший вкус 5-6 баллов был у сорта “Красное лето” и “СО-11-17”.

Выводы 1. Выделены 4 гибрида, обладающие высокой урожайностью – “22009” (30.2 т/га), “ЛТ-13-11” (29.9 т/га), “ЛТ-11-13” (28.9 т/га), “ВК-1-1” (28.6 т/га), которые равны или превысили стандарт сорт “Сарма” на 0.5-2.1 т/га.

2. Большое количество клубней в кусте имели гибриды “22009” (10.3 шт.) и “ЛТ-11-13” (10.0 шт.). Выделены два гибрида, обладающие многоклубневостью в сочетании с урожайностью. Наибольший выход крупной фракции обеспечивали гибриды “ВК-1-1” (95%), “ВК-2-13” (88%). По выходу средней фракции выделились следующие гибриды “СО-11-17” (54%), “ЛТ-11-13” (54%).

3. Выделены высокоурожайные гибриды, которые имеют повышенное содержание крахмала более 15% (гибриды “22009”, “ВК-1-1”, “ЛТ-13-11”), среднее содержание крахмала “ЛТ-11-13”, “ЛТ-11-02”, “Красное лето” (10.9-12.5%) и низкое содержание крахмала “СО-11-17” – 8.3%.

4. Оценка вкусовых качеств гибридов выявила отличный вкус у гибрида “22009” (9 баллов), очень хороший вкус (7 баллов) – “ВК-2-13”, “ЛТ-13-11”, “ЛТ-11-02”, “ДР-11”, “ЛТ-11-13”, “РБ-1”, “ВК-1-1”.

Список литературы

1. Аминова Е.В. Оценка гибридов картофеля в орошаемых условиях степной зоны Оренбургского Предуралья / Е.В. Аминова, А.А. Мушинский, А.А. Васильев, Т.Т. Дергилева // Животноводство и кормопроизводство. - 2018. - Т. 101. - № 3. - С. 144-150.

2. Болиева, З.А. Оценка качества клубней отечественных и зарубежных сортов картофеля в условиях предгорной зоны РСО-Алания / З.А. Болиева, Л.Ю. Доева, С.В. Лихненко // Научная жизнь. – 2015. – №1. – С.70-73.
3. Болиева З.А. Оценка потемнения мякоти сырого и вареного клубня картофеля гибридов селекции ФГБОУ ВО “Горский государственный аграрный университет” / З.А. Болиева, С.С. Басиев, Д.П. Козаева// Изв. Горского ГАУ. – 2016. - Т. 53. - № 2. – С. 27-31.
4. Бурлака В.В. Картофелеводство Сибири и Дальнего Востока / В.В. Бурлака – М.: Колос, 1986.– 195 с.
5. Вильчинская М.В. Перспективы селекции картофеля в Сибири / М.В. Вильчинская // Науч. исслед. и разработки к внедрению в АПК // Сб. статей междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых (Иркутск, 19-20 апр. 2012 г.)//Иркутск: ИрГСХА, 2012. – С. 100-105.
6. Вильчинская М.В. Агробиологическая оценка гибридов картофеля в условиях лесостепной зоны Восточной Сибири / М.В. Вильчинская, Н.И. Большешапова, С.П. Бурлов., Ли И. // Вестник ИрГСХА. – 2015. - № 69. – С. 7-14.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
8. Иванюк В.Г. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / В.Г. Иванюк, С.А. Банадысев, Г.К. Журомский – Мн.: Белпринт, 2005 – 696 с.
9. Лихненко С.В. Селекционная оценка гибридов и сортов картофеля / С.В. Лихненко, Л.Ю. Доева, Ф.Т.Зангиева // Актуальные и новые направления в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур// Матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. юбилею ученого-селекционера, Заслуженного изобретателя РФ, Заслуженного деятеля науки РСО-Алания, д. с./х. н., проф. С.А. Бекузаровой – Белгород:БелгородГАУ, 2017. – С. 72-75.
10. Лихненко С.В. Новые сорта картофеля для Северо-Кавказского региона / С.В. Лихненко, Л.Ю. Доева, Ф.Т. Зангиева // Вестник Владикавказского НЦ. – 2016. – Т. 16. – №4. – С.62-69.
11. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур – М.: Колос, 1985. - Вып. 1.– 268 с.
12. Николаев А.В. Экологическое испытание белорусских сортов картофеля в условиях Костромской области / А.В. Николаев, Н.П. Сезонова, И.Г. Любимская, С.С.Кузнецов, И.И. Колядка // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. - 2015. - №1(44). - С. 14-18.
13. Сердеров В.К. Новые перспективные сорта для развития отрасли картофелеводства в Дагестане / В.К. Сердеров, Б.К. Атамов, Д.В. Сердерова // Горное сельское хозяйство. – 2015. – №4. – С.77-80.
14. Щербинин А.Н. Селекция картофеля на жаро- и засухоустойчивость в условиях Северной Осетии / А.Н. Щербинин, Н.П. Склярова, С.В. Лихненко // Вестник РАСХ. – 1993. – №5. – С.12.

References

1. Aminova E.V. et all. *Ocenka gibridov kartofelya v oroshaemy`x usloviyax stepnoj zony` Orenburskogo Predural`ya* [Assessment of potato hybrids in irrigated conditions of steppe zone of Orenburg Pre-Urals]. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo*, 2018, vol. 101, no. 3, pp. 144-150.
2. Bolieva Z.A. et all. *Ocenka kachestva klubnej otechestvenny`x i zarubezhny`x sortov kartofelya v usloviyax predgornoj zony` RSO-Alaniya* [Evaluation of the quality of tubers of domestic and foreign potato varieties in the foothill zone of North Ossetia-Alania]. *Nauchnaya zhizn*, 2015, no.1, pp.70-73.
3. Bolieva Z.A. et all. *Ocenka potemneniya myakoti sy`rogo i varenogo klubnya kartofelya gibridov selekcii FGBOU VO "Gorskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet"*

[Evaluation of darkening of the pulp of raw and boiled potato tuber of breeding hybrids in Gorsky State Agrarian University "]. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2016, vol. 53, no. 2, pp. 27-31.

4. Burlaka V.V. *Kartofelevodstvo Sibiri i Dal'nego Vostoka* [Potato growing in Siberia and Far East]. Moscow, 1986, 195 p.

5. Vil'chinskaya M.V. *Perspektivy` selekcii kartofelya v Sibiri* [Perspectives of potato selection in Siberia]. Irkutsk, 2012, pp. 100-105.

6. Vil'chinskaya M.V. et all. *Agrobiologicheskaya ocenka gibridov kartofelya v usloviyax lesostepnoj zony` Vostochnoj Sibiri* [Agrobiological assessment of potato hybrids in a forest-steppe zone of Eastern Siberia]. *Vestnik IrGSXA*, 2015, no. 69, pp. 7-14.

7. Dospexov B.A. *Metodika polevogo opy'ta* [Methods of field experience]. Moscow, 1985, 351 p.

8. Ivanyuk V.G. et all. *Zashhita kartofelya ot boleznej, vreditelej i sornyakov* [Protection of potatoes against diseases, pests and weeds]. Minsk, 2005, 696 p.

9. Lixnenko S.V. et all. *Selekcionnaya ocenka gibridov i sortov kartofelya* [Selection assessment of hybrids and potato varieties]. 2017, pp. 72-75.

10 Lixnenko S.V. et all. *Novy'e sorta kartofelya dlya Severo-Kavkazskogo regiona* [New potato varieties for the North Caucasus region]. *Vestnik Vladikavkazskogo nauchnogo centra*, 2016, vol. 16, no.4, pp.62-69.

11. *Metodika gosudarstvennogo sortoispy'taniya sel'skoxozyajstvenny'x kul'tur* [Methods of state variety testing of agricultural crops]. Vy`pusk 1. Obshhaya chast, Moscow, 1985, 268 p.

12. Nikolaev A.V. et all. *E`kologicheskoe ispy'tanie belorusskix sortov kartofelya v usloviyax Kostromskoj oblasti* [Environmental testing of Belarusian potato varieties under conditions of Kostroma region]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2015, no.1(44), p.14-18.

13. Serderov V.K. et all. *Novy'e perspektivny'e sorta dlya razvitiya otrasli kartofelevodstva v Dagestane* [New promising varieties for development of the potato industry in Dagestan]. *Gornoe sel'skoe xozyajstvo*, 2015, no.4, pp.77-80.

14. Shherbinin A.N. et all. *Selekciya kartofelya na zharo- i zasuxoustojchivost` v usloviyax Severnoj Osetii* [Potato breeding for heat and drought tolerance in North Ossetia]. *Vestnik Rossijskoj akademii sel'skoxozyajstvenny'x nauk*, 1993, no.5, 12 p.

Сведения об авторах

Большешапова Надежда Ивановна – аспирант кафедры земледелия и растениеводства агрономического факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89086623363, e-mail: nade1982@mail.ru).

Бурлов Сергей Петрович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия и растениеводства агрономического факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89501298375, e-mail: nade1982@mail.ru).

Information about authors

Bolsheshapova Nadezhda I. – PhD student Department of Agriculture and Plant Industry, Agronomy Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel.89086623363, e-mail: nade1982@mail.ru).

Burlov Sergey P. - Candidate of Agricultural Sciences, Ass. Prof. Department of Agriculture and Plant Industry, Agronomy Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89501298375, e-mail: nade1982@mail.ru).

ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ПОСЕВОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР С УЧЕТОМ ИЗМЕНЧИВОСТИ ЦЕН

Т.С. Бузина, С.А. Окладчик, М.Н. Полковская

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, г. Иркутск,
Россия

В статье рассмотрена модель оптимизации размещения посевов сельскохозяйственных культур. При этом описаны особенности аграрного производства, которые необходимо учитывать при решении оптимизационной задачи. В частности, среди факторов, влияющих на производство сельскохозяйственной продукции можно выделить: климатические условия (засухи, заморозки, ливни, град, ранний снег и др.), сроки выполнения агротехнологических операций (дату начала), статистические особенности рядов (наличие трендов, авторегрессионных зависимостей и т.д.), учет предшественников, внесение минеральных и органических удобрений, применение средств защиты растений и др. Помимо перечисленных факторов значительное влияние на получение прибыли от производства сельскохозяйственной продукции оказывает цена ее реализации. В работе сформулированы различные варианты задачи оптимизации структуры посевных площадей (с детерминированными и вероятностными параметрами, с учетом регрессионных зависимостей). Одним из вариантов предложенных задач является оптимизационная модель, учитывающая изменчивость средних месячных потребительских цен. Прогноз цен получен на основании модели Кассандра, с помощью которой выделен тренд, сезонная составляющая и остаточная компонента данного параметра. Предложенная задача с учетом прогнозных значений цен реализована на примере сельскохозяйственного предприятия ООО «Луговое» Иркутского района Иркутской области. Из полученных результатов выделено максимальное, минимальное и усредненное (медианное) значение критерия оптимальности (прибыли). При этом фактическое значение прибыли, полученной от реализации зерна и картофеля, близко к среднему значению критерия оптимальности. Обращает на себя внимание тот факт, что цена реализации зерна на предприятии выше средней рыночной, а картофеля – в несколько раз ниже. Приведенные решения могут быть использованы при планировании сроков реализации и хранения растениеводческой продукции, производимой ООО «Луговое». Следует отметить, что подобные исследования должны носить периодический характер для выработки методических рекомендаций для сельскохозяйственных товаропроизводителей растениеводческой и животноводческой продукции, содержащих в себе данные о прогнозах цен для более выгодной реализации производимой продукции.

Ключевые слова: оптимизация структуры посевов, аграрное производство, сельскохозяйственные культуры, прогноз цен.

OPTIMIZATION OF PLACEMENT OF CROPS OF AGRICULTURAL CROPS TAKING INTO ACCOUNT THE VARIABILITY OF PRICES

Buzina T.S., Okladchik S.A., Polkovskaya M.N.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia

The article describes a model for optimizing the placement of crops. It describes the features of agricultural production, which must be considered when solving the optimization

problem. In particular, among the factors affecting agricultural production are: climatic conditions (droughts, frosts, heavy rains, hail, early snow, etc.), the timing of agrotechnological operations (start date), the statistical features of the series (presence of trends, autoregressive dependencies etc.), consideration of predecessors, the application of mineral and organic fertilizers, the use of plant protection products, etc. In addition to these factors, a significant impact on the profit from the production of agricultural The price of its sales has a real value. The paper formulates various options for optimizing the structure of sown areas (with deterministic and probabilistic parameters, taking into account regression dependencies). One of the variants of the proposed tasks is an optimization model that takes into account the variability of average monthly consumer prices. The price forecast was obtained on the basis of the Cassandra model, by means of which the trend, the seasonal component and the residual component of this parameter were selected. The proposed task, taking into account the forecast values of prices, is implemented on the example of the agricultural enterprise LLC Lugovoe of the Irkutsk District of the Irkutsk Region. From the obtained results, the maximum, minimum and averaged (median) value of the optimality criterion (profit) was selected. At the same time, the actual value of the profit received from the sale of grain and potatoes is close to the average value of the optimality criterion. It is noteworthy that the selling price of grain at the enterprise is higher than the average market, and of the potato - several times lower. The above solutions can be used in planning the timing of sales and storage of crop products produced by LLC Lugovoe. It should be noted that such studies should be periodic in order to develop guidelines for agricultural producers of crop and livestock products, which contain data on price forecasts for more profitable sales of products.

Keywords: optimization of crop structure, agricultural production, crops, price forecast.

Введение. При планировании аграрного производства необходимо учитывать не только затраты на получение сельскохозяйственной продукции, но и влияние различных факторов. Иркутская область является зоной с резко-континентальным климатом, поэтому аграрное производство часто подвергается влиянию экстремальных природных явлений, к которым относится засуха, заморозки, ранний снегопад, град и др. [5]. Ввиду значительных колебаний температур в весенний период одной из актуальных задач является определение оптимальной даты посева. В работе [1] для решения этой задачи построены однофакторные и многофакторные линейные и нелинейные регрессионные модели, с помощью которых можно определить рекомендуемую дату посева, исходя из суммы среднесуточных температур и осадков за различные предшествующие периоды до даты самого раннего посева.

Кроме того, интерес вызывают вероятностные, трендовые, авторегрессионные, факторные модели и их сочетание, позволяющие производить оценку и прогноз урожайности сельскохозяйственных культур. Полученные с помощью моделей прогнозные значения урожайности или их вероятностные оценки можно использовать при планировании аграрного производства.

Помимо случайных параметров и функциональных зависимостей при оптимизации структуры посевов целесообразно учитывать правильность севооборота. Учет предшественников позволяет получать большее количество продукции при меньших затратах.

Важную роль при получении продукции растениеводства также играет внесение достаточного количества минеральных и органических удобрений и применение средств защиты растений.

В Иркутской области приоритетным является выращивание таких культур, как зерновые, овощи, картофель и кормовые. С недавнего времени на первый план вышло развитие производства рапса. Всего в регионе выращивают около 40 видов сельскохозяйственных культур. При оптимизации размещения посевов с целью оценки производственного потенциала можно также учитывать урожайность различных сортов сельскохозяйственных культур.

Помимо производства продукции одной из задач сельскохозяйственных товаропроизводителей является ее реализация по наиболее выгодным ценам. В связи с этим один из важных параметров, который необходимо учитывать при планировании аграрного производства, – цена. Отсюда **цель работы** заключается в оптимизации структуры посевов сельскохозяйственных культур с учетом изменчивости цен.

Материалы и методы. В работе использованы статистические данные о среднемесячных потребительских ценах в Иркутской области на пшеницу, рвес, ячмень, зернобобовые культуры и картофель за 2012-2018 гг. Помимо этого, при решении задачи оптимизации структуры посевных площадей взяты данные годовых отчетов за 2013-2018 гг. ООО “Луговое” Иркутского района Иркутской области.

Для построения и решения оптимизационной задачи использованы методы линейного программирования. При определении свойств параметров оптимизационной модели использованы методы теории вероятностей и математической статистики. Прогнозирование цен осуществлялось на основании зависимостей, полученных с помощью модели “Кассандра”.

Постановка задачи. Задачи планирования производства сельскохозяйственной продукции описаны в работах различных авторов [2, 6-10]. Как правило, в моделях оптимизации аграрного производства все параметры являются детерминированными, т.е. представляют собой среднее значение либо заданную величину.

$$\sum_{i \in I} \sum_{s \in S} d_{is} y_{is} x_{is} - \sum_{i \in I} \sum_{s \in S} c_{is} x_{is} \rightarrow \max, \quad (1)$$

при условиях:

ограниченности производственных ресурсов

$$\sum_{s \in S} v_{lis} x_{is} \leq V_{li} \quad (l \in L, i \in I); \quad (2)$$

ограниченности размера растениеводческой отрасли

$$\underline{n} \leq \sum_{i \in I} \sum_{s \in S} (1 + \eta_s) x_{is} \leq \bar{n}; \quad (3)$$

производства конечной продукции не менее заданного объема

$$\sum_{i \in I} y_{is} x_{is} \geq Y_s \quad (s \in S); \quad (4)$$

ограниченности вносимых удобрений и средств защиты растений

$$\sum_{s \in S} w_{mis} x_{is} \leq W_{mi} \quad (m \in M, i \in I); \quad (5)$$

неотрицательности переменных

$$x_{is} \geq 0. \quad (6)$$

Здесь d_{is} – цена реализации s -культуры i -го поля (руб./ц); y_{is} – выход продукции с единицы площади s -культуры i -го поля (ц/га); x_{is} – площадь возделывания s -культуры на i -м поле (га); c_{is} – затраты на 1 га i -го поля s -культуры (руб./га); v_{lis} – расход l -ресурса на единицу площади s -культуры i -го поля (тыс. чел.-ч/га, тыс. руб./га); V_{li} – наличие ресурса l -вида i -го поля; Y_s – гарантированный (минимальный) объем производства продукции s -культуры (ц); $\bar{n}$, $\underline{n}$ – максимально и минимально возможная площадь возделывания культур (га); η_s – коэффициент, учитывающий площадь посевов семян s -культуры; w_{mis} – расход m -удобрения (средства защиты растений) на единицу площади i -го поля s -культуры (ц/га); W_{mi} – наличие удобрения m -вида i -го поля (ц).

В случаях, когда урожайность сельскохозяйственных культур (y_{is}) может быть спрогнозирована с помощью трендовых, авторегрессионных моделей и с учетом влияния времени и предшествующего значения ряда, используются задачи параметрического программирования. При наличии трендов или высоких значимых коэффициентов автокорреляции в целевую функцию и условие (4) вводится параметр t :

$$\sum_{i \in I} \sum_{s \in S} d_{is} y_{is}(t) x_{is} - \sum_{i \in I} \sum_{s \in S} c_{is} x_{is} \rightarrow \max, \quad (7)$$

$$\sum_{i \in I} y_{is}(t) x_{is} \geq Y_s \quad (s \in S), \quad (8)$$

где t – зависимость урожайности от времени, предшествующего значения или их сочетания.

Помимо урожайности прогнозируемым параметром в модели (1)-(6) может быть цена. В работе [4] получены прогнозы цен на различную сельскохозяйственную продукцию с учетом их сезонности. При этом использована модель Кассандра, позволяющая выделять тренд, сезонную компоненту и остаточный член ряда и осуществлять прогноз цен на краткосрочный период [3].

В случае использования цены в качестве параметра оптимизационной модели целевая функция задачи (1)-(6) будет выглядеть следующим образом:

$$\sum_{i \in I} \sum_{s \in S} d_{is}(k) y_{is} x_{is} - \sum_{i \in I} \sum_{s \in S} c_{is} x_{is} \rightarrow \max, \quad (9)$$

где k – зависимость цены от времени и сезона.

Отметим, что при решении задачи (2)-(6) с учетом (9) будет получено, как минимум, 12 значений целевой функции, соответствующих цене реализации продукции в определенный месяц. При условии, что остальные значения параметров модели являются детерминированными.

Результаты и обсуждение. Модель оптимизации структуры посевных площадей с учетом изменчивости средних месячных цен реализована для

ООО “Луговое” Иркутского района Иркутской области. Предприятие занимается производством пшеницы, овса, ячменя, картофеля, кукурузы, одно- и многолетних трав, которые используются для корма скоту и на продажу.

При реализации задачи (2)-(6) с учетом (9) использованы значения средних месячных потребительских цен, приведенных в таблице 1. Поскольку кукуруза и травы используются только на корм, и потенциальная цена их реализации не влияет на прибыль, данные культуры были исключены из реализуемой модели.

Таблица 1 – Прогнозные цены на сельскохозяйственную продукцию в Иркутской области на 2019 г.

Месяц	Цена, руб./т				
	Пшеница	Овес	Ячмень	Зернобобовые культуры	Картофель
Январь	7922.6	6773.8	8197.9	13830.0	28990.6
Февраль	9608.3	7026.7	8593.5	14490.4	30333.8
Март	9669.9	7337.6	8764.4	15721.6	31355.4
Апрель	9636.8	7387.9	8896.9	15745.5	32468.7
Май	9527.7	7621.5	8816.0	15664.2	33623.7
Июнь	9571.0	7731.3	8621.9	15569.5	37588.6
Июль	9383.6	7420.6	8289.9	16197.7	42251.9
Август	8772.2	6982.3	8028.7	14460.2	37663.5
Сентябрь	8578.7	6848.2	8019.5	14572.1	29105.1
Октябрь	8766.3	6787.4	8012.8	14224.0	28031.7
Ноябрь	8897.4	6669.9	8199.4	13704.3	28358.3
Декабрь	9495.7	6849.0	8494.4	14248.1	29141.6

Приведенные в таблице 1 данные по ценам на 2019 г. применены для решения задачи оптимизации структуры посевов сельскохозяйственных культур на примере сельскохозяйственного предприятия ООО “Луговое” Иркутского района Иркутской области. Критерием оптимальности является прибыль от реализации продукции. Поскольку значения коэффициентов целевой функции меняются в зависимости от месяца, задача решалась многократно.

Согласно расчетам, приведенным в таблице 2, максимальная прибыль от производства сельскохозяйственной продукции будет получена предприятием при ее реализации в июне и составит 3043.1 тыс. руб.

Полученный результат обосновывается высокой ценой на реализуемый товар в этом месяце. Высокие значения цен в летний период, например, на картофель, связаны с низким предложением сельскохозяйственной продукции, поскольку новый урожай еще не получен, а прошлогодний закончился. Цена на ввозимую продукцию при этом является высокой.

Наименьшие цены на продукцию, согласно прогнозу, получены в январе, что обусловило минимальную прибыль при реализации всей производимой продукции в этом месяце (2678.5 тыс. руб.).

По результатам расчетов среднее значение цен (медиана) критерия оптимальности составит около 2867 тыс. руб., что практически равно фактическому значению выручки от реализации производимой продукции в 2018 г. (согласно годовому отчету ООО “Луговое”). При этом фактическая цена реализации картофеля в несколько раз ниже средней месячной потребительской цены. В то же время зерновые культуры продаются предприятием по цене выше средней цены по месяцам.

Таблица 2 – Результаты решения задачи параметрического программирования для ООО “Луговое” с учетом прогноза средних месячных потребительских цен на 2019 г.

Значение целевой функции, тыс. руб.	Цены, руб./т				
	Пшеница	Овес	Ячмень	Зернобобовые культуры	Картофель
Максимальное: июнь – 3043.1	9571.0	7731.3	8621.9	15569.5	37588.6
Минимальное: январь – 2678.5	7922.6	6773.8	8197.9	13830.0	28990.6
Среднее (медиана): декабрь – 2867.6	9495.7	6849.0	8494.4	14248.1	29141.6
Фактическое значение прибыли от реализации продукции – 2812.0	9523.8	9766.7	9758.8	9758.8	8002.1

Выводы. В работе рассмотрены различные особенности, которые необходимо учитывать при планировании производства сельскохозяйственной продукции (влияние факторов, статистическую структуру параметров, агротехнологические условия и др.). Сформулирована модель оптимизации структуры посевных площадей с детерминированными параметрами и с учетом влияния на цены сезонности.

На примере ООО “Луговое” Иркутского района Иркутской области решена задача оптимизации размещения посевов, учитывающая изменчивость средних месячных потребительских цен. Для прогнозирования цен использована модель Кассандра, с помощью которой выделен тренд, сезонная составляющая и остаточная компонента данного параметра.

В результате решения задачи получено 12 различных вариантов (за каждый месяц), среди которых выделено максимальное, минимальное и усредненное (медианное) значение критерия оптимальности (прибыли). Фактическое значение прибыли, полученной от реализации зерна и картофеля на предприятии в 2018 г., близко к среднему значению критерия оптимальности, полученного в результате решения задачи оптимизации. Обращает на себя внимание тот факт, что цена реализации зерна на предприятии выше средней рыночной, а картофеля – в несколько раз ниже.

Приведенные решения могут быть использованы при планировании сроков реализации и хранения растениеводческой продукции, производимой ООО “Луговое”. Следует отметить, что подобные исследования должны носить регулярный характер для выработки методических рекомендаций для сельскохозяйственных товаропроизводителей растениеводческой и животноводческой продукции, содержащих в себе данные о прогнозах цен для более выгодной реализации производимой продукции.

Список литературы

1. Асалханов П.Г. Оценка и прогноз агротехнологических параметров для моделирования производства продукции растениеводства в регионе / П.Г. Асалханов, Я.М. Иваньо, М.Н. Полковская // Вестник ИрГСХА. - 2013. – Вып. 57. - Ч. 3. – С. 116-125.
2. Гатаулин А.М. Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве / А.М. Гатаулин, Г.В. Гаврилов, Т.М. Сорокина. – М.: Агропромиздат, 1990. – 432 с.
3. Зоркальцев В.И. Выбор даты начала экономического года по критерию минимизации амплитуды сезонных колебаний / В.И. Зоркальцев, И.В. Мокрый // Изв. ИГУ. Серия: Математика. - 2017. – Т. 22. – С. 50-62.
4. Зоркальцев В.И. Моделирование сезонных колебаний цен на сельскохозяйственную продукцию / В.И. Зоркальцев, М.Н. Полковская, Н.И. Федурин // Актуальные проблемы аграрной науки. - 2018. – № 28. – С. 48-56.
5. Иваньо Я.М. Экстремальные природные явления: методология, моделирование и прогнозирование / Я.М. Иваньо – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2007. – 266 с.
6. Новиков Г.И. Применение экономико-математических методов в сельском хозяйстве / Г.И. Новиков, К.В. Колузанов – М.: Колос, 1975. – 288 с.
7. Петров А.А. Опыт математического моделирования экономики / А.А. Петров, И.Г. Поспелов, А.А. Шананин – М.: Энергоатомиздат, 1996. – 206 с.
8. Шарипов С.А. Оптимизация структуры посевов – необходимое условие повышения эффективности производства / С.А. Шарипов // Достижения науки и техники АПК. – 2007. – № 1. – С. 42-44.
9. Шиндин И.М. Оптимизация структуры посевов / И.М. Шиндин, Т.Е. Кодякова // Аграрная наука. – 2003. – № 3. – С. 20.
10. Экономико-математические методы и прикладные модели / В.В. Федосеев [и др.] // Под ред. В.В. Федосеева – М. : ЮНИТИ, 1999. – 391 с.

References

1. Asalkhanov P.G. et all. *Otsenka i prognoz agrotekhnologicheskikh parametrov dlya modelirovaniya proizvodstva produktsii rasteniyevodstva v regione* [Estimation and forecast of agrotechnological parameters for modeling crop production in the region]. Vestnik IrGSHA, 2013, no. 57, Ch. 3, pp. 116-125.
2. Gataulin A.M. et all. *Matematicheskoye modelirovaniye ekonomicheskikh protsessov v sel'skom khozyaystve* [Mathematical modeling of economic processes in agriculture]. Moscow, 1990, 432 p.
3. Zorkal'tsev V.I., Mokryy A.V. *Vybor daty nachala ekonomicheskogo goda po kriteriyu minimizatsii amplitudy sezonnykh kolebaniy* [The choice of the date of the beginning of the economic year according to the criterion of minimizing the amplitude of seasonal fluctuations]. Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Matematika, 2017, vol. 22, pp. 50-62.
4. Zorkal'tsev V.I. et all. *Modelirovaniye sezonnykh kolebaniy tsen na sel'skokhozyaystvennuyu produktsiyu* [Modeling of seasonal fluctuations in prices for agricultural products]. Aktual'nyye problemy agrarnoy nauki, 2018, no. 28, pp. 48-56.

5. Ivan'o Ya.M. *Ekstremal'nyye prirodnyye yavleniya: metodologiya, modelirovaniye i prognozirovaniye* [Extreme natural phenomena: methodology, modeling and forecasting]. Irkutsk, 2007, 266 p.
6. Novikov G.I., Koluzanov K.V. *Primeneniye ekonomiko-matematicheskikh metodov v sel'skom khozyaystve* [Application of economic and mathematical methods in agriculture]. Moscow, 1975, 288 p.
7. Petrov A.A. et all. *Opyt matematicheskogo modelirovaniya ekonomiki* [The experience of mathematical modeling of the economy]. Moscow, 1996, 206 p.
8. Sharipov S.A. *Optimizatsiya struktury posevov – neobkhodimoye usloviye povysheniya effektivnosti proizvodstva* [Optimization of the structure of crops - a necessary condition for increasing production efficiency]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK, 2007, no. 1, pp. 42-44.
9. Shindin I.M., Kodyakova T.Ye. *Optimizatsiya struktury posevov* [Optimization of the structure of crops]. Agrarnaya nauka, 2003, no. 3, pp. 20.
10. *Ekonomiko-matematicheskiye metody i prikladnyye modeli* [Economic-mathematical methods and applied models]. Moscow, 1999, 391 p.

Сведения об авторах

Бузина Татьяна Сергеевна – кандидат технических наук, доцент кафедры информатики и математического моделирования института экономики, управления и прикладной информатики. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н, пос. Молодежный, тел. 89021737301, e-mail: buzinats@mail.ru).

Окладчик Светлана Александровна – кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента, предпринимательства и экономической безопасности в АПК института экономики, управления и прикладной информатики. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н, пос. Молодежный, тел. 89526229334, e-mail: svet2.72@mail.ru).

Полковская Марина Николаевна – кандидат технических наук, доцент кафедры информатики и математического моделирования института экономики, управления и прикладной информатики. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н, пос. Молодежный, тел. 89086530349, e-mail: polk_mn@mail.ru).

Information about authors

Buzina Tatyana S. - Candidate of Technical Sciences, Ass. Prof. Department of Informatics and Mathematical Modeling Institute of Economics, Management and Applied Informatics. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89021737301, e-mail: buzinats@mail.ru).

Okladchik Svetlana A. - Candidate of Economic Sciences, Ass. Prof. Department of Management, Entrepreneurship and Economic Security in Agriculure Institute of Economics, Management and Applied Informatics. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, tel., тел. 89526229334, e-mail: svet2.72@mail.ru).

Polkovskaya Marina N. - Candidate of Technical Sciences, Ass. Prof., Department of Informatics and Mathematical Modeling, Institute of Economics, Management and Applied Informatics. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, tel.89086530349, e-mail: polk_mn@mail.ru).

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ДИСПЕРСИЯ МЕХАНОАКТИВИРОВАННЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

М.Ю. Бузунова

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, г. *Иркутск*,
Россия

Исследовано влияние гранулометрического состава зерновых культур на значение диэлектрической проницаемости среды и тангенса угла потерь. В качестве образцов выбраны зерновые культуры Восточной Сибири и Алтайского края. Электрофизические свойства механоактивированной пшеницы, ячменя и овса изучены методом диэлькометрии при различной дисперсности частиц и варьировании температуры. Максимальные значениями ϵ' наблюдаются для образца с наиболее мелким размером частиц 50 мкм в области низких частот. Зависимость тангенса угла диэлектрических потерь от величины дисперсности образцов механоактивированного ячменя. На частоте 25 Гц $\operatorname{tg}\delta$ для образца дисперсностью 1000 мкм он составляет в среднем 0,58, а для образца размером частиц 50 мкм 0,75 соответственно. С ростом частоты различия стираются. Значительно большую электрическую активность образцов измельченного зерна с размером частиц менее 100 мкм можно объяснить, большей электрической активностью и способностью удерживать водные пленки большей толщины по сравнению с образцами более крупных фракций. Отмечено влияние величины удельной поверхности зерна на электрофизические свойства. Выявлено, что наиболее электрически активными являются более мелкодисперсные образцы, благодаря наличию на поверхности электрически нескомпенсированных зарядов, полученных в процессе механоактивации. Результаты эксперимента образцов мелкодисперсных зерновых культур позволили установить зависимость действительной части диэлектрической проницаемости и тангенса угла потерь от гранулометрического состава частиц и температуры воздуха. Имеет место явно выраженная зависимость электрофизических параметров от температуры воздуха, степени гидратации образцов механоактивированного зерна и дисперсности частиц.

Ключевые слова: диэлькометрия, диэлектрическая проницаемость, дисперсная среда, механоактивация, пшеница, ячмень, овес.

DIELECTRIC DISPERSION OF MECHANOACTIVATED GRAIN CROPS

Buzunova M.Yu.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, *Irkutsk, Russia*

The influence of grain-size composition of grain crops on the value of dielectric constant of the medium and the tangent of the loss angle was investigated. Grain crops of Eastern Siberia and the Altai Territory were chosen as samples. The electrophysical properties of mechanically activated wheat, barley and oats were studied by the method of dielectrometry with varying particle size and temperature variation. The maximum values of ϵ' are observed for the sample with the smallest particle size of 50 μm in the low frequency region. Dependence of the dielectric loss tangent on the dispersity of samples of mechanically activated barley. At a frequency of 25 Hz $\operatorname{tg}\delta$ for a sample with a dispersion of 1000 μm , it averages 0.58, and for a sample with a particle size of 50 μm , 0.75, respectively. With increasing frequency differences

disappear. The significantly higher electrical activity of samples of crushed grain with a particle size of less than 100 microns can be explained by greater electrical activity and the ability to hold water films of greater thickness compared to samples of larger fractions. The influence of the specific surface area of the grain on the electrical properties is noted. It is revealed that the most dispersed samples are the most electrically active due to the presence of electrically uncompensated charges on the surface, obtained in the process of mechanical activation. The experimental results of samples of fine grain crops made it possible to establish the dependence of the real part of the dielectric constant and loss tangent of the particle size distribution and temperature. There is a pronounced dependence of the electrophysical parameters on temperature, the degree of hydration of the samples of mechanically activated grain, and the dispersity of the particles.

Keywords: dielectrometry, dielectric constant, disperse medium, mechanical activation, wheat, barley, oats.

Изучение природы мелкодисперсной среды, в целях получения сведений о наличии и структуре локальных дефектов и диэлектрических параметрах, позволяет установить новые свойства и особенности исследуемой неравновесной среды. Интерес к данному вопросу обусловлен появлением новых физических свойств, связанных с изменением структуры зерна и появлением упорядоченности ориентации молекул водных пленок, находящихся в контакте с активной твердой поверхностью измельченной зерновой культуры с разной дисперсностью образцов. Изменение электрофизических свойств происходит благодаря разрыву ковалентных связей при дроблении. Электрофизические параметры на границе раздела зерно (твердая фаза) - водная пленка играют значимую роль в том числе в процессе поляризации и переноса электрических зарядов [6, 7, 9, 10].

Зерновые культуры, в частности, тритикале, являются ценными продуктами питания и достаточно хорошо исследованы в литературе [1, 2, 4, 8].

Однако электрофизические свойства зерновых недостаточно изучены.

Цель – изучить свойства электрически активных мелкодисперсных систем, обусловленных наличием межфазного электрического взаимодействия между зарядами на поверхности твердой фазы и полярными молекулами жидкой матрицы на основе механоактивированных образцов зерновых культур с дисперсностью 50, 100, 200, 500 и 1000 мкм.

Материал и методы. В качестве образцов выбраны зерновые культуры Восточной Сибири и Алтайского края, использован широкий спектр размерности дисперсных системы с величиной от 50 мкм до 1000 мкм. Электрически активная модифицированная среда на примере механоактивированного зерна принадлежит к перспективному классу современных материалов.

Дисперсные системы имеют достаточно сложное строение, которое можно объяснить появлением в процессе механоактивации локальных неоднородностей, влияющих на механизм переноса заряженных частиц и энергетический спектр вещества. Измельченные образцы пшеницы, ячменя и овса имеют достаточно большую удельную поверхность, содержащую большое количество электрически активных центров и обладающую

хорошими адсорбционными свойствами. Для изучения электрофизических свойств зерновых культур в настоящей работе применен метод диэлькометрии, являющийся наиболее информативным и точным методом изучения структуры дисперсной среды. Экспериментальные исследования и измерения диэлектрических характеристик зерна проходили в диапазоне изменения частот от 25 до 10^6 Гц с применением цифрового измерителя иммитанса Е7-20. Точность измерения емкости составляет 0.2 пФ, а электропроводности 1 пС. Полученные измерения с помощью аналого-цифрового преобразователя заносились в персональный компьютер и обрабатывались общеизвестными статистическими методами.

В целях изучения физических характеристик образцы пшеницы, ячменя и овса были механоактивированы в установке "Pulverisette 5", в результате были получены дисперсные образцы с варьируемыми размерами частиц от 50 мкм до 1000 мкм. Механоактивированные мельчайшие частицы зерна образуют электрические нескомпенсированные заряды на своей поверхности, которая становится адсорбционно активной к полярным молекулам воды. Водные молекулы образуют пленки около минеральных частиц и обладают свойством хорошо удерживать влагу на поверхности среды, что приводит к изменению электропроводности и поляризации образцов диспергированного зерна. Мука при комнатной температуре способна насыщаться влагой, концентрация которой растет с уменьшением размера частиц, увеличением удельной поверхности и временем пребывания во влажном воздухе.

Результаты и обсуждение. Экспериментальные данные показали, что механоактивация образцов зерновых культур значительно влияет на их диэлектрические свойства. На рис. 1 представлены графики частотной зависимости действительной составляющей диэлектрической проницаемости для образцов ячменя с разной дисперсностью частиц от 50 до 1000 мкм. Максимальные значения ϵ' наблюдаются для образца с наиболее мелким размером частиц 50 мкм в области низких частот. Так, на частоте 25 Гц диэлектрическая проницаемость для образца 1000 мкм составляет в среднем 12.8, а для образца дисперсностью 50 мкм - 25 соответственно. Этот факт можно объяснить большей электрической активностью поверхности частиц данного образца ячменя. С ростом частоты следует отметить примерно равнозначное уменьшение ϵ' (в среднем не менее чем в 3 раза), так на частоте 25 Гц для вышеуказанных образцов ϵ' составляет 12.54 и 25.37, а на максимальной частоте составляет 4.28 и 7.73 соответственно.

На рис. 2 представлена зависимость тангенса угла диэлектрических потерь от величины дисперсности образцов механоактивированного ячменя. На частоте 25 Гц $\operatorname{tg}\delta$ для образца дисперсностью 1000 мкм он составляет в среднем 0.58, а для образца размером частиц 50 мкм 0.75 соответственно. С ростом частоты различия стираются, а на высоких частотах следует отметить резкое уменьшение тангенса угла потерь, различия практически незаметны и параметр составляет 0.048 и 0.054 соответственно.

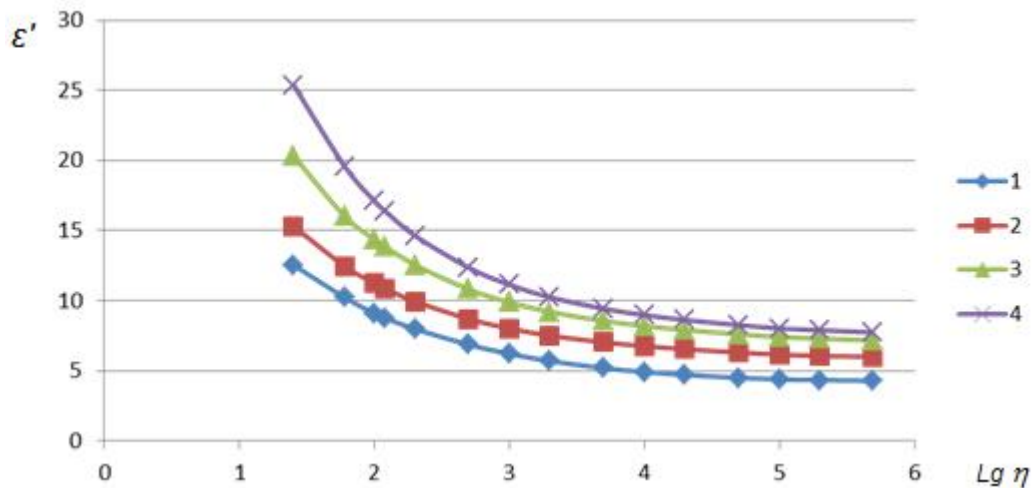


Рисунок 1 - Частотная зависимость диэлектрической проницаемости ε' образцов механоактивированного ячменя от величины фракций: η – частота; 1- дисперсность менее 50 мкм; 2- дисперсность 51-250 мкм; 3- дисперсность 251- 500 мкм; 4- дисперсность 501-1000 мкм

Таким образом, на высоких частотах сглаживается изменение диэлектрических параметров. Большую электрическую активность образцов измельченного зерна с размером частиц менее 100 мкм можно объяснить, большей электрической активностью и способностью удерживать водные пленки большей толщины по сравнению с образцами более крупных фракций.

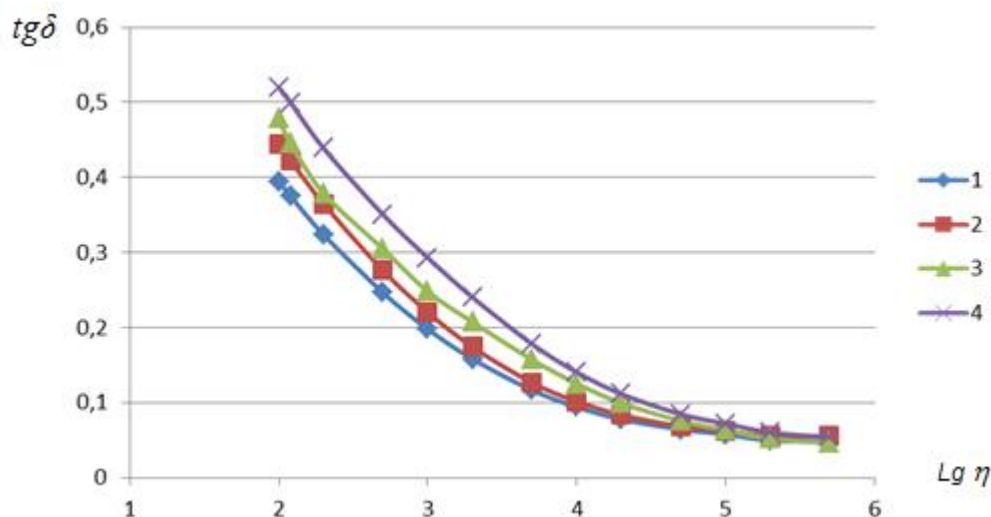


Рисунок 2 - Частотная зависимость тангенса угла диэлектрических потерь $tg\delta$ механоактивированного ячменя: η – частота; 1- дисперсность менее 50 мкм; 2- дисперсность 51-250 мкм; 3- дисперсность 251- 500 мкм; 4- дисперсность 501-1000 мкм

Диспергированные образцы зерен при температурах близких к комнатной насыщены влагой, концентрация воды увеличивается с

уменьшением дисперсности образцов вследствие увеличения величины их удельной активной поверхности [4]. Водная пленка на электрически активной поверхности частиц зерновых состоит из ориентированных диполей молекул воды с ярко выраженной анизотропией. В результате взаимодействия с водой происходит процесс наложения молекул воды друг на друга и образования нескольких мономолекулярных слоев, состоящих из ориентированных диполей [3, 4]. Некоторые водные пленки могут быть достаточно толстыми, тогда вода, формирующая их внешние слои, находится почти в свободном состоянии. Электрические заряды в результате действия внешнего электрического поля перераспределяются и образуют макродиполи, поляризация которых приводит к заметному увеличению диэлектрической проницаемости в наиболее широком диапазоне частот. Данная поляризация макродиполей, в отличие от дебаевской, процесс медленный, поэтому пленки воды, окружающие частицы мелкодисперсного зерна, могут объединяться в длинные поверхностные кластеры и на межфазных границах водных слоев под воздействием собственного электрического поля происходит межслоевая поляризация, что приводит к увеличению абсорбционной емкости [4, 5].

Установлено, что диэлектрическая проницаемость в области низких частот для более мелких дисперсных сред возрастает с увеличением удельной поверхности механоактивированных частиц исследуемых образцов зерновых культур. Уменьшение действительной компоненты диэлектрической проницаемости ε' и тангенса угла диэлектрических потерь $\operatorname{tg}\delta$ при возрастании частоты внешнего электрического поля связывается с вырождением дипольно-ориентационной поляризации в исследуемых разупорядоченных системах механоактивированных мелкодисперсных зерен пшеницы [4, 5].

Диэлектрическая проницаемость в области низких частот для более мелких дисперсных сред возрастает с увеличением удельной поверхности механоактивированных частиц исследуемых образцов зерновых культур.

Уменьшение действительной компоненты диэлектрической проницаемости ε' и тангенса угла диэлектрических потерь $\operatorname{tg}\delta$ при возрастании частоты внешнего электрического поля связывается с вырождением дипольно-ориентационной поляризации в исследуемых разупорядоченных системах механоактивированных мелкодисперсных зерен пшеницы [4, 5].

Исследование электрофизических свойств образцов мелкодисперсной пшеницы позволило обнаружить эффект ярко выраженной зависимости диэлектрической проницаемости, тангенса угла диэлектрических потерь, электрической емкости и полной проводимости от гранулометрического состава зерновых образцов [6].

В целях изучения влияния гидратации на электрофизические характеристики в работе также исследована температурная зависимость диэлектрических параметров пшеницы, ячменя и овса для образцов вышеуказанных фракций. Общеизвестно, что поглощение влаги

способствует увеличению адсорбционной емкости и диэлектрической проницаемости, способной увеличиться в тысячи раз, что подтверждает проведенный эксперимент.

Температурная зависимость электрофизических свойств дисперсных образцов пшеницы, ячменя и овса явно выражена. Так, диэлектрическая проницаемость имеет четкий максимум при температуре близкой к температуре кипения воды для всех вышеуказанных фракций, в том числе связанный с денатурацией белка, нарушением ковалентных связей при высоких температурах и соответственно испарением влаги из образцов.

Выводы. 1. Мелкодисперсные образцы зерновых культур на примере пшеницы, ячменя и овса пшеницы проявляют разнородные физические свойства, зависящие от электрической активности составляющих их частиц. Мерой влияния на электрофизические свойства механоактивированных дисперсных сред является величина удельной поверхности частиц и их адсорбционные характеристики.

2. При уменьшении размера частиц исследуемых образцов зерновых культур происходит значительное увеличение действительной части ϵ' диэлектрической проницаемости, способной увеличиться при комнатной температуре воздуха до 1,5-2 раз в зависимости от дисперсности образцов. Аналогичный характер зависимости следует отметить и для тангенс угла $\tan \delta$ диэлектрических потерь.

3. Имеет место явно выраженная зависимость электрофизических параметров от температуры, степени гидратации образцов механоактивированного зерна и дисперсности частиц.

Список литературы

1. Агафонов В.А. Урожайность и питательная ценность поливидовых посевов в условиях Иркутской области / В.А. Агафонов, Е.В. Бояркин // Сб. статей Международ. науч.-практ. конф. "Современные технологии в мировом научном пространстве" // Иркутск: Иркутский ГАУ, 2016. - С. 9 - 11.
2. Агафонов В.А. Влияние минерального питания на эффективность возделывания смешанных посевов / В.А. Агафонов, Е.В. Бояркин // Сб. статей Международ. науч.-практ. конф. "Наука в современном обществе: закономерности и тенденции развития" // Иркутск: Иркутский ГАУ, 2017. - С. 46 - 49.
3. Безрукова Я.В. Релаксационные процессы в гетерогенных мелкодисперсных системах / Я.В. Безрукова, Л.А. Щербаченко, Ш.Б. Цыдыпов, М.Ю. Бузунова, Л.И. Арская, С.С. Барышников // Вестник Бурятского ГУ. - 2015. - Вып. 3. - С.101 - 103.
4. Бояркин Е.В. Влияние сроков посева на урожайность ярового тритикале в Иркутской области / Е.В. Бояркин, А.Д. Тетеревская, С.В. Юрченко // Вестник ИрГСХА. - 2017. - № 79. - С. 24 - 31.
5. Бузунова М.Ю. Электрофизические свойства дисперсных сред на примере зерновых / Бузунова М.Ю. // Вестник ИрГСХА. - 2017. - №81-1. - С.75 - 80.
6. Бузунова М.Ю. Анализ электрофизических характеристик зерновых культур / М.Ю. Бузунова // Матер. всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием "Проблемы и перспективы устойчивого развития агропромышленного комплекса" посвященная памяти Александра Александровича Ежевского // Иркутск: Иркутский ГАУ, 2018. - С. 166 - 173.

7. Гороховатский Ю.А. Термоактивационная токовая спектроскопия высокоомных полупроводников и диэлектриков / Ю.А. Гороховатский, Г.А. Бордовский - М.:Наука, 1991.

8. Солодун В.И. Обоснование способов и сроков посева зерновых культур в Прибайкалье / В.И.Солодун, А.М. Зайцев, Е.В. Бояркин //Вестник Бурятской ГСХА им. В.Р. Филиппова. - 2017. - № 3 (48). - С. 101-105. 9.

9. Тареев Б.М. Физика диэлектрических материалов / Б.М. Тареев – М.:Энергоиздат, 1982. - 320 с.

10. Щербаченко Л.А. Анализ структурного взаимодействия электрически активных гетерогенных мелкодисперсных систем на границах раздела твердой и жидкой фаз / Л.А. Щербаченко, Н.Т. Максимова, С.Д. Марчук, Л.И. Ежова, С.С. Барышников, В.А. Карнаков //Физика твердого тела. – 2011. - Т.53. - Вып.7. - С.1417-1422.

References

1. Agafonov V.A. *Urozhajnost' i pitatel'naja cennost' polividovyh posevov v usloviyah Irkutskoj oblasti* [The Yield and nutritive value of mixed crops in the conditions of Irkutsk region]/ / V.A. Agafonov, E.V. Bojarkin //Sb. statej Mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. “Sovremennye tehnologii v mirovom nauchnom prostranstve // Irkutsk: Irkutskij GAU, 2016, pp. 9 - 11.

2. Agafonov V.A. *Vlijanie mineral'nogo pitaniya na jeffektivnost' vozdeleyvaniya smeshannyh posevov* [Influence of mineral nutrition on the efficiency of cultivation of mixed crops]/ V.A. Agafonov, E.V. Bojarkin //Sb. statej Mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. “Nauka v sovremennom obshhestve: zakonomernosti i tendencii razvitiya” // Irkutsk: Irkutskij GAU, 2017, pp. 46 - 49.

3. Bezrukova Ja.V. *Relaksacionnye processy v geterogennyh melkodispersnyh sistemah* [Relaxation processes in heterogeneous finely dispersed systems]/ Ja.V. Bezrukova, L.A. Shherbachenko, Sh.B. Cydypov, M.Ju. Buzunova, L.I. Arskaja, C.S. Baryshnikov //Vestnik Burjatskogo GU, 2015, vol. 3, pp.101 - 103.

4. Bojarkin E.V. *Vlijanie srokov poseva na urozhajnost' jarovogo tritikale v Irkutskoj oblasti* [Influence of sowing date on yield of spring tritikale in the Irkutsk region]/ E.V. Bojarkin, A.D. Teterevskaja, S.V. Jurchenko // Vestnik IrGSHA, 2017, no. 79, pp. 24 - 31.

5. Buzunova M.Ju. *Jelektrofizicheskie svojstva dispersnyh sred na primere zernovyh* [Electrophysical properties of disperse environments on the example of cereal]/ Buzunova M.Ju.// Vestnik IrGSHA, 2017, no. 81-1, pp.75 - 80.

6. Buzunova M.Ju. *Analiz jelektrofizicheskikh harakteristik zernovyh kul'tur* [Analysis of electrophysical characteristics of grain crops]/ M.Ju. Buzunova // Mater.vseross. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem "Problemy i perspektivy ustojchivogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa" posvjashhennaja pamjati Aleksandra Aleksandrovicha Ezhevskogo // Irkutsk: Irkutskij GAU, 2018, pp. 166 - 173.

7. Gorohovatskij Ju.A. *Termoaktivacionnaja tokovaja spektroskopija vysokoomnyh poluprovodnikov i dijelektrikov* [Thermoactivation current spectroscopy of high-resistance semiconductors and dielectrics] / Ju.A. Gorohovatskij, G.A. Bordovskij - М.:Наука, 1991.

8. Solodun V.I. *Obosnovanie sposobov i srokov poseva zernovyh kul'tur v Pribajkal'e* [Justification of the methods and timing of planting of crops in the Baikal region]/ V.I.Solodun, A.M. Zajcev, E.V. Bojarkin //Vestnik Burjatskoj GSHA im. V.R. Filippova, 2017, no. 3 (48), pp. 101-105.

9. Tareev B.M. *Fizika dijelektricheskikh materialov* [Physics of dielectric materials] / B.M. Tareev – М.: Jenergoizdat, 1982, 320 p.

10. Shherbachenko L.A. at all. *Analiz strukturnogo vzaimodejstvija jelektricheskii aktivnyh geterogennyh melkodispersnyh sistem na granicah razdela tverdoj i zhidkoj faz* [Analysis of the structural interaction of electrically active heterogeneous finely dispersed

systems at the interface between solid and liquid phases]//Fizika tverdogo tela, 2011, T.53, vol.7. - pp. 1417-1422.

Сведения об авторе

Бузунова Марина Юрьевна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры электрооборудования и физики энергетического факультета (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89500557333, e-mail: bmirk@mail.ru).

Information about author

Buzunova Marina Yu. - Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Ass. Prof., Department of Electrical Equipment and Physics, Faculty of Energy. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89500557333, e-mail: bmirk@mail.ru).

УДК 631.4

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ПАШНИ ХОЗЯЙСТВ АПК КАНСКОГО РАЙОНА
КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ**

¹Г.А. Демиденко, ²О.В.Турыгина

¹Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск, Россия

²Красноярский педагогический университет им. В.П. Астафьева, г. Красноярск, Россия

Агроэкологическая оценка подразумевает сопоставление требований сельскохозяйственных культур с условиями их произрастания, а также соответствие с агроэкологическими условиями конкретной территории. По природно-сельскохозяйственному районированию исследованная территория отнесена к лесостепной зоне. Исследования выполнялись в Лаборатории экологического мониторинга сельскохозяйственных и лесных культур Института агроэкологических технологий КрасГАУ и Инновационной лаборатории геоэкологических исследований КГПУ им В.П. Астафьева в 2014 – 2016 гг. Лесостепь в Красноярском крае не образует сплошной зоны, а выражена в предгорных и межгорных котловинах. В основном, распаханна. Наиболее распространенными почвами пашни являются обыкновенные и выщелоченные черноземы. Система земледелия интенсивная в хозяйствах АПК Канского района Красноярского края. Большая часть этого района занята под сельскохозяйственные угодья (79.8 – 85.1 %), преимущественно под пашни, что составляет к общей площади хозяйств 42.8 – 56.6%. Состав и чередование культур в севооборотах зависят от уровня почвенного плодородия и специализации хозяйства. Севообороты должны способствовать восстановлению почвенного плодородия, снижению засоренности полей сорняками. Рекомендуются полевой зернопаротравяной севооборот возможно применять, т. к. при его использовании средняя урожайность за 3 года составляет 31 ц/ га. Получаемая продукция является необходимой для населения района, а также обеспечивает кормами сельскохозяйственных животных. В связи с проявлением ветровой и водной ускоренной эрозии на полях следует рекомендовать при использовании ресурсосберегающих технологий в направлении – почвоохранной организации территории землепользования.

Ключевые слова: земледелие, агроэкологическая оценка, агропромышленный комплекс, Красноярский край, пашня, ресурсосберегающие технологии.

AGROECOLOGICAL ASSESSMENT OF ARABLE LANDS USAGE IN AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX IN KANSK DISTRICT OF KRASNOYARSK REGION

¹Demidenko G.A., ²Turygin O.V.¹ Krasnoyarsk State Agrarian University, *Krasnoyarsk, Russia*² Krasnoyarsk Pedagogical University named after V.P. Astafyeva, *Krasnoyarsk, Russia*

Agroecological assessment involves comparing the requirements of crops with their growing conditions, as well as compliance with the agroecological conditions of a particular territory. According to the natural-agricultural zoning of the territory, the territory studied is assigned to a forest-steppe zone. The studies were carried out at the Laboratory of Environmental Monitoring of Agricultural and Forest Crops of the Institute of Agroecological Technologies of the Krasnoyarsk State Agricultural University and the Innovative Laboratory of Geoecological Research of the KSPU named after V.P. Astafiev in 2014 – 2016. The forest-steppe in Krasnoyarsk region does not form a continuous zone, but is expressed in foothill and intermountain depressions, mostly plowed. The most common arable land is ordinary and leached chernozem. The farming system is intense in agriculture of the Kansky district of the Krasnoyarsk region. In the farms of the AIC of this area, a high percentage of land is occupied by agricultural land (79.8 - 85.1%). Most of the agricultural land belongs to arable land. The percentage of arable land to the total area of the farm is 42.8 - 56.6%. The composition and alternation of crops in crop rotations depend on the level of soil fertility and the specialization of the farm. Crop rotations should contribute to the restoration of soil fertility, reducing weed infestation of the fields. It is possible to use the recommended field grain-grass crop rotation, as with its use the average yield for 3 years is 31 centners per hectare. The resulting products are necessary for the population of the area, and also provides feed for farm animals. In connection with the manifestation of wind and water accelerated erosion in the fields, it should be recommended when using resource-saving technologies in the direction of the soil-protection organization of the land use area.

Keywords: agriculture, agroecological assessment, agro-industrial complex, Krasnoyarsk region, arable land, resource-saving technologies.

Накопление знаний о культуре земледелия происходило на протяжении многих веков развития человеческого общества. Развитие сельского хозяйства предусматривает получение устойчивых и высоких урожаев сельскохозяйственных культур, эффективное использование земли, сохранение и повышение плодородия почв. Технологии, отвечающие требованиям возделывания культур и учитывающие природные условия и антропогенные воздействия, требуют материальных затрат и “не всегда завершаются успехом” [1, 7, 10]. Агроэкологическая оценка конкретных АПК является актуальной, так как дает информацию о комплексном состоянии освоенной территории, в том числе и под пашню [6-8, 13, 15-17]. Новизна заключается в комплексной оценке использования пашни в соответствии с агроэкологическими условиями конкретной территории Красноярского края [10-12, 14].

Агроэкологическая оценка подразумевает сопоставление требований сельскохозяйственных культур с условиями их произрастания [1, 9-12].

Цель исследования – значение пашни в земледельческих агроэкосистемах АПК хозяйств юго-западной части Красноярского края.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являются хозяйства АПК Канского района Красноярского края, специализирующиеся на растениеводстве, мясном и молочном скотоводстве.

Основной метод исследования – мониторинг состояния земледельческих агроэкосистем и их составных частей. Использовались методы статистики и методика агроэкологической оценки хозяйств АПК. Исследования выполнялись в Лаборатории экологического мониторинга сельскохозяйственных и лесных культур Института агроэкологических технологий КрасГАУ и Инновационной лаборатории геоэкологических исследований КГПУ им В.П. Астафьева в 2014 – 2016 гг.

Результаты исследования и их обсуждение. Природные условия территории землепользования. Юго-западная часть Красноярского края представлена увалисто-холмистым рельефом, с оврагами и балками. В морфоструктуре рельефа основную роль играют террасовые уровни речных долин. По природно-сельскохозяйственному районированию территория отнесена к лесостепной зоне. Лесостепь в Красноярском крае не образует сплошной зоны, а выражена в предгорных и межгорных котловинах (Красноярская, Ачинская, Канская, Минусинская, Усинская). Лесостепь в основном распахана. Территория, на которой расположено землепользование взятых хозяйств АПК, относится к Канской лесостепи. Характеризуется чередованием участков леса (березово-осиновые колки, сосновые ленточные боры и другие) с луговыми степями (разнотравные формации, злаки) и остепненными лугами. Леса разрежены с богатым травянистым покровом. Ленточные сосновые боры приурочены к древним эоловым отложениям и к ним приурочены бруснично-разнотравные и другие травянистые растительные сообщества. Климат территории (табл. 1) резко континентальный, умеренный [14].

Таблица 1 - Климатические показатели Канской лесостепи Красноярского края

№ п/п	Климатический показатель	данные
1	Среднегодовая температура воздуха, °С	- 1.7
2	Сумма положительных температур за период более 10 ⁰ С	1800
3	Сумма осадков за год, мм	359
4	Продолжительность безморозного периода, дни	107
5	Продолжительность периода (дни) с температурой: более 10 ⁰ С (активная вегетация) более 5 ⁰ С (вегетационный период) более 0 ⁰ С (теплый период)	113 148 186
6	Сумма осадков за период вегетации (148 дней), мм	180
7	Гидротермический коэффициент (ГТК)	1.0

По данным таблицы 1 можно сказать, что это прохладный, умеренно влажный агроклиматический район. Природные условия района позволяют выращивать на полях хозяйств АПК культуры, необходимые для питания населения и корма для сельскохозяйственных животных.

Характеристика почв пашни. Обыкновенные и выщелоченные черноземы – основные сельскохозяйственные почвы Канской лесостепи [4, 11]. Агрохимические показатели этих почв представлены в таблице 2.

По данным таблицы 2 видно, что по основным показателям сельскохозяйственные почвы (черноземы выщелоченные и обыкновенные) пригодны для выращивания культур и имеют достаточный (хороший и средний) уровень естественного плодородия. Водная и ветровая ускоренная эрозия, характерная для лесостепной зоны юга Красноярского края, осложняет ведение земледелия. Эти территории характеризуются высокой степенью сельскохозяйственной освоенности и имеют природные причины для проявления эрозионной деятельности (весенние талые воды, режим летних осадков и другие).

Таблица 2 - Агрохимические показатели почв Канской лесостепи

Название почвы	Содержание гумуса в пахотном слое, %	Мощность гумусового горизонта, см	рН сол. почвенного раствора	Подвижные формы		
				N-NO ₃ , мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/100 г	K ₂ O, мг/100 г
1. Чернозем выщелоченный	5.4 – 6.8	30 - 45	6.4- 7.2	10.0	16.0	18.0
2. Чернозем обыкновенный	9.0 - 9.4	30 – 40	5.8 – 6.6	13.0	15.0	25.0

Агроэкологическая оценка использования пашни. Площадь сельскохозяйственных угодий некоторых хозяйств АПК Канского района представлена в таблице 3.

Анализ таблицы 2 показывает, что доля пашни имеет высокий процент по отношению к площади сельскохозяйственных земель. По хозяйствам АПК наблюдается 83.9 % (5469 га) – ЗАО “Канское”; 57.2 % (14640 га) - СПК “Канский”; 43.1 % (9603 га) - ЗАО “Арефьевское”.

Таблица 3 - Сельскохозяйственных угодий некоторых хозяйств АПК Канского района

Хозяйство АПК	Сельскохозяйственные угодья, площадь, га				
	Пашни	Залежь и перелог	Сады и ягодники	Сенокосы	Пастбища
ЗАО “Канское”	5469	-	-	-	75
СПК “Канский”	14640	-	-	2085	4580
ЗАО “Арефьевское”	9603	-	-	90	8206

В хозяйствах высокий процент земли занят под сельскохозяйственные угодья: ЗАО “Канское” – 85.1% (5597 га); СПК “Канский” - 82.6% (21175 га); ЗАО “Арефьевское” - 79.8 % (17870 га). Площадь сельскохозяйственных земель, занятых под пастбища и сенокосы, в СПК “Канский” - 6665 га, а ЗАО “Арефьевское” - 8296 га, что связано со специализацией хозяйств.

Севообороты ЗАО “Канское” и их обоснование. Уровень почвенного плодородия и специализация хозяйств оказывают влияние на состав и чередование культур в севооборотах. Правильное чередование сельскохозяйственных культур и пара предотвращает распространение сорняков. Смена сельскохозяйственных культур, различающихся по биологическим признакам, способствует уменьшению их поражаемости болезнями и вредителями [2, 3].

ЗАО “Канское” специализируется на растениеводстве и производстве мяса и молока. Широко используются Полевой зернотравянопропашной севооборот и Полевой зернопаротравяной севооборот.

Оценка полевых севооборотов в ЗАО “Канское” показала, что Полевой зернотравянопропашной (используемый) севооборот имеет площадь пашни 1795 га. Культуры: многолетние травы на зеленые корма занимают площадь 620 га; пшеница – 629 га; кукуруза – 246 га; горох – 300 га. Урожайность составляет: зеленый корм – 178,6 ц/га; пшеницы – зерно 31.0 ц/га, солома – 42.0 ц/га; кукуруза (силос) - 142.9 ц/га; горох - зерно -13.2 ц/га, солома – 19.8 ц/га. Полевой зернопаротравяной (рекомендуемый) севооборот имеет площадь пашни 2490 га. Чистый пар составляет 400 га. Культуры: многолетние травы на сено занимают площадь 840 га; пшеница – 400 га; ячмень – 450 га; овес – 400 га. Урожайность составляет: сено – 21,2 ц/га; пшеницы – зерно 31.3 ц/га, солома – 42.3 ц/га; ячмень – зерно- 17.7 ц/га, солома – 24.8 ц/га; овес – зерно 18.9 ц/га, солома – 28.4 ц/га.

Сравнительная оценка севооборотов (с учетом итогового выхода с 1 га пашни, ц) представлена в таблице 4.

Судя по полученным данным (табл. 4), полевой зернотравянопропашной севооборот почти по всем показателям превышает полевой зернопаротравяной севооборот, кроме выхода зерна пшеницы с 1 га пашни, так как они почти равны.

Таблица 4 – Сравнительная оценка севооборотов

Название севооборота	Структура пашни, %			Выход с 1 га пашни, ц			
	Пар	Зерновые	Кормовые	Зерна	Кормовых единиц	Переваемого протеина	Кормопротеиновых единиц
Зернотравянопропашной	-	50.0	50,0	31.0	27.3	2.9	28.2
Зернопаротравяной	16.7	50.0	33.3	31.0	17.1	1.4	15.4

С 1 га севооборотной площади пашни полевого зернотравянопропашного севооборота выход кормовых единиц составляет 27.3 ц. Интенсивность этого севооборота можно считать средней. С 1 га севооборотной площади пашни полевого зернопаротравяного севооборота выход кормовых единиц составляет 17.1 ц, т.е. интенсивность этого севооборота ниже.

Сорные растения и меры борьбы с ними. В основу комплексных методов борьбы с сорной растительностью положены принципы сочетания в севообороте предупредительных (профилактические мероприятия); механических (правильная система обработки почвы), химических и биологических. Гербициды способны поражать сорные растения в агробиогеноценозах, но при этом уменьшают продуктивность фитоценозов, могут быть фитотоксичными к культуре и загрязнять почву [5, 9].

Применение гербицидов на посевах сельскохозяйственных культур ЗАО “Канское” зависит от поля севооборота и предшественника. Гербициды не применялись: - № поля 1 (чистый пар; предшественник – овес); - № поля 2 (яровая пшеница; предшественник - чистый пар); - № поля 5 (яровая пшеница; предшественник – горох). Использовали гербициды: - № поля 3 (яровая пшеница; предшественник – яровая пшеница) против овсюга в посевах пшеницы и ячменя используют системный гербицид “Триаллат” (1.7 – 3.4 л/га); - № поля 4 (горох; предшественник – яровая пшеница) системный гербицид “Фюзилад-супер”, КЭ (125 г/л) защищает двудольные сельскохозяйственные культуры; - № поля 6 (овес; предшественник – яровая пшеница) используют высокоизбирательный контактный послевсходовый гербицид “Базагран” (ВР) - (480 г/л бентазона) для контроля однолетних двудольных сорняков в полях зерновых и бобовых культур.

По данным таблицы 5 видно, что из возможных ресурсосберегающих технологий в ЗАО “Канское” используются отдельные мероприятия по направлениям: почвоохранная организация территории землепользования; размещение яровой пшеницы по предшественникам; биологические, агротехнические и организационные приемы снижения затрат и повышения урожаев.

Учитывая проявления ветровой и водной ускоренной эрозии на полях хозяйств АПК Канского района, следует рекомендовать использование направления - биологизация парового поля, мероприятия по которому не проводятся. В направлении - почвоохранная организация территории землепользования – проведение таких мероприятий, как залужение эродированных участков пашни.

Выводы. 1. Агроэкологическая оценка ведения земледелия в хозяйствах АПК Канского района, в том числе ЗАО “Канское”, можно считать “удовлетворительной”. Система земледелия интенсивная. В хозяйствах АПК этого района высокий процент земли занят под сельскохозяйственные угодья (79.8 – 85.1 %). Большая часть сельскохозяйственных угодий принадлежит

пашне. Процентное соотношение пашни к общей площади хозяйства составляет 42.8 – 56.6%.

Таблица 5 - Общий объем используемых ресурсосберегающих технологий за 2016 год

№ п/п	Основные приемы технологий	Площадь, га
1.	Почвоохранная организация территории землепользования	
1.1	Поддержание полезащитных лесонасаждений в рабочем состоянии	775
2.	Размещение яровой пшеницы по предшественникам	
2.1	Чистому пару	1500
2.2	Кукурузе и другим пропашным	700
2.3	Однолетним травосмесям	500
2.4	Яровым зерновым	2570
3.	Биологические, агротехнические и организационные приемы снижения затрат и повышения урожаев	
3.1	Осенняя обработка почвы	2345
3.2	Химическая прополка зерновых культур	1367
3.3	Внесение органических удобрений	3456

2. Состав и чередование культур в севообороте (восстановление почвенного плодородия, снижение засоренности полей сорняками) зависят от уровня почвенного плодородия и специализации хозяйства. Полевой зернотравянопропашной севооборот обладает высокой эффективностью. И может применяться в условиях Канской лесостепи. Средняя урожайность зерна пшеницы составляет 31 ц/ га.

Список литературы

1. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: Методическое руководство // Под ред. акад. РАСХН *В.И. Кирюшина*, акад. РАСХН *А.Л.Иванова* – М.: ФГНУ “Росинформагротех”, 2005. -784 с.
2. *Бекетов А.Д.* Земледелие Красноярского края / *А.Д. Бекетов* - Красноярск: КрасГАУ, 1984. – 320 с.
3. *Бекетов А.Д.* Системы земледелия / *А.Д. Бекетов, В.К. Ивченко, О.А. Бекетова* – Красноярск: КрасГАУ, 2003. – 356 с.
4. *Бугаков П.С.* Агроэкономическая характеристика почв земледельческой зоны Красноярского края/ *П.С. Бугаков, В.В. Чупрова* – Красноярск: КрасГАУ, 1995. – 176 с.
5. *Власенко Н.Г.* Сорные растения и борьба с ними при возделывании зерновых культур в Сибири/ *Н.Г. Власенко* – Новосибирск: РАСХН, 2007 – 126 с.
6. *Демиденко Г.А.* Формирование агроландшафтов в сельскохозяйственных зонах Средней Сибири / *Г.А. Демиденко, В.В. Безруких* //Вестник КрасГАУ. – 2013. - № 4. – С. 131-137.
7. *Демиденко Г.А.* Влияние гербицидов на продукционную способность яровой пшеницы в лесостепной зоне Красноярского края/ *Г.А. Демиденко, В.Н. Романов* //Вестник Омского ГАУ. – 2016. - №2(22). – С.115-120.
8. *Демиденко Г.А.* Условия повышения качества всходов гороха/ *Г.А. Демиденко, В.Н. Романов* //Вестник Бурятской ГСХА имени В.Р. Филиппова. – 2019. - №1 (54). - С. 19-25.

9. *Зинченко В.Н.* Химическая защита растений: средства, технологии и экологическая безопасность/ *В.Н. Зинченко* - М.: Колос, 2005. – 232 с.
10. *Келер В.В.* Экологические и сортовые особенности формирования технологических качеств яровой пшеницы в лесостепи Красноярского края/ *В.В. Келер* – Красноярск: КрасГАУ, 2007. – 122 с.
11. *Келер В.В.* Роль экологических и сортовых особенностей в формировании технологических качеств яровой пшеницы в лесостепи Красноярского края/ *В.В. Келер*: Автореф. дис. на соиск.уч. степени к. с.- х. н. – Красноярск, 2004. – 15 с.
12. *Крупкин П.И.* Черноземы Красноярского края / *П.И. Крупкин* – Красноярск: КрасГАУ, 2002. – 331 с.
13. Система земледелия Красноярского края на ландшафтной основе: науч. – практич. Рекомендации / Под ред. *С.В. Брылева* - Красноярск: КрасГАУ, 2015. - 224 с.
14. *Kruger N.B.* Prospects of recreational use the State nature reserve “Stolby”/ *N.B. Kruger, G.A. Demidenko.* Russia. Ecosystems of Central Asia under current conditions of socio-economic development. – Mongolia, 2015. P.479-482,
15. *Kaskarbaev Z.* Fruitsmen – as one of the directions of expansion of the potential of crop production in Kazakhstan. No-Till and fruit-changing is the basis of the agrarian policy of supporting resource-saving agriculture for intensifying production. - Kazakhstan, 2009. - P.224-231
16. *Johannsen J., Wihelm B., Buntzel-Cano R., Scorie F., Fleckenstein M.* German NGO Forum Environment & Development, Knotenpunkt GmbH. – Boon, 2005.-34 p.
17. *Oiwu S., Chengdong Y.* PCA on the soil degradation of successive Chinese fir plantation. Word Congress of Soil Science. –Thailand, 2002 – 1273 p.

References

1. *Agroe`kologicheskaya ocenka zemel`, proektirovanie adaptivno-landshaftny`x sistem zemledeliya i agrotekhnologij* [Agroecological land assessment, design of adaptive-landscape farming systems and agrotechnologies]. Moscow, 2005, 784 p.
2. *Beketov A.D. Zemledelie Krasnoyarskogo kraya* [Agriculture in Krasnoyarsk region]. Krasnoyarsk, 1984, 320 p.
3. *Beketov A.D., V.K. Ivchenko, Beketova O.A. Sistemy` zemledeliya* [Farming Systems]. Krasnoyarsk, 2003, 356 p.
4. *Bugakov P.S., Chuprova V.V. Agroe`konomicheskaya xarakteristika pochv zemledel`cheskoj zony` Krasnoyarskogo kraya* [Agroeconomic characteristics of soil of agricultural zone of Krasnoyarsk region]. Krasnoyarsk, 1995, 176 p.
5. *Vlasenko N.G. Sorny`e rasteniya i bor`ba s nimi pri vozdeley`vanii zernovy`x kul`tur v Sibiri* [Weed plants and their control in cultivation of crops in Siberia]. Novosibirsk, 2007, 126 p.
6. *Demidenko G.A., Bezrukix V.V. Formirovanie agrolandshaftov v sel`skoxozyajstvenny`x zonax Srednej Sibiri* [The formation of agricultural landscapes in agricultural areas of Central Siberia]. Vestnik KrasGAU, 2013, no. 4, pp. 131-137.
7. *Demidenko G.A., Romanov V.N. Vliyanie gerbicidov na produkcionnuyu sposobnost` yarovoj pshenicy v lesostepnoj zone Krasnoyarskogo kraya* [The influence of herbicides on production capacity of spring wheat in the forest-steppe zone of the Krasnoyarsk region]. Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2016, no.2(22), pp.115-120.
8. *Demidenko G.A., Romanov V.N. Usloviya povы`sheniya kachestva vsxodov goroxa* [Conditions for improving the quality of pea seedlings]. Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj sel`skoxozyajstvennoj akademii imeni V.R. Filippova, 2019, no.1 (54), pp. 19-25.
9. *Zinchenko V.N. Ximicheskaya zashhita rastenij: sredstva, texnologii i e`kologicheskaya bezopasnost* [Chemical plant protection: products, technologies and environmental safety]. Moscow, 2005, 232 p.

10. Keler V.V. *E`kologicheskie i sortovy`e osobennosti formirovaniya texnologicheskix kachestv yarovoj pshenicy v lesostepi Krasnoyarskogo kraja* [Ecological and varietal features of formation of the technological qualities of spring wheat in forest-steppe of Krasnoyarsk region]. Krasnoyarsk, 2007, 122 p.
11. Keler V.V. *Rol` e`kologicheskix i sortovy`x osobennostej v formirovanii texnologicheskix kachestv yarovoj pshenicy v lesostepi Krasnoyarskogo kraja* [The role of ecological and varietal features in formation of technological qualities of spring wheat in forest-steppe of the Krasnoyarsk region]. Cand.Dis.Thesis, Krasnoyarsk, 2004, 15 p.
12. Krupkin P.I. *Chernozemy` Krasnoyarskogo kraja* [Chernozems of the Krasnoyarsk region]. Krasnoyarsk, 2002, 331 p.
13. *Sistema zemledeliya Krasnoyarskogo kraja na landshaftnoj osnove: nauch. – praktich. Rekomend* [Farming system of Krasnoyarsk region on a landscape basis]. Krasnoyarsk, 2015, 224 p.
14. N. B. Kriger, G.A. Demidenko. *Prospects of recreational use the State nature reserve «Stolby», Russia*. Ecosystems of Central Asia under current conditions of socio-economic development. – Mongolia, 2015. P.479-482,
15. Z. Kaskarbaev. *Fruitsmen – as one of the directions of expansion of the potential of crop production in Kazakhstan*. No-Till and fruit-changing is the basis of the agrarian policy of supporting resource-saving agriculture for intensifying production. - Kazakhstan, 2009. - P.224-231
16. J. Johannsen, B. Wihelm, R. Buntzel-Cano, F. Scorie, M. Fleckenstein. *German NGO Forum Environment & Development, Knotenpunkt GmbH*. – Boon, 2005.-34 p.
17. S. Oiwu, Y. Chengdong. *PCA on the soil degradation of successive Chinese fir plantation*. Word Congress of Soil Science. –Thailand, 2002 – 1273 p.

Сведения об авторах

Демиденко Галина Александровна - доктор биологических наук, профессор кафедры ландшафтной архитектуры, ботаники, агроэкологии Института агроэкологических технологий. Красноярский государственный аграрный университет (660017, Россия, г. Красноярск, проспект Мира, 90, тел. 89135960818, e-mail: demidenkoekos@mail.ru).

Турьгина Ольга Вячеславовна - кандидат биологических наук, доцент кафедры медико-биологических основ физической культуры и безопасности жизнедеятельности Института физической культуры и здоровья им. И.С.Ярыгина. Красноярский педагогический университет им. В.П.Астафьева (660049, Россия, г. Красноярск, ул. Ады Лебедевой, 89, тел. 89029400595, e-mail: turygina.1967@mail.ru).

Information about authors

Galina Aleksandrovna D. - Doctor of Biological Sciences, Professor of Department of Landscape Architecture, Botany, Agroecology, Institute of Agroecological Technologies. Krasnoyarsk State Agrarian University (90, Prospect Mira, Krasnoyarsk, Russia, 660017, tel. 89135960818, e-mail: demidenkoekos@mail.ru).

Turygina Olga V. - Candidate of Biological Sciences, Ass. Prof. Department of Biomedical Foundations of Physical Culture and Life Safety, Institute of Physical Culture and Health. Krasnoyarsk Pedagogical University named after V.P. Astafiyev (89, Adu Lebedeva St., Krasnoyarsk, Russia, 660049, tel. 89029400595, e-mail: turygina.1967@mail.ru).

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ АБСОРБЕНТА ПРИ ПОСАДКЕ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР В ЗЕЛЕННОЙ ЗОНЕ ГОРОДА АСТАНЫ

¹С.А. Кабанова, М.А. ²Данченко, ¹А.Н. Кабанов, ¹П.Ф. Шахматов

¹Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства, г. Щучинск,
Республика Казахстан

²Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Из-за сложных почвенно-климатических условий в зеленой зоне г. Астаны для увеличения сохранности искусственных насаждений необходимо принимать дополнительные меры при посадке: проводить мелиорацию, вносить различные удобрения, стимуляторы и т.д. Целью исследований являлось определение влияния абсорбента на рост и повышение приживаемости растений за счет сохранения влаги в почве и предохранения корневой системы от пересыхания. Исследования проводились по общепринятой методике, определялась высота и приживаемость растений. Приведены результаты двухлетних наблюдений за опытными работами по посадке лесных культур в пригородных лесах г. Астаны с применением абсорбента. Средняя приживаемость опытных посадок яблони сибирской, посаженной с обмакиванием корней в абсорбент, составила 33.7%. Больше всего прижилось растений на контрольном участке – 70.6%. Высота растений на контроле была больше, чем при обмакивании корней в абсорбент на 7.3 см. Приживаемость опытных вариантов вяза мелколистного была достаточно высокой – 96.1%, на контроле – 92.3%. Высота контрольных саженцев вяза по годам наблюдений увеличилась в 1.8 раз, при обмакивании корней в раствор абсорбента – в 2.3 раза. Варианты опыта превышали по двум изучаемым показателям контрольные растения. На контрольном участке высота березы повислой увеличилась в 2.4 раза по сравнению с первоначальной, при замачивании корней в абсорбенте – в 2.1 раза. Приживаемость березы на контроле была самой большой – 80.6%. Наименьшей приживаемостью отличался опыт с обмакиванием корней в абсорбент – 58.8%. Доказана достоверность различий между опытными и контрольными вариантами. Следовательно, для вяза мелколистного можно рекомендовать посадку лесных культур на засоленных почвах зеленой зоны г. Астаны с предварительным обмакиванием корней посадочного материала в раствор абсорбента, что позволит увеличить его приживаемость.

Ключевые слова: абсорбент; лесные культуры; приживаемость; высота; вяз, яблоня, береза

EXPERIMENT OF APPLICATION OF ABSORBENT IN PLANTING OF FOREST CULTURES IN ASTANA CITY GREEN ZONE

¹Kabanova S.A., ²Danchenko M.A., ¹Kabanov A.N., ¹Shakhmatov P.F.

¹Kazakh Research Institute of Forestry, Schuchinsk, Republic of Kazakhstan

²Tomsk State University, Tomsk, Russia

Due to the difficult soil and climatic conditions in the green zone of Astana, in order to increase the safety of artificial plantations, it is necessary to take additional measures during planting: to carry out reclamation, to apply various fertilizers, stimulants, etc. The aim of the research was to determine the effect of the absorbent on the growth and increase in the survival rate of plants due to the conservation of moisture in the soil and the protection of the root system from drying out. The studies were carried out according to the generally accepted method, the

height and survival rate of plants was determined. The results of two-year observations of the experimental work on planting forest crops in the suburban forests of the city of Astana with the use of absorbent are given. The average survival rate of the experimental planting of a Siberian apple tree, planted with root dipping in the absorbent, was 33.7%. Most of the plants stuck in the control area - 70.6%. The height of the plants at the control was greater than when the roots were dipped in an absorbent by 7.3 cm. The survival rate of the experimental varieties of small-leaved elm was rather high - 96.1%, at the control - 92.3%. Over the years of observation, the height of the control elm saplings increased 1.8 times, while dipping the roots in an absorbent solution - 2.3 times. The variants of the experiment exceeded the control plants in two studied parameters. In the control area, the height of birch has increased 2.4 times in comparison with the original, while soaking the roots in the absorbent - 2.1 times. Birch survival on the control was the biggest - 80.6%. The lowest survival rate was different with dipping the roots in absorbent - 58.8%. The reliability of the differences between the experimental and control variants is proved. Therefore, for small-leaved elm, it is possible to recommend planting of forest crops on the saline soils of the green zone of Astana city with preliminary dipping of the roots of planting material into the absorbent solution, which will increase its survival rate.

Keywords: absorbent; forest crops; survival rate; height; elm, apple, birch.

Большая мозаичность и засоленность почв, небольшое количество осадков в вегетационном периоде в районе создания пригородной зеленой зоны вокруг столицы Казахстана создают определенные трудности для приживания высаженных растений [1, 2, 4, 6, 7, 10]. Для того, чтобы сохранить искусственные насаждения на засоленных почвах, применяют, кроме мелиорации почв, различные добавки для увеличения приживаемости растений в первые годы после посадки. Период приживания культур наиболее важен, т.к. из-за сложных почвенно-климатических условий происходит большой отпад саженцев в первые два года. Поэтому был заложен опыт по предотвращению пересыхания корневой системы в период посадки с применением абсорбента. Он представляет собой полимер, который при контакте с водой превращается в гель и впитывает влагу, сохраняя ее для растения. Небольшое количество абсорбента (1 грамм) может задержать до 300 мл воды. Абсорбент ПЭВД, задействованный в опыте, получен от АО “Парк ядерных технологий” (г. Курчатов, Казахстан). В научной литературе встречается крайне мало статей, посвященных исследованиям применения абсорбента в лесном хозяйстве [5], большинство исследований было проведено в сельском хозяйстве.

Целью исследований являлось определение влияния абсорбента на рост и повышение приживаемости растений за счет сохранения влаги в почве и предохранения корневой системы от пересыхания при посадке.

Материалы и методика исследований. В зеленой зоне г. Астаны в Шортандинском лесничестве республиканского государственного предприятия “Жасыл аймак” в 2016 году заложены опыты по весенней посадке древесных растений с обмакиванием корней растений в раствор абсорбента перед посадкой. Контролем служили саженцы без применения препарата. Посадка растений производилась механизированным способом на ограниченно-лесопригодных почвах. Размещение посадочных мест – 4.0 х 1.0 м. За саженцами проводились наблюдения по общепринятым методикам

[8, 9]. Высота измерялась мерной рейкой у всех растений на учетных рядах с точностью до 1 см. Приживаемость устанавливалась отношением живых саженцев к числу посадочных мест и выражалась в процентах. Наблюдения проводились в течение 2 лет в культурах яблони сибирской, вяза мелколистного и березы повислой. Статистическая обработка выполнена с использованием пакета “Statistica 5.0” [3].

Результаты исследований. Проведенные исследования показали, что в первый год жизни наибольший отпад яблони сибирской произошел на опытных вариантах с обмакиванием корней в абсорбент. Средняя приживаемость опытных однолетних посадок яблони сибирской составила 53.7%. Больше всего прижилось растений на контрольном участке – 92.5%. На второй год жизни приживаемость опытных вариантов яблони снизилась на 10.5%. Хотя данный показатель на контрольных вариантах уменьшился на 21.9%, но все же превышал приживаемость опытных вариантов.

На контрольных участках первоначальная средняя высота сеянцев яблони сибирской была меньше, чем на опытных вариантах (табл. 1). В однолетнем возрасте контрольные растения по росту обогнали опытные растения на 5.8 см. Причем высота контроля увеличилась в 1.6 раз, а высота опытных растений - в 1.3 раза. Двухлетние культуры увеличили свой рост в 1.3 раза как контрольные, так и опытные варианты, но растения без применения абсорбента по высоте были больше, а различия между ними достоверные ($F_{\text{выч}}=2.89 > F_{\text{табл.}}=1.98$ на 0.05%-уровне). Коэффициент изменчивости колебался на повышенном и высоком уровне в первый и второй год жизни растений.

Следует учесть, что темп роста контрольных растений по высоте был более интенсивным по сравнению с опытными растениями. Так, в первый год после посадки высота контроля стала превышать изучаемый показатель опытных растений, и такая тенденция сохранилась в двухлетнем возрасте.

В однолетнем возрасте приживаемость вяза мелколистного на опытных вариантах была достаточно высокой - 96.1%, на контроле приживаемость растений составила 92.3%.

Таблица 1 - Средняя высота и приживаемость саженцев яблони сибирской

Наименование	Высота саженцев, см						Приживаемость двухлетних саженцев, %
	при посадке		однолетние		двухлетние		
	X+m	V, %	X+m	V, %	X+m	V, %	
Опыт	35.0±0.7	26.6	45.0+2.7	38.1	58.5±1.5	35.1	43.2
Контроль	32.6±0.7	28.5	50.8+1.5	29.8	66.1±1.7	30.8	70.6

Приживаемость двухлетних культур вяза мелколистного в опыте с обмакиванием корней в абсорбент (93.3%) была больше, чем на контроле (88.2%). За время наблюдений данный показатель снизился незначительно, и больше всего растений погибло на контрольных делянках. Сомнительных

растений при посадке с обмакиванием корней в абсорбент составило 17.2% от общего числа растений и 22.9% - на контроле.

Высота однолетних культур вяза мелколистного в опытных посадках с обмакиванием корней в абсорбент изменялась от 53.6 до 68.6 см, на контрольных участках – от 59.7 до 69.9 см. Средняя высота однолетних растений на контроле и опыте практически не различалась и составила соответственно 63.8 и 63.1 см (табл. 2). Но следует учесть, что при сравнении средней высоты посадочного материала и высоты, замеренной осенью в год посадки, выявлено, что при обмакивании корней в абсорбент высота вяза увеличилась в 1.95 раз, на контрольных делянках – в 1.79 раза.

Средняя высота двухлетних растений на контроле была минимальной – 65.2 см, наибольшим ростом отличались опытные варианты -73.5 см. Если сравнивать рост одно- и двухлетних саженцев видно, что высота растений при обмакивании корней в раствор абсорбента увеличилась в 1.2 раза. Темп роста контрольных саженцев был наименьшим.

Таблица 2 - **Высота саженцев вяза мелколистного на опытных участках**

Наименование	Высота саженцев, см					
	при посадке		однолетних		двухлетних	
	X±m	V, %	X±m	V, %	X±m	V, %
опыт	32.3±0.6	33.0	63.1±1.1	26.8	73.5±2.6	28.7
контроль	35.5±0.8	35.0	63.8±1.1	21.9	65.2±2.5	31.4

Наблюдения за состоянием опытных культур березы повислой показали, что приживаемость однолетних саженцев на контроле составила 84.4%. Опытные варианты имели более низкий показатель - 61.8%. В двухлетнем возрасте контрольные саженцы имели приживаемость 80.6%, а опытные – 58.8%. Состояние растений в основном удовлетворительное, повреждений вредителями и болезнями не обнаружено.

Контрольные однолетние растения березы повислой отставали по высоте от опытных экземпляров, но средняя высота посадочного материала на контроле была меньше (табл. 3). Поэтому рассмотрим темп прироста растений. На контрольном участке высота увеличилась в 2.4 раза по сравнению с первоначальной, при обмакивании корней в абсорбент – в 2.1 раза. Зимой 2016 - 2017 гг. многие растения были повреждены грызунами, поэтому для учета двухлетних культур были взяты только здоровые растения.

Сравним результаты наблюдений за ростом и приживаемостью опытных растений у трех древесных пород – березы повислой, яблони сибирской и вяза мелколистного.

Таблица 3 - Высота 2-летних культур березы повислой по вариантам опыта и по годам

Наименование	Высота, см					
	при посадке		однолетние		двухлетние	
	X±m	V, %	X±m	V, %	X±m	V, %
опыт	33.9±1.8	42.1	70.5±1.1	31.3	72.8±5.5	33.1
контроль	25.2±1.5	48.9	59.7±1.2	34.2	65.8±3.1	29.9

На рисунке 1 видно, что приживаемость контрольных одно- и двухлетних культур яблони сибирской и березы повислой значительно превышала опытные варианты. Данный показатель у вяза мелколистного был больше у опытных растений.

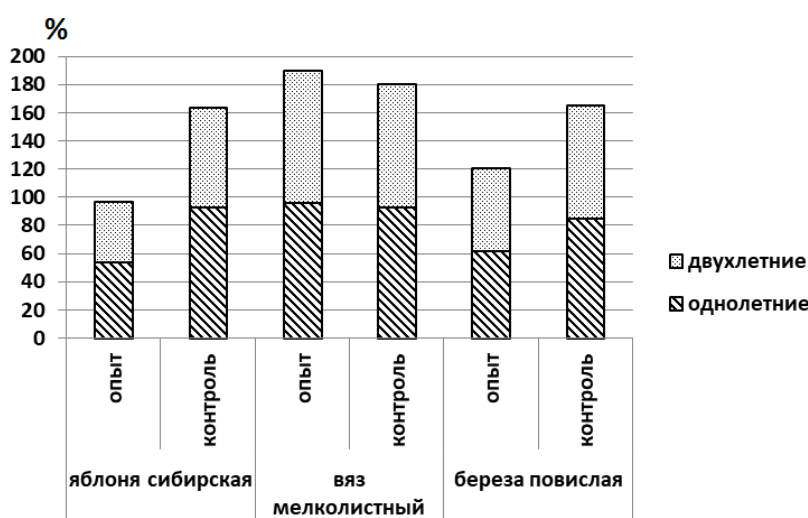


Рисунок 1 – Приживаемость древесных пород на опытных и контрольных участках

Обмакивание корней в абсорбент не повлияло на рост всех изучаемых древесных пород. Хотя на рисунке 2 видно, что средняя высота двухлетних опытных саженцев березы повислой была больше, чем у контроля, но следует учитывать тот момент, что высота посадочного материала на опытных вариантах была больше, чем у контрольных саженцев.

Коэффициент Стьюдента показал, что у всех рассматриваемых пород опытный вариант с обмакиванием корней в абсорбент достоверно отличался от контроля по высоте:

- для березы повислой $F_{\text{выч}}=22.51 > F_{\text{табл.}}=3.390$;
- для вяза мелколистного $F_{\text{выч}}=6.04 > F_{\text{табл.}}=3.315$;
- для яблони сибирской $F_{\text{выч}}=6.19 > F_{\text{табл.}}=3.339$ при доверительной вероятности 0.999.

Выводы. 1. Приживаемость яблони сибирской в двухлетних опытных вариантах была ниже по сравнению с контрольными участками и составила 53.7%. Контрольные саженцы яблони сибирской, имея наименьшую высоту посадочного материала, в первый год после посадки обогнали по росту и превышали в двухлетнем возрасте опытные варианты на 12.9%.

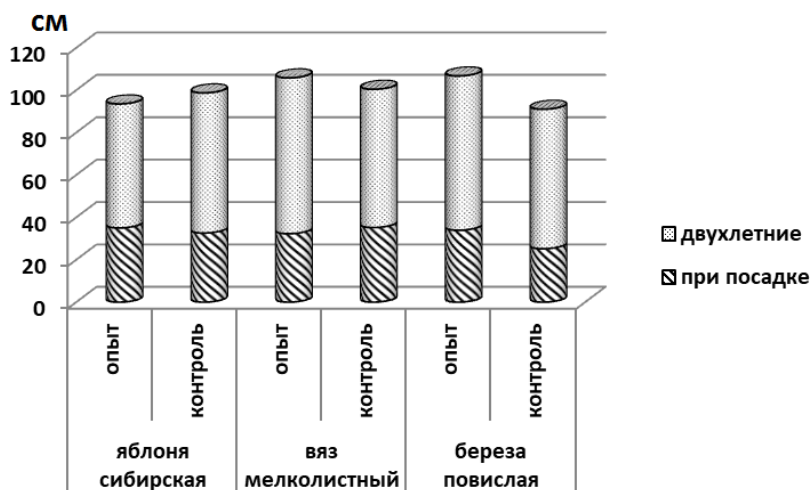


Рисунок 2 – Высота посадочного материала и двухлетних саженцев древесных пород на опытных и контрольных участках

2. При посадке с обмакиванием корней в абсорбент опытные саженцы вяза мелколистного превышали контроль по изучаемым показателям.

3. За время двухлетних наблюдений за культурами березы повислой приживаемость снизилась незначительно как на контрольных (на 3.8%), так и на опытных вариантах (на 3.0%). За время наблюдений контрольные растения березы повислой увеличили свой рост в 2.6 раза, а опытные – в 2.1 раза. Средняя высота растений на контроле составила 65.8 см, на опытных вариантах – 72.8 см, причем первоначальная высота опытных растений была больше.

4. Следовательно, только на вяз мелколистный положительное влияние оказала посадка растений с предварительным обмакиванием корней в раствор абсорбента, яблоня сибирская и береза повислая росли лучше без его применения. Поэтому для вяза мелколистного можно рекомендовать посадку лесных культур на засоленных почвах зеленой зоны г. Астаны с предварительным обмакиванием корней посадочного материала в раствор абсорбента, что позволит увеличить его приживаемость и ускорить рост.

Список литературы

1. Азбаев Б.О. История лесоразведения в санитарно-защитной зоне г. Астаны / Б.О. Азбаев, А.Н. Рахимжанов, М.Р. Ражанов М.Р., Ж.О. Суюндыков // Междунар. научно-практ. конф. “Лесовосстановление в Поволжье: состояние и пути совершенствования” // Йошкар-Ола: Поволжский ГТУ, 2013. - С. 14-18.
2. Васильченко Н.И. Качественные почвогрунты одно из условий успешного озеленения г. Астаны / Н.И. Васильченко // Междунар. научно-практ. конф. “Озеленение населенных пунктов: состояние, проблемы создания и содержания зеленых насаждений”. – Астана: Поволжский ГТУ, 2010. - С. 22-25.
3. Использование пакета “Statistica 5.0” для статистической обработки данных. Методические указания // Саратов: СГАУ, 2000. 47 с.
4. Кабанова С.А. Итоги опытно-производственных работ по пересадке деревьев в межкулисные пространства и введению хвойных интродуцентов в зеленой зоне г. Астаны

/ С.А. Кабанова, Е.Н. Нысанбаев, М.А. Данченко, А.Н. Кабанов //Успехи современного естествознания. - 2016. - № 9. - С. 56-61.

5. Кабанова С.А. Влияние стимулирующих добавок на рост и приживаемость зеленых насаждений в зеленом поясе г. Астаны / С.А. Кабанова, В.А. Борцов, О.Н. МIRONENKO, А.Н. Кабанов, Е.Н. Нысанбаев // Матер. Междунар. научно-практ. конф. “Защитное лесоразведение, мелиорация земель, проблемы агроэкологии и земледелия в Российской Федерации”// Волгоград: ВолгоградГАУ, 2016. - С. 312-314.

6. Манаенков А.С. Основные принципы создания защитно-озеленительных лесонасаждений в условиях сухой степи и полупустыни / А.С. Манаенков // Междунар. научно-практ. конф. “Технологии создания защитных насаждений в пригородной зоне г. Астаны” //Астана: Поволжский ГТУ, 2012. - С. 11-12.

7. Муканов Б.М. Научное обеспечение создания зеленой зоны г. Астаны/ Б.М. Муканов // Междунар. научно-практ. конф. “Технологии создания защитных насаждений в пригородной зоне г. Астаны” //Астана: Поволжский ГТУ, 2012. - С. 21-23.

8. Огиевский В.В. Обследование и исследование лесных культур /В.В. Огиевский, А.А. Хиров - Л.:Наука, 1967. - 50 с.

9. Обследование и исследование лесных культур: Учебно-методическое пособие // Томск: ТГУ, 2008. - 20 с.

10. Суюндинов Ж.О. Технология создания и содержания лесонасаждений зеленой зоны г. Астаны / Ж.О. Суюндинов //Материалы Междунар. научно-практ. конф. “Технологии создания защитных насаждений в пригородной зоне г. Астаны” //Астана: Поволжский ГТУ, 2012. - С. 3-5.

References

1. Azbaev B.O. et all. *Istoriya lesorazvedeniya v sanitarno-zashchitnoj zone g. Astany* [The history of afforestation in the sanitary protection zone of Astana city]. Joshkar-Ola, 2013, pp. 14-18.

2. Vasil'chenko N.I. *Kachestvennye pochvogrunty odno iz uslovij uspehnogo ozeleneniya g. Astany* [Quality soil is one of conditions for successful landscaping of Astana city]. Astana, 2010, pp. 22-25.

3. *Ispolzovanie paketa "Statistica 5.0" dlya statisticheskoy obrabotki dannyh* [Using the package "Statistica 5.0" for statistical data processing]. Saratov, 2000, 47 p.

4. Kabanova S.A. et all. *Itogi opytно-proizvodstvennyh rabot po peresadke derev'ev v mezhkulisnye prostranstva i vvedeniyu hvoynyh introducentov v zelenoj zone g. Astany* [The results of pilot production work on tree transplanting into inter-spacial spaces and introduction of coniferous introducents in green zone of Astana city]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, 2016, no. 9, pp. 56-61.

5. Kabanova S.A. et all. *Vliyanie stimuliruyushchih dobavok na rost i przhivaemost' zelenyh nasazhdenij v zelenom poyase g. Astany* [The impact of stimulating additives on the growth and survival rate of green spaces in the green belt of Astana city]. Volgograd, 2016, pp. 312-314.

6. Manaenkov A.S. *Osnovnye principy sozdaniya zashchitno-ozelenitel'nyh lesonasazhdenij v usloviyah suhoj stepi i polupustyni* [The basic principles for the creation of protective greenery plantations in the conditions of dry steppe and semi-desert]. Astana, 2012, pp. 11-12.

7. Mukanov B.M. *Nauchnoe obespechenie sozdaniya zelenoj zony g. Astany* [Scientific support for the creation of a green zone in Astana city]. Astana, 2012, pp. 21-23.

8. Ogievskij V.V., Hиров A.A. *Obsledovanie i issledovanie lesnyh kul'tur* [Survey and study of forest crops]. Leningrad, 1967, 50 p.

9. *Obsledovanie i issledovanie lesnyh kul'tur* [Survey and study of forest crops]. Tomsk, 2008, 20 p.

10. Suyundikov ZH.O. *Tekhnologiya sozdaniya i sodержaniya lesonasazhdenij zelenoj zony g. Astany* [Technology of creation and maintenance of forest plantations of green zone of Astana city]. Astana, 2012, pp. 3-5.

Сведения об авторах

Данченко Матвей Анатольевич - кандидат географических наук, доцент кафедры лесного хозяйства и ландшафтного строительства Биологического института. Томский государственный университет (634000; Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36; тел. 8 (382) 270-17-77, e-mail: mtd2005@sibmail.com).

Кабанов Андрей Николаевич – магистр отдела воспроизводства лесов и лесоразведения. Казахский НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации (021704, Республика Казахстан, Акмолинская область, г. Щучинск, ул. Кирова, д. 58, тел. 87163641153, e-mail: kabanova.05@mail.ru).

Кабанова Светлана Анатольевна - кандидат биологических наук отдела воспроизводства лесов и лесоразведения. Казахский НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации (021704, Республика Казахстан, Акмолинская область, г. Щучинск, ул. Кирова, д. 58, тел. 87163641153, e-mail: kabanova.05@mail.ru).

Шахматов Павел Федорович - магистр отдела воспроизводства лесов и лесоразведения. Казахский НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации (021704, Республика Казахстан, Акмолинская область, г. Щучинск, ул. Кирова, д. 58, тел. 8-716-36-4-11-53. e-mail: kabanova.05@mail.ru).

Information about authors

Danchenko Matvey A. – Candidate of Geographical Sciences, Ass. Prof. Department of Forestry and Landscape Construction, Biological Institute. Tomsk State University (36; Lenin Ave., Tomsk, Russia, 634000; tel. 8 (382) 2701777, e-mail: mtd2005@sibmail.com).

Kabanov Andrey N. – Master student Department of Forest Reproduction and Forestry. Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry (58, Kirova St., Schuchinsk, Akmola region, Republic of Kazakhstan, 021704, tel. 87163641153, e-mail: kabanova.05@mail.ru).

Kabanova Svetlana A. - Candidate of Biological Sciences of Department of Forest Reproduction and Forestry. Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry (58, Kirova St., Schuchinsk, Akmola region, Republic of Kazakhstan, 021704, tel. 87163641153, e-mail: kabanova.05@mail.ru).

Shakhmatov Pavel F. - Master student Department of Forest Reproduction and Forestry, Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry. (58, Kirova St., Schuchinsk, Akmola region, Republic of Kazakhstan, 021704, tel. 87163641153, e-mail: kabanova.05@mail.ru).

УДК 631.445.25:631.582:633.2/.3(571.53)

МОДЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ И ПРОДУКТИВНОСТИ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ КОРМОВЫХ СЕВООБОРОТАХ ПРЕДБАЙКАЛЬЯ

¹З.В. Козлова, ²Ш.К. Хуснидинов, ²Р.В. Замашиков, ¹Л.Н. Матаис, ¹О.А. Глушкова

¹Иркутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, *Иркутская область, Иркутский район, пос. Пивовариха, Россия*

²Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, *г. Иркутск, Россия*

В статье представлены итоги полевых и лабораторных исследований по изучению

биоэкологической и агроэкономической эффективности кормовых специализированных севооборотов (по итогам двух законченных ротаций) с включением в схемы чередования клевера лугового и использование его в качестве сидеральной и фитомелиоративной культуры. Полевые исследования проводились в течение десяти лет на опытно-экспериментальном участке Иркутского НИИСХ. Объекты - три пятипольных специализированных кормовых севооборота. Использование в севооборотах сидерации и фитомелиорации способствует повышению основных показателей плодородия серых лесных почв и продуктивности кормовых культур: содержание гумуса повысилось на 4-6 %, нитратного азота на 17 %, показатель гидролитической кислотности достиг 8 мг-экв./100 гр., урожайность в расчёте на 1 га севооборотной площади – на 80 %. В процессе десятилетнего функционирования плодосменных севооборотов химические показатели плодородия почв имели свою специфику. Клевер луговой в севооборотах 2 и 3 выполнял роль опорного и средообразующего растения и как предшественник обеспечивал повышение урожайности сельскохозяйственных культур. Возделываемые в севообороте сельскохозяйственные культуры лучше росли и развивались, о чем свидетельствуют показатели роста ассимиляционной поверхности листьев, фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности фотосинтеза. По сравнению с достигнутым уровнем продуктивности повысилась урожайность возделываемых в севооборотах сельскохозяйственных культур, выход сухого вещества, условных зерновых, кормовых и кормопротеиновых единиц, переваримого протеина. Идеальная модель плодородия серой лесной почвы региона представлена в виде правильного многоугольника. Разработанные модели отражают динамику основных показателей плодородия и продуктивности сельскохозяйственных культур и могут быть использованы в нормативном и органическом земледелии при программировании урожайности и разработке прогностических программ производства сельскохозяйственной продукции.

Ключевые слова: серые лесные почвы, плодородие, кормовые севообороты, схемы чередования, клевер луговой, сидерация, фитомелиорация, гумус, элементы минерального питания, модели плодородия и продуктивности, нормативное, органическое растениеводство.

MODELS OF FERTILITY AND PRODUCTIVITY OF GRAY FOREST SOILS IN SPECIALIZED FODDER CROP ROTATION IN CISBIKAL REGION

¹Kozlova Z.V., ²Khusnidinov Sh.K., ²Zamashchikov R.V., ¹Matais L.N., ¹Glushkova O.A.

¹Irkutsk Scientific Research Institute of Agriculture, *Pivovarikha, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia*

²Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, *Irkutsk, Russia*

The article presents the results of field and laboratory studies on the study of bioecological and agroeconomic efficiency of fodder specialized crop rotations (following two completed rotations) with the inclusion of meadow clover in the alternation schemes and using it as a sidereal and phytomeliorative culture. Field studies were carried out for ten years at the experimental site of the Irkutsk Research Institute of Agriculture. The objects of research were three five-field specialized fodder crop rotations. The use of planting and phytomelioration in crop rotations contributes to the improvement of the main indicators of the fertility of gray forest soils and the productivity of forage crops: the content of humus increased by 4-6%, nitrate nitrogen by 17%, the hydrolytic acidity index reached 8 mg-eq./100 g., yield in calculated on 1 ha of crop rotation area - by 80%. In the process of decade-long functioning of crop change rotation, chemical indicators of soil fertility had their own specifics. The meadow clover in crop rotations 2 and 3 served as a supporting and environment-forming plant and, as a precursor, provided an increase in crop yields. Crops grown in crop rotation have grown and developed

better, as evidenced by the growth rates of the assimilation surface of the leaves, the photosynthetic potential and the net productivity of photosynthesis. Compared with the achieved level of productivity, the yield of crops cultivated in crop rotations, the yield of dry matter, conventional grain, fodder and protein-protein units, and digestible protein increased. The ideal model of fertility of gray forest soil in the region is presented in the form of a regular polygon. The developed models reflect the dynamics of the main indicators of fertility and productivity of agricultural crops and can be used in normative and organic farming when programming yields and developing prognostic programs for the production of agricultural products.

Keywords: gray forest soils, fertility, fodder crop rotations, alternation schemes, meadow clover, green manure, phytomelioration, organic matter, humus, mineral nutrition elements, models of fertility and productivity, normative, organic plant growing.

В принятой концепции совершенствования системы земледелия региона биологизация и экологизация определены как основные направления ее развития. В ее основе лежат научные исследования, экспериментальные разработки, касающиеся способов, методов и технологий ведения органо-биологического земледелия и производства экологически безопасной для человека и животных растительной продукции, и сохранение окружающей природной среды.

Важнейшим звеном научного обоснования эффективности органо-биологической системы является изучение специализированных плодосменных кормовых севооборотов, насыщенных многолетними бобовыми травами, выполняющих в севооборотах роль сидеральных и фитомелиоративных растений.

Однако многолетние исследования, касающиеся оценки биоэкологической, агрохозяйственной и экономической эффективности кормовых специализированных севооборотов с сидерацией и фитомелиорацией в условиях региона, не проводились.

Цель исследований – изучить биоэкологическую, агрохозяйственную и экономическую эффективность специализированных кормовых севооборотов с сидерацией и фитомелиорацией.

Задачи исследований:

- Проследить продуктивность кормовых севооборотов (по итогам двух законченных ротаций).
- Проанализировать влияние клевера лугового на процессы накопления в почве лабильного органического вещества и биологического азота.
- Представить динамику изменения основных показателей плодородия и продуктивности серых лесных почв.
- Разработать модели плодородия серых лесных почв.

Методика проведения исследований. Полевые исследования проводились в течение десяти лет (две законченные ротации) на опытно-экспериментальном участке Иркутского НИИСХ (рис. 1).

Объектами исследований были три пятипольных специализированных кормовых севооборота.



Рисунок 1 – Общий вид опытных посевов

Севооборот №1 – контрольный, схема чередования сельскохозяйственных культур в севообороте: 1. Ячмень, 2. Кукуруза, 3. Горох + Овес, 4. Овес, 5. Горох+ Овес.

Севооборот №2 – со схемой чередования культур: 1. Ячмень + Клевер, 2. Клевер, 3. Кукуруза, 4. Овес, 5. Горох + Овес. В севообороте клевер луговой как кормовое и сидеральное растение (отавная сидерация) выполняет роль средообразующего растения.

Севооборот №3 – со схемой чередования культур: 1. Ячмень + Клевер, 2. Клевер, 3. Горох + Овес +Клевер, 4. Клевер, 5. Кукуруза. В севообороте клевер луговой выполняет роль фитомелиоративного растения.

Севообороты развернуты во времени и пространстве. Площадь одной опытной деланки 52 м². В опытах высевались районированные сорта: Клевер луговой – Родник Сибири, Ячмень – сорт Биом, Овес – Ровесник, Горох посевной – Аксайский усатый 3, Кукуруза – Катерина.

Технология возделывания сельскохозяйственных культур общепринятая для лесостепной зоны Предбайкалья [1].

Определение биомассы корневой системы, пожнивных и поукосных остатков проводили по методике Н.В. Станкова [2]. Определение химического состава почв по методике А.В. Петербургского [3], гумуса по методу И.В. Тюрина [4]. Количество биологического азота проводили по методике П.П. Вавилова и Г.С. Посыпанова [5]. Учет урожая по методике Б.Н. Доспехова [6].

Агрометеорологические показатели в годы проведения исследований были близки к среднегодовым данным.

Результаты исследований. Результаты исследования агроэкологической эффективности плодосменных специализированных севооборотов показали, что включение в схемы чередования культур клевера лугового и использование его в качестве кормового и сидерального растения в севообороте №2, кормового и фитомелиоративного – в севообороте №3, способствовало накоплению в почве лабильного органического вещества (ЛОВ), биологического азота, улучшения водно-физических свойств и пищевого режима почв.

Фитомелиорация почв (растительная мелиорация) – технологический приём улучшения, усиления и ускорения процессов расширенного воспроизводства плодородия почв. Для фитомелиорации используются растения с длительным сроком хозяйственного использования (трех и более лет), обладающих мощной корневой системой, такие как люцерна, козлятник, горец, свербига, астрагал и клевер. Эти травы за счет большой массы корневых и поукосных остатков оказывают многосторонне влияние на плодородие почв. В основу условной классификации многолетних трав на сидеральные и фитомелиоративные растения принято четыре показателя: принадлежность фитомелиоративных растений к семейству бобовых, многолетие (более 3 лет), количество органического вещества, поступающего в почву (при фитомелиорации более 10 т/га), масса и глубина проникновения корней в подпахотные горизонты (при фитомелиорации мощность корней на глубине более 25 см должна составлять не менее одной трети от всей биомассы корневой системы).

Проведенные исследования показали, что в процессе десятилетнего функционирования плодосменных севооборотов химические показатели плодородия почв имели свою специфику (табл. 1).

Иллюстрация динамики изменения плодородия серой лесной почвы под влиянием кормовых севооборотов, в схемах чередования которых в качестве сидеральной и фитомелиоративной культуры использовался клевер луговой, представлена в виде модели. Идеальная модель плодородия серой лесной почвы региона, по данным учёных почвоведов, представлена в виде правильного многоугольника (рис. 2).

В модели анализируются основные показатели плодородия: содержание гумуса, нитратного азота, почвенного фосфора, обменного калия, величина рН, гидролитическая кислотность, степень насыщенности почв основаниями.

При применении в севооборотах сидерации и фитомелиорации почва обогащается лабильным органическим веществом, до 20 % которого служит источником образования гумуса и 80 % разлагается и используется в питании сельскохозяйственных культур севооборота. Аналитические показатели свидетельствуют о том, что по итогам двух законченных ротаций отмечено повышение содержания гумуса.

При возделывании клевера лугового в севооборотах, обладающего высокой усвояющей способностью извлекать питательные вещества из труднорастворимых соединений и переносить их в пахотный горизонт, почва

обогащалась фосфором и калием, которые содержатся в органической массе и подпахотных горизонтах почвы.

Таблица 1 –Динамика основных показателей плодородия почв в полях кормовых севооборотов

Культура	Показатели плодородия				
	Гумус, %	РН	Нитратный азот, мг/кг	Подвижный фосфор, мг/100 гр.	Обменный калий, мг/100 гр.
Севооборот без клевера (контрольный)					
Ячмень	4.5	4.3	10.7	15.2	13.0
Кукуруза	4.4	4.5	20.0	16.6	13.0
Горох + овес (з/м)	4.8	4.5	34.0	16.1	13.0
Овес	4.7	4.5	18.2	16.5	13.0
Горох + овес (зерно)	4.6	4.4	15.5	16.4	14.0
Среднее	4.6	4.4	19.6	16.1	13.2
Севооборот с сидерацией					
Ячмень + клевер	5.0	4.6	15.5	15.5	14.0
Клевер	4.8	4.6	9.8	16.0	10.0
Кукуруза	4.8	4.5	34.7	18.0	13.0
Овес	4.9	4.5	17.0	18.1	15.0
Горох + овес (зерно)	4.5	4.6	30.9	18.3	14.0
Среднее	4.8	4.5	21.5	17.1	13.2
Севооборот с фитомелиорацией					
Ячмень + клевер	4.6	4.7	28.8	16.2	12.0
Клевер	4.9	4.7	15.1	13.8	13.0
Горох+ овес+ клевер	5.1	4.6	33.1	16.6	20.0
Клевер	4.7	4.4	29.5	15.3	14.0
Кукуруза	5.2	4.5	20.1	19.6	17.0
Среднее	4.9	4.5	25.3	16.3	15.2

Севообороты 2 и 3, в схемах чередования которых были посеы клевера лугового превосходили по содержанию фосфора и калия контрольный севооборот. За счёт симбиотрофной деятельности клубеньковых бактерий в пахотном горизонте увеличивалось содержание нитратного азота (на 17.1 % в севообороте № 3). Имело место снижение показателей обменной и гидrolитической кислотности.

Клевер луговой в севооборотах 2 и 3 выполнял роль опорного и средoобразующего растения и как предшественник обеспечивал повышение урожайности сельскохозяйственных культур. Возделываемые в севообороте сельскохозяйственные культуры лучше росли и развивались, о чем свидетельствуют показатели роста ассимиляционной поверхности листьев, фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности фотосинтеза.

По сравнению с достигнутым уровнем продуктивности повысилась урожайность возделываемых в севооборотах сельскохозяйственных культур, выход сухого вещества, условных зерновых, кормовых и кормопротеиновых единиц, переваримого протеина (табл. 2, рис. 3, 4).

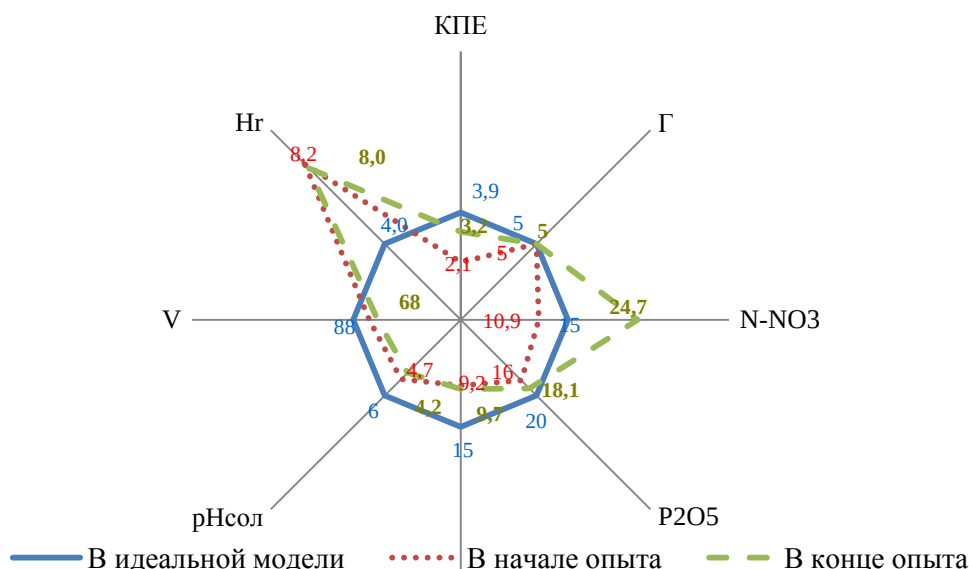


Рисунок 2 – Модель плодородия серой лесной почвы в плодосменном кормовом севообороте: КРЕ – выход кормовых единиц, Г – содержание гумуса (%), N-NO₃ – содержание нитратного азота (мг на 100 г почвы), P₂O₅ – содержание подвижного фосфора (мг на 100 г почвы), K₂O – содержание обменного калия (мг на 100 г почвы), pH_{сол} – реакция почвенного раствора, V – степень насыщенности почв основаниями (%), Нг – гидролитическая кислотность (мг-экв. на 100 г почвы)

Освоение плодосменных кормовых специализированных севооборотов способствовало улучшению экономических показателей производства кормов, снижению их себестоимости, повышению рентабельности, что является предпосылкой повышения животноводческой продукции и снижения ее себестоимости.

Таблица 2 – Показатели агроэкономической эффективности плодосменных кормовых специализированных севооборотов в сравнении с достигнутым уровнем (среднее по региону за 2016-2017 гг.)

Показатели	Достигнутый уровень, среднее за 2016-2017 гг.	Севооборот 1 Плодосмен	Севооборот 2 Плодосмен с сидерацией	Севооборот 3 Плодосмен с фитомелиорацией
1	2	3	4	5
Урожайность зерновых единиц, т/га	1.9	2.0	2.1	2.3
Выход кормопротеиновых единиц, т/га	1.8	1.9	2.1	2.3
Выход переваримого протеина, т/га	0.17	0.18	0.20	0.22
Выход сухого вещества, т/га	2.1	2.3	2.4	2.5
Площадь листьев, тыс.м ² /га	81.4	83.5	81.4	93.0
Фотосинтетический потенциал, млн.м ² /га/дней	7.06	7.54	8.08	8.20
Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² /дней	0.34	0.35	0.49	1.17

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
Накопление в почве лабильного органического вещества, т/га	4.1	4.2	6.7	8.3
Себестоимость 1 т к. ед., тыс.руб.	0.298	0.287	0.223	0.217
Рентабельность, %	121.4	123.7	192.7	219.5
Средняя урожайность сельскохозяйственных культур, т/га				
Ячмень	2.0	1.9	2.2	2.5
Кукуруза	22.1	16.7	20.1	22.5
Горох + Овес	8.3	13.7	-	16.5
Клевер	6.4	-	6.9	8.5
Овес	4.9	2.3	2.8	-

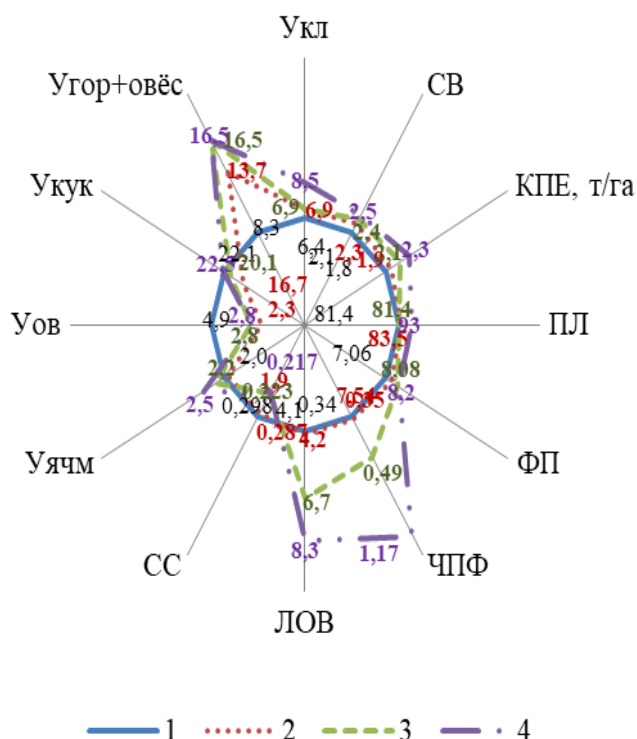


Рисунок 3 – Модель сравнительной агроэкономической эффективности плодосменных кормовых специализированных севооборотов

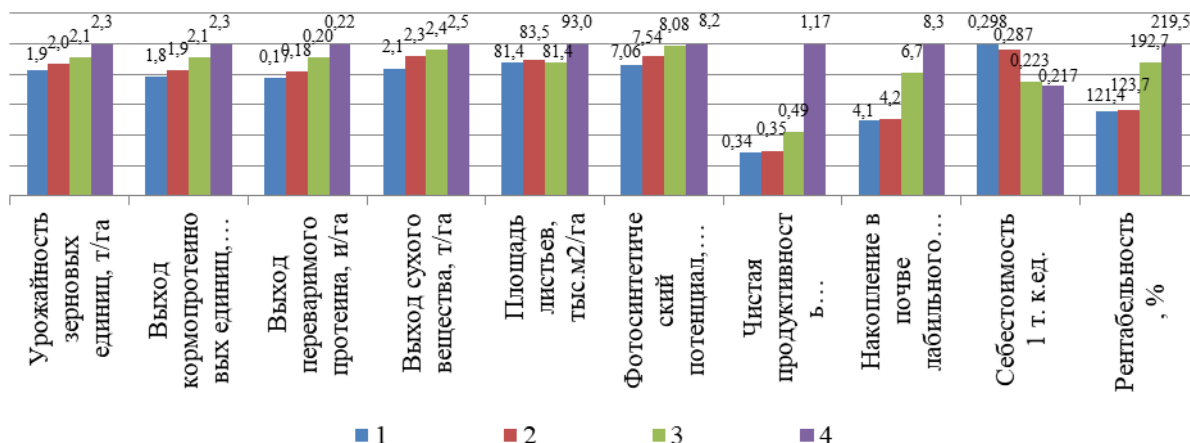
Все анализируемые показатели агроэкономической эффективности плодосменных кормовых севооборотов были выше показателей, достигнутых в целом по региону за последние два года.

Выводы. 1. Введение клевера лугового в схемы чередования кормовых севооборотов и использование его в качестве сидеральной и фитомелиоративной культуры положительно влияет на основные элементы почвенного плодородия серой лесной почвы.

2. Использование высокого эколого-биологического потенциала клевера лугового в кормовых севооборотах способствовало интенсивному росту и

развитию растений, увеличению урожайности возделываемых кормовых культур.

3. Анализ агроэкономической эффективности кормовых севооборотов показал, что севообороты с включением в схемы чередования посевов клевера лугового обеспечивают получение более высокого чистого дохода и уровня рентабельности производимой продукции.



1 – Показатели достигнутой агроэкономической эффективности возделывания кормовых культур в регионе.

2 – Показатели эффективности по плодосменному кормовому севообороту.

3 – Показатели эффективности по плодосменному кормовому севообороту с отавной клеверной сидерацией;

4 – Показатели эффективности по плодосменному кормовому севообороту с фитомелиорацией.

Рисунок 4 – Показатели сравнительной агроэкономической эффективности плодосменных кормовых специализированных севооборотов

4. Модели, разработанные по итогам десятилетнего функционирования кормовых специализированных севооборотов, отражают динамику изменения основных показателей плодородия и продуктивности сельскохозяйственных культур и могут быть использованы в нормативном и органическом растениеводстве при программировании урожаев и разработки прогностических программ производства сельскохозяйственной продукции.

Список литературы

1. Вавилов П.П. Бобовые культуры и проблема растительного белка / П.П. Вавилов, Г.С. Посыпанов – М.: Россельхозиздат, 1983. – 255 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов – М.: Колос, 1979. – 416 с.
3. Козлова З.В. Биоэкологическое влияние клевера лугового в кормовых севооборотах на элементы плодородия почв / З.В. Козлова, Ш.К. Хуснидинов // Вестник ИрГСХА. – 2016. – № 76. – С. 48-53.
4. Кузнецова А.И. Многолетние травы полевых севооборотов Иркутской области / А.И. Кузнецова – Иркутск: Изд-во ИСХИ, 1951. – 181 с.
5. Петербургский А.В. Агрохимия и физиология питания растений / А.В. Петербургский. – М.: Россельхозиздат, 1981, – 184 с.

6. Станков Н.З. Корневая система растений / Н.З. Станков – М.: Колос, 1964. – 85 с.
7. Тюрин И.В. Условия накопления органического вещества в почвах / И.В. Тюрин Органическое вещество почвы и его роль в плодородии // М.:Агропромиздат, 1965. – 53 с.
8. Хуснидинов Ш.К. Растениеводство Предбайкалья: Учебное пособие / Ш.К. Хуснидинов, А.А. Долгополов – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2000. – 462 с.
9. Хуснидинов Ш.К. Сидеральная система земледелия Предбайкалья: монография / Ш.К. Хуснидинов, Н.Н. Дмитриев, Г.О. Такаландзе, Р.В. Замашников – М.: Изд-во Перо, 2014. – 252 с.
10. Menning P., Charakterisierung und bewertung der struktur landwirtschaftlich genutzter boden// Tag. Akad. Land. Wiss., DDR, 1983, № 215, p. 5-15.

References

1. Vavilov P.P. G.S. Posypanov Bobovye kul'tury i problema rastitel'nogo belka [Legume crops and the problem of vegetable protein]. Moscow, 1983, 255 p.
2. 6. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta [Methods of field trial]. Moscow, 1979. 416 p.
3. Kozlova Z.V. Bioekologicheskoe vliyanie klevera lugovogo v kormovykh sevooborotakh na elementy plodorodija pochv [Bioecological effect of red clover in fodder crop rotations on the elements of soil fertility]. Vestnik IrGSHA, 2016, no. 76, pp. 48-53.
4. Kuznetsova A.I. Mnogoletnie travy polevykh sevooborotov Irkutskoy oblasti [Perennial grasses of field crop rotations of Irkutsk region]. Irkutsk, 1951, 181 s.
5. Peterburgsky A.V. Agrokhimija i fiziologija pitaniya rastenij [Agrochemistry and physiology of plant nutrition]. Moscow, 1981, 184 p.
6. Stankov N.Z. Kornevaya sistema rasteniy [Root system of plants]. Moscow, 1964, 85 p.
7. Tyurin I.V. Uslovija nakoplenija organicheskogo veschestva v pochvakh [The conditions for accumulation of organic matter in soils]. Moscow, 1965, 53 p.
8. Husnidinov Sh.K., Dolgoplov A.A. Rastenievodstvo Predbaikal'ja [Crop in Cisbaikalia]. Irkutsk, 2000, 462 p.
9. Husnidinov Sh.K. et all. Sideral'naya sistema zemledelija Predbaikalija [Sideral farming system of Cisbaikalia]. Moscow, 2014. – 252 p.
10. Menning P., Charakterisierung und bewertung der struktur landwirtschaftlich genutzter boden// Tag. Akad. Land. Wiss., DDR, 1983, № 215, p. 5-15.

Сведения об авторах

Глушкова Ольга Александровна – сотрудник лаборатории кормопроизводства. Научно-исследовательский институт (664511, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Пивовариха, ул. Дачная, 14, тел. 89149493026, e-mail: zoia.kozlova.1983@mail.ru).

Замашников Роман Владимирович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агроэкологии, агрохимии, физиологии и защиты растений. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89027681197, e-mail: zamaz.r@gmail.com)

Козлова Зоя Васильевна – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией кормопроизводства, Научно-исследовательский институт (664511, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Пивовариха, ул. Дачная, 14, тел. 89834025646, e-mail: zoia.kozlova.1983@mail.ru).

Матаис Любовь Николаевна – сотрудник лаборатории кормопроизводства. Научно-исследовательский институт (664511, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Пивовариха, ул. Дачная, 14, тел. 89526283630, e-mail: lyubashka.belkova@mail.ru).

Хуснидинов Шарифзян Кадирович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор

кафедры агроэкологии, агрохимии, физиологии и защиты растений. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89501321919, e-mail: agroisha@yandex.ru)

Information about authors

Glushkova Olga A. – staff, Laboratory of feed production. Irkutsk Scientific Research Institute of Agriculture (14, Dachnaya street, Pivovarikha, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664511, tel. 89149493026).

Zamashchikov Roman V. - Candidate of Agricultural Sciences, Ass. Prof. Department of Agroecology, Agrochemistry, Physiology and Plant Protection. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89027681197, e-mail: zamaz.r@gmail.com).

Kozlova Zoya V. - Candidate of Agricultural Sciences of Laboratory of feed production. Irkutsk Scientific Research Institute of Agriculture (14, Dachnaya street, Pivovarikha village, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664511, tel. 89834025646, e-mail: zoia.kozlova.1983@mail.ru).

Matais Lyubov N. – staff of Laboratory of feed production. Irkutsk Scientific Research Institute of Agriculture (14, Dachnaya street, Pivovarikha, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664511, tel. 89526283630, e-mail: lyubashka.belkova@mail.ru).

Khusnidinov Sharifzyan K. - Doctor of Agricultural Sciences, Professor Department of Agroecology, Agrochemistry, Physiology and Plant Protection. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89501321919, e-mail: agroisha@yandex.ru).

УДК 632.95

ПРИМЕНЕНИЕ БИОЦИДНЫХ КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ УСТОЙЧИВЫХ К БИОДЕСТРУКЦИИ СЕЛЬХОЗПРЕПАРАТОВ

**О.В. Колотова, И.В. Могилевская, И.В. Владимцева, М.Б. Аверина,
А.В. Короленко**

Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, Россия

В статье приводятся результаты экспериментального исследования по подбору биоцидных добавок к сельскохозяйственным препаратам протравителям семян и фунгицидам с целью увеличения стабильности и срока годности при хранении в складских и полевых условиях. В ходе эксперимента проведена оценка стерильности промышленных препаратов, содержащих действующие вещества из классов имидазолов, бензимидазолов, триазолов и стробилуринов. В результате из препаратов изолированы два бактериальных штамма, которые в дальнейшем использованы для искусственного заражения лабораторных образцов сельхозпрепаратов, с целью оценки эффективности действия биоцидов. Экспериментально исследовано действие биоцидов “Bioban 536”, “Katon LXE” и “Proxel”, в концентрациях 2.5 – 10.0 г/л на чистые культуры изолированных штаммов. Проведена оценка биоцидного действия при сочетании “Katon LXE” и “Proxel” с формалином при искусственном заражении сельхозпрепаратов. Установлено, что при использовании индивидуальных биоцидов максимальной эффективностью в отношении изолированных бактериальных штаммов обладает “Proxel”. Минимальная подавляющая концентрация “Proxel” составила 5 г/л. Введение в препараты биоцида “Kathon LXE” или “Proxel” (концентрации 5.0; 7.5; 10.0 г/л) в

сочетании с формалином (3 г/л) обеспечивает микробиологическую стабильность препаратов в течение 60 суток при температуре 30 – 32 °С. Для обеспечения стерильности сельхозпрепаратов при хранении в течение 60 суток при температуре 30 – 32 °С минимальной и достаточной эффективной концентрацией биоцидов (“Kathon LXE” или “Proxel”) можно считать 5 г/л при использовании в сочетании с формалином в концентрации 3 г/л. Таким образом усовершенствованы рецептуры препаратов протравителей семян и фунгицидов для поддержания микробиологической стойкости при длительном хранении.

Ключевые слова: протравители, фунгициды, биоциды, “Катон”, “Проксель”, формалин.

APPLICATION OF BIOCIDAL COMPONENTS FOR CREATING SUSTAINABLE TO BIODEGRADATION AGRICULTURAL PREPARATIONS

**Kolotova O.V., Mogilevskaya I.V., Vladimimtseva I.V., Averina M.B.,
Korolenko A.V.**

Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

The article presents the results of an experimental study on the selection of biocidal additives to agricultural seed disinfectants and fungicides in order to increase stability and shelf life when stored in storage and field conditions. In the course of the experiment, the sterility of industrial preparations containing the active substances from the classes of imidazoles, benzimidazoles, triazoles and strobilurins was evaluated. As a result, two bacterial strains were isolated from the drugs, which were later used to artificially infect laboratory samples of agricultural preparations, in order to evaluate the effectiveness of the action of biocides. The effects of the biocides Bioban 536, Caton LXE and Proxel, in concentrations of 2.5 - 10.0 g / l on pure cultures of isolated strains, have been experimentally investigated. The biocidal action was evaluated with a combination of “Kathon LXE” and “Proxel” with formalin during artificial infection of agricultural preparations. It has been established that when using individual biocides, Proxel has maximum efficiency against isolated bacterial strains. The minimum inhibitory concentration of Proxel was 5 g / l. The introduction of Kathon LXE or Proxel biocide (concentration 5.0; 7.5; 10.0 g / l) in combination with formalin (3 g / l) ensures the microbiological stability of the preparations for 60 days at a temperature of 30 - 32 ° C. To ensure sterility of agricultural preparations during storage for 60 days at a temperature of 30 - 32 ° C, the minimum and sufficient effective concentration of biocides (“Kathon LXE” or “Proxel”) can be considered 5 g / l when used in combination with formalin at a concentration of 3 g / l. Thus, improved formulations of seed disinfectants and fungicides for maintaining microbiological resistance during long-term storage.

Keywords: disinfectants, fungicides, biocides, “Caton”, “Proxel”, formalin.

Современное растениеводство невозможно представить себе без использования разнообразных химических средств защиты растений. Протравители, фунгициды, гербициды и другие группы препаратов применяются практически на всех стадиях развития выращиваемых культур. Выпускаемые отечественной промышленностью препараты, как правило, представляют собой сложные композиции, включающие не только активные действующие вещества, но и целый комплекс добавок, обеспечивающих стабильность продукции в течение заявленного срока годности и удобство применения в полевых условиях. Препараты зачастую расфасовываются в

полиэтиленовые канистры ёмкостью 5 – 10 л. Хранение препаратов в течение достаточно длительного времени может приводить к их порче вследствие развития в таре микроорганизмов-деструкторов, что приводит к таким нежелательным последствиям, как вздутие тары вследствие газообразования, появление неприятных запахов, снижение эффективности препарата. Проблема биоповреждений материалов и изделий существует уже очень давно и в настоящее время не теряет своей актуальности. Считается, что наиболее активными возбудителями порчи являются бактерии и микроскопические грибы, на долю которых приходится до 50% от общего числа повреждений [1]. Одним из наиболее распространенных и эффективных способов защиты материалов и изделий от поражения микроорганизмами является использование специальных химических соединений, токсичных для микроорганизмов. По характеру своего действия токсиканты подразделяются на биоциды, уничтожающие микробных возбудителей биоповреждений; биостатики, тормозящие рост микроорганизмов; репелленты, вызывающие отпугивающий эффект у агентов биоповреждений. В связи с тем, что микрофлора, поражающая материалы и изделия, очень разнообразна, наиболее целесообразно применять биоциды широкого спектра действия, а также смеси различных соединений [3].

Цель исследования - подбор биоцидных добавок к препаратам протравителям семян и фунгицидам, изготавливаемым на основе действующих веществ, подвергающихся микробной деструкции, для получения устойчивых к микробной порче препаратов с продолжительным сроком хранения.

Материалы и методы исследований. Для проведения исследований использовали лабораторные образцы препаратов протравителей и фунгицидов, производимых на основе действующих веществ из классов имидазолов, бензимидазолов, триазолов и стробилюринов, а также растворы биоцидов “Bioban 536”, “Katon LXE” и “Proxel”, формалин.

Оценку стерильности исходных образцов препаратов проводили, осуществляя посев неразведённых проб препаратов с помощью бактериологической петли. Препараты равномерно наносили на поверхность мясопептонного агара (аналог мясо-пептонного агара производства ООО “Биокомпас-С”, г. Углич) в чашках Петри, выдерживали в термостате (при 30 и 37° С) и визуально оценивали произошедшие изменения (наличие или отсутствие изолированных колоний или сплошного роста микроорганизмов). Для определения общей численности микроорганизмов пробы препаратов, а также их разведения стерильным физиологическим раствором в соотношениях 1:10 и 1:100 (по массе), высевали на пластинки питательного агара в чашки Петри. В течение первых 24 ч. посевы инкубировали в разных температурных условиях: при 30 и 37° С (по 3 повторности для каждой температуры) для выявления микроорганизмов с различными температурными оптимумами развития. Последующие 4 суток культивирование осуществляли при комнатной

температуре (20 - 24° С) для выявления наличия микроскопических грибов в исследуемых пробах.

Для контроля стерильности обработанных биоцидами проб препаратов производили их высев на пластинки питательного агара в чашках Петри.

С целью определения воздействия биоцидов на изолированные из препаратов микроорганизмы методом диффузии в агар, использовали суточные культуры штаммов. Готовили микробные взвеси с концентрацией 10^9 кл/мл, засекали их газон по всей поверхности агаровой пластины в чашках Петри. На подготовленных таким образом чашках Петри в 4 лунки (диаметром 0.5 см) вносили по 0.1 мл исследуемых биоцидов в определенных исследуемых концентрациях. Культивирование вели в термостате в течение 24 ч при температуре 30 °С. По истечении суток измеряли диаметры зон задержки роста микроорганизмов и рассчитывали средний результат в мм.

Результаты и обсуждение. На первом этапе исследования исходные образцы препаратов были изучены на предмет их микробной зараженности, а также с целью выявления типичных контаминантов. При оценке стерильности препаратов удалось выявить наличие микрофлоры в трёх из пяти образцов. В образцах двух препаратов микробный рост не выявлен.

Из двух препаратов удалось выделить и изолировать в чистые культуры два бактериальных штамма. Изолированным штаммам присвоены условные обозначения ФШ-01 и Х-01. Все исследуемые в эксперименте препараты производятся на одной технологической линии, в связи с чем вероятность попадания указанных микроорганизмов в них из воздушной среды, с оборудования или другими путями весьма высока. Поэтому в дальнейшем изолированные штаммы использовались для искусственного заражения образцов всех пяти препаратов.

На следующем этапе исследования изучалось воздействие биоцидов в различных концентрациях на чистые культуры Х-01 и ФШ-01. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты воздействия биоцидов (диаметры зон задержки роста, мм) на штаммы Х-01, ФШ-01, выделенные из образцов препаратов-фунгицидов

Биоцид и концентрация, г/л	Наименование штамма	
	Х-01	ФШ-01
Bioban 536, 2.5 г/л	-*	-
Bioban 536, 5.0 г/л	-	-
Katon LXE, 2.5 г/л	-	-
Katon LXE, 5.0 г/л	-	-
Proxel, 2.5 г/л	-	10.0
Proxel, 5.0 г/л	24.25	27.0

* “-” - отсутствие зоны задержки роста микробной культуры

Данные, приведенные в таблице 1, свидетельствуют об отсутствии бактерицидного действия “Bioban 536” и “Katon LXE” в концентрациях 2.5 –

5.0 г/л на изучаемые штаммы и отсутствии значимого эффекта концентрации 2.5 г/л “Proxel” в отношении X-01 (при диаметре лунки 4 мм, диаметр зоны задержки роста составил всего 10 мм).

“Proxel” в концентрации 5 г/л оказывал существенное подавляющее действие на оба изучаемых штамма.

После анализа результатов было принято решение увеличить концентрации биоцидов “Bioban 536” и “Katon LXЕ” для получения более значимых результатов. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты воздействия повышенных концентраций биоцидов (диаметры зон задержки роста, мм) на исследуемые штаммы

Биоцид и концентрация, г/л	Наименование штамма	
	X-01	ФШ-01
Bioban 536, 7.5 г/л	20.44	-
Bioban 536, 10.0 г/л	-	-
Katon LXЕ, 7.5 г/л	22.3	-
Katon LXЕ, 10.0 г/л	-	-

Приведенные в таблице 2 данные свидетельствуют о том, что увеличение концентраций “Bioban 536” и “Katon LXЕ” до 7.5 г/л подавляет рост и размножение штамма X-01, но препараты в такой концентрации не оказывают биоцидного действия на штамм ФШ-01. Повышение концентраций указанных веществ до 10 г/л не оказывает должного эффекта на X-01, что вероятно связано с ухудшением диффузии препаратов в агаровую среду. Штамм ФШ-01 устойчив к действию “Bioban 536” и “Katon LXЕ” в изученном интервале концентраций (2.5 – 10 г/л). Дальнейшее увеличение концентраций биоцидов в рецептурах производимых препаратов фунгицидов и протравителей экономически не целесообразно.

Для дальнейшего исследования с целью поиска эффективных сочетаний биоцидных компонентов были выбраны препараты “Proxel” и “Katon LXЕ”. Литературные данные свидетельствуют о том, что сочетание отдельных биоцидов с формалином показывает синергический эффект [2]. Поэтому на следующем этапе экспериментально сопоставляли бактерицидное действие отдельных биоцидов и их сочетаний с формалином на чистые культуры штаммов, выделенных из образцов сельхозпрепаратов. Варианты и результаты исследования представлены в таблице 3.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что при воздействии в течение 24 ч на штаммы ФШ-01 и X-01 наиболее эффективно действует сочетание “Proxel” (5 г/л и 10 г/л) и формалина (3 г/л). “Kathon LXЕ” в сочетании с формалином (3 г/л) максимальный биоцидный эффект оказывает также при концентрации 5 г/л.

Для достижения поставленной цели исследования подобранные концентрации биоцидов “Kathon LXЕ” и “Proxel” в сочетании с формалином

в концентрации 3 г/л вводили в образцы препаратов протравителей семян и фунгицидов, искусственно заражённые штаммами ФШ-01 и Х-01.

В стерильные стеклянные флаконы емкостью 200 мл помещали 30 г исследуемого препарата, 30 мл стерильной дистиллированной воды, 0.18 мл формалина (объём соответствует концентрации 3 г/л) и вводили “Proxel” или “Kathon LXE” для достижения концентраций 5; 7.5 и 10 г/л.

Таблица 3 – Результаты воздействия биоцидов и их сочетаний с формалином (3 г/л) на изолированные культуры микроорганизмов

Наименование биоцида и действующая концентрация	Зона задержки роста, мм (среднее из 4 значений)	
	ФШ-01	Х-01
Proxel 2.5 г/л	14.25	-
Proxel 5.0 г/л	15.58	10.5
Proxel 7.5 г/л	17.62	9.87
Proxel 10 г/л	15.33	14.15
Proxel 2.5 г/л + формалин	-	-
Proxel 5.0 г/л + формалин	22.25	24.28
Proxel 7.5 г/л + формалин	-	-
Proxel 10 г/л + формалин	20.13	15
Формалин 1.0 г/л	-	-
Формалин 2.0 г/л	-	-
Формалин 3.0 г/л	-	-
Kathon LXE 2.5 г/л	*	-
Kathon LXE 5.0 г/л	*	-
Kathon LXE 7.5 г/л	*	9.25
Kathon LXE 10 г/л	*	-
Kathon LXE 2.5 г/л + формалин 3 г/л	*	-
Kathon LXE 5.0 г/л + формалин 3 г/л	*	14.06
Kathon LXE 7.5 г/л + формалин 3 г/л	*	12.46
Kathon LXE 10.0 г/л + формалин 3 г/л	*	12.92

Примечание:

“-“ отсутствие действия, бактериальный рост по всей чашке Петри;

“*” - исследования не проводились, т.к. биоцид не показал эффективного действия на предыдущем этапе исследования.

После тщательного перемешивания всех взятых компонентов подготовленные пробы заражали микроорганизмами ФШ-01 и Х-01. Для этого из суточных культур микроорганизмов, выращенных на скошенном питательном агаре, готовили суспензии с концентрацией 10^9 м.к./мл (концентрацию определяли по оптическому стандарту мутности). В каждую пробу препарата вводили по 1 мл микробных взвесей обеих культур для достижения их суммарной концентрации $3 \cdot 10^7$ м.к./мл. Зараженные пробы культивировали в термостате при температуре 30 – 34 °С, отбирая порции объёмом 1 мл для количественной оценки содержания микроорганизмов при различной длительности хранения смесей.

Результаты, полученные при мониторинге количественного содержания микроорганизмов в течение 60 суток в пробах изучаемых сельхозпрепаратов, обработанных биоцидами, показывают, что применение как “Kathon LXE”, так и “Proxel” в концентрации 5.0 – 10.0 г/л в сочетании с формалином в концентрации 3 г/л обеспечивает стерильность всех препаратов на протяжении всего указанного срока. Таким образом, для поддержания стерильности препаратов протравителей семян и фунгицидов минимальной и достаточной эффективной концентрацией биоцидов (“Kathon LXE” или “Proxel”) можно считать 5 г/л при использовании в сочетании с формалином в концентрации 3 г/л.

С целью контроля действия введённых в препараты биоцидов в динамике еженедельно отбирали порции смесей объёмом 1 мл для количественной оценки содержания микроорганизмов при различной длительности хранения. Отобранные пробы разводили стерильным физиологическим раствором до предполагаемых концентраций микроорганизмов 10^6 и 10^5 м.к./мл и высевали по 0.5 мл на чашки Петри с питательным агаром. Эксперимент проводили в 2-х повторностях для каждого разведения. В результате было отмечено наличие единичных колоний микроорганизмов при длительности хранения 7 – 14 суток и отсутствие роста на чашках с посевами после инкубации в течение 21 – 28 суток.

Выводы. 1. Из образцов препаратов протравителей семян и фунгицидов, производимых на основе комплекса действующих веществ из классов имидазолов, бензимидазолов, триазолов и стробилюринов, изолированы чистые культуры двух бактериальных штаммов, которые в дальнейшем использованы для оценки эффективности применения биоцидных добавок к промышленным сельхозпрепаратам.

2. Осуществлена сравнительная оценка эффективности применения различных концентраций биоцидов “Bioban 536”, “Kathon LXE” и “Proxel” в условиях искусственного заражения лабораторных образцов сельхозпрепаратов. Установлено, что при использовании индивидуальных биоцидов максимальной эффективностью в отношении изолированных бактериальных штаммов обладает “Proxel” в концентрации 5 г/л.

3. Проведена количественная оценка содержания микроорганизмов в препаратах протравителей семян и фунгицидах в условиях искусственного заражения и при применении биоцидов “Kathon LXE” и “Proxel” (концентрации 5.0; 7.5; 10.0 г/л) в сочетании с формалином (3 г/л). Установлено, что указанные концентрации биоцидных компонентов обеспечивают микробиологическую стабильность препаратов в течение 60 суток при температуре 30 – 32 °С.

4. Для обеспечения стерильности сельхозпрепаратов в течение 60 суток при температуре хранения 30 – 32 °С минимальной и достаточной эффективной концентрацией биоцидов (“Kathon LXE” или “Proxel”) можно считать 5 г/л при использовании в сочетании с формалином в концентрации 3 г/л.

Список литературы

1. Азанова Н.А. Защита лакокрасочных материалов и покрытий от биоповреждений / Н.А. Азанова, М.А. Чижова // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2014. - №40.– С.56 – 67.
2. Владимцева И.В. Некоторые аспекты получения и применения биопрепаратов для ремедиации почв, загрязненных пестицидами / И.В. Владимцева, О.В. Колотова, И.В. Могилевская, П.С. Слюсарева, Л.А. Шевченко. // Вестник ИрГСХА. – 2019 - № 90.– С. 34 – 44
3. Кривушина А. А. Способы защиты материалов и изделий от микробиологического поражения / А.А. Кривушина, Ю.С. Горяшник // Авиационные материалы и технологии. – 2017. – № 2 (47)– С. 80 – 86.
4. Кряжев Д.В. Экологические основы диагностики процессов биодеструкции природных и синтетических материалов в условиях воздействия ряда абиотических факторов / Д.В. Кряжев: Автореферат дис. на соиск.уч. степени д.б.н. – Нижний Новгород, 2015. – 42 с.
5. Патент 2180323 Российская Федерация, МПК⁷ C02F1/50, A01N25/02 C02F103:06. Бицидный состав для подавления роста сульфатвосстанавливающих бактерий/ Морозов Ю.Д., Кочеткова Л.Р.; заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество Научно-производственное объединение "Технолог" . - 2000116760/12; заявл. 23.06.2000; опубл. 10.03.2002.
6. Патент 2370571 C2 Российская Федерация, МПК: C23F. Бицидная синергетическая композиция для борьбы с биокоррозией/ Родин В.Б., Жиглецова С.К., Жиркова Н.А. и др. Заявитель и патентообладатель ФГУН ГНЦ ПМБ. – 2005124373/02; заявл. 02.08.2005; опубл. 20.10.2009]
7. Патент 2606278 Российская Федерация, МПК⁸ A01N47/06, A01N37/26, A01N43/82. Бицидные композиции и способы применения/ Инь Бей; заявитель и патентообладатель ДАУ ГЛОБАЛ ТЕХНОЛОДЖИЗ ЭлЭлСи (US); заявл. 01.10.2009; опубл. 20.05.2014.
8. Пехташева Е. Л. Способы защиты материалов от биоповреждений // Е.Л. Пехташева, А.Н. Неверов, Г.Е. Заиков, С.А. Шевцова, Н.Е. Темникова // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. -Т.15 - №8 – С. 167 – 172.
9. Стогниенко О.И. Способы снижения вредоносности кагатной гнили сахарной свеклы / О.И. Стогниенко, А.И. Воронцова //Защита и карантин растений. – 2015. - № 2.– С. 25 – 28.
10. Handbook of Material Biodegradation, Biodeterioration, and Biostabilization. – Toronto, ChemTcc Publishing, 2015 – 474 p.

References

1. Azanova N.A., Chizhova M.A. Zashchita lakokrasochnykh materialov i pokrytiy ot biopovrezhdeniy [Protection of paints and coatings from biodeterioration] Aktualnye problemy lesnogo kompleksa [Actual problems of the forest complex]. 2014, no. 40, pp. 56 – 67.
2. Vladimceva I.V. et all. Nekotorye aspekty polucheniya i primeneniya biopreparatov dlya remediatsii pochv, zagryaznennykh pesticidami [Some aspects of obtaining and using bacterial preparation for remediation of soils by pesticides] Vestnik IrGSHA [Bulletin of Irkutsk state agricultural Academy]. 2019, no. 90, pp. 34 – 44.
3. Krivushina A.A, Goryashnik YU.S. Sposoby zashchity materialov i izdelij ot mikrobiologicheskogo porazheniya [Ways of protection of materials and products from microbiological damage] Aviacionnye materialy i tekhnologii [Aviation materials and technologies]. 2017, no. 2 (47), pp. 80 – 86.

4. Kryazhev D.V. *Ekologicheskie osnovy diagnostiki processov biodestrukcii prirodnih i sinteticheskikh materialov v usloviyah vozdeystviya ryada abioticheskikh faktorov* [Ecological bases of diagnostics of processes of biodegradation of natural and synthetic materials in the conditions of influence of a number of abiotic factors]: Cand. Dis. Thesis, Nizhniy Novgorod, 2015, 42 p.
5. Patent 2180323 Rossiyskaya Federaciya, MPK7 C02F1/50, A01N25/02, C02F103:06. *Biocidnyy sostav dlya podavleniya rosta sulfatvosstanavlivayushchih bakteriy* [Biocide composition for inhibiting the growth of sulfate-reducing bacteria]/ Morozov Yu.D., Kochetkova L.R.; заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество Научно-производственное объединение "Технолог". - 2000116760/12; заявл. 23.06.2000; опubl. 10.03.2002.
6. Patent 2370571 S2 Rossiyskaya Federaciya, MPK: S23F. *Biocidnaya sinergeticheskaya kompozitsiya dlya borby s biokorroziyey* [A synergistic biocidal composition against biological corrosion] Rodin V.B., Zhiglecova S.K., Zhirkova N.A. i.dr. Заявитель и патентообладатель FGUN GNC PMB. – 2005124373/02; заявл. 02.08.2005; опubl. 20.10.2009]
7. Patent 2606278 Rossiyskaya Federaciya, MPK8 A01N47/06, A01N37/26, A01N43/82. *Biocidnye kompozitsii i sposoby primeneniya* [Biocide compositions and methods of their application] In Bey; заявитель и патентообладатель DAU GLOBAL TEHNOLODZhIZ ElElSi (US); заявл. 01.10.2009; опubl. 20.05.2014.
8. Pekhtasheva E.L. et all. *Sposoby zashchity materialov ot biopovrezhdenij* [Ways to protect materials from biological damage] Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta [Bulletin of Kazan technological University]. 2012, vol.15, no. 8, pp. 167 – 172.
9. Stognienko O.I., Vorontsova A.I. *Sposoby snizheniya vredonosnosti kagatnoy gnili saharной svekly* [Ways to reduce the harmfulness of rotting roots of sugar beet] Zashchita i karantin rasteniy [Plant protection and quarantine]. 2015, no. 2, pp. 25 – 28.
10. Handbook of Material Biodegradation, Biodeterioration, and Biostabilization. – Toronto, ChemTcc Publishing, 2015, 474 p.

Сведения об авторах

Аверина Марина Борисовна - магистрант кафедры промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности. Волгоградский государственный технический университет (400131, Россия, Волгоград, пр. Ленина, 28, тел. 89876444236, e-mail: marina.averina97@yandex.ru).

Владимцева Ирина Владимировна – доктор биологических наук, профессор кафедры промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности. Волгоградский государственный технический университет (400131, Россия, Волгоград, пр. Ленина, 28, тел. 89377414454. e-mail: alexvlad32@yandex.ru).

Колотова Ольга Владимировна – кандидат технических наук, кафедры промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности. Волгоградский государственный технический университет (400131, Россия, Волгоград, пр. Ленина, 28, тел. 89023820277, e-mail: olgakolotova@mail.ru).

Короленко Анна Владимировна - магистрант кафедры промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности. Волгоградский государственный технический университет (400131, Россия, Волгоград, пр. Ленина, 28, тел. 89044083101, e-mail: kind05050@mail.ru).

Могилевская Ирина Владимировна – кандидат биологических наук, доцент кафедры промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности. Волгоградский государственный технический университет (400131, Россия, Волгоград, пр. Ленина, 28, тел. 89616734439. e-mail: mogi-irina@yandex.ru).

Information about authors

Averina Marina B. – Master student Department of Industrial Ecology and Life Safety. Volgograd State Technical University (28, Lenin Ave., Volgograd, Russia, 400131, tel. 89876444236. e-mail: marina.averina97@yandex.ru).

Vladimirtseva Irina V. - Doctor of Biological Sciences, Professor Department of Industrial Ecology and Life Safety. Volgograd State Technical University (28, Lenin Ave., Volgograd, Russia, 400131, tel. 89377414454. e-mail: alexvlad32@yandex.ru).

Kolotova Olga V. - Candidate of Technical Sciences, Ass. Prof. Department of Industrial Ecology and Life Safety. Volgograd State Technical University (28, Lenin Ave., Volgograd, Russia, 400131, tel. 89023820277. e-mail: olgakolotova@mail.ru).

Korolenko Anna V. - Master student Department of Industrial Ecology and Life Safety. Volgograd State Technical University (28, Lenin Ave., Volgograd, Russia, 400131, tel. 89044083101. e-mail: kind05050@mail.ru).

Mogilevskaya Irina V. – Candidate of Biological Sciences, Ass. Prof. Department of Industrial Ecology and Life Safety. Volgograd State Technical University (28, Lenin Ave., Volgograd, Russia, 400131, tel. 89616734439. e-mail: mogi-irina@yandex.ru).

УДК 574:669.162.266.443(470.53)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ФИТОЦЕНОЗА ШЛАКОВОГО ОТВАЛА СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

С.В. Лихачев, Е.В. Пименова, С.Н. Жакова

Пермский государственный аграрно-технологический университет им. академика
Д.Н. Прянишникова, г. Пермь, Россия

В работе проанализировано видовое разнообразие фитоценоза шлакового отвала сталеплавильного производства и условия его формирования. В формировании отвала путем самозарастания наибольшее участие принимают в основном синантропные, ксеро-мезофитные и нейтрофитные виды сопредельных территорий. Видовое сходство фитоценозов составляет 69.2%. Десять видов травянистых растений встречаются по всей территории отвала (встречаемость 80-90 %), что позволяет считать их характерными. *Acer negundo* L. активно расселяется по территории отвала, при этом количество подростов варьирует от 0.1 до 1.3 шт./м². Шлаковый материал отвала характеризуется щелочной реакцией среды (рН_{н.о} 9.0 ± 0.1 ед.), низкой обеспеченностью подвижными формами фосфора (5.0 ± 0.6 мг/кг) и обменного калия (28 ± 3 мг/кг), низким солесодержанием (326 ± 15 мг/кг в пересчете на NaCl). Объемная плотность 1.7 ± 0.1 г/см³, низкая полная влагоемкость (18.6 ± 0.8 %) и максимальная гигроскопичность (6 ± 1 %) близки к таковым для песчаных почв, причем по гранулометрическому составу это крупный песок. Данные экологические условия неблагоприятны для прохождения первичной сукцессии. Установлено, что водные вытяжки из шлакового материала не являются токсичными в отношении *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Breb. Фитотестирование показало, что в водной вытяжке из него (1:1) достоверно снижалась энергия прорастания и всхожесть семян *Trifolium pratense* и *Festuca pratensis*, однако при разбавлении водной вытяжки 1:100 эффект угнетения отсутствовал. Процессы самозарастания шлакоотвала сдерживаются неблагоприятными водно-физическими свойствами, низкой обеспеченностью элементами питания и щелочной реакцией среды.

Ключевые слова: экологические условия, шлаковый отвал, фитоценоз, биотестирование.

ENVIRONMENTAL CONDITIONS FOR THE FORMATION OF STEEL-MELTING PRODUCTION SLAG DUMP PHYTOCENOSIS

Likhachev S.V., Pimenova E.V., Zhakova S.N.

Perm State Agrarian-Technological University named after academician D.N. Pryanishnikov,
Perm, Russia

Species diversity of steel-smelting production slag dump phytocenosis and the conditions for its formation are analyzed. Mostly synanthropic, xero-mesophytic and neutrophytic species of adjacent territories take the most part in dump formation by self-overgrowing. The species similarity of phytocenoses is 69.2%. Ten species of herbaceous plants are found throughout the dump (the frequency of 80-90%), which allows us to consider them characteristic. *Acer negundo* L. is actively settled in the territory of the dump, while the number of undergrowth varies from 0.1 to 1.3 pieces / m². The slag dump material is characterized by alkaline reaction of the medium (pH H₂O 9.0 ± 0.1 units), low availability of mobile forms of phosphorus (5.0 ± 0.6 mg / kg) and exchangeable potassium (28 ± 3 mg / kg), low salt content (326 ± 15 mg / kg in terms of NaCl). Bulk density of 1.7 ± 0.1 g / cm³, low full moisture capacity (18.6 ± 0.8%) and maximum hygroscopicity (6 ± 1%) are close to those for sandy soils, and this is coarse in grain size distribution. These environmental conditions are unfavorable for the passage of the primary succession. It has been established that aqueous extracts from slag material are not toxic with respect to *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Breb. Phytotesting showed that germination and seed germination of *Trifolium pratense* and *Festuca pratensis* significantly decreased in the aqueous extract from it (1: 1), however, when diluting the aqueous extract 1: 100, the effect of inhibition was absent. The processes of self-overgrowing of slag dump are constrained by unfavorable water-physical properties, low supply of nutrition elements and alkaline reaction of environment.

Keywords: environmental conditions, slag dump, phytocenosis, biotesting.

В шлаковых отвалах РФ накоплено 350-550 млн. т шлаков металлургических производств. Они занимают 2.2 тыс. га, при этом площадь увеличивается на 3-5 % в год [3]. В шлаковом материале содержится значительное количество тяжелых металлов (ТМ), которые, вымываясь осадками, загрязняют почву, поверхностные и грунтовые воды [1, 7, 8, 9, 10], что обуславливает необходимость проведения работ по рекультивации отвалов. Зачастую такие отвалы длительное время находятся на стадии самозаращания, большую роль в котором играют синантропные виды, устойчивые к токсичному воздействию ТМ и способные накапливать в тканях значительное их количество [6]. Сукцессионный процесс на шлаковых отвалах начинается с развития микрофлоры [10]. В дальнейшем видовое разнообразие увеличивается за счет лишайников, наиболее устойчивыми из которых к воздействию ТМ являются *Cladonia* sp. [8].

Цель исследований – изучение фитоценоза шлакового отвала сталеплавильного производства и экологических условий его формирования.

Материал и методы исследований. Площадь исследуемого участка отвала составляет 5.4 га. Шлаковый материал представляет собой гетерогенный грунт черного цвета с обломками кирпича, угля, кусками шлака разной степени разрушения, полиэтиленовой пленки, металлической проволоки, галькой и древесными остатками.

Ботанические описания проведены по общепринятой методике, дана

экологическая характеристика растений [2]. Наименования растений даны по определителю П.Ф. Маевского [4]. Описание растительности проведено в 10 точках на территории отвала (в этих же точках проведен отбор шлакового материала) и на 10 точках за его пределами.

Для шлакового материала определены: гранулометрический состав (ГОСТ 12536-79); полная влагоемкость (ГОСТ 28268-89); максимальная гигроскопичность (ГОСТ 28268-89); pH солевой и водной вытяжки (ГОСТ 26483-85); общая минерализация (кондуктометрическим методом на приборе Анион 4151); содержание подвижного фосфора и обменного калия (ГОСТ 26205-91).

Биотестирование токсичности водной вытяжки из отобранных на шлакоотвале проб (отход: вода – 1:1, 30 суток при периодическом помешивании) проведено с помощью микроводоросли *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Breb. в соответствии с ФР.1.39.2007.03223. Численность клеток определена с помощью счетной камеры Горяева. Фитотестирование водной вытяжки проведено с использованием клевера лугового – *Trifolium pratense* L., тимopheевки луговой – *Phleum pratense* L. и овсяницы луговой – *Festuca pratensis* Huds. Энергию прорастания и лабораторную всхожесть определяли в соответствии с ГОСТ 12038-84. Дополнительно, в день учета всхожести измеряли длину корней. Повторность исследований трехкратная.

Объект исследований – фитоценозы шлакового отвала и сопредельных территорий, а также отходы сталеплавильного производства, размещенные на отвале ПАО “Мотовилихинские заводы”, расположенного на первой левобережной надпойменной террасе реки Камы.

Результаты и их обсуждение. Среди древесно-кустарниковых видов на отвале распространены представители четырех семейств: сем. Ивовые (Salicaceae Lindl.) – тополь дрожащий (*Populus tremula* L.) и тополь черный (*Populus nigra* L.); сем. Крыжовниковые (Grossulariaceae DC.) – смородина черная (*Ribes nigrum* L.); сем. Розоцветные (Rosaceae Adans.) – яблоня ягодная (*Malus baccata* (L.) Borkh.); сем. Клёновые (Aceraceae Juss.) – клён ясенелистный (*Acer negundo* L.). Последний из перечисленных вид активно расселяется по территории отвала (количество подроста варьирует от 0,1 до 1,3 шт./м²) и может быть использован в биологическом этапе рекультивации территорий шлаковых отвалов.

На территории отвала (табл. 1) отмечается доминирование сегетальных видов, в частности, осота желтого (*Sonchus arvensis* L.), бодяка полевого (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), полыни обыкновенной (*Artemisia vulgaris* L.), полыни горькой (*Artemisia absinthium* L.), донника белого (*Melilotus albus* (L.) Medik.), льнянки обыкновенной (*Linaria vulgaris* Mill.).

Десять видов травянистых растений встречаются по всей территории отвала (встречаемость 80-90 %), что позволяет считать их характерными. Проективное покрытие на территории отвала менее 10 %, что существенно меньше, чем за границей отвала (35 %). На отвале встречено 10 семейств, а за его границами – 12 (за счет сем. Лютиковые – Ranunculaceae Juss. и сем. Подорожниковые – Plantaginaceae Juss.). В фитоценозе отвала присутствуют

пять видов семейства Бобовые - Leguminosae Juss.).

Таблица 1 – Видовое разнообразие фитоценоза шлакового отвала

Вид	Обилие, балл	Жизненность, балл	Встречаемость, %
Семейство Маревые (Chenopodiaceae Vent.)			
Марь белая (<i>Chenopodium album</i> L.)	+	1	60
Семейство Сложноцветные (Compositae Giseke)			
Бодяк полевой (<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.)	1	2	90
Василек скабиозовый (<i>Centaurea scabiosa</i> L.)	+	1	10
Крестовник обыкновенный (<i>Senecio vulgaris</i> L.)	1	3	50
Мать-и-мачеха обыкновенная (<i>Tussilago farfara</i> L.)	2	3	70
Осот желтый (<i>Sonchus arvensis</i> L.)	+	2	90
Пижма обыкновенная (<i>Tanacetum vulgare</i> L.)	+	3	90
Полынь австрийская (<i>Artemisia austriaca</i> Jacq.)	+	3	30
Полынь горькая (<i>Artemisia absinthium</i> L.)	2	3	90
Полынь обыкновенная (<i>Artemisia vulgaris</i> L.)	2	3	80
Пупавка красильная (<i>Anthemis tinctoria</i> L.)	+	2	10
Ромашка пахучая (<i>Matricaria discoidea</i> DC.)	+	3	60
Семейство Бобовые (Leguminosae Juss.)			
Донник белый (<i>Melilotus albus</i> (L.) Medik.)	1	3	80
Донник лекарственный (<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.)	+	3	40
Клевер луговой (<i>Trifolium pretense</i> L.)	+	1	30
Люцерна серповидная (<i>Medicago falcate</i> L.)	+	3	40
Семейство Гречиховые (Polygonaceae Juss.)			
Гречишка вьюнковая (<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A. Löve)	+	1	20
Семейство Злаки (Gramineae Juss.)			
Вейник тростниковый (<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth.)	+	1	20
Ежа сборная (<i>Dactylis glomerata</i> L.)	+	1	20
Ячмень гривастый (<i>Hordeum jubatum</i> L.)	+	3	30
Пырей ползучий (<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski.)	+	3	20
Семейство Зонтичные (Umbelliferae Juss.)			
Пастернак посевной (<i>Pastinaca sativa</i> L.)	+	1	90
Семейство Крестоцветные (Cruciferae Juss.)			
Клоповник сорный (<i>Lepidium ruderales</i> L.)	+	2	90
Семейство Кипрейные (Onagraceae Juss.)			
Иван-чай узколистный (<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.)	+	1	20
Кипрей холмовой (<i>Epilobium collinum</i> C.C. Gmelin)	+	2	30
Семейство Норичниковые (Scrophulariaceae Juss.)			
Льнянка обыкновенная (<i>Linaria vulgaris</i> Mill.)	2	3	90
Семейство Розоцветные (Rosaceae Adans.)			
Лапчатка холмовая (<i>Potentilla collina</i> Wibel)	+	2	20

Однако видовое разнообразие на территории отвала гораздо ниже (27 видов) по сравнению с сопредельной территорией (35 видов). Большую долю

видового разнообразия сравниваемых фитоценозов составляют синантропные виды, на отвале их количество составило 13 (48 %), а на сопредельной территории 16 (41 %).

Коэффициент флористического сходства сравниваемых фитоценозов (по Жаккару) составляет 69.2 %. По сравнению с прилегающей территорией на отвале не выявлены следующие виды: василек фригийский (*Centaurea Phrygia* L.); одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.); трехреберник непахучий (*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.); горошек мышиный (*Vicia cracca* L.); кострец безостый (*Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub.); мятлик луговой (*Poa pratensis* L.); мятлик однолетний (*Poa annua* L.); тимopheевка луговая (*Phleum pretense* L.); свербига восточная (*Bunias orientalis* L.); лютик едкий (*Ranunculus acris* L.); лютик многоцветковый (*Ranunculus polyanthemos* L.); подорожник большой (*Plantago major* L.).

В соответствии с экологической шкалой Г. Элленберга, среди доминирующих видов преобладают световые, обитающие на сухих и среднеувлажненных, нейтральных и слабокислых почвах. В экобиоморфе преобладают мезоксерофитные виды. Такая закономерность не случайна и обусловлена экологическими условиями отвала.

Некоторые виды, имеющие распространение на территории отвала, являются индикаторами экологических условий. Так, мать-и-мачеха обыкновенная (*Tussilago farfara* L.) – базофит; пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare* L.) – кальцефит; полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.), пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare* L.), клоповник сорный (*Lepidium ruderae* L.), донник белый (*Melilotus albus* (L.) Medik.) и льнянка обыкновенная (*Linaria vulgaris* Mill.) относятся к группе ксеро-мезофитов.

Шлаковый материал отвала характеризуется щелочной реакцией среды ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} 9.0 \pm 0.1$ ед.), низкой обеспеченностью подвижными формами фосфора (5.0 ± 0.6 мг/кг) и обменного калия (28 ± 3 мг/кг), низким солесодержанием (326 ± 15 мг/кг в пересчете на NaCl). Объемная плотность 1.7 ± 0.1 г/см³, низкая полная влагоемкость (18.6 ± 0.8 %) и максимальная гигроскопичность (6 ± 1 %) близки к таковым для песчаных почв, причем по гранулометрическому составу это крупный песок. Данные характеристики являются неблагоприятными для процесса самозарастания отвала.

Ранее были определены некоторые характеристики двух основных компонентов шлаковых отвалов – сталеплавильного шлака и отработанной формовочной смеси. По данным Д.А. Бокова и др. [1], шлаковый материал характеризуется содержанием диоксида кремния 70.3 %, оксидов железа – 12.9 %, оксида алюминия – 4.8 %, оксидов магния и кальция – 2.37 % и 1.75 %, соответственно. В составе самого шлакового материала обнаружены ТМ ($n \cdot 10^{-3}$, %): Mn, Cr и Zn (300), Ti (200), P (70), Ni и Si (50), Ba и Zr (40), Pb (30), As и Sr (менее 10), V (9), Mo (6), Sn (5), Y (3), Sb (менее 3), Co и W (2), Ga (1.5), Nb (1), Cd (менее 1), Sc (0.4), Yb (0.3), Ge (0.18), Be (менее 0.1), Ag (0.07). В водной вытяжке из сталеплавильного шлака содержание бенз(а)пирена, As, Cd, Cr, Pb, Hg, Zn, Co, Ni, Mn, Cu оказалось ниже предела обнаружения стандартизированными методами. Содержание алюминия в

водной вытяжке составило 0,11 мг/дм³, что в 4,5 раза меньше ПДК для воды питьевого назначения. В водной вытяжке из отработанной формовочной смеси содержание бенз(а)пирена и большинства ТМ также ниже предела обнаружения. Результаты биотестирования токсичности водной вытяжки указанных отходов с использованием *Daphnia Magna* Straus и *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Breb. показали, что в соответствии с СП 2.1.7.1386-03 оба отхода, преобладающие на шлакоотвале, относятся к 4 классу опасности.

Нами проведено биотестирование водной вытяжки образцов, отобранных на территории отвала, с использованием *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Breb. (табл. 2) и с помощью луговых трав (табл. 3).

Таблица 2 – Результаты биотестирования

Вариант	Концентрация раствора, %	Количество клеток, шт./ мкл	Отклонение от контроля, %	Эффект
Контроль	—	928	—	—
Вытяжка из шлакового материала (1:1)	100	1371	-48	стимуляция
	33	991	-7	стимуляция
	11	797	+14	угнетение
	3,7	837	+10	угнетение

В соответствии с ФР.1.39.2007.03223 критерием токсичности является угнетение роста культуры водоросли более чем на +50 % по сравнению с контролем. Т.о., токсический эффект отсутствовал, а неразбавленная вытяжка из отхода оказывала ярко выраженный стимулирующий эффект на *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Breb.

Таблица 3 – Результаты фитотестирования

Вариант	<i>Trifolium pratense</i>			<i>Phleum pratense</i>			<i>Festuca pratensis</i>		
	Е*	В**	Л***	Е	В	Л	Е	В	Л
Контроль (вода)	54.7	58.1	20.3	68.7	75.6	15.6	61.7	86.3	14.6
Вытяжка 1:1	41.0	54.4	19.7	71.0	87.8	18.7	46.7	81.7	17.5
Вытяжка 1:10	43.3	51.1	15.5	68.7	72.2	19.9	56.7	84.0	19.2
Вытяжка 1:100	52.0	61.3	17.9	70.0	77.3	16.1	57.3	84.0	15.2
НСР ₀₅ , %	5.1	3.6	7.6	4.9	5.9	4.1	5.3	3.2	4.1

Примечание. Е* – энергия прорастания, %; В** – всхожесть, %; Л*** – длина корня (в срок определения всхожести), мм

Водная вытяжка (1:1) из шлакового материала достоверно снижала энергию прорастания и всхожесть семян *Trifolium pratense* и *Festuca pratensis* и увеличивала всхожесть *Phleum pratense*. Вытяжка 1:10 достоверно снижала всхожесть и энергию прорастания только *Trifolium pratense*. Таким образом, *Phleum pratense* показала высокую устойчивость к воздействию водной вытяжки из шлакового материала, а *Trifolium pratense*, наоборот, оказался более чувствительным. Вытяжка 1:10 достоверно увеличивала

длину корня *Phleum pratense* и *Festuca pratensis*, вытяжка 1:100 не оказывала воздействия на учитываемые показатели. Можно предположить, что длительное воздействие атмосферных осадков будет способствовать вымыванию соединений, обуславливающих щелочную реакцию среды, а также ТМ в нижележащие горизонты, что улучшит условия самозаращения отвала.

Выводы. 1. Шлаковый материал отвала сталеплавильного производства является крупным песком, обладает щелочной реакцией среды, низкой обеспеченностью подвижными формами фосфора и обменного калия, что является неблагоприятным для развития растений. В процессе самозаращения сформировался фитоценоз, в котором представлены 27 видов растений, в основном это синантропные, ксеро-мезофитные и нейтрофитные виды. Основой формирования фитоценоза отвала является растительность сопредельной территории (сходство фитоценозов – 69.2 %).

2. У водных вытяжек из шлакового материала отвала токсический эффект в отношении *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Breb. отсутствовал, а вытяжка (1:1) оказывала ярко выраженный стимулирующий эффект. Фитотоксичность вытяжек (1:1 и 1:10) проявилась в отношении энергии прорастания и всхожести *Trifolium pratense*, вытяжка 1:100 не оказывала воздействия на исследуемые показатели использованных в опыте растений. Для улучшения экологических условий формирования фитоценоза на шлаковом отвале требуется корректировка отрицательных физико-химических свойств отхода.

Список литературы

1. Боков Д.А. Исследование отвала сталеплавильных шлаков ОАО “Мотовилихинские заводы” / Д.А. Боков, С.М. Блинов, Е.А. Меньшикова // Матер. конф. “Рудник будущего: проекты, технологии, оборудование”//Пермь: ПГНИУ; ЕНИ. – 2011. – Т.1. – С. 11-12.
2. Истомина Н.Б. Флора высших растений района полевой практики / Н.Б. Истомина и др. – Псков: АНО “Логос”, 2009. – 70 с.
3. Каплан А.В. Оценка экономической эффективности рекультивации шлаковых отвалов металлургических предприятий / А.В. Каплан, Т.В. Шаламова // Вестник Челябинского ГУ. – 2012. – № 3. – С. 33-36.
4. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России / П.Ф. Маевский– М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2014. – 635 с.
5. Методы полевых экологических исследований / Ред. А.Б. Ручин и др. – Саранск: Изд-во Мордовского ГУ, 2014. – 412 с.
6. Пугин К.Г. Снижение экологической нагрузки при обращении со шлаками черной металлургии / К.Г. Пугин, Я.И. Вайсман, Б.С. Юшков, Н.Г. Максимович – Пермь: ПГТУ, 2008. – 316 с.
7. Cîrîñă Daniela, Traistă Eugen. Research on the influence of metallurgical industry waste on soil and groundwater quality // Journal of Chemical Technology and Metallurgy, no 49, 2014, P. 311-315.
8. Osyczka P., Rola K. Cladonia lichens as the most effective and essential pioneers in strongly contaminated slag dumps // Central European Journal of Biology. 2013, vol. 8, no. 9, pp. 876-887.
9. Piatak N.M., Seal R.R., Parsons M.B. Characteristics and environmental aspects of slag:

A review // Applied Geochemistry, 2015, no. 57,. pp. 236-266.

10. Roy A., Singh K.P. Dynamics of microbial biomass and nitrogen supply during primary succession on blastfurnace slag dumps in dry tropics // Soil biology and biochemistry. 2003, vol. 35, no. 3, pp. 365-372.

References

1. Bokov D.A. et all. *Issledovanie otvala staleplavil'nyh shlakov OAO «Motovilihinskie zavody»* [Investigation of steelmaking slag dump of OJSC “Motovilikha Plants”]. Perm', 2011, pp. 11-12.

2. Istomina N.B. et all. *Flora vysshix rastenij rajona polevoj praktiki* [Flora of higher plants of the field practice area]. Pskov, 2009, 70 p.

3. Kaplan A.V. et all. *Ocenka e'konomicheskoy e'ffektivnosti rekul'tivacii shlakovykh otvalov metallurgicheskix predpriyatij* [Assessment of the economic efficiency of reclamation of slag dumps of metallurgical enterprises]. Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta, 2012, no. 3, pp. 33-36.

4. Maevskij P.F. *Flora srednej polosy evropejskoj chasti Rossii* [Flora of middle zone of European part of Russia]. Moscow, 2014, 635 p.

5. *Metody polevykh e'kologicheskix issledovanij* [Field Ecological Research Methods]. Saransk, 2014, 412 p.

6. Pugin K.G. et all. *Snizhenie e'kologicheskoy nagruzki pri obrashhenii so shlakami chyornoj metallurgii* [Reducing the environmental burden when handling the slags of ferrous metallurgy]. Perm', 2008, 316 p.

7. Cîrțînă Daniela, Traistă Eugen. *Research on the influence of metallurgical industry waste on soil and groundwater quality*. Journal of Chemical Technology and Metallurgy, 2014, no. 49, pp. 311-315.

8. Osyczka P., Rola K. *Cladonia lichens as the most effective and essential pioneers in strongly contaminated slag dumps*. Central European Journal of Biology, 2013, vol. 8, no. 9, pp. 876-887.

9. Piatak N.M., Seal R.R., Parsons M.B. *Characteristics and environmental aspects of slag: A review*. Applied Geochemistry, 2015, no. 57, pp. 236-266.

10. Roy A., Singh K.P. *Dynamics of microbial biomass and nitrogen supply during primary succession on blastfurnace slag dumps in dry tropics*. Soil biology and biochemistry. 2003, vol. 35, no. 3, pp. 365-372

Сведения об авторах

Жакова Светлана Николаевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии. Пермский аграрно-технологический университет им. академика Д.Н. Прянишникова (614990, Россия, Пермский край, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 23, тел. 89194953378, e-mail: zhakova@pgsha.ru).

Лихачев Сергей Васильевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры экологии. Пермский аграрно-технологический университет им. академика Д.Н. Прянишникова (614990, Россия, Пермский край, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 23, тел. 89068891068, e-mail: slichachev@yandex.ru).

Пименова Елена Валентиновна – кандидат химических наук, доцент кафедры экологии Пермский аграрно-технологический университет им. академика Д.Н. Прянишникова (614990, Россия, Пермский край, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 23, тел. 89194953378, e-mail: evpimenova@mail.ru).

Information about authors

Zhakova Svetlana N. - Candidate of Biological Sciences, Ass.Prof., Department of Ecology, Perm State Agrarian-Technological University named after academician D.N. Pryanishnikov (23, Petropavlovskaya St., Perm, Perm region, Russia, 614990, tel. 89194953378, e-mail:

zhakova@pgsha.ru).

Likhachev Sergey V. - Candidate of Agricultural Sciences, Ass. Prof. Department of Ecology, Perm State Agrarian-Technological University named after academician D.N. Pryanishnikov (23, Petropavlovskaya St., Perm, Perm region, Russia, 614990, tel. 89068891068, e-mail: slichachev@yandex.ru).

Pimenova Elena V. - Candidate of Chemical Sciences, Ass. Prof., Department of Ecology, Perm State Agrarian-Technological University named after academician D.N. Pryanishnikov (23, Petropavlovskaya St., Perm, Perm region, Russia, 614990, tel. 89194953378, e-mail: evpimenova@mail.ru).

УДК 631.445.2:551.5 (571.53)(075.8)

ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА ЮГО-ВОСТОКЕ ПРЕДБАЙКАЛЬЯ

В.И. Солодун, Е.В. Бояркин, А.М. Зайцев, М.С. Горбунова

Иркутский аграрный университет имени А.А. Ежевского, г. Иркутск, Россия

Объектом исследования являлись данные метеопоста Иркутского НИИСХ по осадкам и среднемесячным температурам воздуха за период с 2011 по 2018 гг. и данные по среднемноголетним показателям климата. В статье анализируются основные тенденции изменения гидротермических условий (осадки и температура воздуха) за восемь лет в юго-восточном агроландшафтном районе, в который входят Иркутский, Усольский, Черемховский, Ангарский и Шелеховский административные районы с развитым сельским хозяйством. Установлено, что климатические показатели по количеству осадков и температуре воздуха за последние 8 лет показали существенные отклонения от среднемноголетних данных (нормы). Недобор осадков за май-июнь в 2011-2018 гг. составил 24 мм, за июнь-сентябрь – 55 мм. За летние месяцы (июнь-август) общее уменьшение составило 72.8 мм. Уменьшение осадков сопровождается одновременным ростом среднемесячных температур воздуха. Средняя температура за май-июнь выросла на 1.5°C, а за июль-сентябрь на 1.8°C. Наиболее жарким стал июль (выше нормы на 2.5° C). Выявленные тенденции свидетельствуют об усилении засушливости климата в данном агроландшафтном районе и о необходимости введения в действующие системы земледелия специальных противозасушливых и влагосберегающих мероприятий. Комплекс мер должен включать: совершенствование технологий обработки чистого пара и оптимизацию его удельного веса в структуре пашни по сельскохозяйственным районам; использование кулис в парах для задержания влаги в виде твердых осадков; применение засухоустойчивых сортов и культур; замену повсеместной отвальной обработки почвы на влагообеспечивающие безотвальные и нулевые с сохранением на поверхности полей органических остатков.

Ключевые слова: климат, осадки, температура, засуха, вегетационный период.

TRENDS OF CHANGES OF AGROCLIMATIC CONDITIONS FOR AGRICULTURE IN THE SOUTHEAST CISBAIKALIA

Solodun V.I., Boyarkin E.V., Zaitsev A.M., Gorbunova M.S.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia

The object of study was the data of Irkutsk Research Institute of Agriculture meteorological station on precipitation and average monthly air temperatures for the period from 2011 to 2018 and data on multiyear climate averages. Main trends of changes in hydrothermal conditions (precipitation and air temperature) over eight years in the south-eastern agrolandscape region, which includes the Irkutsk, Usolsky, Chermkhovsky, Angarsky and Shelekhovsky administrative districts with developed agriculture, are analyzed. It has been established that climatic indicators for the amount of precipitation and air temperature for the last 8 years have shown significant deviations from the average annual data (norm). Precipitation deficit in May-June 2011-2018 was 24 mm, in June-September - 55 mm. During the summer months (June-August), the overall decrease was 72.8 mm. The decrease in precipitation is accompanied by a simultaneous increase in average monthly air temperatures. The average temperature for May-June increased by 1.5 ° C, and for July-September by 1.8 ° C. July was the hottest (2.5 ° C above the norm). The identified trends indicate an increase in the aridity of the climate in this agrolandscape region and the need to introduce special anti-arid and moisture-saving measures into the existing farming systems. The package of measures should include: improvement of technologies for processing clean steam and optimization of its share in the structure of arable land by agricultural areas; the use of scenes in pairs to retain moisture in the form of solid precipitation; the use of drought-resistant varieties and crops; replacement of ubiquitous waste tillage to moisture-supplying soilless and zero, with preservation of organic residues on the surface.

Keywords: climate, precipitation, temperature, drought, vegetation period.

Юго-восточный агроландшафтный район, включающий такие административные районы, как Иркутский, Усольский, Черемховский, Ангарский и Шелеховский, имеют важнейшее значение в производстве продукции АПК региона. Агроклиматические условия этого района являются наиболее благоприятными по тепло- и влагообеспеченности для всех возделываемых в Иркутской области сельскохозяйственных культур [10, 4]. Средняя продолжительность вегетационного периода составляет 100-120 дней, сумма температур выше 10°C – 1600-1900°C, продолжительность безморозного периода – 100-120 дней, количество осадков за год – 350-450 мм, за вегетационный период – 160-270 мм, ГТК – 1.4-1.6 мм [2, 9].

Данный агроландшафтный район благоприятен для овощеводства, садоводства, производства зерновых и кормовых культур, картофеля.

Районы характеризуются неравномерным распределением осадков по месяцам вегетационного периода, отличаются засушливостью первой половины лета и нормальным или повышенным увлажнением во второй.

Основное накопление запасов продуктивной влаги в почвенном профиле происходит в июле-августе, когда выпадает до 65-85 % осадков от всей суммы годовых [3, 5].

Зимние осадки существенной роли в пополнении запасов влаги к моменту посева в пахотном и метровом слоях почвы не имеют, так как снег выдувается, вымораживается и выветривается, а весной таломерзлой почвой влага не усваивается [6]. Снег играет роль как отепляющий фактор для предотвращения вымерзания озимых и многолетних трав, подзимних овощных культур [8]. Механическое снегозадержание (снегопахами) в лесостепной и степной зоне малоэффективно. Стерневое и особенно куlisное задержание снега было эффективно, но создаваемый при этом

довольно мощный снеговой покров очень долго сходит, поля долгое время не просыхают, что затягивает наступление физической спелости почвы на 1.5-2 недели и отодвигает сроки сева яровых культур на поздние (вплоть до начала июня) [1].

Катастрофических последствий снижения продуктивности растений при засухах в Предбайкалье не бывает из-за того, что, промерзая до 1.6-2 м, почва постепенно оттаивает на полную глубину только в конце июня – начале июля, а оттаявшая влага подтягивается к пахотному слою, снабжая растения [7].

Вместе с тем, в последние годы стали проявляться весенние, весенне-летние и даже летние засухи, когда высокие атмосферные дневные температуры воздуха мая-июня быстро иссушают посевной и весь пахотный слой почвы, даже вплоть до полуметра, а в отдельные годы до влажности “мертвого запаса”.

Цель исследований – установить тенденции изменения количества осадков и среднемесячных температур воздуха по месяцам вегетационного периода по сравнению со среднемноголетними показателями климата в юго-восточном агроландшафтном районе Иркутской области.

Объекты и методы исследований. Объектом исследования являлись данные метеопоста Иркутского НИИСХ по осадкам и среднемесячным температурам воздуха за период с 2011 по 2018 гг. и данные по среднемноголетним показателям климата.

Для анализа весь 5-ти-месячный вегетационный период (с мая по сентябрь) был разделен на 2 части: майско-июньский и июльско-августовско-сентябрьский. В каждой части периода вегетации проводился сравнительный анализ в целом по месяцам на предмет отклонения суммы осадков и температур воздуха от среднемноголетних значений.

Результаты и их обсуждение. Как следует из полученных данных, (табл. 1) средние значения по количеству выпавших осадков за 2011-2018 гг. существенно отличались от среднемноголетних показателей.

Общий недостаток осадков за май-июнь в 2011-2018 гг. по сравнению с многолетними данными составил 74 мм, а за июль-сентябрь – 55 мм. При этом в мае сумма осадков изменилась незначительно в сторону повышения (+2.5 мм), в сентябре несколько больше, но в сторону уменьшения (-8.7 мм), за летние месяцы (июнь-август) уменьшение составило 72.8 мм.

За май-июнь общее уменьшение количества осадков составило 24 мм, а за июль-сентябрь – 55 мм. Известно, что на 1 центнер зерна обычно расходуется примерно 10 мм влаги. Отсюда следует, что при общем недоборе количества осадков за май-сентябрь 79 мм и недополучено зерна 7.9 ц/га.

В средствах массовой информации в последние годы даются неутешительные прогнозы о таянии ледников, повышении уровня мирового океана и глобальном потеплении. В Российской Федерации точного подтверждения этого явления, на которое можно было бы сослаться как на

состоявшийся факт, пока нет, однако полученные нами данные по конкретному агроландшафтному району этот факт подтверждают.

Таблица 1 – Количество и распределение осадков по месяцам вегетационного периода на опытном поле Иркутского НИИСХ (данные метеостанции Иркутского НИИСХ)

Год	Месяц					Σ за май-июнь	Σ за июль-сентябрь
	май	июнь	июль	август	сентябрь		
2011	12.0	40.9	113.7	65.9	15.5	52.9	195.6
2012	36.6	35.3	113.1	65.0	13.5	71.9	191.6
2013	36.9	61.6	28.5	42.8	20.5	98.5	91.8
2014	35.5	40.4	84.5	56.2	21.2	73.9	161.9
2015	32.7	33.3	52.1	51.9	43.3	66.3	147.3
2016	28.3	37.0	86.4	177.9	98.9	65.3	363.2
2017	67.1	13.1	104.8	54.8	37.3	80.2	196.9
2018	16.1	27.0	77.1	99.9	56.1	43.1	233.1
Среднее за 2011-2018 гг	32.9	36.0	82.5	76.8	38.2	68.9	197.5
Среднее многолетнее	30.4	62.5	110.6	95.0	46.9	92.9	257.5
± к средне-многолетней	+2.5	-26.5	-28.1	-18.2	-8.7	-24.0	-55.0

Уменьшение количества осадков по месяцам вегетационного периода сопровождается, соответственно, ростом среднемесячных температур (табл. 2).

Таблица 2 – Среднемесячная температура воздуха по месяцам вегетационного периода на опытном поле Иркутского НИИСХ (данные метеостанции Иркутского НИИСХ)

Год	Месяц					Среднее за май-июнь	Среднее за июль-сентябрь
	май	июнь	июль	август	сентябрь		
2011	10.0	20.9	17.6	16.4	8.6	15.4	14.2
2012	9.3	16.1	18.6	14.4	10.5	12.7	14.5
2013	7.5	15.0	16.4	16.8	7.1	11.2	13.4
2014	7.8	15.8	19.5	14.6	5.9	11.8	13.3
2015	10.6	19.7	23.2	20.0	9.2	15.1	17.4
2016	10.0	17.9	21.0	14.6	10.7	13.9	15.4
2017	10.5	18.5	19.7	16.9	9.5	14.5	15.3
2018	10.6	14.7	16.5	18.4	9.4	12.6	14.7
Среднее за 2011-2018 гг.	9.5	15.4	19.0	16.5	8.8	13.4	14.7
Среднее многолетнее	9.1	14.7	16.5	14.6	7.6	11.9	12.9
± к средне-многолетней	+0.4	+0.7	+2.5	+1.9	+1.2	+1.5	+1.8

Так, средняя температура за май-июнь выросла на 1.5°C, а за июль-сентябрь – на 1.8°C. Наибольший рост среднемесячных температур произошел в июле (+2.5°C) и августе (+1.9°C).

Исходя из полученных данных, следует, что уменьшение количества осадков одновременно сопровождается ростом среднемесячных температур и тем больше, чем меньше выпадает осадков.

Выводы. 1. Полученные данные свидетельствуют о крайне тревожных климатических изменениях, направленных, прежде всего, в сторону усиления засушливости климата в одном из самых благоприятных, как считалось ранее, агроклиматическом районе.

2. Это вызовет, на наш взгляд, введение существенных изменений и корректировок во все составные части действующих систем земледелия. А в перспективе необходимо будет акцентировать внимание на следующих агротехнических и организационных мероприятиях:

- усовершенствовать технологию и оптимизировать по сельскохозяйственным районам долю чистых паров, а часть чистых паров готовить с кулисами для задержания влаги твердых осадков;
- использовать преимущественно засухоустойчивые сорта и культуры;
- создавать искусственные водоемы: пруды, запруды, – возрождать орошение и полезащитные лесные полосы с увеличением общего облесения территорий;
- в открытых степных и лесостепных агроландшафтах применять безотвальные и минимальные приемы обработки почвы, их совмещение с посевом, сократить многочисленные предпосевные обработки, иссушающие почву, а также избегать широкого применения глубокой вспашки.

Список литературы

1. Агроклиматические ресурсы Иркутской области// Л.: Гидрометиздат, 1977. – 208 с.
2. Агроклиматический справочник по Иркутской области / М. К. Иванов [и др.] - Л.: Гидрометеиздат, 1962. – 159 с.
3. Адаптивно-ландшафтная система земледелия Иркутской области / В.И. Солодун [и др.] – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2011. – 191с.
4. Илли И.Э. Биологические основы агроландшафтной системы семеноводства и сортовой контроль в Иркутской области / И.Э. Илли, А.В. Полномочнов – Иркутск: Дом печати, 2005. – 223 с.
5. Кадейщиков Н.М. Засухи и заморозки в Иркутской области / Н.М. Кадейщиков – Иркутск: ОШЗ, 1949. – 98 с.
6. Картушин В.М. Агроклиматические ресурсы юга Восточной Сибири / В.М. Картушин – Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1969. – 97 с.
7. Научные основы формирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия Предбайкалья: Учеб. пособие / В.И.Солодун [и др.] - Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2006. – 370 с.
8. Серышев В.А. Агроландшафтное районирование Иркутской области и проектирование адаптивно-ландшафтной системы земледелия / В.А. Серышев, В.И. Солодун – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2010. – 96 с.
9. Системы земледелия Иркутской области// Иркутск: Вост.-Сиб. книж. изд-во, 1981. – 244 с.

10. Солодун В.И. Сельскохозяйственное районирование и использование агроландшафтов в земледелии Иркутской области: Монография / В.И. Солодун – Иркутск: Изд-во Иркутского ГАУ им. А.А. Ежевского, 2018. – 200 с.

References

1. *Agroklimaticheskie resursy Irkutskoj oblasti* [Agroclimatic resources of Irkutsk region]. Leningrad, 1977, 208 p.
2. *Agroklimaticheskij spravocnik po Irkutskoj oblasti* [Agroclimatic guide of Irkutsk region]. Leningrad, 1962, 159 p.
3. *Adaptivno-landshaftnaya sistema zemledeliya Irkutskoj oblasti* [Adaptive-landscape farming system of Irkutsk region]. Irkutsk, 2011, 191 p.
4. Illi I.E.H., Polnomochnov A.V. *Biologicheskie osnovy agrolandshaftnoj sistemy semenovodstva i sortovoj kontrol' v Irkutskoj oblasti* [Biological basis of agrolandscape system of seed production and varietal control in Irkutsk region]. Irkutsk, 2005, 223 p.
5. Kadejshchikov N.M. *Zasuhi i zamorozki v Irkutskoj oblasti* [Droughts and frosts in Irkutsk region]. Irkutsk, 1949, 98 p.
6. Kartushin V.M. *Agroklimaticheskie resursy yuga Vostochnoj Sibiri* [Agroclimatic resources of the South of Eastern Siberia]. Irkutsk, 1969, 97 p.
7. *Nauchnye osnovy formirovaniya adaptivno-landshaftnyh sistem zemledeliya Predbajkal'ya* [Scientific basis for the formation of adaptive-landscape farming systems of Cisbaikalia]. Irkutsk, 2006, 370 p.
8. Seryshev V.A., Solodun V.I. *Agrolandshaftnoe rajonirovanie Irkutskoj oblasti i proektirovanie adaptivno-landshaftnoj sistemy zemledeliya* [Agrolandscape zoning of Irkutsk region and design of an adaptive-landscape farming system]. Irkutsk, 2010, 96 p.
9. *Sistemy zemledeliya Irkutskoj oblasti* [Farming systems of Irkutsk region]. Irkutsk, 1981, 244 p.
10. Solodun V.I. *Sel'skohozyajstvennoe rajonirovanie i ispol'zovanie agrolandshaftov v zemledelii Irkutskoj oblasti* [Agricultural zoning and use of agrolandscapes in agriculture of Irkutsk region]. Irkutsk, 2018, 200 p.

Сведения об авторах

Бояркин Евгений Викторович – кандидат биологических наук, доцент кафедры земледелия и растениеводства агрономического факультета. Иркутский аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 99500513963, e-mail: boyarkinevgenii@mail.ru).

Зайцев Александр Михайлович - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия и растениеводства агрономического факультета. Иркутский аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89501299810, e-mail: zaycev38@mail.ru).

Горбунова Мария Семеновна - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия и растениеводства агрономического факультета. Иркутский аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89526126903, e-mail: mari221158g@mail.ru).

Солодун Владимир Иванович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия и растениеводства агрономического факультета. Иркутский аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89149520068, e-mail: rector@igcsha.ru).

Information about authors

Boyarkin Evgeniy V. - Candidate of Biological Sciences, Ass. Prof. Department of Agriculture and Plant Industry Agronomy Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A.

Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 99500513963, e-mail: boyarkinevgenii@mail.ru)

Zaitsev Alexander M. - Candidate of Agricultural Sciences, Ass. Prof. Department of Agriculture and Plant Industry Agronomy Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89501299810, e-mail: zaycev38@mail.ru)

Gorbunova Maria S. - Candidate of Agricultural Sciences, Ass. Prof. Department of Agriculture and Plant Industry Agronomy Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny village, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89526126903, e-mail: mari221158g@mail.ru).

Solodun Vladimir Ivanovich - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of Department of Agriculture and Plant Industry Agronomy Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89149520068, e-mail: rector@igsha.ru).

УДК 633.11"321": 631.529:631.82(571.53)

ДЕЙСТВИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ НОВЫХ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ПРИБАЙКАЛЬЯ

¹Ф.С. Султанов, ¹А.А. Юдин, ²О.Б. Габдрахимов, ¹В.В. Красношапко

¹Иркутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, *с. Пивовариха, Иркутский район, Иркутская область, Россия*

²Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, *г. Иркутск, Россия*

В статье приведены результаты исследований по изучению влияния минеральных удобрений на продуктивность и качество зерна новых сортов яровой мягкой пшеницы, созданных в Иркутском научно-исследовательском институте сельского хозяйства. Установлено, что при внесении азотных туков в дозе 30 кг д. в. на 1 га урожайность новых сортов пшеницы повышается на 11.8-19.3 %, с увеличением дозы азота до 60 кг д.в./га прибавка урожая достигает 0.55-0.63 т/га, или составляет 29.8-35.8 % по сравнению с контролем. Наиболее высокая продуктивность изучаемых сортов пшеницы получена в варианте с применением минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{60}K_{60}$ и на планируемую урожайность 4.0 т/га. С увеличением доз удобрений заметно улучшаются качественные показатели зерна изучаемых сортов пшеницы: увеличиваются масса 1000 зёрен, натура и стекловидность зерна, содержание клейковины и белка в них. Наилучшие результаты по качеству зерна обеспечивает вариант опыта, где туки вносились на планируемую урожайность 4.0 т/га. Из сортов более высокие показатели по качеству зерна имеют Марсианка и Столыпина. Из разных вариантов использования туков наиболее высокая рентабельность и низкая себестоимость зерна получены при внесении азотных удобрений в дозе 30 кг д. в. на 1 га. При дальнейшем повышении расхода азотных удобрений до 60 кг д.в./га снижается рентабельность, растёт себестоимость зерна, но в этом варианте получена самая большая чистая прибыль. В вариантах с комплексным применением удобрений, особенно их повышенных доз, значительно возрастают затраты, увеличивается себестоимость продукции, снижается рентабельность. Однако, в связи с ростом урожайности, выход чистого дохода с 1 га остаётся высоким. При внесении удобрений на планируемую урожайность 4.0 т/га, где получена наиболее высокая

продуктивность, достигнуты более высокие экономические результаты при возделывании нового сорта “Столыпина”.

Ключевые слова: яровая пшеница, новый сорт, доза минеральных удобрений, продуктивность, качество зерна, чистая прибыль, себестоимость, рентабельность.

THE IMPACT OF MINERAL FERTILIZERS ON PRODUCTIVITY OF NEW CULTIVARS OF SPRING WHEAT UNDER CONDITIONS OF CISBAIKAL AREA

¹Sultanov F.S., ¹Yudin A.A., ²Gabdrakhimov O.B., ¹Krasnoshapko V.V.

¹Irkutsk Scientific Research Institute of Agriculture, *Pivovarikha, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia*

²Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, *Irkutsk, Russia*

The results of research on studying the influence of mineral fertilizers on productivity and grain quality for the new varieties of spring soft wheat created in the Irkutsk Scientific Research Institute of Agriculture have been presented in the article. It has been stated that with applying nitric fertilizers in the dose 30 kg a. s. per 1 ha the yield of wheat new cultivars rises by 11.8-19.3 %, when nitrogen dose amounts to 60 kg a. s./ha the yield increase reaches 0.55-0.63 t/ha, or is equal to 29.8-35.8 % in comparison to the control. The highest productivity from the observed varieties was got in the variant with N₉₀P₆₀K₆₀ application and for the planned yield 4.0 t/ha. The increasing doses of fertilizers considerably improve qualitative characteristics of grain in the studied wheat cultivars: there is a rise in the weight of 1000 grains, grain nature and hardness, gluten and protein content in them. The best results on grain quality are provided in the trial variant where the fertilizers were used for the planned yield 4.0 t/ha. From the varieties, the best qualitative characteristics of grain belong to Marsianka and Stolypinka. From different variants of using the fertilizers the highest profitability and low prime cost of grain were obtained in case of nitric fertilizers application in the dose 30 kg a. s. per 1 ha. The further raise in the consumption of nitric fertilizers up to 60 kg a. s. per 1 ha reduces profitability, increases prime cost of grain, but in this variant the greatest pure income was achieved. In the variants with complex application of fertilizers, especially their increased doses, the expenses grow significantly, prime cost of products arises, profitability reduces. However, due to yield rise, pure income output from 1 ha remains high. With application of fertilizers for the planned yield 4.0 t/ha, where the highest productivity was got, better economic outcomes have been achieved in cultivating the new cultivar Stolypinka.

Keywords: spring wheat, new cultivar, dose of mineral fertilizers, productivity, grain quality, pure income, prime cost, profitability.

В обеспечении продовольственной безопасности важное значение имеет повышение продуктивности и качества зерна яровой пшеницы – главной зерновой культуры Прибайкалья [1, 6, 9].

Одним из основных элементов технологии возделывания пшеницы, существенно повышающим урожайность и качество продукции, является применение минеральных удобрений [2, 3, 8]. При правильном использовании туков урожайность данной культуры повышается на 30-60 % и более [4, 8, 10, 13].

В последние годы в Иркутском НИИСХ созданы несколько новых сортов яровой пшеницы. По сравнению с ранее районированными, они являются более продуктивными, устойчивыми к полеганию и болезням, лучше отзываются на плодородие почвы и при равных условиях возделывания обеспечивают рост урожайности на 0.18-0.41 т/га [11, 12, 14].

Опыты по применению туков в посевах новых сортов пшеницы в нашем регионе не проводились.

Цель исследований – изучить действие минеральных удобрений на продуктивность и качество зерна новых сортов яровой пшеницы в условиях Прибайкалья.

Объекты и методика проведения исследований. Объектами исследований являются новые сорта яровой пшеницы и дозы минеральных удобрений в их посевах. Исследования проводились на экспериментальном поле и в лаборатории агрохимического анализа института по общепринятым методикам.

Почва опытного участка серая лесная, тяжелосуглинистая. Агрохимические показатели почвы: содержание гумуса в слое 0-20 см – 4.4-4.8 %, общего азота – 0.21-0.22 %, P_2O_5 – 10.6-12.1 и K_2O – 8.4-9.0 мг/100г почвы (по Кирсанову); pH – 4.6-4.9, сумма поглощенных оснований – 22.9-24.7 мг-экв./100 г, гидролитическая кислотность – 7.4-7.9 мг-экв./100 г, степень насыщенности основаниями – 71.4-79.8 %.

В опыте для посева использовались 4 новых сорта пшеницы: Тулунская 11 (st), Зоряна, Марсианка и Столыпина. Схема применения удобрений включала 8 вариантов: 1 – без удобрений (контроль), 2 – N_{30} , 3 – N_{60} , 4 – $N_{60}P_{45}$, 5 – $N_{60}P_{45}K_{45}$, 6 – $N_{60}P_{60}K_{60}$, 7 – $N_{90}P_{60}K_{60}$ и 8 – на планируемую урожайность 4,0 т/га. Минеральные удобрения вносились вручную под предпосевную культивацию.

Посев проводился 10 мая в трёхкратной повторности на делянках по 75 м² с нормой высева 7 млн. всхожих семян на гектар. Закладка опыта, наблюдения и учёты проводились по “Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур” [7]. Учёты урожайности осуществлялись в фазе полной спелости сортов пшеницы методом сплошного обмолота комбайном “Сампо 500”.

Лабораторные исследования почвенных образцов, качества семян и зерна выполнялись в лабораториях агрохимического анализа и определения качества семян по общепринятым методикам.

Статистическая обработка полученных данных проводилась методом дисперсионного анализа [5].

Результаты исследований и их обсуждение. Применение минеральных удобрений в посевах новых сортов пшеницы обеспечивает рост их урожайности и улучшение качества зерна (табл. 1).

Даже внесение азотных туков в дозе 30 кг д. в. на 1 га способствовало повышению урожайности на 0.23-0.34 т/га, или на 11.8-19.3 %. При увеличении дозы азота до 60 кг д. в./га прибавка урожая достигает 0.55-0.63 т/га, что составляет 29.8-35.8 % по сравнению с контролем. В этом варианте из изучаемых сортов наибольшая окупаемость 1 кг д. в. 10.5-11.5 кг зерна пшеницы отмечена при возделывании сорта “Тулунская 11”.

Добавление к азотным удобрениям фосфорных в дозе 45 кг д. в. на 1 га дало прибавку урожайности всего 0.14-0.21 т/га. Наиболее отзывчивым на внесение фосфорных туков оказался сорт “Столыпина”.

С увеличением доз удобрений заметно повышаются качественные показатели зерна у всех изучаемых сортов пшеницы. При этом наблюдается увеличение массы 1000 зёрен на 1.0-3.8 г, стекловидности – на 3.7-9.5 %, содержания сырой клейковины – на 1.0-7.6 %, белка – на 0.9-2.5 % (табл. 1).

Таблица 1 – Действие минеральных удобрений на урожайность и качество зерна новых сортов яровой пшеницы

Доза минеральных удобрений, кг д.в./га	Тулунская 11					Зоряна				
	Урожайность, т/га	Масса 1000 зёрен, г	Стекло-видность, %	Содержание		Урожайность, т/га	Масса 1000 зёрен, г	Стекло-видность, %	Содержание	
				сырой клейковины, %	белка, %				сырой клейковины, %	белка, %
Без удобрений (контроль)	1.76	30.3	48.1	23.0	12.9	1.80	30.8	47.9	23.9	13.2
N ₃₀	2.10	31.6	50.3	24.1	13.4	2.14	31.6	49.7	24.5	13.6
N ₆₀	2.39	32.3	52.6	25.3	13.8	2.35	32.5	51.8	25.7	14.2
N ₆₀ P ₄₅	2.53	32.9	53.1	25.8	14.0	2.53	33.0	52.5	25.9	14.5
N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	2.59	33.5	54.8	26.2	14.5	2.62	33.1	53.7	26.4	14.7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2.71	33.9	55.1	26.4	14.6	2.70	33.6	54.9	26.8	15.0
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	3.06	34.2	57.0	27.9	14.9	2.99	33.9	56.5	27.8	15.2
На планируемую урожайность 4.0 т/га	3.14	34.3	57.2	28.0	14.8	3.10	34.1	57.1	28.1	15.6
	Марсианка					Столыпина				
Без удобрений (контроль)	1.86	31.4	49.2	24.1	13.5	1.95	32.0	48.9	24.8	13.4
N ₃₀	2.19	32.0	50.4	24.7	13.9	2.24	32.7	50.5	25.4	13.9
N ₆₀	2.48	32.8	52.3	25.4	14.4	2.52	33.0	52.8	25.8	14.3
N ₆₀ P ₄₅	2.65	33.2	53.2	25.8	14.5	2.73	33.3	53.0	26.0	14.5
N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	2.73	33.7	53.8	26.5	14.7	2.80	33.6	53.7	26.8	14.8
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2.92	34.1	55.1	26.9	15.1	3.03	34.0	55.4	27.1	15.0
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	3.02	34.7	56.6	27.9	15.3	3.20	34.6	56.8	28.2	15.6
На планируемую урожайность 4.0 т/га	3.17	34.9	58.0	30.6	15.4	3.31	34.9	58.4	32.4	15.9

НСР_{AB} 0.30

НСР_A (удобрения) 0.16

НСР_B (сорта) 0.11

Лучшие результаты по качеству зерна получены в варианте, где туки внесены на планируемую урожайность 4.0 т/га. Более высокие показатели качества зерна имеют сорта "Марсианка" и "Столыпина".

Окупаемость 1 кг д. в. фосфорных удобрений составила 3.1-4.7 кг зерна пшеницы.

При использовании калийных туков (K_2O – 45 кг/га) на фоне азотно-фосфорных ($N_{60}P_{45}$) в условиях засушливых периодов вегетации 2017-2018 годов получена очень низкая прибавка урожая – всего 0.06-0.12 т/га. Внесение же минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ дало прибавку 0.95-1.08 т/га зерна. В этом варианте наиболее высокая окупаемость 6.0 кг зерна на 1 кг д. в. получена в посевах сорта "Столыпина".

Применение удобрений в дозе $N_{90}P_{60}K_{60}$ обеспечило рост сбора зерна на 1.16-1.30 т/га, или на 62.4-73.8 % по сравнению с контролем. Наиболее высокая прибавка урожая 1.30-1.38 т/га получена внесением туков в дозе на планируемую урожайность 4.0 т/га. Однако из-за летней засухи у всех исследуемых сортов пшеницы не достигнута запланированная продуктивность. В этом варианте окупаемость 1 кг д. в. составила 6.10-6.57 кг зерна.

Результаты экономических расчётов показывают, что возделывание новых сортов пшеницы в условиях Прибайкалья высокорентабельно даже без применения удобрений. Более высокая рентабельность отмечена при выращивании сорта "Столыпина", низкая – сорта "Тулунская 11" (табл. 2).

При использовании туков, вследствие их дороговизны, значительно возрастают затраты на производство продукции. Происходит повышение себестоимости на 73.1-1711.2 руб./т и снижается рентабельность на 2.7-53.7 %. Из разных вариантов применения удобрений наиболее высокая рентабельность и низкая себестоимость зерна получена при внесении азотных удобрений в дозе 30 кг д. в. на 1 га. Дальнейшее повышение расхода азотных удобрений до 60 кг д. в. на 1 га приводит к снижению рентабельности на 3.1-28.6 %, увеличению себестоимости зерна на 84.3-742.5 руб./т, но в этом варианте получена самая большая чистая прибыль.

В вариантах с комплексным внесением азотных, фосфорных и калийных туков, особенно в повышенных дозах, значительно возрастают затраты, увеличивается себестоимость продукции, снижается рентабельность. Однако в связи с ростом урожайности выход чистой прибыли с 1 га остаётся высоким.

При использовании удобрений в дозе на планируемую урожайность 4.0 т/га, где получена самая высокая урожайность, чистая прибыль составляет от 5967.3 до 7043.0 руб./га, рентабельность – 32.6-39.9 %. В данном варианте более высокие экономические результаты получены при возделывании сорта "Столыпина".

Выводы. 1. Применение минеральных удобрений в посевах новых сортов пшеницы обеспечивает рост их продуктивности. Наиболее высокая урожайность получена в посевах сорта "Столыпина" при внесении туков в дозе на планируемую урожайность 4.0 т/га.

Таблица 2 – Влияние минеральных удобрений на экономическую эффективность возделывания новых сортов пшеницы

Доза минеральных удобрений, кг д.в./га	"Тулунская 11"			"Зоряна"		
	Условно чистая прибыль, руб./га	Себестои- мость 1 т зерна, руб.	Рента- бель- ность, %	Условно чистая прибыль, руб./га	Себестои- мость 1 т зерна, руб.	Рента- бель- ность, %
1	2	3	4	5	6	7
Без удобрений (контроль)	5940.6	4624.6	72.9	6216.8	4246.2	75.9
N ₃₀	7111.9	4613.4	73.4	7423.3	4531.1	76.5
N ₆₀	7892.4	4697.7	70.3	7538.2	4792.2	47.9
N ₆₀ P ₄₅	6263.3	5524.4	44.8	6263.3	5524.4	44.8
N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	5468.8	5888.5	35.8	5680.7	5831.8	37.2
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5087.4	6122.7	30.7	5000.6	6147.9	30.1
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	6343.9	5926.8	32.7	5813.0	6055.8	32.1
На планируемую урожайность 4.0 т/га	5754.4	6167.4	29.7	5458.4	6239.2	28.2
	“Марсианка”			“Столыпинка”		
Без удобрений (контроль)	6684.0	4406.4	81.5	7396.2	4207.1	90.1
N ₃₀	7806.2	4435.5	80.4	7953.1	4350.5	81.2
N ₆₀	8548.7	4552.9	75.7	8841.6	4491.4	78.1
N ₆₀ P ₄₅	7152.4	5307.0	50.9	7748.5	5161.7	55.0
N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	6541.9	5603.7	42.8	7321.3	5412.9	47.8
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	6710.5	5701.9	40.3	7865.8	5437.8	47.1
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	6036.0	6001.3	33.3	7308.6	5716.0	39.9
На планируемую урожайность 4.0 т/га	5967.3	6117.6	30.8	7043.0	5872.2	36.2

2. При использовании удобрений повышаются качественные показатели зерна новых сортов пшеницы: возрастает их стекловидность, содержание сырой клейковины, белка и массы 1000 зёрен. Более высокими показателями качества зерна выделяются сорта "Марсианка" и "Столыпина".

3. Установлено, что возделывание новых сортов пшеницы в условиях Прибайкалья экономически выгодно. В варианте с применением туков в дозе на планируемую урожайность 4.0 т/га, где достигается более высокая урожайность и выход чистой прибыли. Лучшие экономические результаты получены в посевах сорта "Столыпина".

Список литературы

1. Адаптивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Иркутской области / Н.Н. Дмитриев, В.И. Солодун, Ф.С. Султанов [и др.] – Иркутск: Изд-во ИрГАУ, 2015. – 132 с.
2. Бобровский А.В. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях Красноярской лесостепи / А.В. Бобровский, Л.В. Плеханова, А.А. Крючков, Т.А. Сныткова, Н.С. Герасимова // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. – № 5. – С. 23-25.

3. Власенко А.Н. Эффективность интенсификации возделывания яровой пшеницы разных сортов в лесостепи Приобья / А.Н. Власенко, Н.Г. Власенко, П.И. Кудашкин, О.В. Кулагин // Земледелие. – 2015. – № 5. – С. 31-33.
4. Дмитриев Н.Н. Эффективность минеральных удобрений на фоне их длительного внесения при возделывании яровой пшеницы / Н.Н. Дмитриев // Сиб. вестник с.-х. науки. – 2008. – № 2. – С. 31-33.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Мальцев В.Т. Азотные удобрения в Приангарье / В.Т. Мальцев – Новосибирск: РАСХН, 2001. – 272 с.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Агропромиздат, 1986. – Вып. 1. – 289 с.
8. Олешко В.П. Влияние технологии возделывания на урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы / В.П. Олешко, В.В. Яковлев, А.Н. Гаркуша // Сиб. вестник с.-х. науки. – 2011. – № 2. – С. 17-22.
9. Основы ресурсосберегающего земледелия Приангарья: Методические рекомендации / В.Т. Мальцев, Ф.С. Султанов, В.А. Останин [и др.] – Иркутск: Вост.-Сиб. издательская компания, 2006. – 176 с.
10. Особенности технологии возделывания сельскохозяйственных культур с учётом влагообеспеченности пашни в Иркутской области / Н.Н. Дмитриев, В.И. Солодун, Ф.С. Султанов [и др.] – Иркутск: ООО “Мегапринт”, 2018. – 62 с.
11. Султанов Ф.С. Новые сорта и оригинальные семена, произведенные в Иркутском НИИСХ / Ф.С. Султанов, А.А. Юдин, О.Б. Габдрахимов, Р.О. Яковлев // Матер. научн.-практ. конф. “Новые аграрные технологии – основной фактор повышения эффективности производства” (Иркутск, 19 февраля 2016 г.) // Иркутск: Изд-во Иркутского ГАУ, 2016. – С. 85-90.
12. Султанов Ф.С. Оптимальные сроки посева новых сортов яровой пшеницы в условиях лесостепной зоны Иркутской области / Ф.С. Султанов, А.А. Юдин, О.Б. Габдрахимов, Т.Г. Шмидт // Вестник ИрГСХА. – 2018. – Вып. 86. – С. 50-57.
13. Хуснидинов Ш.К. Научно-методические основы применения удобрений и мелиорантов в Прибайкалье: Учебное пособие / Ш.К. Хуснидинов, Н.Н. Дмитриев, М.В. Бутырин, Е.И. Романчук - Иркутск: Изд-во Иркутского ГАУ, 2017. – 248 с.
14. Юдин А.А. Селекция яровой мягкой пшеницы в условиях Иркутской области / А.А. Юдин, Г.М. Мануйлова, Т.В. Константинова [и др.] // Вестник ИрГСХА. - 2017.- Вып.78. – С. 26-31.

References

1. Dmitriev N.N. *Adaptivnye tekhnologii vozdel'vaniya selskokhozyaistvennykh kultur v usloviyakh Irkutskoy oblasti* [Adaptive technologies of farm crop cultivation under conditions of Irkutsk region]. Irkutsk, 2015, 132 p.
2. Bobrovsky A.V. et all. *Vliyanie mineral'nykh udobreniy na urozhainost' i kachestvo zerna yarovoy pshenitsy* [The influence of mineral fertilizers on yield and grain quality of spring wheat under conditions of Krasnoyarsk forest-steppe]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [The achievements of science and engineering in agribusiness]. Moscow, 2018, vol. 32, vol 5, pp. 23-25.
3. Vlasenko A.N. et all. *Effektivnost' intensifikatsii vozdel'vaniya yarovoy pshenitsy raznykh sortov v lesostepi Priob'ya* [Efficiency of intensification of spring wheat cultivation for various cultivars in Pre-Ob forest-steppe]. *Zemledelie* [Arable farming]. 2015, no. 5, pp. 31-33.
4. Dmitriev N.N. *Effektivnost' mineral'nykh udobreniy na fone ikh dlitel'nogo vneseniya pri vozdel'vanii yarovoy pshenitsy* [The efficiency of mineral fertilizers on the background of their long-time application in cultivating spring wheat]. *Sib. vestnik s.-h. nauki* [Siberian newsletter of agricultural science]. 2008, no. 2, pp. 31-33.
5. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Methods of field trial]. Moscow, 1985, 351 p.
6. Maltsev V.T. *Azotnye udobreniya v Priangarie* [Nitric fertilizers in Pre-Angara area]. Novosibirsk, 2001, 272 p.
7. *Metody gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur* [Methods of state variety testing of agricultural crops]. Moscow, 1986. vol. 1, 289 p.

8. Oleshko V.P. et all. *Vlijanie tekhnologii vozdel'nyvanija na urozhainost' i kachestvo zerna yarovoy pshenitsy* [The influence of cultivation technology on yield and grain quality of spring soft wheat]. *Sib. vestnik s.-h. nauki* [Siberian newsletter of agricultural science]. 2011, no. 2, pp. 17-22.
9. Maltsev V.T. et all. *Osnovy resursosberegayuschego zemledelija Priangarija: Metodicheskie rekomendatsii* [The grounds for resource-saving arable farming in Pre-Angara area]. Irkutsk, 2006, 176 p.
10. Dmitriev N.N. et all. *Osobennosti tekhnologii vozdel'nyvanija sel'skokhozyaistvennykh kul'tur s uchyotom vlagoobespechennosti pashni v Irkutskoy oblasti* [Features of farm crop cultivation technology accounting moisture supply of arable land]. Irkutsk, 2018, 62 p.
11. Sultanov F.S. *Novye sorta i original'nye semena, proizvedyonnye v Irkutskom NIISH* [New varieties and original seeds, produced in the Irkutsk Scientific Research Institute of Agriculture]. Irkutsk, 2016, pp. 85-90.
12. Sultanov F.S. et all. *Optimal'nye sroki poseva novykh sortov yarovoy pshenitsy v usloviyakh lesostepnoy zony Irkutskoy oblasti* [Optimal sowing terms for new cultivars of spring wheat under conditions of forest-steppe zone in Irkutsk region]. *Vestnik IrGSHA* [Newsletter of IrSAA]. 2018, vol. 86, pp. 50-57.
13. Husnidinov Sh.K. et all. *Nauchno-metodicheskie osnovy primeneniya udobreniy i meliorantov v Pribaikalie* [Scientific and methodical bases for application of fertilizers and meliorants in Pre-Baikal area]. Irkutsk, 2017, 248 p.
14. Yudin A.A. et all. *Seleksija yarovoy myagkoy pschenitsy v usloviyakh Irkutskoy oblasti* [Selection of spring soft wheat under conditions of Irkutsk region]. *Vestnik IrGSHA*, 2017, vol. 78, pp. 26-31.

Сведения об авторах

Габдрахимов Олег Борисович – аспирант кафедры земледелия и растениеводства агрономического факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодёжный, тел: 89500880253, e-mail: olegabdrahimov@yandex.ru).

Красношапко Вера Васильевна – главный специалист лаборатории первичного семеноводства. Иркутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, (664511, Россия, Иркутская область, Иркутский район, с. Пивовариха, ул. Дачная 14, тел: 8(3952) 698469, gnu_iniish@mail.ru).

Султанов Фанил Султанович – кандидат сельскохозяйственных наук лаборатории первичного семеноводства. Иркутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, 664511, Россия, Иркутская область, Иркутский район, с. Пивовариха, ул. Дачная 14, тел: 8(3952) 698431, gnu_iniish@mail.ru).

Юдин Алексей Анатольевич – кандидат сельскохозяйственных наук отдела селекции сельскохозяйственных культур. Иркутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (665254, Россия, Иркутская область, Тулунский район, пос. 4-отд. ГСС, ул. Мичурина, 21, тел: 89086455303, e-mail: tulun.niish@yandex.ru).

Information about authors

Gabdrakhimov Oleg B. – PhD student Arable Farming and Plant Production Department of Agronomy Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89500880253, e-mail: olegabdrahimov@yandex.ru).

Krasnoshapko Vera V. – chief specialist of Primary Seed Breeding Laboratory. Irkutsk Scientific Research Institute of Agriculture (14, Dachnaya St., Pivovarikha, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664511, tel. 8(3952) 698469, e-mail: gnu_iniish@mail.ru).

Sultanov Fanil S. – PhD in Agriculture Primary Seed Breeding Laboratory. Irkutsk Scientific Research Institute of Agriculture (14, Dachnaya St., Pivovarikha, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664511, tel. 8(3952) 698431, e-mail: gnu_iniish@mail.ru).

Yudin Alexey A. – PhD in Agriculture of crop selection dept. Irkutsk Scientific Research Institute of Agriculture (21, Michurina St., 4th otd. GSS township, Irkutsk region, 665254, Tulun district, tel. 89086455303, e-mail: tulun.niish@yandex.ru).

УДК 581.5; 58.009

КРУПНЫЕ ДРЕВЕСНЫЕ РОЗОЦВЕТНЫЕ (ROSACEAE JUSS.) НА ТЕРРИТОРИИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ: РАЗНООБРАЗИЕ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ И СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ

О.Н. Асалханова, О.П. Виньковская

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, г. Иркутск, Россия

Семейство Rosaceae на территории Иркутской области среди крупных древесных растений занимает второе место по числу видов, первое место по числу родов. Для оценки распространения и состояния изученности разнообразия семейства использовано региональное флористическое районирование, применен кластерный анализ повидовых списков методом Уорда (Ward's method). Выявлен 31 вид из 13 родов. Наибольшее количество (24 вида) отмечено для возвышенной части Предсаянской депрессии, наименьшее (1 вид) – для южных отрогов Лено-Ангарского плато и Предбайкальской впадины. Данные для Северо-Байкальского нагорья и Делюн-Уранского хребта не обнаружены. Наиболее редко на территории области встречаются: *Amelanchier spicata* (Lam.) K. Koch, *Cerasus fruticosa* Pall., *C. tomentosa* (Thunb.) Wall., *Cotoneaster lucidus* Schlecht., *C. neopopovii* Czerep., *C. tjuliniae* Pojark. ex Peschkova, *Crataegus maximowiczii* C. K. Schneid., *C. pinnatifida* Bunge, *Padus maackii* (Rupr.) Kom. & Aliss., *Rosa amblyotis* C.A. Mey., *R. davurica* Pall., *Rubus crataegifolius* Bunge, *R. idaeus* L., *Sorbaria pallasii* (G. Don) Pojark., *Spiraea dahurica* (Rupr.) Maxim. Повсеместное распространение имеют *Padus avium* Mill., *Rosa acicularis* Lindl., *Rubus matsumuranus* H. L. v. & Vaniot, *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Braun. Для большей части территории характерно присутствие во флорах от 11 до 20 видов крупных древесных розоцветных. Зависимость видового разнообразия древесных представителей семейства Rosaceae от площадного выражения флористических выделов не прослеживается. Пространственное распределение комплексов видов древесных растений семейства Rosaceae согласуется с природно-территориальными особенностями региона.

Ключевые слова: Предбайкалье, дедрофлора, фанерофиты, древесные розоцветные, кластерный анализ.

LARGE WOOD ROSACEAE (ROSACEAE JUSS.) IN IRKUTSK REGION AREA: DIVERSITY, DISTRIBUTION AND STATE OF STUDY

Asalkhanova O.N., Vinkovskaya O.P.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia

In the territory of Irkutsk region among large woody plants ranks the family Rosaceae are second in the number of species, first in the number of genera. To assess the distribution and state of knowledge of diversity of the family, regional floristic zoning was used, cluster analysis of species lists by Ward's method was used. Identified 31 species of 13 genera. The largest number (24 species) was noted for the elevated part of the Pre-Sayan depression, the smallest (1 species) for the southern spurs of the Lena-Angara Plateau and the Pre-Baikal Basin. Data for the North Baikal Highlands and the Delyun-Uransky Ridge were not found. The most rarely

found on the territory of the area are: *Amelanchier spicata* (Lam.) K. Koch, *Cerasus fruticosa* Pall., *C. tomentosa* (Thunb.) Wall., *Cotoneaster lucidus* Schlecht., *C. neopopovii* Czerep., *C. tjuliniae* Pojark. ex Peschkova, *Crataegus maximowiczii* C. K. Schneid., *C. pinnatifida* Bunge, *Padus maackii* (Rupr.) Kom. & Aliss., *Rosa amblyotis* C.A. Mey., *R. davurica* Pall., *Rubus crataegifolius* Bunge, *R. idaeus* L., *Sorbaria pallasii* (G. Don) Pojark., *Spiraea dahurica* (Rupr.) Maxim. *Padus avium* Mill., *Rosa acicularis* Lindl., *Rubus matsumuranus* H. L. v. & Vaniot, *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Braun had widespread distribution. Most of the territory is characterized by the presence in flora from 11 to 20 species of large woody rosaceous. The dependence of the species diversity of woody representatives of the Rosaceae family on the areal expression of floristic stands is not visible. The spatial distribution of complexes of species of woody plants of Rosaceae family is consistent with the natural and territorial features of region.

Keywords: Cisbaikalia, dedroflora, phanerophytes, woody rosaceae, cluster analysis

Семейство Rosaceae Juss. является самым представительным по числу видов древесных растений на территории Азиатской России и включает 97 видов из 25 родов [8]. Среди крупных древесных растений в нашем регионе семейство Rosaceae находится на втором месте (после ивовых), а по числу родов – на первом. Хозяйственное значение представителей Rosaceae исключительно высоко. Среди них имеются фармакопейные лекарственные, пищевые, эфирномасличные, красильные, медоносные и ценные кормовые растения [14]. Все виды отличаются декоративностью, относительно быстро растут, легко формируются, поэтому повсеместно используются в озеленении. Многие виды уже введены в культуру, другие – являются перспективными.

Наиболее актуальный в настоящее время Конспект сосудистых растений Иркутской области [7] содержит информацию по распространению видов, анализ которого позволяет обнаружить упущения в инвентаризации региональной флоры и степень изученности как отдельных видов, так и систематических групп. В целом, флористическое разнообразие районов установлено с разной степенью детальности [1], до сих пор есть территории, особенно труднодоступные, которые плохо изучены. Специальных исследований по флоре крупных древесных растений региона не проводилось [3, 4], несмотря на то, что именно древесные растения являются своеобразным “скелетом” фитоценозов, определяют растительность на типовом уровне и ее хозяйственную значимость. Выявление и сохранение генофода дикорастущих розоцветных имеет высокое прикладное значение и определяет актуальность проведенных исследований.

Цель – оценить разнообразие, распространение и изученность крупных древесных представителей семейства Rosaceae Juss. по выделам флористического районирования территории Иркутской области.

Материалы и методики. Объектом исследования стали крупные древесные растения семейства Rosaceae (высотой более 0.5 м). В основу работы положен анализ авторских гербарных материалов в количестве 247 листов, собранных на территории Приморского хребта, Предаянской депрессии, центральной части Лено-Ангарского плато и Предбайкальской впадины в полевые сезоны 2013–2018 гг. По результатам проведенных работ уточнен и опубликован перечень древесных растений Лено-Ангарского

плато [3]. Подтверждена натурализация в пределах Предсаянской депрессии части видов (*Amelanchier spicata*, *Cerasus fruticosa*, *C. tomentosa*) [6], которая указана и в других работах [7, 17]. Впервые на территории Предсаянской депрессии зарегистрировано внедрение в растительные сообщества таких культиваров как *Crataegus pinnatifida*, *Padus maakii*.

Частично обработаны коллекции лаборатории лесного дела ИрГАУ, а также Гербария имени профессора В.И. Смирнова ИГУ (IRKU). Критически просмотрено порядка 575 гербарных образцов. Данные по распространению растений использованы из различных источников [7, 12, 13]. Описания по встречаемости или масштабы карт не во всех случаях позволили корректно установить, для какого выдела, согласно принятому районированию, вид отмечен. В спорных случаях учтена только та информация, которая подкреплена авторскими гербарными материалами или указанными фондовыми коллекциями. Интересные свидетельства о самых северных в пределах Байкальского хребта местонахождениях *Cotoneaster neoropovii* и *C. tjulinae* приводятся в монографии Н.В. Степанцовой [11] по гербарным образцам более чем 20-летней давности. В ходе полевых работ 2016 г. подтвердить актуальность нахождения видов на этой территории не удалось, но в обработку они включены.

Для выявления распространения анализируемых видов по территории исследования в работе принято районирование из Конспекта флоры Иркутской области [7], площадное выражение выделов заимствовано из статьи В.А. Барицкой и В.В. Чепиноги [1]. Географические названия выделов приведены в таблице 1, графически они отображены на рисунке 1.

Кластерный анализ повидовых списков древесных представителей семейства Rosaceae по выделам регионального деления территории выполнен с помощью программы PAST версия 3.21 с использованием метода Уорда (Ward's method) [16], который успешно применен при аналогичных флористических обработках [9]. Номенклатура растений приведена по The Plant List.

В анализ также были включены виды успешно прошедшие натурализацию и возобновляющиеся самостоятельно на территории исследования. Появление их в регионе обусловлено хозяйственной деятельностью человека, но акклиматизация произошла за счет эволюционно обусловленных биологических особенностей. Игнорировать наличие этих видов в составе растительных сообществ региона не представляется возможным, поскольку их распространение имеет естественную (орнитохорную) природу [17].

Результаты и обсуждения. Рабочее флористическое районирование территории Иркутской области [7] включает Ангари-Саянский и Приленско-Катангский районы, которые в свою очередь поделены на 10 выделов каждый; всего 20 выделов (табл. 1).

В пределах Ангари-Саянского флористического района зарегистрировано 28 (90.3% от общего числа) видов из 13 (100%) родов, Приленско-Катангского – 20 (64.5%) видов из 9 (69.2%) родов.

Таблица 1 – Количество видов и родов древесных представителей Rosaceae по флористическим районам и выделам территории Иркутской области

Обозначение выделов		Название флористических районов и выделов	S, тыс. км ²	Виды (доля, %)	Роды (доля, %)
Ангаро-Саянский район			319.4	28 (90.3)	13 (100)
Пз	1	окраина Мурской низины и Канско-Рыбинской равнины	28.5	13 (41.9)	8 (61.5)
	2	Бирюсинское плато и Ангарский кряж	80.2	14 (45.1)	9 (69.2)
	3	южная окраина Ангарского кряжа в подзоне подтайги	37.8	8 (25.8)	7 (53.8)
Пю	4	пониженная часть Предсаянской депрессии	25.5	16 (51.6)	10 (76.9)
	5	возвышенная часть Предсаянской депрессии	37	24 (77.4)	12 (92.3)
	6	южные отроги Лено-Ангарского плато и Предбайкальской впадины	19.5	1 (3.2)	1 (7.6)
Сб	7	Приморский хребет и большая часть Онотской возвышенности	21.9	22 (70.9)	10 (76.9)
	8	хребет Хамар-Дабан в пределах Иркутской области	4.1	13 (41.9)	9 (69.2)
Сс	9	Тофалария	50.3	12 (38.7)	8 (61.5)
	10	Передовой хребет	14.6	15 (48.3)	9 (69.2)
Приленско-Катангский район			451.5	20 (64.5)	9 (69.2)
Пв	11	Лено-Ангарское плато	84.8	15 (48.3)	10 (76.9)
	12	Предбайкальская впадина	29.2	14 (45.1)	9 (69.2)
Пс	13	Ербогаченская равнина	83.8	11 (35.4)	9 (69.2)
	14	Приленское плато	113.9	16 (51.6)	9 (69.2)
Нб	15	Байкальский хребет в пределах Иркутской области	9.1	11 (35.4)	8 (61.5)
	16	Северо-Байкальское нагорье собственно	29.5	—	—
	17	Делюн-Уранский хребет	7.6	—	—
Нс	18	район хребта Кодар	7.3	12 (38.7)	8 (61.5)
Нп	19	северная часть Северо-Байкальского нагорья	20.3	9 (29)	8 (61.5)
	20	собственно Патомское нагорье	66	5 (16.1)	4 (30.7)
Всего:				31 (100)	13(100)

Наибольшее количество древесных розоцветных растений отмечено в таких флористических выделах, как Пю-5 и Сб-7, в них насчитывается 24 и 22 вида соответственно. Высокое видовое разнообразие связано с наличием населенных пунктов, садоводческих и других массивов, на территории которых культивируются чужеродные виды, успешно натурализующиеся. Хорошо развитая транспортная система территории является причиной достаточной выявленности ее флористического разнообразия.

Градация видового богатства выделов флористического районирования на 4 группы (от 21 до 30 видов, от 11 до 20, от 1 до 10, “нет данных”) позволила отразить разнообразие древесных растений семейства Rosaceae на рисунке 1.

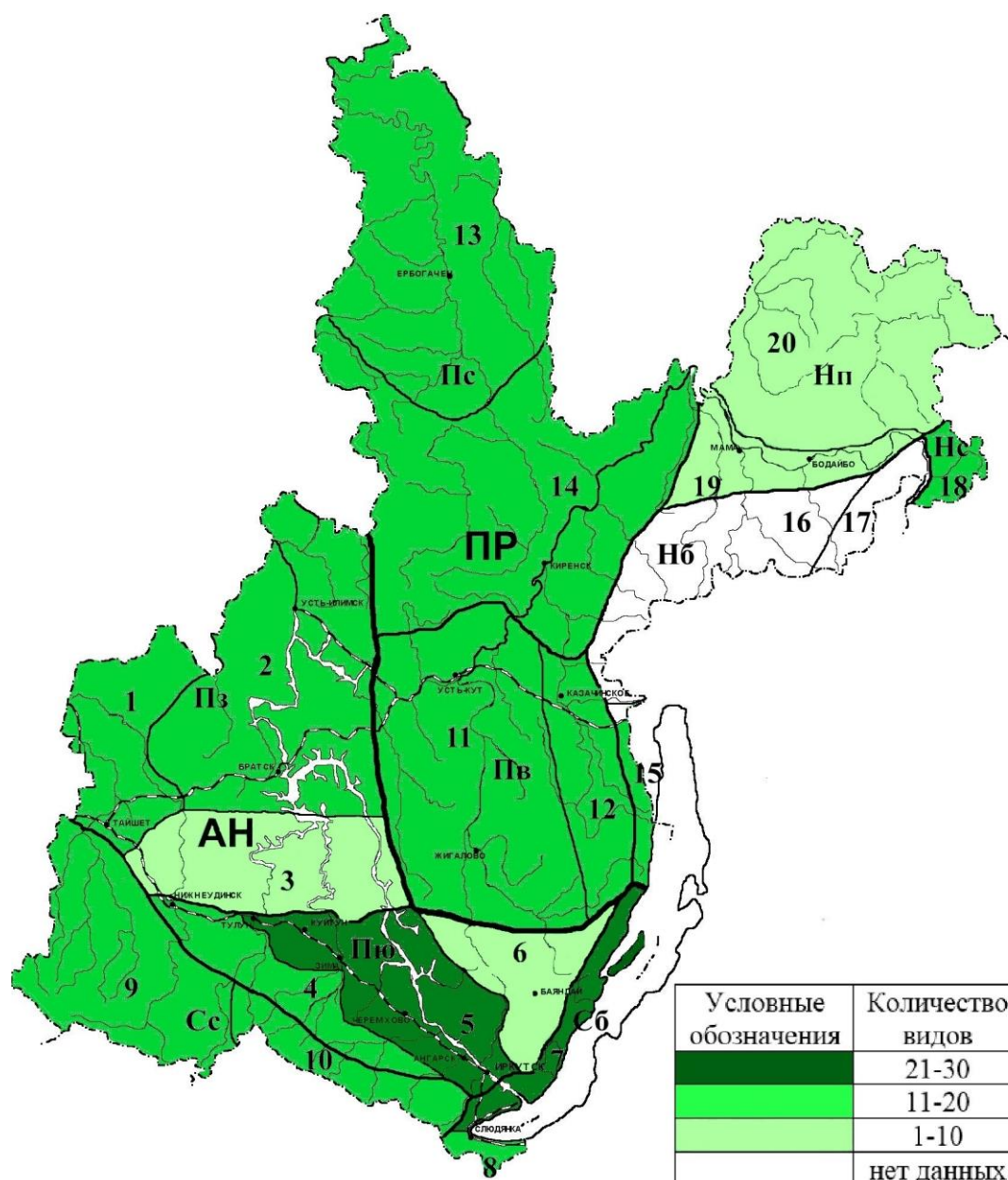


Рисунок 1 – Видовое богатство крупных древесных растений семейства Rosaceae по флористическим выделам Иркутской области (расшифровка обозначения выделов приведена в табл. 1)

Для большей части территории Иркутской области насчитывается от 11 до 20 видов. Выделы Пз-3, Пю-6, Нп-19, Нп-20 недостаточно изучены. Для Северо-Байкальского нагорья (Нб-16) и Делюн-Уранского хребта (Нб-17) данных нами не обнаружено. Эти территории, в целом, плохо исследованы, в связи с их транспортной труднодоступностью.

Из 20 выделов флористического районирования самую незначительную площадь (4.1 тыс. км²) имеет Сб-8, для которого выявлено 13 видов. Для выдела Пс-14, площадью 113.9 тыс. км², обнаружено 14 видов. Таким образом, зависимость видового разнообразия древесных представителей семейства Rosaceae от площадного выражения флористических выделов

Иркутской области не прослеживается, что объясняется разной степенью освоенности территории, плотностью населения и транспортной сети, особенностью исходных природных условий, а также другими антропогенными и естественными причинами.

В результате анализа данных, видам были присвоены следующие категории (табл. 2): *редкое* распространение имеют виды отмеченные для 1–5 выделов; *локальное* – для 6–10 выделов; *широкое* – для 11–15 выделов; *повсеместное* – для 16–20 выделов.

Для исследования пространственного распределения комплексов видов древесных растений семейства Rosaceae был осуществлен кластерный анализ по методу Уорда повидовых списков 20 выделов флористического районирования территории Иркутской области (рис. 2). Анализируемый список крупных древесных растений включают всего 31 вид, поэтому построенная дендрограмма показывает высокую меру сходства выделов, а отличия между ними (distance) оценивается нами как небольшое.

На расстоянии (distance) 28 формируются два макрокластера (I и II). Выделы (с Пв-11 по Нп-20, см. табл. 1) образуют макрокластер I и принадлежат к Приленско-Катангскому флористическому району, который охватывает, преимущественно, северные и восточные (отчасти центральные) территории области, расположенные в подзоне средней тайги и в горных областях Прибайкальской и Забайкальской группы типов поясности [5]. Выделы (с Пз-1 по Сс-10) объединяются в макрокластер II и относятся к Ангара-Саянскому флористическому району, который расположен в южной и западной части региона, и приходится на подзону южной тайги, подтайги и горные области Алтае-Саянской и Тувино-Южнозabayкальской группы типов поясности [5].

Пространственные рубежи макрокластеров I и II (рис. 3) совпадают с границей Ангара-Саянского и Приленско-Катангского районов, которые используются в рабочем флористическом районировании Сибири [12], и отражают природно-территориальные особенности растительного покрова региона.

На расстоянии 11.5 выстраивается плеяда из четырёх кластеров (А, В, С, D), иерархично включенных в макрокластеры (рис. 2, рис. 3).

Кластер А включает территории Ербогаченской равнины, двух плат (Приленского и Лено-Ангарского), а также Предбайкальской впадины и Байкальского хребта. Из видов характерных для этого кластера можно отметить только один (*Sorbaria sorbifolia*), устойчиво присутствующий в четырех из пяти выделов.

Выделы кластера В приходятся на такие геоморфологические образования как Патомское и Северобайкальское нагорья, а также на хребты (Делюн-Уранский и Кадар) на территории Витимского заповедника. Только для этого кластера свойственны *Rosa amblyotis*, *Sorbaria pallasii* и *Spiraea dahurica*, не встречающиеся в других выделах и являющиеся, по-нашему мнению, дифференциальными видами [15].

Таблица 2 – Встречаемость древесных видов Rosaceae по выделам регионального флористического деления Иркутской области, число выделов (доля, %)

№	Вид	Число выделов (доля, %), номера выделов*	Распространение
1	<i>Amelanchier spicata</i> (Lam) K. Koch	1 (5): 5	редкое
2	<i>Cerasus fruticosa</i> Pall.	1 (5): 5	редкое
3	<i>C. tomentosa</i> (Thunb.) Wall.	2 (10): 5, 7	редкое
4	<i>Cotoneaster lucidus</i> Schlecht.	4 (20): 5, 7, 8, 10	редкое
5	<i>C. melanocarpus</i> Fisch. ex A. Blytt	14 (70): 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15	широкое
6	<i>C. neopopovii</i> Czerep.	2 (5): 7, 15	редкое
7	<i>C. tjuliniae</i> Pojarc. ex Peschkova	2 (5): 7, 15	редкое
8	<i>C. uniflorus</i> Bunge	6 (30): 2, 4, 5, 7, 9, 15	локальное
9	<i>Crataegus dahurica</i> Koehne ex C. K. Schneid.	9 (45): 2, 5, 7, 10, 11, 13, 14, 18, 20	локальное
10	<i>C. maximowiczii</i> C. K. Schneid.	2 (10): 5, 7	редкое
11	<i>C. pinnatifida</i> Bunge	1 (5): 5	редкое
12	<i>C. sanguinea</i> Pall.	14 (65): 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 19, 20	широкое
13	<i>Dasiphora fruticosa</i> (L.) Rydb.	15 (75): 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20	широкое
14	<i>Malus baccata</i> (L.) Borkh.	10 (45): 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 19	локальное
15	<i>Padus avium</i> Mill.	17 (85): 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20	повсеместное
16	<i>P. maackii</i> (Rupr.) Kom. & Aliess.	1 (5): 5	редкое
17	<i>Rosa acicularis</i> Lindl.	17 (85): 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20	повсеместное
18	<i>R. amblyotis</i> C. A. Mey.	3 (15): 14, 18, 19	редкое
19	<i>R. davurica</i> Pall.	4 (20): 5, 7, 12, 14	редкое
20	<i>R. majalis</i> Herm.	10 (50): 1, 2, 4, 5, 7, 9, 10, 12, 13, 14	локальное
21	<i>Rubus crataegifolius</i> Bunge	1 (5): 7	редкое
22	<i>R. idaeus</i> L.	5 (20): 1, 4, 5, 8, 11	редкое
23	<i>R. matsumuranus</i> H. Lev. & Vaniot	16 (80): 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19	повсеместное
24	<i>Sorbaria pallasii</i> (G. Don) Pojark.	3 (15): 15, 18, 19	редкое
25	<i>S. sorbifolia</i> (L.) A. Braun	7 (35): 4, 5, 11, 12, 13, 14, 18	локальное
26	<i>Sorbus sibirica</i> Hedl.	15 (75): 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19	широкое
27	<i>Spiraea alpine</i> Pall.	8 (40): 1, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12	локальное
28	<i>S. dahurica</i> (Rupr.) Maxim.	1 (5): 18	редкое
29	<i>S. flexuosa</i> Fisch. ex Cambess.	12 (60): 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 15	широкое
30	<i>S. media</i> Schmidt	14 (70): 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18	широкое
31	<i>S. salicifolia</i> L.	14 (70): 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18	широкое
Всего:		20 (100)	

*Примечание: номера выделов приводятся без принятого буквенного обозначения. Корректные названия выделов помещены в таблицу 1 и на рисунок 1.

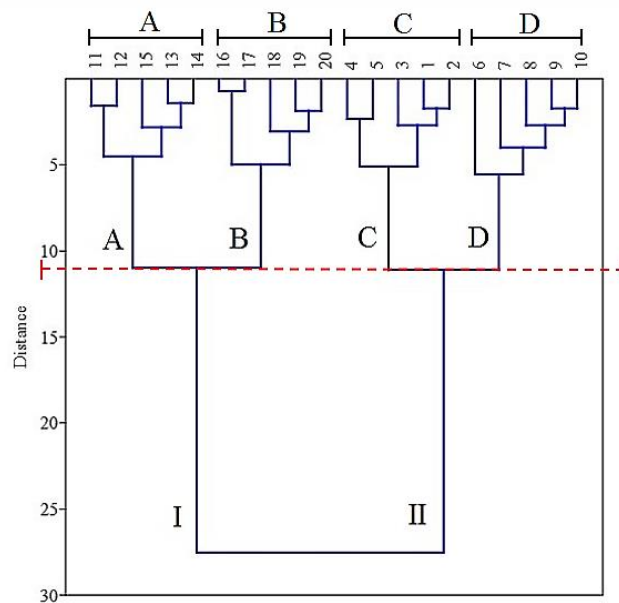


Рисунок 2 – Дендрограмма связывания видовых списков древесных представителей *Rosaceae* для выделов регионального деления Иркутской области по методу Уорда, евклидово расстояние (Distance)

Два этих кластера связываются в один макрокластер такими видами, как *Rosa amblyotis*, *Sorbaria pallasii*, *S. sorbifolia*.

Кластер С объединяет Мурскую низину и Канско-Рыбинскую равнину в пределах Иркутской области, центральную южную части Ангарского кряжа, южные окраины Предаянской депрессии. Специфичность флоре сосудистых растений кластера придают такие виды, как *Amelanhier spicata*, *Cerasus fruticosa*, *C. tomentosa*, *Crataegus pinnatifida*, *Padus maakii*, прошедшие акклиматизацию и успешно внедряющиеся в естественные, и близкие к естественным растительные сообщества.

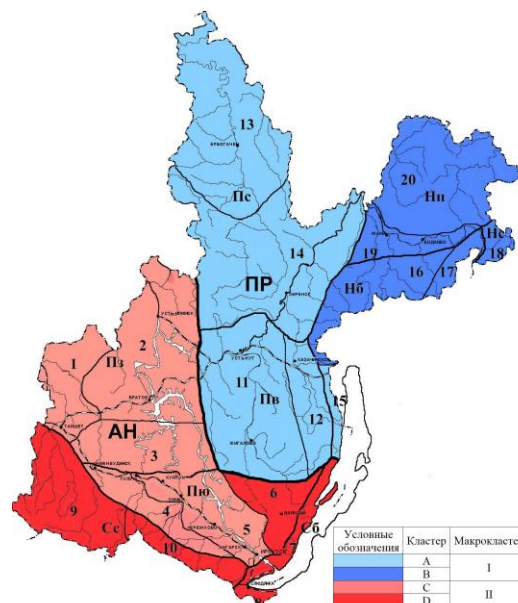


Рисунок 3 – Пространственная выражение кластеров видовых списков древесных представителей *Rosaceae* для выделов регионального деления Иркутской области по методу Уорда, евклидово расстояние (Distance)

Кластер **D** образован выделами, которые расположены в южной части Лено-Ангарского плато и Предбайкальской впадины, на Приморском хребте и Онотской возвышенности, а также на территории Восточного Саяна и северного макросклона хребта Хамар-Дабан. Для этого кластера присущи такие эндемичные виды, как *Cotoneaster lucidus*, *C. neopopovii*, *C. tjuliniae*, а также *Crataegus maximowiczii*, *Rubus crataegifolius*.

Кластеры **C** и **D** группируются в один макрокластер за счет распространения следующих видов: *Cotoneaster lucidus*, *Crataegus maximowiczii*, *Rubus ideus*.

В целом, пространственное распределение комплексов видов древесных растений семейства Rosaceae согласуется с природно-территориальными особенностями региона; для каждого из двух флористических районов характерен набор видов, объединяющихся в два макрокластера. При этом, среднетаежные территории области попадают в макрокластер **I** вместе с Лено-Ангарским плато, Северо-Байкальским и Патомским нагорьями. Нагорья, формирование растительного покрова которых происходит под сильным влиянием восточных территорий, принадлежат к Забайкальской группе типов поясности [5], поэтому они входят в отдельный кластер (**B**). Южнотаежные и подтаежные пространства имеют свой специфичный набор видов и совместно с территориями высотной поясности Алтае-Саянского, Тувино-Южнозбайкальского и Прибайкальского типов образуют макрокластер **II**, а горные территории вычленяются в самостоятельный кластер (**D**).

Выводы. 1. Семейство Rosaceae является титульным для флоры древесных растений территории Иркутской области, отличается повышенным разнообразием и насчитывает 31 вид древесных растений из 13 родов. Наибольшее количество (24 вида) зафиксировано для приподнятой территории Предсаянской депрессии, меньше всего (1 вид) – в пределах отрогов южной части Лено-Ангарского плато и Предбайкальской впадины.

2. Недостаточно выявлены древесные розоцветные во флорах следующих выделов Иркутской области: южная окраина Ангарского кряжа, южные отроги Лено-Ангарского плато и Предбайкальской впадины, Патомское нагорье. Для труднодоступных выделов Северо-Байкальского нагорья и Делюн-Уранского хребта достоверных сведений по встречаемости видов обнаружено не было.

3. Для большей части территории Иркутской области характерно присутствие во флорах от 11 до 20 видов крупных древесных розоцветных. Наиболее редко на территории Иркутской области отмечаются следующие виды: *Cotoneaster lucidus*, *C. neopopovii*, *C. tjuliniae*, *Rosa amblyotis*, *R. davurica*, *Rubus idaeus*, *Sorbaria pallasii*, *Spiraea dahurica*. Повсеместное распространение имеют *Padus avium*, *Rosa acicularis*, *Rubus matsumuranus*, *Sorbaria sorbifolia*.

4. Натурализация в пределах возвышенной части Предсаянской депрессии и Приморского хребта отмечена для 6 адвентивных видов:

Amelanhier spicata, Cerasus fruticosa, C. tomentosa, Crataegus pinnatifida, C. maximowiczii, Padus maakii, Rubus crataegifolius.

5. Пространственное распределение комплексов видов древесных растений семейства Rosaceae согласуется с природно-территориальными особенностями региона.

Список литературы

1. *Барицкая В.А.* Дополнения к флоре сосудистых растений Пю-6 регионального деления территории Иркутской области / *В.А. Барицкая, В.В. Чепинога* // Изв. ИГУ. Серия: биология, экология. – 2016. – Т. 15. – С. 3–10.
2. *Виньковская О.П.* Аборигенные древесные растения, перспективные для озеленения в условиях верхнего Приангарья / *О.П. Виньковская, Е.С. Игнатьева* // Вестник ИрГСХА. – 2018. – № 88. – С. 54–61.
3. *Виньковская О.П.* Флора крупных древесных растений Лено-Ангарского плато / *О.П. Виньковская, Е.И. Жучёва, О.Н. Исакова* // Актуальные вопросы аграрной науки. – 2017. – № 23. – С. 35–42.
4. *Виньковская О.П.* Фанерофиты Лено-Ангарского плато / *О.П. Виньковская, А.А. Новопашина* // Актуальные вопросы аграрной науки. – 2016. – № 19. – С. 12–18.
5. Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных стран. Пояснительный текст и легенда карты / *Г.И. Огуреева, И.М. Микляева, И.Н. Сафронова, Т.К. Юрковская*. Отв. ред. *Г.Н. Огуреева* – М.: ЭКОР, 1999. – 64 с.
6. *Камалетдинова С.И.* Фанерофиты г. Иркутска / *О.П. Виньковская, С.И. Камалетдинова* // Вестник ИрГСХА. – 2015. – № 68. – С. 28–36.
7. Конспект флоры Иркутской области (сосудистые растения) / *В.В. Чепинога* [и др.]; под редакцией *Л.И. Малышева* – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2008. – 327 с.
8. *Коропачинский И.Ю.* Древесные растения Азиатской части России / *И.Ю. Коропачинский, Т.Н. Встовская* – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал “Гео”, 2002. – 707 с.
9. *Малышев Л.И.* Таксономические спектры флоры Сибири на уровне семейств / *Л.И. Малышев, К.С. Байков, В.М. Доронькин* // Ботан. журн. – 1998. – Т. 83. – № 10. – С. 3–17.
10. *Ряшин В.А.* Физико-географическое районирование территории нового освоения (на примере юга Восточной Сибири) / *В.А. Ряшин, В.С. Михеев* // Докл. Ин-та географии Сибири и Дальнего Востока. – 1969. – Вып. 21. – С. 22–32.
11. *Степанцова Н.В.* Биота Байкало-Ленского заповедника: Растительный покров. – Иркутск: “Время странствий”, 2013. – 208 с.
12. Флора Сибири. Rosaceae. – Новосибирск: Наука, 1988. – 200 с.
13. Флора Центральной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1979. – Т. II. – С. 541–1046.
14. *Чудновская Г.В.* Пищевые растения семейства Rosaceae (розоцветные) в Иркутском районе Иркутской области // Вектор развития современной науки: XXX Междунар. практ. конф. // М.: Научный центр “Олимп” (Астрахань), 2018. – С. 78–81.
15. *Юрцев Б.А.* О количественной оценке веса видов при флористическом районировании // Ботан. журн. – 1983. – Т. 68. – № 9. – С. 1145–1152.
16. *Hammer, O* PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis / *O. Hammer, D.A.T. Harper & P.D. Ryan* // Paleontologia Electronica. – Bloomington: Coquina Press, 2001. V. 4. no 1. pp. 1–9.
17. *Leontiev D.F.* Monitoring and risk assessment of biological invasions on the example of the Irkutsk urban agglomeration / *D.F. Leontiev, O.P. Vin'kovskaya* // Programm Abstracts International Symposium “Environmental and engineering aspects for sustainable living”, 27–28 November. – Hannover, 2014. – pp. 96–97.

References

1. Baritzkaya V.A., Chepinoga V.V. *Dopolneniya k flore sosudistyh rastenij Pyu-6 regional'nogo deleniya territorii Irkutskoj oblasti* [Additions to the Vascular Flora of Region "Пю-6" (Regional Division of Irkutsk Region)]. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: biologiya, ehkologiya* [The bulletin of Irkutsk state university. Series "Biology. Ecology"]. 2016, vol. 15, pp. 3–10.
2. Vin'kovskaya O.P., Ignatieva E.S. *Aborigennyye drevesnye rasteniya, perspektivnye dlya ozeleneniya v usloviyah verhnego Priangar'ya* [Native woody plants perspective for landscaping under conditions of Upper Angara region]. *Vestnik IrGSHA*, 2018, no. 88, pp. 54–61.
3. Vin'kovskaya O.P., Novopashina A.A. *Fanerofity Leno-Angarskogo plato* [Phanerophytes of Lena-Angara plateau]. *Aktualnyye voprosy agrarnoy nauki*, 2016, no. 19, pp. 12–18.
4. Vin'kovskaya O.P., Zhucheva E.I., Isakova O.N. *Flora krupnykh drevesnykh rasteniy Leno-Angarskogo plato* [Flora of large plants of the Lena-Angarska plateau]. *Aktualnyye voprosy agrarnoy nauki*, 2017, no. 23, pp. 35–42.
5. *Zony i tipy pojasnosti rastitel'nosti Rossii i sopredel'nyh stran. Poyasnitel'nyy tekst i legenda karty* [Zones and types of vegetation zones of Russia and neighboring countries. Explanatory text and map legend]. Moscow, 1999, 64 p.
6. Kamaletdinova S.I., Vin'kovskaya O.P. *Fanerofity g. Irkutsk* [Phanerophyte of Irkutsk]. *Vestnik IRGSHA*, 2015, no. 68, pp. 28–36.
7. *Konspekt flory Irkutskoy oblasti (sosudistyye rasteniya)* [Check-list of the vascular flora of Irkutsk region]. Irkutsk, 2008, 327 p.
8. Koropachinskii I.Y., Vstovskaya T.N. *Drevesnye rasteniya Aziatskoy chasti Rossii* [Woody plants of Asian part of Russia]. Novosibirsk, 2012, 707 p.
9. Malyshev L.I., Baykov K.S., Doronkin V.M. *Taksonomicheskiye spektry flory Sibiri na urovne semeystv* [Taxonomic spectra of Siberian flora at the family level]. *Botanicheskiy zhurnal*. 1998, vol. 83, no. 10, pp. 3–17.
10. Ryashin V.A., Mikheyev V.S. *Fiziko-geograficheskoye rayonirovaniye territorii novogo osvoeniya (na primere yuga Vostochnoy Sibiri)* [Physical and geographical zoning of the territory of new development (on the example of the South of Eastern Siberia)]. *Dokl. In-ta geografii Sibiri i Dal'nego Vostoka*, 1969, vol. 21, pp. 22–32.
11. Stepantsova N.B. *Biota Bajkalo-Lenskogo zapovednika: Rastitel'nyy pokrov* [Biota of the Baikal-Lena reserve: Vegetation cover]. Irkutsk, 2013, 208 p.
12. *Flora Sibiri. Rosaceae* [Flora of Siberia. Rosaceae]. Novosibirsk, 1988, 200 p.
13. *Flora Central'noy Sibiri* [Flora of Central Siberia]. Novosibirsk, 1879, vol. II, pp. 541–1046.
14. Chudnovskij G.V. *Pishchevyye rasteniya semeystva Rosaceae (rozocvetye) v Irkutskom rajone Irkutskoj oblasti* [Food plants of the family Rosaceae in the Irkutsk district of Irkutsk region]. Moscow, 2018, pp. 78–81.
15. Yurtsev B. A. *O kolichestvennoy otsenke vesa vidov pri floristicheskoy rayonirovani* [On the quantitative assessment of the weight of the species in the floristic zoning]. *Botanicheskiy zhurnal*, 1983, vol. 68, no. 9, pp. 1145–1152.
16. Hammer O., Harper D.A.T. & Ryan P.D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. In: *Paleontologia Electronica*. Bloomington: Coquina Press. 2001, vol. 4, no 1. pp. 1–9.
17. Leontiev D.F., Vin'kovskaya O.P. Monitoring and risk assessment of biological invasions on the example of the Irkutsk urban agglomeration. *Program Abstracts International Symposium "Environmental and engineering aspects for sustainable living"*. November, 27–28, Hannover, 2014, pp. 96–97.

Сведения об авторах

Асалханова Олеся Николаевна – магистрантка Института управления природными ресурсами-факультет охотоведения имени В.Н. Скалона. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, г. Иркутск, Россия, п. Молодежный, 1/1, тел. 89041424420, e-mail: isakova.olesya19952017@mail.ru).

Виньковская Оксана Петровна – кандидат биологических наук, доцент кафедры технологий в охотничьем и лесном хозяйстве Института управления природными ресурсами-факультет охотоведения имени В.Н. Скалона. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, г. Иркутск, Россия, п. Молодежный, 1/1, 89149066610, e-mail: urbanoflora@yandex.ru).

Information about authors

Asalkhanova Olesya N. - Master student. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89041424420, e-mail: isakova.olesya19952017@mail.ru).

Vinkovskaya Oksana P. - Candidate of Biological Sciences, Ass. Prof. Department of Technologies in Hunting and Forestry. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89149066610, e-mail: urbanoflora@yandex.ru).

УДК 574.3:591.522

**ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА И ДИНАМИКА ПОПУЛЯЦИИ
СИБИРСКОГО ГОРНОГО КОЗЛА (*CAPRA SIBIRICA* PALL., 1776) НА
ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНОГО САЯНА**

¹Р. Г. Афанасьев, ²В. В. Виноградов, ³И.Л. Исаева

¹Государственный природный биосферный заповедник “Саяно-Шушенский”,
Красноярский край, п. Шушенское, Россия

²Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-
Ясенецкого, *г. Красноярск, Россия*

³Государственный природный заповедник “Хакасский”, *г. Абакан, Россия*

Рассматриваются территориальное размещение, динамика численности и структура стада сибирского горного козла на территории горной системы Западного Саяна за период с 2009 по 2018 гг. Обсуждаются закономерности территориального размещения субпопуляционных группировок сибирского козерога, половозрастная структура стада, колебание численности, влияние абиотических, биотических и антропогенных факторов. Отмечается, что общее сокращение численности вида началось с середины XX века на фоне фрагментации ареала. Сегодня козероги сохранились в удаленных труднодоступных местах, стабильные популяционные группировки существуют только под охраной в пределах ООПТ. Самая многочисленная и устойчивая группировка обитает в пределах Саяно-Шушенского биосферного заповедника. Здесь на 89000 га угодий насчитывают около 3000 сибирских козогов. Вторая по численности “Каратошская” популяционная группировка занимает 120000 га на территории Государственного природного заказника федерального значения “Позарым” и насчитывают до 460 особей. По остальной территории Западного Саяна достоверных сведений нет. Основываясь на собственных материалах, литературных источниках и официальных данных можно оценить современную численность сибирского козерога в Западном Саяне в 4200-4300 особей, а площадь местообитаний в 500 тыс. га. На основе 10-летних учетов численности козогов

в Саяно-Шушенском биосферном заповеднике хорошо прослеживаются циклические изменения этого показателя. Оценивая влияние факторов можно сделать вывод о ведущей роли многоснежных и холодных зим и пресса хищников. Успешность охоты медведей и волков на козорогов в весенний период во многом зависит от уровня воды в водохранилище. Кроме того нередки случаи браконьерской охоты.

Ключевые слова: сибирский горный козел, Западный Саян, ареал, численность, структура стада

SPATIAL STRUCTURE AND DYNAMICS OF SIBERIAN IBEX (*CAPRA SIBIRICA* PALL., 1776) POPULATION IN THE TERRITORY OF WESTERN SAYAN

¹Afanasyev R.G., ²Vinogradov V.V., ³Isaeva I.L.

¹ State Natural Biosphere Reserve “Sayano-Shushenskiy”, *Shushenskoye, Russia*

² Krasnoyarsk State Medical Universit, *Krasnoyarsk, Russia*

³ Khakassky State Nature Reserve, *Abakan, Russia*

Spatial distribution, population dynamics and herd structure of Siberian ibex in the territory of Western Sayan mountain system for the period 2009-2018 are discussed. The regularities of spatial distribution of subpopulation groups of Siberian ibex, gender and age structure of the herd, fluctuation of numbers, influence of abiotic, biotic and anthropogenic factors are discussed. It is noted that the overall reduction in the number of the species began from the middle of the 20th century amid the fragmentation of the range. Today, Capricorns are preserved in remote, inaccessible places, stable population groups exist only under protection within the protected areas. The most numerous and stable group lives within the Sayano-Shushensky Biosphere Reserve. Here on 89,000 ha of land there are about 3,000 Siberian ibex. The second-largest “Karatosh” population group occupies 120,000 hectares in the territory of the State Nature Reserve of Federal Importance “Pozarym” and numbers up to 460 individuals. There is no reliable information for the rest of the Western Sayan. Based on our own materials, literature and official data, we can estimate the current abundance of Siberian ibex in Western Sayan at 4200-4300 individuals, and the habitat area of 500 thousand hectares. On the basis of 10-year surveys of the number of ibex in the Sayano-Shushensky Biosphere Reserve, cyclical changes in this indicator are well traced. Assessing the influence of factors, we can conclude about the leading role of multi-snow and cold winters and the press of predators. The success of hunting bears and wolves on Capricorns in the spring depends on water level in reservoir. In addition, there are cases of poaching.

Keywords: Siberian ibex, Western Sayan, areal, number, herd structure.

Сибирский горный козел или сибирский козерог (*Capra sibirica* Pall., 1776) до середины XX века повсеместно встречался на остепненных скалистых склонах Западного Саяна и прилегающих межгорных котловин. Региональный ареал имел практически сплошной характер и простирался на сотни километров [16, 18]. Наиболее многочисленные стада обитали по скалистым берегам Енисея и его притоков от западных отрогов Куртушибинского хребта на юге до р. Большой Тепсель на севере [5, 16].

Активное преследование человеком, вытеснение из оптимальных местообитаний, неконтролируемый отстрел привели к многократному сокращению численности и фрагментации видового ареала в горах Южной Сибири [15].

Сегодня козероги сохранились лишь в труднодоступных местах на периферии некогда обширного ареала, стабильные популяционные группировки существуют только под охраной в пределах ООПТ. С 2000 года в заповедниках Алтае-Саянского экорегиона ведется комплексное системное изучение сибирского горного козла на основе специально разработанных программ направленных на сохранение вида и восстановление его былой численности. Ценность данного вида для горных экосистем и его уязвимость подтверждены включением в Красные книги регионального уровня с приданием статуса “популяции с сокращающейся численностью”.

В настоящей работе анализируются многолетние наблюдения за сибирским козерогом в Западном Саяне на территории региональных ООПТ и прилегающих районах.

Цель работы – изучение территориального и биотопического размещения козерога, его динамики численности, половозрастной структуры стада и сезонных миграций, а также влияние факторов различной природы на его численность. В ходе работы на основе ГИС-технологий впервые определены точные границы региональной части ареала, что позволит скорректировать представления о размещении вида в Западном Саяне [3, 20].

Материалы и методы. В основу работы положены материалы, собранные в период 2009–2018 гг. на территории Саяно-Шушенского биосферного заповедника, в его охранной зоне и на территории заказника федерального значения “Позарым” (Республика Хакасия) в 2011–2018 гг. Кроме того, использованы официальные данные Государственного комитета по охране объектов животного мира и водных биологических ресурсов Республики Тыва по численности козерога в регионе за 2016 г., а также литературные источники и устные сведения от респондентов (ученых, туристов и охотников), посещавших в разное время рассматриваемую территорию.

Общая площадь, охваченная исследованиями составила более 8000 км², протяженность маршрутов (пеших, водных, конных, снегоходных) – 7830 км. За все время учетных работ визуально отмечено 4348 особей козерога.

Сбор материалов на территории Саяно-Шушенского биосферного заповедника осуществлялся на основе методики визуального учета сибирского горного козла с акватории водохранилища, разработанной С.Н. Линейцевым [8]. Учет проводили в ясную погоду на постоянных участках, наблюдение вели одновременно два учетчика с борта катера (лодки), движущегося со скоростью 12–15 км/час на расстоянии 100–150 м от берега. В расчет принимали и фиксировали лишь животных, обнаруженных невооруженным глазом на 400–500 м. С помощью бинокля уточняли численность и половозрастной состав.

При сборе материалов на территории заказника федерального значения “Позарым” в качестве основного использовался метод визуального учета на открытых склонах [12]. Учет вели в зимний период (январь-февраль) в течение 7–9 дней, проходя либо проезжая на снегоходе по днищам распадков и гривам, осматривая открытые склоны. Каждое урочище обследовалось не

менее двух раз. Маршрутный учет сочетался с наблюдением с постоянных наблюдательных пунктов с помощью мощных оптических приборов. Этот метод учета позволяет выявить структуру группировки, ее численность, половой и возрастной состав.

Картирование индивидуальных или групповых участков обитания проводилось с использованием GPS-приемника. Картографические работы осуществляли в программной среде ГИС – ArcMap 9.3.1.

В качестве дополнительного использовался метод фиксации животных фотоловушками. Автоматические камеры установленные в типичных местообитаниях позволяют фиксировать такие важные параметры как размер и половозрастную структуру стад, направление миграционных перемещений и поведенческие особенности животных. Всего за период исследований в пределах ООПТ установлено 48 автоматических фотокамер с которых получено более 1000 фото- и видео-изображений сибирского горного козла.

Для сбора сведений среди местных жителей, охотников и туристов о численности и размещении сибирского козерога также использовался опросно-анкетный метод.

Результаты и обсуждение. Начиная с 80-х годов прошлого столетия число популяционных группировок сибирского горного козла неуклонно сокращалось. В настоящее время на территории Западного Саяна сохранилось 10 группировок, которые в основном представляют собой самостоятельные территориальные образования или очаги обитания (рисунок).

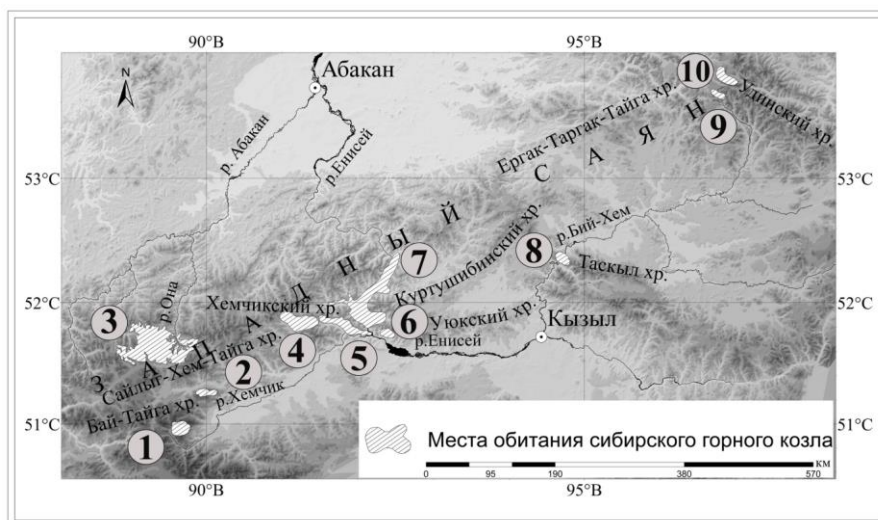


Рисунок – Размещение сибирского горного козла на территории Западного Саяна.

Цифрами обозначены популяционные группировки: 1. Менгулекская, 2. Бай-Тайгинская, 3. Каратошская, 4. Хемчикская, 5. Нижне-Хемчикская, 6. Уюкская, 7. Западносаянско-Приенисейская, 8. Бий-Хемская, 9. Кизи-Хемская, 10. Верхнеудинская

Самая большая по численности западносаянско-приенисейская группировка сибирского горного козла обитает в приенисейской части Саяно-Шушенского биосферного заповедника и его охранной зоне. Здесь животные селятся по крутым скальным склонам со степной растительностью в долине Енисея и его притоков. Заполнение Саяно-Шушенского водохранилища разделило труднопреодолимой водной преградой западносаянско-приенисейскую субпопуляцию сибирского козерога на три обособленные части: усинскую, урбунскую и левобережную заповедную. За все время наблюдений не зафиксировано попыток козлерогов преодолеть водохранилище по льду или вплавь, что может свидетельствовать об определенной изоляции между этими группировками.

Проекционная площадь ареала усинской группировки составляет около 14000 га. Численность сибирского горного козла на начало 1980-х гг. здесь оценивалась в 240–290 особей [16], в 2002 г. – в 300 особей [8], в 2012–2018 гг. – в 270–300 особей [наши данные]. Территория обитания вида по Усинскому заливу уходит далеко в сторону от охранной зоны заповедника, и сюда беспрепятственно проникают жители с. Верхнеусинского, которые занимаются браконьерским отловом кабарги и попутно отстреливают козлерогов. Ареал усинской группировки горного козла занимает правобережье водохранилища от залива р. Большой Тепсель на севере до Усинского залива на юге. Восточная граница участка, начиная от залива Большой Тепсель и проходит через средние течения рек Погорелка, Малгаш, по р. Кара-Керем отдалается от ее устья на 5 км. Угодья, расположенные восточнее указанной границы, не пригодны для обитания козлерогов. Северная граница проходит вдоль Усинского залива от его устья до р. Верхний Ак-Кем, охватывая широкую полосу скалистых грив и полуцирков водораздельного хребта между Енисеем и Усом.

Проекционная площадь ареала урбунской группировки сибирского горного козла составляет 27000 га. Численность животных на начало 1980-х гг. оценивалась в 490–570 особей [16], в 2001 г. – в 620 особей [8], в 2012–2018 гг. – в 650–700 особей [наши данные].

Современный ареал этой группировки ограничен с запада Саяно-Шушенским водохранилищем, с севера – Усинским заливом. Восточная граница по ручью Ирисим, впадающему в Усинский залив, идет через р. Кургол, пересекает реки Ханныг, Тозанак, Хаданныг в 4–5 км от устьев их заливов, охватывая остепненные скальные склоны. Поднимается по р. Урбун до устья правого притока Ильчик, затем спускается до верховий р. Шугур. 30–40 лет назад. Восточная граница ареала проходила по левому притоку р. Золотая, а в бассейне р. Урбун охватывала более обширные территории, однако позже за пределами современной границы вид был истреблен со стороны Тувы и пос. Усинское браконьерской охотой.

Общая площадь ареала левобережной (заповедной) группировки сибирского горного козла составляет более 47000 га. Учетными работами 2008–2009 гг. численность козерога в пределах Саяно-Шушенского биосферного заповедника была определена в 2000 особей [9]. В 2012–2018

гг. общая численность стада на территории заповедника оценивается нами в 1900–2000 особей.

Северной границей ареала левобережной (заповедной) группировки принято считать долину р. Кара-Кем. Севернее указанной границы, в бассейне р. Кара-Кем и далее до р. Таловки, природные условия практически не пригодны для обитания вида. Западная граница ареала полностью совпадает с верхней границей свойственных козерогу угодий: крутых скальных участков, соседствующих с остепненными склонами южной экспозиции. По р. Большие Уры ареал по южным склонам речной долины образует выступ на 24 км от водохранилища.

Таким образом, общая площадь западносаянско-приенисейской части ареала сибирского горного козла на 2018 г. составляет около 89000 га, а суммарная численность популяционной группировки – 2900–3000 особей. Стабильная численность козеров обеспечивается охранным режимом территории Саяно-Шушенского биосферного заповедника и его охранной зоны [1].

Популяционная группировка “Каратошская” обитает на территории Государственного природного заказника федерального значения “Позарым”, общая площадь типичных местообитаний составляет более 120000 га. Заказник организован в декабре 2011 года, его территория расположена по осевой части Западного Саяна в бассейнах рр. Малый Абакан, Каратош и Она в Таштыпском районе Республики Хакасия.

Исследования 2011–2017 гг. показали, что общее поголовье козеров составляет не менее 400 особей [7]. Отмечено, что местная группировка, несмотря на очаговый характер распространения, стабильна, и, даже имеет тенденции к росту и расселению после придания территории статуса федерального заказника [2]. Следует отметить, что почти половина территории заказника “Позарым” представляет собой остепненные горные склоны с выходами скал и потенциально пригодна для обитания рассматриваемого вида. Козероги регистрируются единично и группами на обширных пространствах хребтов Кузун, Сайлыг-Хем-Тайга, Чук-Чут и Сальджур. По результатам исследований выделены зимние и летние местообитания козерога, а также места осенней концентрации животных. Зимние станции на территории заказника расположены на ксерофитных скалистых склонах по левобережью реки Каратош, ниже впадения в нее ручья Кызылоук. Эти склоны находятся в пределах таежного пояса, имеют южную экспозицию и в результате высокой инсоляции зачастую уже в феврале на них стаивает снег. Тайга в верхней части склонов, богатая скальными останцами, используется козерогами в качестве укрытия, а самками и для отёла. Особи сибирского козла здесь регистрируются круглогодично, однако зимой происходит их концентрация за счет скопления самок с сеголетками.

Склоны лога р. Кайлюза, расположенные в 13–16 км от ближайшего места зимовки самок с сеголетками, являются летними станциями. Здесь особи козерога всех половозрастных групп регистрируются с мая по ноябрь.

В течение лета животные откочевывают через этот лог севернее по хребту Чук-Чут в верховья рек Перетхем и Средняя Кайла. Южные склоны долины р. Каратош выше впадения р. Кызылоук являются местом осенней концентрации козерога, с пиком во второй половине октября. За исключением единичных случаев, все самки с сеголетками уходят отсюда на зимние пастбища до ноября, самцы регистрируются всю зиму. Перевал Кызылоук является местом перехода между зимними и летними местообитаниями. На хребте Сайлыг-Хем-Тайга самцовые группы постоянно регистрируются в высокогорьях, а небольшие группы самок встречаются здесь только летом. Самые многочисленны стада козерога, отмеченные в заказнике за всю историю наблюдений, состояли из 23 особей в группе самок с сеголетками и 25 особей в стаде разновозрастных самцов. В целом сибирские горные козлы распределены в заказнике неравномерно даже в пределах подходящих для них местообитаний, при этом животные занимают разные участки в зависимости от времени года. Наиболее выражена привязанность к определенным сезонным станциям у групп самок с сеголетками [2].

Анализируя распространение и численность сибирского козерога на территории ООПТ региона, следует отметить, что определенное негативное влияние оказывает браконьерская охота местных жителей. По экспертной оценке ежегодно незаконная добыча на территории ООПТ может составлять до 50 особей этого вида.

В Тувинской части горной системы Западного Саяна сибирский горный козел населяет обширные территории, однако, современные данные о его численности во многом противоречивы. По сведениям М.Н. Смирнова и В.А. Ткаченко [15] площадь местообитаний сибирского козерога в Туве составляла 1326 тыс. га, численность – 3150 особей, при средней плотности 2.4 особи на 1000 га. При этом на 1992 год насчитывалось 20 территориальных группировок.

По информации Государственного комитета по охране объектов животного мира и водных биологических ресурсов Республики Тува, представленных на Портале открытых данных Российской Федерации: [19], численность козерога в регионе по состоянию на 01.08.2016 года оценивалась в 4165 особей на 1730.7 тыс. га угодий. При этом из этого отчета видно, что козероги исчезли в Тес-Хемском, Эрзинском, Каа-Хемском, Тоджинском, Кызылском и Пий-Хемском административных районах республики. Таким образом, общие “потери” в республике за 25-летний период составили 6 территориальных группировок сибирского козерога, общей численностью около 1000 особей, которые населяли 500 тыс. га угодий. В тех группировках козерога, которые сохранились в тувинской части Западного Саяна, обитает не более 740 особей на 335 тыс. га угодий. Легко вычислить, что официальная статистика ведомства не соответствует действительности. Численность животных завышена как минимум в 1.5 раза, соответственно и квоты на отстрел тоже, что не может не вызывать тревогу. Подобная ситуация складывается на всем протяжении

Саянской и Алтайской части ареала сибирского горного козла где животные за пределами ООПТ практически исчезли в результате браконьерской и лицензионной охоты [6, 10, 11, 14, 17 и др.].

По устным сообщениям респондентов в последнее десятилетие посещавших рассматриваемый район резко снизилась численность козрогов Менгулекской, Бай-Тайгинской, и Верхнеудинской группировок. Животные здесь встречаются небольшими разрозненными группами, спорадично населяя труднодоступные горные склоны. Достоверных сведений об их численности нет. Меньше стало сибирских козрогов и по р. Хемчик, о чем свидетельствует полный запрет на их отстрел в Чаа-Хольском районе [19].

Многолетние наблюдения за сибирским горным козлом в Саяно-Шушенском биосферном заповеднике проводимые по единой методике, в одни сроки постоянной группой специалистов позволяют проследить изменения численности в популяционной группировке в естественных условиях (табл.).

Таблица - Динамика численности и структура стада сибирского горного козла в прибрежной зоне Саяно-Шушенского биосферного заповедника по материалам раннелетних учетов 2009-2018 гг.

Год	Кол-во стада	Всего особей	В том числе				Индекс стадности	Кол-во сеголетков на 100 самок
			Самцов	Самок	Сеголет.	Прошлог.		
2009	39	408	1	281	121	5	10.5	43
2010	39	550	15	388	129	18	14.1	33
2011	41	357	6	240	98	7	8.7	41
2012	24	533	24	308	144	57	22.2	47
2013	34	550	15	375	126	34	16.2	34
2014	25	395	26	232	93	44	15.8	40
2015	26	351	1	257	51	42	13.5	20
2016	42	374	13	239	109	13	8.9	45
2017	50	259	35	134	67	23	5.2	50
2018	83	608	65	306	173	64	7.3	56

Как видно из таблицы на территории Саяно-Шушенского биосферного заповедника и его охранный зоны за 10-летний период происходили более чем 2-х кратные изменения численности козрогов, что вызвано естественными причинами не связанными с прямым воздействием человека.

Малая доля самцов учтенных в первой половине лета связана с раздельным обитанием разновозрастных самцовых стад и самок с сеголетками. Именно в это время группы лактирующих самок с козлятами держаться у уреза водохранилища, и попадают в поле зрения учетчиков практически в полном составе, тогда как самцы концентрируются в верхней части склонов и незаметны на большом расстоянии.

Сильно варьируют показатели характеризующие успешность выживания молодняка, а именно доля сеголетков и доля козлят прошлого

года рождения (см. табл.). В отдельные годы эти показатели особенно низкие и определяют общее снижение численности, как это произошло в 2015, 2016 и 2017 гг. Из причин определяющих общую численность и долю молодняка следует выделить, на наш взгляд, две наиболее важные. Первая, это глубокоснежные и морозные зимы, что выступает критически важным показателем для вида [3, 13, 17 и др.]. Например, многоснежная и холодная зима 2016-2017 гг. привела к массовой гибели взрослых самцов козерога, которые, не восстановив силы после осеннего гона, не смогли пережить зимний период. Осмотр павших животных показал их крайнюю степень истощения. Суровая зима также повлекла гибель молодняка 2016 года рождения.

Второй важной причиной является скорость заполнения водохранилища в весенний и раннелетний периоды. При низком уровне воды обнажаются пологие илистые берега. Самки с неокрепшими козлятами вынуждены отходить на водопой на значительные расстояния от спасительных скал, в результате они становятся жертвами медведей и волков. Медведи, покинув весной берлоги, концентрируются по берегам водохранилища, где активно поедают первую весеннюю зелень и целенаправленно охотятся на молодняк копытных: косуль, маралов и прежде всего козрогов, движение которых затрудняет в весенний период остатки льда на околородном пространстве и вязкий грунт. Свидетельства успешной охоты медведей часто встречаются в первой половине лета в зарослях кустарников и завалах плавника у подножия склонов. Расчеты показывают, что при высокой численности хищника его давление на популяцию жертвы может быть существенным [4].

Низкий уровень водохранилища отмечен в мае 2015 г. и мае-июне 2016 г. Можно предположить, что наложение двух указанных факторов дало аддитивный эффект в результате которого в 2017 г. произошел сильный спад численности козрогов. После депрессии 2017 г. последовало более чем 2-х кратное увеличение поголовья козлят в 2018 г., за счет повышенной плодовитости самок и высокой выживаемости молодняка в малоснежную зиму 2017-2018 гг.

Влияние на численность сибирского козерога других факторов оценить сложно. Случаев массового падежа животных от эпизоотий, как на Алтае [14], не зафиксировано. Пресс браконьерской охоты в целом удается сдерживать, хотя по периферии заповедника такие случаи, к сожалению, не редкость.

Заключение. Сибирский горный козел (сибирский козерог) до середины XX века обитал на обширных пространствах остепненных скалистых склонов Западного Саяна. Многолетнее преследование человеком, вытеснение из оптимальных местообитаний, неконтролируемый отстрел привели к многократному сокращению численности. В начале 90-х годов прошлого века стала очевидна тенденция к существенному сокращению численности животных в Западном Саяне и прилегающих территориях на фоне продолжающейся фрагментации ареала.

Сегодня козероги сохранились в удаленных труднодоступных местах, стабильные популяционные группировки существуют только под охраной в пределах ООПТ. Самая многочисленная и устойчивая группировка обитает в пределах Саяно-Шушенского биосферного заповедника. Здесь на 89000 га угодий насчитывают около 3000 сибирских козрогов. Вторая по численности “Каратошская” популяционная группировка занимает 120000 га территории Государственного природного заказника федерального значения “Позарым” и насчитывают до 460 особей. По остальным 8-ми популяционным группировкам сибирского горного козла в Западном Саяне достоверных сведений нет. Современная численность сибирского козерога в Западном Саяне в 4200-4300 особей, а площадь местообитаний в 500 тыс. га. Это самая большая и устойчивая часть популяции в горах Южной Сибири.

На основе 10-летних учетов численности козрогов в Саяно-Шушенском биосферном заповеднике хорошо прослеживаются циклические изменения этого показателя с пиками и спадами в зависимости от влияния факторов различной природы. Оценивая влияние факторов можно сделать вывод о ведущей роли многоснежных и холодных зим и пресса хищников. Успешность охоты медведей и волков на козрогов в весенний период во многом зависит от уровня воды в водохранилище. Существенное негативное влияние на численность оказывает браконьерская охота, которая становится возможной из-за недостаточной эффективности режима охраны на удаленных и труднодоступных участках региональных ООПТ.

Список литературы

1. Афанасьев Р.Г. Территориальное размещение и численность сибирского горного козла (*Capra sibirica*) в приенисейской части Западного Саяна / Р.Г. Афанасьев, В.В. Виноградов, С.Н. Линейцев // Зоол. журн. - 2017. - № 5. - С. 589–596.
2. Власенко П.В. Пространственно-временное распределение сибирского горного козла (*Capra sibirica* Pall., 1776) на территории заказника Позарым (Западный Саян) / П.В. Власенко, И.Л. Исаева // Горные экосистемы и их компоненты // Матер. VI Всеросс. конф. с междунар. участием, посвящ. году экологии в России и 100-летию заповедного дела в России (Нальчик, 11-16 сентября 2017 года) / Под ред. член-корр. РАН Ф.А. Темботовой - Махачкала: АЛЕФ, 2017. - С. 136–138.
3. Данилкин А.А. Сибирский козел // Полорогие (Bovidae). Млекопитающие России и сопредельных регионов / А.А. Данилкин - М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2005. - С. 283–319.
4. Данилкин А.А. Динамика населения диких копытных России: гипотезы, факторы, закономерности / А.А. Данилкин - М.: Тов-во научных изданий КМК, 2009. - 310 с.
5. Завацкий Б.П. Сибирский горный козел Западного Саяна // Экология, морфология, использование и охрана диких копытных / Б.П. Завацкий - М.: Наука, 1989. - С. 239–240.
6. Красная книга Иркутской области / Под ред. О.Ю. Гайковой и др. - Иркутск. ООО “Изд-во Время странствий”, 2010. - 480 с.
7. Кулемеев П.С. К вопросу обитания редких видов млекопитающих на территории планируемого заказника “Позарым” / П.С. Кулемеев, И.Л. Майманакова // Научные исследования в заповедниках и национальных парках Южной Сибири / Отв. ред. В.В. Непомнящий - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. - Вып. 1. - С. 73–78.
8. Линейцев С.Н. Визуальный учет сибирского горного козла с акватории водохранилища в охранной зоне Саяно-Шушенского водохранилища / С.Н. Линейцев //

Тр. гос. природ.-биосфер, заповедника “Саяно-Шушенский”. - 2005. - Вып. 1. - С. 153–158.

9. *Линейцев С.Н.* Сибирский горный козел западно-саянской популяции (численность, размещение, биология и экология) / *С.Н. Линейцев, С.В. Волков* // Научные исследования в заповедниках и национальных парках Южной Сибири / Отв. ред. *В.В. Непомнящий* - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. - Вып. 2. - С. 147–155.

10. *Малых С.В.* Сибирский горный козёл (*Capra sibirica* Pallas, 1776) в Бурятии / *С.В. Малых, А.С. Карнаухов* // Териофауна России и сопредельных территорий. Междунар. сов. (X Съезд Териологического общества при РАН) // М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2016. - 487 с.

11. *Медведев Д.Г.* Учет сибирского горного козла в Тофаларии (Восточный Саян) / *Д.Г. Медведев* // Млекопитающие горных территорий: Матер. междунар. конф. // М.: Изд-во КМК, 2007. - С. 209–212.

12. *Новиков Г.А.* Полевые исследования экологии наземных позвоночных животных / *Г.А. Новиков* М.: Советская наука, 1954. - 490 с.

13. *Размахнин Б.Е.* Сибирский горный козел / *Б.Е. Размахнин* // Копытные звери. - М., 1977. - С. 164–175.

14. *Сабанский Г.Г.* Звери Алтая: Сибирский горный козел / *Г.Г. Сабанский* // Природа Алтая. - 2013. - №10 (214). - С. 30–31.

15. *Смирнов М.Н.* Сибирский горный козел в Южной Сибири / *М.Н. Смирнов, В.А. Ткаченко* // Экология промысловых животных Сибири // Красноярск: Изд-во КГУ. 1992. - С. 71–95.

16. *Соколов Г.А.* Млекопитающие кедровых лесов Сибири / *Г.А. Соколов* Новосибирск, 1979. - С. 106–119.

17. *Федосеенко А.К.* Сибирский горный козел в России и прилегающих странах (состояние популяций, экология, поведение, охрана и хозяйственное использование) / *А.К. Федосеенко* - М.: Изд-во ГУ “Центрохотконтроль”, 2003. - 193 с.

18. *Федосеенко А.К.* Сибирский горный козел в Западном Саяне / *А.К. Федосеенко, П.И. Вейнберг, Н.И. Скуратов* // Охрана и изучение редких и исчезающих видов животных в заповедниках // М.: Изд-во ГУ “Центрохотконтроль”, 1992. - С. 29–44.

19. Портал открытых данных Российской Федерации: [сайт]. URL: <https://data.gov.ru/opendata/resource/a382435d-776c>. Дата обращения: 10.12.2018.

20. The IUCN Red List of Threatened Species (2016-4), 2016. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://maps.iucnredlist.org/map.html?id=42398>. Дата обновления: 10.04.2016.

References

1. Afanasyev R.G., Vinogradov V.V., Lineytssev S.N. Territorialnoye razmeshcheniye i chislennost sibirskogo gornogo kozla (*Capra sibirica*) v priyeniyeyskoy chasti Zapadnogo Sayana [Spatial distribution and abundance of Siberian ibex (*Capra sibirica*) in Yenisei part of Western Sayan]. Zoologicheskij zhurnal, 2017, no. 5, pp. 589–596.

2. Vlasenko P.V., Isayeva I.L. Prostranstvenno-vremennoye raspredeleniye sibirskogo gornogo kozla (*Capra sibirica* Pall., 1776) na territorii zakaznika Pozarym (Zapadnyy Sayan) [Spatio-temporal distribution of Siberian ibex (*Capra sibirica* Pall., 1776) on the territory of Pozarym reserve (Western Sayan)]. Makhachkala, 2017, pp. 136–138.

3. Danilkin A.A. *Sibirskiy kozel* // Polorogiye (Bovidae). Mlekopitayushchiye Rossii i sopredelnykh regionov [Siberian ibex]. Moscow, 2005, pp. 283–319.

4. Danilkin A.A. *Dinamika naseleniya dikikh kopytnykh Rossii: gipotezy. faktory. Zakonomernosti* [Population dynamics of wild ungulates of Russia: hypotheses, factors, patterns]. Moscow, 2009, 310 p.

5. Zavatskiy B.P. *Sibirskiy gornyy kozel Zapadnogo Sayana* [Siberian ibex of Western Sayan]. Moscow, 1989, pp. 239–240.

6. *Krasnaya kniga Irkutskoy oblasti* [Red Book of Irkutsk Region]. Irkutsk, 2010, 480 p.
7. Kulemeyev P.S., Maymanakova I.L. *K voprosu obitaniya redkikh vidov mlekopitayushchikh na territorii planiruyemogo zakaznika "Pozarym"* [To the issue of habitat of rare mammals in the territory of "Pozarym" planned reserve]. Novosibirsk, 2011, no. 1, pp. 73–78.
8. Lineytsev S.N. *Vizualnyy uchet sibirskogo gornogo kozla s akvatorii vodokhranilishcha v okhrannoy zone Sayano-Shushenskogo vodokhranilishcha* [Visual accounting of Siberian ibex from the water area of reservoir in the protected zone of Sayano-Shushenskiy reservoir]. Tr. gos.prirod.-biosfer. zapovednika "Sayano-Shushenskiy", 2005, no. 1, pp. 153–158.
9. Lineytsev S.N., Volkov S.V. *Sibirskiy gornyy kozel zapadno-sayanskoy populyatsii (chislennost. razmeshcheniye. biologiya i ekologiya)* [Siberian ibex of the West Sayan population (size, location, biology and ecology)]. Novosibirsk, 2012, no. 2, pp. 147–155.
10. Malykh S.V., Karnaukhov A.S. *Sibirskiy gornyy kozel (Sapra sibirica Pallas. 1776) v Buryatii* [Siberian ibex (*Capra sibirica* Pall., 1776) in Buryatia]. Moscow, 2016, 487 p.
11. Medvedev D.G. *Uchet sibirskogo gornogo kozla v Tofalarii (Vostochnyy Sayan)* [Accounting of Siberian ibex in Tofalaria (East Sayan)]. Moscow, 2007, pp. 209–212.
12. Novikov G.A. *Polevyye issledovaniya ekologii nazemnykh pozvonochnykh zhivotnykh* [Field studies of terrestrial vertebrates ecology]. Moscow, 1954, 490 p.
13. Razmakhnin B.E. *Sibirskiy gornyy kozel* [Siberian ibex]. Moscow, 1977, pp. 164–175.
14. Sabanskiy G.G. *Zveri Altaya: Sibirskiy gornyy kozel* [Altai animals: Siberian ibex]. Priroda Altaya, 2013, no.10 (214), pp. 30–31.
15. Smirnov M.N., Tkachenko V.A. *Sibirskiy gornyy kozel v Yuzhnoy Sibiri* [Siberian ibex in Southern Siberia]. Krasnoyarsk, 1992, pp. 71–95.
16. Sokolov G.A. *Mlekopitayushchiye kedrovyykh lesov Sibiri* [Mammals of Siberian cedar forests]. Novosibirsk, 1979, pp. 106–119.
17. Fedoseyenko A.K. *Sibirskiy gornyy kozel v Rossii i prilegayushchikh stranakh (sostoyaniye populyatsiy. ekologiya. povedeniye. okhrana i khozyaystvennoye ispolzovaniye)* [Siberian ibex in Russia and adjacent countries (state of populations, ecology, behavior, protection and economic use)]. Moscow, 2003, 193 p.
18. Fedoseyenko A.K., Veynberg P.I., Skuratov N.I. *Sibirskiy gornyy kozel v Zapadnom Sayane* [Siberian ibex in Western Sayan]. Moscow, 1992, pp. 29–44.
19. *Portal otkrytykh dannykh Rossiyskoy Federatsii* [Open Data Portal of the Russian Federation]. URL: <https://data.gov.ru/opendata/resource/a382435d-776c>. Data obrashcheniya: 10.12.2018.
20. The IUCN Red List of Threatened Species (2016-4). 2016. Rezhim dostupa: <http://maps.iucnredlist.org/map.html?id=42398>. Data obnovleniya: 10.04.2016.

Сведения об авторах

Афанасьев Роман Геннадьевич – старший научный сотрудник. Государственный природный биосферный заповедник "Саяно-Шушенский" (662713, Россия, Красноярский край, п. Шушенское, ул. Заповедная, д.7, тел. +7(39139) 31881, e-mail: afanasiev-zapoved@yandex.ru).

Виноградов Владислав Владиславович – доктор биологических наук, доцент кафедры биологии и экологии. Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф.Войно-Ясенецкого (660022, Россия, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, 1, тел. +7(913)5781776, e-mail: vlad-vin@yandex.ru).

Исаева Инна Леонидовна – старший научный сотрудник. Государственный природный заповедник (ФГБУ ГПЗ) "Хакасский" (Россия, 655017, г. Абакан, ул. Цукановой, 164, тел.: +7 (3902) 352204, e-mail: zapovednik-khakassky@mail.ru).

Information about authors

Afanasyev Roman G. - Senior Researcher State Natural Biosphere Reserve "Sayano-Shushenskiy" (7, Zapovednaya St., Shushenskoye, Krasnoyarsk region, Russia, 662713, tel. +7(39139) 31881, e-mail: afanasiev-zapoved@yandex.ru).

Vinogradov Vladislav V. - Doctor of Biological Sciences, Ass. Prof. of Department of Biology and Ecology. Krasnoyarsk State Medical University (1, Partizan Zheleznnyak St., Krasnoyarsk, Russia, 660022, tel. +7(913)5781776, e-mail: vlad-vin@yandex.ru).

Isaeva Inna L. - Senior Researcher, Natural Reserve "Khakasskiy" (164, Tsukanova St., Abakan, Russia, 655017, tel.+7 (3902) 352204, e-mail: zapovednik-khakassky@mail.ru).

УДК 579.88+141.155

О СОЦИАЛЬНОЙ ЭВОЛЮЦИИ ЧЕЛОВЕКА

Ю.В.Богородский

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А.Ежевского, г. *Иркутск*,
Россия

В эволюции органического мира на нашей планете было три последовательных этапа: химический, биологический и социальный. Социальная эволюция – последний этап развития Биосферы. В настоящее время само существование Живого на Земле в значительной мере определяется социальной средой. Учение о Ноосфере, сформулированное В.И.Вернадским, предполагало коэволюционное развитие Биосферы и Общества. Однако, несмотря на широкое, казалось бы, распространение экологических и природоохранных знаний, люди, и, прежде всего, облечённые властью и занимающие различные руководящие посты, в своей деятельности не руководствуются экологическим императивом. Очевидно, что для рационального, научно обоснованного, неразрушительного использования ресурсов Биосферы одних знаний недостаточно. Несмотря на имеющиеся региональные различия, в целом Биосфера Земли подвергается деградации. Россия не относится к числу регионов с относительно благоприятными отношениями Природы и Общества. Очевидно, что для гармонизации отношений между ними необходим определённый уровень морально-этического развития Общества и каждого отдельного человека. Успешное духовное воспитание народа возможно только в правовом государстве. На протяжении всей истории России широкие народные массы фактически были бесправны и подвергались гнёту со стороны властей. В XX веке была предпринята попытка изменить государственный строй в России на более справедливый. Однако она обернулась беспрецедентно-грубым подавлением всякой личной и общественной инициативы и самостоятельности, что ещё более подорвало духовно-нравственное здоровье народов. Нездоровое Общество поражает Биосферу. Ряд исследователей и философов предрекают закат человеческой цивилизации и переход к постчеловеческой цивилизации, при которой Биосфера будет не нужна.

Ключевые слова: общество, биосфера, ноосфера, цивилизация, морально-этическая деградация.

HUMAN SOCIAL EVOLUTION THOUGHTS

Bogorodskiy Yu.V.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, *Irkutsk, Russia*

In the evolution of the organic world on our planet there were three successive stages: chemical, biological and social. Social evolution is the last stage in the development of the Biosphere. Currently, the very existence of the Living on Earth is largely determined by the social environment. The doctrine of the Noosphere, formulated by V.I. Vernadsky, suggested the co-evolutionary development of the Biosphere and Society. However, despite the widespread, it would seem, spread of environmental and environmental knowledge, people, and, above all, invested with power and occupying various leadership posts, are not guided by their ecological imperative in their activities. It is obvious that knowledge is not enough for the rational, scientifically grounded, non-destructive use of the resources of the Biosphere. Despite regional differences, in general, the Earth's Biosphere is undergoing degradation. Russia is not among the regions with relatively favorable relations between Nature and Society. It is obvious that for the harmonization of relations between them a certain level of moral and ethical development of the Society and each individual person is necessary. Successful spiritual education of the people is possible only in a legal state. Throughout the history of Russia, the broad masses of the people were virtually powerless, and were oppressed by the authorities. In the twentieth century, an attempt was made to change the state system in Russia to a fairer one. However, it turned into an unprecedentedly rude suppression of any personal and social initiative and initiative, which further undermined the spiritual and moral health of peoples. Unhealthy Society affects the Biosphere. A number of researchers and philosophers predict the decline of human civilization and the transition to a posthuman civilization, in which the biosphere will not be needed.

Keywords: society, biosphere, noosphere, civilization, moral and ethical degradation.

В эволюции органического мира на Земле выделяются три этапа: 1) химическая эволюция, 2) биологическая эволюция и 3) социальная эволюция. Последний – социальный этап – начался с появлением в ходе биологической эволюции разумного существа – Человека.

Цель работы – проанализировать возможные причины кризиса отношений между Обществом и Природой.

Эволюция Живого тесно связана с изменением характера информации [4]. Первоначально приспособления к среде жизни осуществлялись на основе генетической информации. У высших животных появились так называемая поведенческая информация, суть которой заключалась в подражательном обучении молодых особей взрослыми по принципу “делай, как я”. Однако по такому принципу возможна передача лишь самой элементарной информации.

У архантропов, научившихся изготавливать орудия труда и накопивших достаточно большой объём знаний об окружающем мире, подражательная форма поведенческой информации стала недостаточной. Потребовалось целенаправленное обучение и связанное с ним развитие речи – так появилась логическая информация. Это, в свою очередь, привело к коренной перестройке отношений между особями внутри стада. Было осознано, что старые особи, неспособные выполнять функции по жизнеобеспечению стада, могут быть полезны своими знаниями и трудовыми навыками, передавая их молодым. Стариков перестали убивать, и постепенно произошёл отказ от внутривидовой борьбы. Из стада стала формироваться новая общность – племя, в которой возникли и развились мораль, нравственность, прочие общечеловеческие духовные ценности.

Обсуждение темы. Биологическая эволюция Человека завершилась 30-40 тыс. лет назад. Теперь его эволюция определяется социальной средой. Обладание Разумом позволяет его носителям формировать цели развития Общества и Природы и следовать этим целям, т.е. направлять развитие. В своё время академик В.И. Вернадский сформулировал учение о Ноосфере, как о “биосфере, переработанной научной мыслью”. В такой трактовке можно было ожидать, что антропогенное воздействие на Биосферу окажется максимально аккуратным, неразрушительным. Однако на деле оказалось всё наоборот. Безудержная эксплуатация природных ресурсов подрывает устойчивость Биосферы и затрудняет дальнейшее общественно-экономическое развитие человечества. В принципе, рыночной системе, движущей силой которой является стремление к максимальному получению прибыли, не присуще стремление к защите окружающей среды и рациональному использованию её ресурсов.

Не мог же Вернадский не понимать, что человечеству для удовлетворения своего настоящего и обеспечения будущего следует не только рационально, экономно использовать ресурсы Биосферы, но и изменять свои потребности, сообразно возможностям Природы удовлетворять их. Надо чётко понимать, что Биосфера без Человека может существовать, Человек же вне Биосферы – не может. В самом начале XX века Вернадский говорил, что неизбежно наступит время, когда Человеку придётся взять на себя ответственность за судьбу Биосферы. Это время давно наступило, но никаких положительных сдвигов во взаимоотношениях Социума и Природы до сих пор нет. Наоборот, кризис между ними всё более обостряется. Происходит оскудение животного и растительного мира, вырубаются леса планеты, в аридном поясе бурно идёт процесс опустынивания, загрязняется Мировой океан, во многих регионах ощущается острый дефицит пресной воды.

Проблема, вероятно, в самом Человеке. На фоне широкого распространения экологических знаний, когда можно подумать, что они “переполняют” умы людей, в наших отношениях с Природой, по большому счёту, ничего не меняется. Стало быть, и знаний недостаточно, чтобы люди руководствовались в своей жизни и деятельности экологическим императивом. Согласованность человеческой деятельности с поддержанием стабильности среды, в которой все мы живём, требует не только научных знаний об этой среде, знаний о последствиях нашей деятельности, но требует нового миропонимания, новой нравственности и новой духовности [6]. Надо признать, что в учении о Ноосфере недостаёт именно морально-этического компонента.

Воспитание и поддержание морали – дело институтов гражданского общества (семьи, школы, религиозных общин, добровольных организаций, союзов и движений), а не государственных структур. Чтобы выполнять эти задачи, общество должно, независимо от государства, располагать средствами и санкциями, необходимыми для побуждения человека к признанию и соблюдению нравственных норм [10].

Но и государство обязано способствовать творческой созидательной активности как общества в целом, так и отдельных его членов. А для этого государство должно быть, прежде всего, правовым, т.е. признавать и на деле обеспечивать неотъемлемые гражданские права личности (свободу совести, свободу слова, свободу общения). Известный отечественный правовед в области государственного права Б.А.Кистяковский (1868-1920) указывал, что при бесправии личности могут процветать только административный произвол и полицейское насилие. В правовом государстве власть не должна подавлять личность, оскорбляя личность, государство убивает всякую личную и общественную инициативу и самостоятельность [3]. Кистяковский справедливо считал, что только через правовое государство возможно создание государства социалистического.

В России и прежде не было правового государства, а после так называемой “социалистической революции” 1917 года “созидание социализма” осуществлялось насильственными методами. Происходило ограбление крестьянства в период “военного коммунизма”, беспощадная варварская антирелигиозная борьба, насильственная коллективизация сельского хозяйства с новым закрепощением крестьян, жестокая борьба с инакомыслием. Всё это не могло не вызывать в народе протесты и даже бунты, которые подавлялись силой оружия. Протестные движения расценивались большевистской властью (которая позиционировала себя властью трудового народа) как обострение “классовой борьбы”, что вело к беспрецедентным по масштабу репрессиям против “врагов народа”. Заметим кстати, что “врагами народа” объявляли и тех, кто ратовал за охрану природы.

Возможность подобного сценария “построения социализма” была предсказана и критически проанализирована в своё время К.Марксом. Маркс называл такой “социализм” казарменным, когда для истинного социализма ещё не было ни объективных, ни субъективных предпосылок, когда для упразднения частной собственности также не было необходимых условий. В повсеместном отрицании личности человека, в глумлении над личностью и заключалась суть казарменного социализма [1].

Могли ли страдания народа не сказаться на его духовно-нравственном здоровье? Разумеется, - нет, они сказались самым трагическим образом. Был существенно подорван генофонд наций, поскольку многие и многие творчески активные личности были расстреляны, либо погибли в лагерях. Судите сами, какой морально-этический потенциал достался нам в наследство. Трансформация морально-этических норм жизни и поведения людей привела к распространению в обществе бездуховности и безнравственности, которые, в свою очередь, породили вседозволенность и примат личных интересов над общественными.

Чудовищный социальный эксперимент не только нанёс колоссальный моральный ущерб народам, он же привёл к серьёзнейшему кризису в отношениях Общества и Природы, фактически подведя Человека к последней черте его истории. Больное Общество поражает и Природу. И те

отдельные положительные процессы, наблюдающиеся в нашем обществе (возрождение религиозной жизни, отдельные общественные инициативы и проч.), вряд ли способны переломить ситуацию, поскольку кризис слишком глубок, общество серьёзно больно. Времени для “выздоровления” остаётся всё меньше. Государство и само общество озабочены иными, по большому счёту, меркантильными проблемами, но отнюдь не морально-этической деградацией личности и общества. Тем более, что реализуемая сейчас форма научно-технического прогресса, делая жизнь человека более комфортной, лёгкой и удобной, не способствует духовному развитию личности, а, напротив, объективно ведёт к её деградации. К примеру, широкая компьютеризация образования ведёт к вытеснению преподавателя-человека. Роль же преподавателя заключается не только в передаче знаний, но в значительно большей степени в духовном развитии личности обучаемых.

Не случайно многие зарубежные и отечественные [2, 5, 7, 8, 9, 11] исследователи и мыслители предрекают недалёкий закат человеческой цивилизации и переход к цивилизации постчеловеческой. Ещё в 40-х годах XX века американский математик Джон фон Нейман предсказал автотрофность информации, т.е. появление самовоспроизводящихся автоматов, которые станут субъектами познания, заменив в этой роли человека.

Академик А. Назаретян писал, что “потенциальной беспредельностью обладает исторический опыт, интеллект, культура, но не их конкретные формы и носители” [9]. Кому нужен исторический опыт, если из него некому будет извлекать уроки, и нужна ли будет культура бездушным автоматам? Автоматам не нужна будет и вся живая Природа. У известного польского писателя и философа С. Лема есть фантастическая повесть “Непобедимый”, в которой он описал судьбу планеты, на которой господствовали и эволюционировали автоматы. Теперь известно, что немало предсказаний фантастов прошлого, воплощались в жизнь. Не исключено, что нынешняя форма социальной эволюции земного человечества и нашу планету приведёт к такому же финалу, о котором писал Лем.

Список литературы

1. Бутенко А.П. Становление социалистического общества и казарменный социализм/ А.П.Бутенко, Т.Г.Кадочникова // Вопросы философии. – 1990. - №6. – С.46-52.
2. Галл Я.М. Генетика, экология и концепция макроэволюции Н.К.Кольцова/ Я.М.Галл // Информационный Вестник ВОГиС. – 2005. – Т.9. - №1. – С. 34-42.
3. Кистяковский Б.А. Государство правовое и социалистическое/ Б.А.Кистяковский // Вопросы философии. – 1990. - № 6. – С.141-159.
4. Корогодин В.И. Основы жизни – информация / В.И.Корогодин, Корогодина В.Л.// Природа. – 1993. - № 12. – С.3-10.
5. Моисеев Н. Человек и ноосфера/ Н.Моисеев // М.: Молод. Гвардия. – 1990. – 351 с.
6. Моисеев Н.Н. Человек во Вселенной и на Земле/ Н.Н.Моисеев // Вопросы философии. – 1990. - № 6. – С.32-45.
7. Моисеев Н. Природный фактор и кризисы цивилизации/ Н.Моисеев// Общественные науки и современность. – 1992. - № 5. – С. 84-95.

8. Назаретян А. В многомерном мире раскрывается ограниченность гуманизма/ А.Назаретян // Общественные науки и современность. – 1991. - № 6. – С.74-80.
9. Назаретян А. Беспредель ли человек? / А.Назаретян// Общественные науки и современность. – 1992. - № 5. – С.176-183.
10. Право. Свобода. Демократия (Материалы “Круглого стола”) // Вопросы философии. – 1990. - №6. – С. 3-31.
11. Седов Е.А. Термодинамика и гуманизм / Е.А.Седов // Природа. – 1993. - № 5. – С. 120-122.

References

1. Butenko A.P., Kadochnikova T.G. *Stanovlenie socialisticheskogo obshchestva i kazarmennyj socialism* [The formation of a socialist society and barracks socialism]. *Voprosy filosofii*, 1990, no.6, pp.46 - 52.
2. GallJa.M. *Genetika, jekologija i koncepcija makrojevoljucii N.K.Kol'cova* [Genetics, ecology and the concept of macroevolution of N .K. Koltsov]. *Informacionnyj Vestnik VOGiS*, 2005, vol.9, no.1, pp. 34-42.
3. Kistjakovskij B.A. *Gosudarstvo pravovoe i socialisticheskoe* [State legal and socialist]. *Voprosy filosofii*, 1990, no.6, pp.141-159.
4. Korogodin V.I. , Korogodina V.L. *Osnovy zhizni – informacija* [Basics of life - information // *Priroda*, 1993, no.12, pp.3-10.
5. Moiseev N. *Chelovek i noosfera* [Man and noosphere]. Moscow, 1990, 351 p.
6. Moiseev N.N. *Chelovek vo Vselennoj i na Zemle* [Man in the Universe and on Earth]. *Voprosy filosofii*, 1990, no.6, pp.32-45.
7. Moiseev N. *Prirodnyj faktor i krizisy civilizacii* [The natural factor and crises of civilization]. *Obshhestvennye nauki i sovremennost'*, 1992, no.5, pp. 84-95.
8. Nazaretjan A. *V mnogomernom mire raskryvaetsja ogranichenost' gumanizma* [In a multidimensional world, the limitations of humanism are revealed.]. *Obshhestvennye nauki i sovremennost'*, 1991, no.6, pp.74-80.
9. Nazaretjan A. *Bespredelen li chelovek?* [Is man boundless?]. *Obshhestvennye nauki i sovremennost'*, 1992, no.5, pp. 176-183.
10. *Pravo. Svoboda. Demokratija* (Materialy “Kruglogo stola”) [Right. Freedom. Democracy]. *Voprosy filosofii*, 1990, no.6, pp. 3-31.
11. Sedov E.A. *Termodinamika i ...gumanizm* [Thermodynamics and ... humanism]. *Priroda*, 1993, no.5, pp. 120-122.

Сведения об авторе

Богородский Юрий Владимирович – кандидат биологических наук, доцент кафедры общей биологии и экологии Института управления природными ресурсами-факультет охотоведения имени проф. В.Н. Скалона. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 8(3952)237773, e-mail: rector@igsha.ru).

Information about author

Bogorodsky Yuri V. – Candidate of Biological Sciences, Assi. Prof. Department of General Biology and Ecology of Institute of Natural Resources Management – Faculty of Game Management of Prof. V.N.Skalon. Irkutsk State Agrarian University name after A.A. Ezhevsky (Molodezny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, 8(3952)237773, e-mail: rector@igsha.ru).

УДК 598.112.8 (59.009)

К ВОПРОСУ О ПИТАНИИ СЕРОГО ВАРАНА (*Varanus griseus* Eichwald, 1831) В СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫХ КЫЗЫЛКУМАХ

^{1,2}Ю.А. Зима, ¹М.А. Чирикова, ²В.О. Саловаров

¹РГП “Институт зоологии”, г. Алматы, Казахстан

²Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, г. Иркутск, Россия

В работе приводятся данные по питанию серого варана (*Varanus griseus* Eichwald, 1831) в казахстанской части пустыни Кызылкум (крайний северный предел ареала), основанные на копрологическом материале. Приводится обзор накопленной информации за последние 70 лет, отмечается высокая изученность питания серого варана на территории Узбекистана и Туркменистана. Для указанных территорий в рационе рептилии преобладают большая песчанка, степная черепаха и гюрза. Рацион серого варана на территории Казахстана имеет некоторые отличия от такого, описанного для Центральных Кызылкум. В статье показана доля различных объектов питания в составе экскрементов серого варана и выявлены приоритетные объекты его питания. Частота встречаемости различных видов кормов в рационе варана распределилась следующим образом: степная черепаха – 52.4%, жесткокрылые – 50.8%, различные виды ящериц – 47.5%, перепончатокрылые – 47.5%, прямокрылые – 44.2%, полужесткокрылые – 11.4%, прочие членистоногие – 18.0%, млекопитающие – 13.1%, змеи – 8,1%, птицы – 6.5% и чешуекрылые – 3.2%. Кроме того, проведенный анализ позволил установить сезонные изменения рациона серого варана и его трофических предпочтений. На территории Казахстана весной варан поедает в большем количестве жесткокрылых и рептилий (степная черепаха и степная агама), что совпадает с массовым летом имаго и массовым выходом из спячки рептилий; летом рацион варана изменяется – из ящериц большую долю в питании занимают ящурки и степная агама, из насекомых в его питании значительное место занимают прямокрылые, осенью – жесткокрылые и агама.

Ключевые слова: серый варан, Кызылкумы, экскременты, объекты питания, рацион.

TO THE PROBLEM OF NUTRITION OF DESERT MONITOR (*Varanus griseus* Eichwald, 1831) IN THE NORTHEASTERN KYZYLKUM

^{1, 2} Zima YU.A., ¹Chirikova M.A., ² Salovarov V.O.

¹ Institute of Zoology, Almaty, Kazakhstan

² Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia

The paper presents data on the feeding of desert monitor (*Varanus griseus* Eichwald, 1831) in Kazakhstan part of Kyzylkum desert (extreme northern limit of the range), based on coprological material. A review of the accumulated information for the last 70 years is given, the high level of knowledge of the food of desert monitor in the territory of Uzbekistan and Turkmenistan is noted. For these areas in the reptile's diet is dominated by a large gerbil, steppe tortoise and gyurza. The diet of desert monitor in Kazakhstan has some differences from that described for the Central Kyzyl Kum. The article shows the proportion of various food objects in the composition of the excrement of desert monitor and identified priority objects of its food. The frequency of occurrence of various types of food in the ration of desert monitor was distributed as follows: steppe tortoise - 52.4%, coleoptera - 50.8%, various types of lizards 47.5%, hymenoptera 47.5%, orthoptera 44.2%, hemiptera 11, 4%, other arthropods 18.0%,

mammals in 8 13.1%, snakes 8.1%, birds 6.5% and lepidoptera 3.2%. In addition, the analysis made it possible to establish seasonal changes in the diet of desert monitor and its trophic preferences. In the territory of Kazakhstan, in spring, desert monitor eats in more numbers of beetles and reptiles (steppe tortoise and steppe agama), which coincides with the massive summer of imago and mass output from the hibernation of reptiles; in the summer, the diet of desert monitor changes - lizards and a steppe agama occupy a large proportion of the lizards, and the winged wings occupy a significant share in the diet of insects; in the fall, the coleoptera and the agama.

Keywords: desert monitor, Kyzylkum, excrement, food objects, diet.

Серый варан (*Varanus griseus* Eichwald, 1831) –самый крупный вид пресмыкающихся на территории Казахстана. Это активный дневной хищник, способный приспосабливаться к питанию разнообразной пищей и перемещаться на большие расстояния в её поисках.

Однако специальных работ, посвященных питанию серого варана на территории Казахстана, на сегодняшний день нет. Некоторые отрывочные сведения о его питании приводятся в работах К.П. Параскива [8] и З.К. Брушко [6]. Так, в Южных Кызылкумах в 50-х годах просмотрен один желудок, в котором обнаружены 2 яйца черепах и жуки (5 чернотелок, 3 копрофага и 2 златки), и экскременты, в которых найдены только хитиновые панцири чернотелок в количестве 11 штук [8]. В Юго-Восточных Кызылкумах в 80-х годах в исследованных экскрементах обнаружены остатки молодых черепах и их яиц, челюсти ящурок, шерсть грызунов и части жуков. А по наблюдениям установлено, что варан охотится на воробьев и охотно поедает песчанок, в том числе мертвых, попавших в капканы [6]. На этом данные, касающиеся питания серого варана в казахстанской части пустыни Кызылкум (северные, восточные и частично южные её части), исчерпываются.

Для территорий Киргизии и Таджикистана особенности питания серого варана изучены так же слабо [12, 14]. Напротив, для южной части Средней Азии (Узбекистан, Туркменистан) имеются довольно многочисленные данные о его питании. [1-5, 9, 10, 11, 13 16]. Тем не менее, экстраполировать эти данные на территорию Казахстана не корректно, так как известна зависимость рациона серого варана от региона [1, 3, 16].

Кормовая база *Varanus griseus* Eichwald, 1831 включает насекомых, членистоногих (паукообразных, ракообразных), мелких позвоночных – амфибий, рептилий, грызунов, птиц и рыб [4, 6, 8, 11, 12, 14-16, наши данные]. В Центральных Кызылкумах основой его питания являются позвоночные (особенно большая песчанка и степная черепаха) [10]. В Туркменистане в состав главных объектов питания в весенний период входят насекомые, пресмыкающиеся и млекопитающие [3]. Но летом в нижнем течении реки Мургаб (Туркменистан) варан переходит на питание преимущественно гюрзами *Vipera lebetina* Sharma, 2004 [9]. В Узбекистане большую долю рациона варана составляет среднеазиатская черепаха - до 46% [5], и ее яйца - до 40% [10]. Кроме того, в рационе варана встречаются такие объекты питания, как пресноводные крабы и рыба [12]. По данным М.

Stanner, H. Mendelssohn, в Израиле по частоте встречаемости в фекальных гранулах серого варана (*Varanus griseus* Eichwald, 1831) преобладают беспозвоночные (92 %) [15].

В настоящей работе приведены предварительные результаты по изучению остатков пищи в копрологическом материале. А степень изученности трофических предпочтений серого варана на севере его ареала определяет целесообразность продолжения исследований.

Цель – определение и оценка состава пищевого рациона серого варана в северо-восточной части пустыни Кызылкум путем разбора копрологического материала.

Материалы и методы. Материалом послужили сборы фекальных гранул серого варана в северо-восточной части пустыни Кызылкум во все сезоны его активности в период с 2015 по 2017 г. Данный метод зарекомендовал себя как один из наиболее удобных среди бескровных методов изучения питания рептилий [7, 10, 16]. Обработано 73 пробы фекальных гранул, из них 61 проба содержит остатки объектов питания. Насекомые и членистоногие определены С.В. Коловым.

Результаты и обсуждение. В фекальных гранулах остатки добычи были представлены твердыми панцирями членистоногих, роговыми формациями (т.е. волосы, когти, перья, чешуя рептилий) и скорлупой (как твердой, так и мягкой). Кости, в том числе зубы, могут быть полностью переварены, но часто сохраняются кости конечностей и челюстей.

Первые экскременты начинают попадаться через несколько дней после выхода ящериц из зимовочных укрытий. Однако они не содержат никаких остатков пищи, так как вараны после выхода с зимовки начинают питаться не сразу. Собранные ранней весной фекальные гранулы (12 проб) от взрослых экземпляров содержали только песок. При отсаживании найденных 7 ювенильных особей варана в апреле 2017 года сразу после появления их из зимовочных укрытий экскрементов получено не было совсем. Экскременты, содержащие остатки объектов питания, начинают встречаться только через 2-3 недели после массового выхода варанов из зимовочных укрытий.

В рационе серого варана, по данным, полученным в результате разбора экскрементов, обнаружены следующие объекты питания: птицы - яйца, сами птицы, млекопитающие, рептилии - змеи, такырная круглоголовка, степная агама, черепаха (яйца, особи), ящурки, членистоногие - скорпион, сольпуга, пауки, насекомые - чернотелки, златки, скарабеи, жуужелицы, клопы, божьи коровки, нарывники, кузнечики, настоящие саранчовые, муравьи, роющие осы, пчелы.

Несмотря на то, что список основных кормовых объектов варана сходен с таковым для других регионов, процентное содержание имеет свои особенности. В собранных нами экскрементах варана (61 проба), которые содержали остатки съеденных объектов, наиболее часто отмечена среднеазиатская черепаха - в 32 пробах (52.4%), насекомые, в основном жесткокрылые, найдены в 31 пробе (50.8%), различные виды ящериц в 29

пробах (47.5%), перепончатокрылые – в 29 (47.5%), прямокрылые – в 27 (44.2%), полужесткокрылые – в 7 (11,4%), членистоногие – в 11 (18.0%), млекопитающие – в 8 (13.1%), змеи – в 5 (8.1%), птицы – в 4 (6.5%) и чешуекрылые – в 2 (3.2%).

Кроме того, встречаемость растительных остатков составила 18 % и 2% - песок, который, как и растительность, поедается случайно при поимке объектов питания. Значительное количество муравьев, обнаруженное в большинстве экскрементов, по-видимому, не поедалось вараном целенаправленно, а попадало к нему уже в желудках поедаемых им степных агам и круглоголовок, в связи с чем, в расчетах они не учитывались. К подобному заключению пришли и другие исследователи [4].

Полученные нами материалы согласуются с литературными данными по Узбекистану и Туркменистану в том, что в каждый из сезонов в рационе серого варана преобладают виды, которые в этот момент наиболее многочисленны [5, 10, 17]. На территории Казахстана весной варан поедает в большем количестве насекомых (жесткокрылые) и рептилий (степная черепаха и степная агама), летом – ящериц (ящурки, степная агама) и насекомых (прямокрылые), осенью – насекомых и рептилий (ящериц).

Заключение. Основу рациона серого варана в Казахстане, в закрепленной пустыне Кызылкум, составляют насекомые и рептилии. По частоте встречаемости в пробах объекты питания распределены следующим образом: насекомые, рептилии, паукообразные, млекопитающие и птицы. При этом анализ фекальных гранул не позволяет констатировать наличие в них новорожденных грызунов, амфибий и некоторых беспозвоночных. Варан употребляет в пищу все доступные ему живые объекты: птиц, мелких млекопитающих, рептилий - змей, ящериц (такырных круглоголовок, степных агам, ящурок), черепах (яйца и сами особи), членистоногих (скорпионов, сольпуг, пауков), насекомых (чернотелок, златок, скарабеев, жуужелиц, клопов, божьих коровок, нарывников, кузнечиков, настоящих саранчовых, роющих ос и пчел). Анализ сезонных изменений рациона серого варана показал, что весной одними из основных объектов питания являются насекомые, среднеазиатская черепаха и ящерицы. Летом, основным объектом питания варана становятся – ящерицы, жесткокрылые, прямокрылые и членистоногие. Осенью – жесткокрылые и ящерицы. В каждый из сезонов поедаются наиболее многочисленные виды.

Работа была выполнена в рамках республиканского гранта МОН РК 2200/ГФ4 и при поддержке фонда Руффорда (The Rufford Small Grants Foundation) 2016 (19111-2).

Список литературы

1. Атаев Ч.А. Пресмыкающиеся гор Туркменистана / Ч.А. Атаев - Ашхабад: Ылым, 1985. - 344 с.
2. Богданов О.П. Фауна Узбекской ССР. Земноводные и пресмыкающиеся / О.П. Богданов – Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1960. - 260 с.
3. Богданов О.П. Пресмыкающиеся Туркмении / О.П. Богданов - Ашхабад: Ылым, 1962. - 234 с.

4. Богданов О.П. Экология пресмыкающихся Средней Азии / О.П. Богданов - Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1965. - 260 с.
5. Бондаренко Д.А. Среднеазиатская черепаха, *Agrionemys horsfieldii* (Gray, 1844), в питании позвоночных животных Средней Азии: итоги изучения проблемы / Д.А. Бондаренко // Современная герпетология. - 2013. - №.12 (1/2). - С. 3 – 21.
6. Брушко З. К. Ящерицы пустынь Казахстана / З. К. Брушко – Алматы: Конжык, 1995. - 232 с.
7. Куранова В.Н. Бескровные методы изучения питания змей / В.Н. Куранова, В.Г. Колбинцев // Экология наземных позвоночных Сибири. - 1983. - С. 161- 169.
8. Параскив К.П. Пресмыкающиеся Казахстана / К.П. Параскив – Алма-Ата: Конжык, 1956. - 228 с.
9. Рюмин А.В. К экологии серого варана в Южной Туркмении / А.В. Рюмин // Герпетология Средней Азии. - 1968. - С. 28–31.
10. Сергеев А.М. О питании серого варана / А.М. Сергеев, Ю.А. Исаков // Природа. – 1941. - №6. - С. 75-76.
11. Целлариус А.Ю. О факторах, определяющих состав рациона, суточную динамику активности и биотопическое размещение ящериц / А.Ю. Целлариус/ Зоологический журнал – 1982. - Т.61 (11). -С. 1682–1694.
12. Целлариус А.Ю. Предварительное сообщение о работах по изучению биологии *Varanus griseus* (Reptilia, Varanidae) в Средней Азии / А.Ю. Целлариус, В.А. Черлин, Ю.Г. Меньшиков // Герпетологические исследования. - 1991. - С. 61- 103.
13. Чернов С.А. Фауна Таджикской ССР. Пресмыкающиеся / С.А. Чернов // Тр. ИЗИП АН ТаджССР. – 1959. - Т.18. - 204с.
14. Ядгаров Т.Я. Материалы по экологии серого варана из бассейна Сурхандарьи / Т.Я. Ядгаров// Герпетология Средней Азии. - 1968. - С. 24- 28.
15. Яковлева И.Д. Пресмыкающиеся Киргизии / И.Д. Яковлева – Фрунзе: Илим, 1964. - 273 с.
16. Stanner M. The diet of *Varanus griseus* in the southern coastal plain of Israel (Reptilia: Sauria) / M. Stanner, H. Mendelssohn // Israel Journal of Zoology. - 1986. - № 34 (1-2). - P. 67-75.
17. Tsellarius A.Yu. Notes on the diet and foraging of *Varanus griseus* / A.Yu. Tsellarius, E.Yu. Tsellarius, Yu.G. Men'shikov // Russian Journal of Herpetology. - 1997. - №4 (2). - P. 170 – 181.

References

1. Atayev Ch.A. *Presmyikayuschiesya gor Turkmenistana* [Reptiles of the mountains of Turkmenistan]. Ashgabat, 1985, 344 p.
2. Bogdanov O.P. *Fauna Uzbekskoy SSR. Zemnovodnyie i presmyikayuschiesya* [Fauna of the Uzbek SSR. Amphibia and reptiles]. Tashkent, 1960, 260 p.
3. Bogdanov O.P. *Presmyikayuschiesya Turkmenii* [Reptiles of Turkmenistan]. Ashkhabad, 1962, 234 p.
4. Bogdanov O. P. *Ekologiya presmyikayuschihsysa Sredney Azii* [Ecology of reptiles of Central Asia]. Tashkent, 1965, 260 p.
5. Bondarenko D.A. *Sredneaziatskaya cherepaha, Agrionemys horsfieldii* (Gray, 1844), v pitanii pozvonochnyih zhivotnyih Sredney Azii: itogi izucheniya problemy [Central Asian tortoise, *Agrionemys horsfieldii* (Gray, 1844), in the feeding of vertebrates in Central Asia: results of studying the problem]. Modern herpetology, 2013, no.12 (1/2), pp. 3–21.
6. Brushko Z.K. *Yascheritsyi pustyin Kazahstana* [Desert Lizards of Kazakhstan]. Almaty, 1995, 232 p.
7. Kuranova V.N., Kolbintsev V.G. *Beskrovnyie metody izucheniya pitaniya zmey* [Bloodless methods of studying the power of snakes]. Tomsk, 1983, pp. 161 – 169.

8. Paraskiv K.P. *Presmyikayuschiesya Kazahstana* [Reptiles of Kazakhstan]. Alma-Ata, 1956, 228 p.
9. Ryumin A.V. *K ekologii serogo varana v Yuzhnoy Turkmenii* [To ecology of desert monitor in Southern Turkmenistan]. Tashkent, 1986, pp. 28-31.
10. Sergeev A.M., Isakova Yu.A. *O pitanii serogo varana* [About nutrition of desert monitor]. 1941, pp. 75-76.
11. Tsellarius A.Yu. *O faktorah, opredelyayuschih sostav ratsiona, sutochnuyu dinamiku aktivnosti i biotopicheskoe razmeshenie yascherits* [Preliminary report on the study of biology of *Varanus griseus* (Reptilia, Varanidae) in Central Asia]. 1982, pp. 1682-1694.
12. Tsellarius A.Yu. et. all. *Predvaritelnoe soobschenie o rabotah po izucheniyu biologii Varanus griseus (Reptilia, Varanidae) v Sredney Azii* [Preliminary report on the study of biology of *Varanus griseus* (Reptilia, Varanidae) in Central Asia]. Herpetological studies, 1991, pp. 61 – 103.
13. Chernov S.A. *Fauna Tadzhikskoy SSR. Presmyikayuschiesya* [Fauna of the Tajik SSR. Reptiles]. Stalinabad, 1959, 202 p.
14. Jadgarov T.J. *Materialyi po ekologii serogo varana iz basseyna Surhandari* [Materials on the ecology of desert monitor from the Surkhandarya basin]. Tashkent, 1968, pp. 24 -28.
15. Yakovleva I.D. *Presmyikayuschiesya Kirgizii* [Reptiles of Kyrgyzstan]. Frunze, 1964, 273 p.

Сведения об авторах

Зима Юлия Александровна - аспирант кафедры охотоведения и биоэкологии института управления природными ресурсами - факультет охотоведения им. В.Н. Скалона, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664007, Россия, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 59, тел. 8(3952)290660, e-mail: zimay@mail.ru).

Саловаров Виктор Олегович – доктор биологических наук, профессор кафедры охотоведения и биоэкологии института управления природными ресурсами - факультет охотоведения им. В.Н. Скалона, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664007, Россия, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 59, тел. 89148734202, e-mail: lesturohota@mail.ru).

Чирикова Марина Александровна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории орнитологии и герпетологии. Институт зоологии МОН РК (050060, Казахстан, Алматы, Аль-Фараби, 93, e-mail: m.chirikova@mail.ru).

Information about authors

Zima Yuliya A. - PhD student Department of Hunting and Bioecology. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (59, Timirazeva St., Irkutsk, Russia, 664007, tel. 8(3952)290660, e-mail: zimay@mail.ru).

Salovarov Viktor O. - Doctor of Biological Sciences, Professor Department of Hunting and Bioecology. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (59, Timirazeva St., Irkutsk, Russia, 664007, tel. 89148734202, e-mail: lesturohota@mail.ru).

Chirikova Marina A. - Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher Laboratory of Ornithology and Herpetology. Institute of Zoology MES RK (93, Al-Farabi, Almaty, Kazakhstan, 050060, e-mail: m.chirikova@mail.ru).

УДК 632.4-047.36 (571.51)

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ НЕКОТОРЫХ ХИЩНЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ, ОТНЕСЕННЫХ К ОБЪЕКТАМ ОХОТЫ ШУШЕНСКОГО РАЙОНА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Е.А. Павлова, М.М. Сенотрусова

Институт экологии и географии Сибирского федерального университета, г. Красноярск,
Россия

Проанализировано современное состояние ресурсов некоторых хищных млекопитающих, отнесённых к объектам охоты. Работы проведены в Шушенском районе Красноярского края, природные условия которого считаются одними из благоприятных в крае. Наличие лесных массивов, климатические условия Усинской и Минусинской котловин, смешение фаун Саян, Алтая и Монголии положительно влияют на формирование фауны и флоры, а также благоприятствуют развитию охотничьего хозяйства. Волк – *Canis lupus* (L., 1758) в районе обычный вид, густых лесных массивов избегает. Анализируя полученные данные о динамике численности вида, можно констатировать, что в целом по району сохраняется тенденция на относительное постоянство и стабильность популяции. Численность популяции лисицы *Vulpes vulpes* (L., 1758) в районе исследований не испытывает воздействия резких негативных факторов, таких как массовые эпизоотии. Анализ многолетней динамики численности вида отражает стабильное и благополучное состояние объекта пушного промысла. Медведь – *Ursus arctos* (L., 1758), как и на территории всего края, является в последние годы многочисленным и требует регулирования количества особей. Рысь – *Lynx lynx* (L., 1758) - уязвимый вид, средневзвешенный показатель численности за последнее десятилетие составляет 14 особей. В отдельные годы может не встречаться при проведении учетов, что связано с поиском наиболее благоприятных мест и конкуренцией с более крупными хищниками. Результаты выполненных исследований дают общую картину о современном состоянии охотничьих ресурсов в Шушенском районе, таких как медведь бурый, волк, лисица обыкновенная и рысь. На основе полученных данных о динамике численности вполне разумно обосновать теоретические и практические принципы их использования и регулирования.

Ключевые слова: охотничьи ресурсы, хищные млекопитающие, численность животных, Красноярский край.

MONITORING OF THE STATE OF SOME PREDATORY MAMMALS, RELATED TO THE OBJECTS OF HUNTING, IN SHUSHENSKIY DISTRICT OF KRASNOYARSK REGION

Pavlova E.A., Senotrusova M.M.

Institute of Ecology and Geography, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

The current state of resources of some predatory mammals, related to the objects of hunting, was analyzed. The works were carried out in Shushenskiy district of Krasnoyarsk region, the natural conditions of which are considered to be among the favorable in the region. The presence of forests, the climatic conditions of Usinsk and Minusinsk depressions, the mixing of faunas of Sayan, Altai and Mongolia have a positive effect on the formation of fauna and flora, and also favor the development of the hunting economy. Wolf - *Canis lupus* (L., 1758) in the area of the usual form, avoids dense forests. Analyzing the data on the dynamics of

the number of species, it can be stated that in the whole region there is a tendency for relative constancy and stability of the population. The population of the *Vulpes vulpes* (L., 1758) fox population in the study area is not affected by sharp negative factors, such as mass epizootic. Analysis of the long-term dynamics of the number of species reflects the stable and prosperous state of the object of the fur trade. The bear - *Ursus arctos* (L., 1758), as well as on the territory of the whole region, has been numerous in recent years and requires regulation of the number of individuals. *Lynx* - *Lynx lynx* (L., 1758) - a vulnerable species, the weighted average number of individuals over the last decade is 14 individuals. In some years, it may not occur when conducting surveys, which is associated with the search for the most favorable places and competition with larger predators. The results of the studies provide a general picture of the current state of hunting resources in the Shushensky region, such as brown bear, wolf, red fox and lynx. On the basis of obtained data about number dynamics, it is quite reasonable to substantiate the theoretical and practical principles of their use and regulation.

Keywords: hunting resources, predatory mammals, number of animals, Krasnoyarsk region.

Многие хищные млекопитающие отнесены к объектам охоты, часть их – ценные пушные звери, а их добыча имеет известное экономическое значение для местного населения.

Исследования охватывают Шушенский район, который находится на юге Красноярского края. Территория района вытянута с юго-запада на северо-восток на 200 км, его площадь составляет 1014 тыс. га, в том числе 89 тыс. га – сельхозугодья и 733.7 тыс. га заняты лесными насаждениями [5]. Район граничит с Минусинским, Ермаковским, Каратузским районами Красноярского края, республиками Хакасия и Тыва и имеет развитые экономические связи со своими соседями.

Природные условия Шушенского района сочетают в себе особенности климата Минусинской и Усинской котловин. В горах Западного Саяна смешивается флора и фауна Алтая, Монголии и Саян. Средняя часть гористой местности, таежного пояса занята темнохвойной тайгой из кедра, пихты и ели. В районе произрастают смешанные леса с преобладанием мелколиственных пород, есть сосновые, кедровые и пихтовые леса. Для ведения охотничьего хозяйства пригодно 85% всей территории района.

Район обладает перспективной ресурсной базой для развития рекреации и может представлять значительный интерес для комплексного природопользования (спортивного, познавательного и экологического видов туризма, а также спортивной охоты).

Цель исследовательской работы состояла в оценке современного состояния численности охотничьих видов некоторых хищных млекопитающих Шушенского района Красноярского края.

Материалы и методы. Научно-исследовательская работа выполнена на основе данных, предоставленных службой охотничьего надзора района и Красноярского края, использована также база данных кафедры охотничьего ресурсосведения и заповедного дела.

В основном рассматриваются материалы ЗМУ охотничьих животных в Шушенском районе Красноярского края более чем за 10-ти-летний период.

Результаты и обсуждение. Волк *Canis lupus* L., 1758 распространен в самых разных ландшафтах, но, несмотря на это, предпочитает жить в степях, полупустынях, в тундре и в лесостепи, избегая густых лесных массивов [1, 2].

Сведения о численности волка на территории Шушенского муниципального района за период с 2004 по 2017 гг. представлены на рисунке 1.

По данным ЗМУ, в 2018 г. численность волка в крае по сравнению с 2017 г. увеличилась на 58 % и составила 10.2 тыс. особей (без учета Таймыра). Такой рост произошел за счет увеличения обилия волка в Эвенкийском муниципальном районе, где оно достигло отметки 8.8 тыс. особей. На остальной территории края состояние численности волка осталось на прежнем уровне в пределах 1.4 тыс. особей.

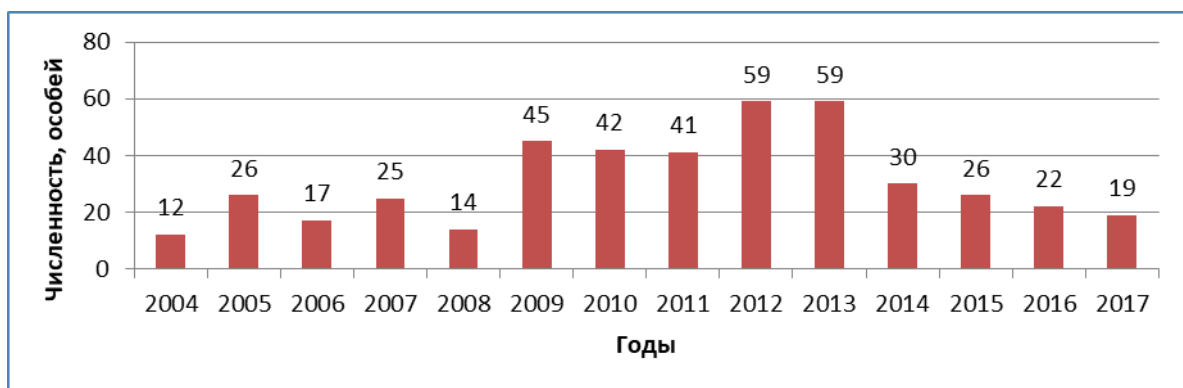


Рисунок 1 – Сведения о численности волка на территории Шушенского муниципального района

В результате регулирования численности волка и любительской охоты в сезоне охоты 2017-2018 гг. было добыто 347 особей.

Средневзвешенный показатель численности волка на территории Шушенского муниципального района, по данным зимних слепопромысловых учетов, за последние 14 лет составил 33 особи.

Анализируя полученные данные о динамике численности вида в районе, можно констатировать, что в сравнении с 2013 г. его численность снизилась и остается на уровне 19-22 особей.

Лисица *Vulpes vulpes* L., 1758. Относится к типичным хищникам, при том что питается очень разнообразной пищей. Основу питания лисицы в районе составляют мелкие грызуны, чаще – полёвковые. От состояния численности мелких грызунов зависит численность лисицы [1, 2].

Сведения о динамике численности лисицы на территории Шушенского муниципального района за период с 2004 по 2017 гг. представлены на рисунке 2.

На сегодняшний день высокая численность и плотность населения лисицы на территории Красноярского края причиняет ощутимый ущерб экономике народного хозяйства, создавая угрозу возникновения очагов бешенства на территории региона [9].

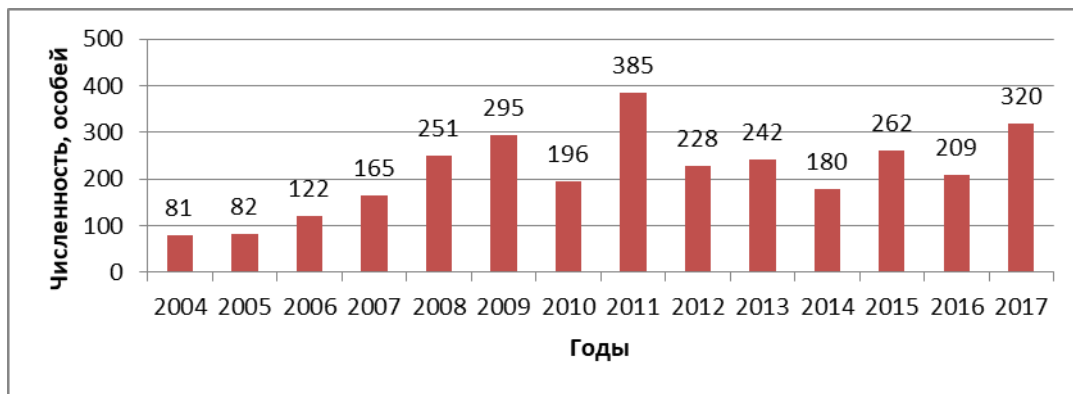


Рисунок 2 – Сведения о численности лисицы на территории Шушенского муниципального района

Лисица в пределах краевого ареала с 1995-2001 гг. испытывала устойчивый рост численности с естественной динамикой [8]. Для южной группы районов наибольшее значение на количество особей оказывает преследование человеком, а также характер местообитаний и обеспеченность кормами.

В 2008-2009 гг. общая численность вида по краю составляла 40 тыс. особей [2]. По данным ЗМУ, в 2018 г. численность лисицы обыкновенной в крае по сравнению с 2017 г. выросла на 58 % и составила около 20 тыс. особей [9].

На территории Шушенского муниципального района с 2016 по 2017 гг. численность возросла на 65 % от общей численности популяции. В результате любительской и спортивной охоты в сезоне охоты 2017-2018 гг. фактически добыто около 600 особей. Вызывает удивление, что средневзвешенный показатель численности лисицы на территории Шушенского муниципального района по данным зимних слепопромысловых учетов последних 14 лет составил 215 особей.

Медведь *Ursus arctos* L., 1758. Ареал бурого медведя в России занимает почти всю лесную зону, за исключением её южных районов [1, 3, 4]. Северная граница ареала совпадает с южной границей тундры.

Бурый медведь населяет весь таежный пояс края [2, 3, 4, 6]. Лучшими местообитаниями являются пихтовые леса с примесью сосны сибирской (кедра), а также молодняки. С удовольствием посещает сельскохозяйственные поля, расположенные у кромки леса. В весенний период придерживается высокогорных лугов [3, 4].

Численность бурого медведя в крае за последние годы варьирует и, согласно данным учета, составляет 10-13 тыс. особей. В некоторых охотничьих хозяйствах плотность бурого медведя превышает показатель его максимальной численности (2 особи на 1 тыс. га), утвержденный приказом Минприроды РФ от 30.04.2010 № 138 “Об утверждении нормативов допустимого изъятия охотничьих ресурсов и нормативов численности охотничьих ресурсов в охотничьих угодьях”.

В Шушенском районе представлены преимущественно средние условия обитания вида: сосняки и ельники мшистые, лиственный лес средневозрастной и старый, все сомкнутые насаждения с подростом и подростом из сосны, осины, пихты, прогалины и болота.

Сведения о численности медведя на территории Шушенского муниципального района за период с 2009 по 2017 гг. представлены на рисунке 3.

Средневзвешенный показатель численности бурого медведя на территории Шушенского муниципального района, по данным учетов численности за период с 2009 по 2017 гг., составил 804 особи.

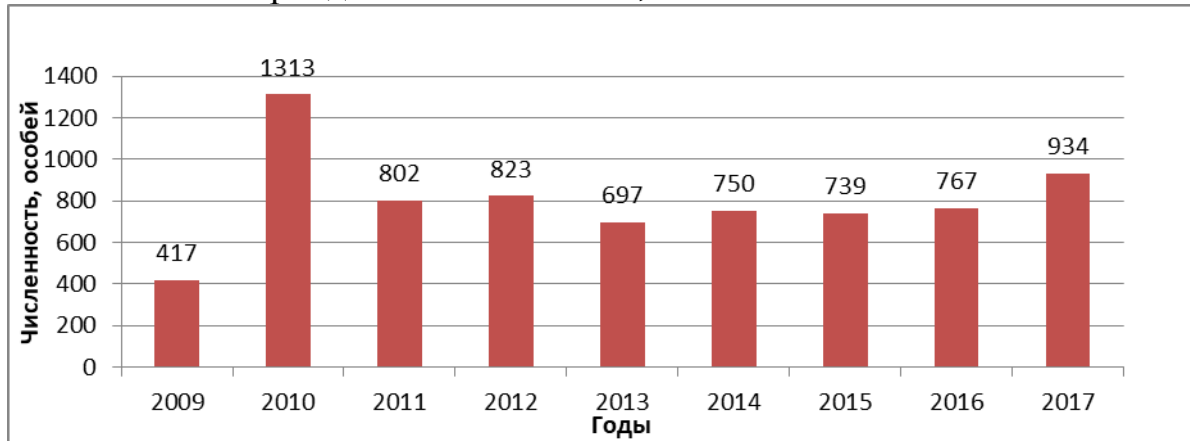


Рисунок 3 – Сведения о численности медведя на территории Шушенского муниципального района

Однако, по опросным данным охотников, охотоведов района и прилегающих районов, его численность вряд ли превышает 200-300 особей, что ставит под сомнение официальные данные.

Рысь *Lynx lynx* L., 1758. Предпочитает разнообразные хвойные и смешанные леса с высокой плотностью тетеревиных птиц, зайцев и кабарги, с которыми ее жизнь тесно связана. Большое влияние на распространение оказывает конкуренция других хищников – волка и росомахи. Является уязвимым видом с сокращающейся численностью[2]. Ресурсы рыси на начало 2000-х гг. в ряде районов края подверглись изменению, однако суммарно по краю ее обилие не изменилось, составляя около 900 особей (по данным ЗМУ 2018 г.).

На территории Шушенского района рысь является малочисленным видом. За последние пять лет средневзвешенный показатель численности составил всего 5 особей. В 2015 г. данный вид не отмечен.

Сведения о численности рыси на территории Шушенского муниципального района за период с 2004 по 2017 гг. представлены на рисунке 4.

Средневзвешенный показатель, по данным зимних маршрутных учетов последнего десятилетия, составил 14 особей.

Не рекомендуется проводить отстрел рыси, так как вид является малочисленным.

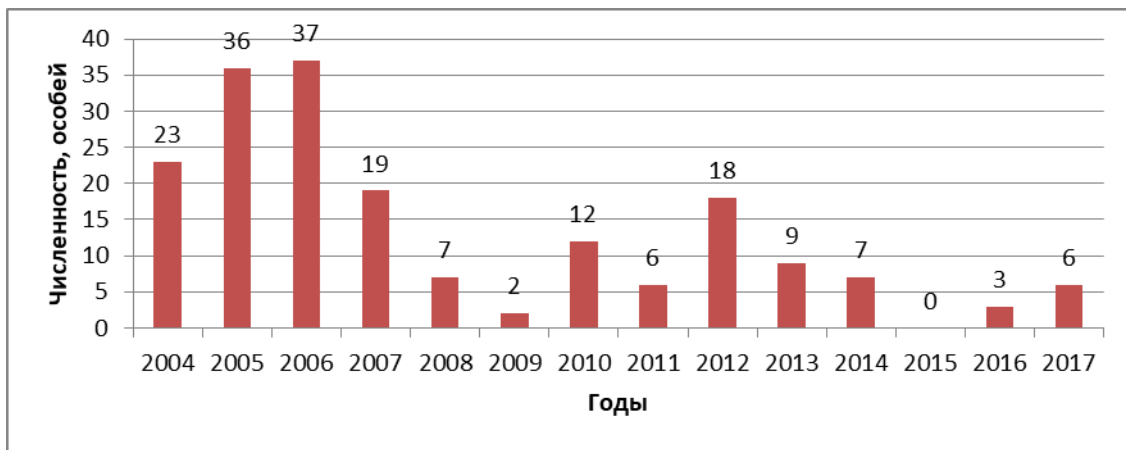


Рисунок 4 – Сведения о численности рыси на территории Шушенского муниципального района

Выводы. 1. Результаты выполненных исследований дают общую картину о современном состоянии охотничьих ресурсов в Шушенском районе, таких как медведь бурый, волк, лисица обыкновенная и рысь. На основе полученных данных о динамике численности вполне разумно обосновать теоретические и практические принципы их использования и регулирования.

2. Для охраны и рационального использования ресурсов млекопитающих крайне важной представляется не только современная оценка их состояния, но и изучение пространственного распределения, дифференциация по районам края.

3. Для более точного прогноза по изъятию охотничьих ресурсов в Красноярском крае, и Шушенском районе в частности, необходим более строгий учет численности хищных млекопитающих, отнесенных к объектам охоты.

Благодарности. Выражаем искреннюю благодарность кафедре охотничьего ресурсоведения и заповедного дела, в лице заведующего д.б.н., профессора А.П. Савченко и председателю МОООиР Шушенского района Красноярского края С.И. Неволину за предоставление сведений об использовании и охране охотничьих животных Шушенского района и Красноярского края.

Список литературы

1. Павлинов И.Я. Краткий определитель наземных зверей России / И.Я. Павлинов // Зоологический музей МГУ. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – С. 89-96.
2. Соколов Г. А. Хищные млекопитающие Красноярского края: ресурсы, охрана, использование: монография / Г.А. Соколов, М. М. Сенотрусова – Красноярск: Изд-во "Поликом", 2008. – 88 с.
3. Соколов Г.А. Медведь в кедровой тайге Сибири. Медведи СССР – состояние популяций / Г.А. Соколов – Ржев: Книж.изд-во, 1991. – С. 233-234.
4. Соколов Г.А. Млекопитающие кедровых лесов Сибири / Г.А. Соколов Новосибирск: Наука, 1979. – 256 с.
5. Схема использования и охраны охотничьего угодья предоставленного в использование Местной общественной организации охотников и рыболовов Шушенского района на территории Шушенского района Красноярского края, Красноярск: 2018. – С.56.

6. Сыроечковский Е.Е. Животный мир Красноярского края / Е. Е. Сыроечковский, Э. В. Рогачева – Красноярск: Кн. изд-во, 1980. – 359 с.
7. Савченко А.П. Приложение к Красной книге Красноярского края. Животные / А.П. Савченко, В.Н. Лопатин, А.Н. Зырянов, М.Н. Смирнов и др. // Отв. ред. А.П. Савченко - Красноярск: Издат. центр КрасГУ, 2004. – 147 с.
8. Савченко А.П. Охотничьи звери Красноярского края и их рациональное использование (2003-2004 гг.) / А.П. Савченко – Красноярск: гриф СибРУМЦ, 2004. – 170 с.
9. Логачева О.А. Численность лисицы в Красноярском крае и перспективы ее регулирования / О.А. Логачева, К.В. Зеленев // Альманах мировой науки // М.: 2016. – С. 138-141.

References

1. Pavlinov I.YA. *Kratkiy opredelitel' nazemnykh zverey Rossii* [Brief determinant of land animals of Russia]. Moscow, 2002, pp. 89-96.
2. Sokolov G.A., M.M. Senotrusova *Khishchnyye mlekopitayushchiye Krasnoyarskogo kraya: resursy, okhrana, ispol'zovaniye: monografiya* [Predatory mammals of Krasnoyarsk region: resources, protection, use]. Krasnoyarsk, 2008, 88 p.
3. Sokolov G.A. *Medved' v kedrovoy tayge Sibiri. Medvedi SSSR – sostoyaniye populyatsiy* [Bear in Siberian cedar taiga. USSR bears - state of populations]. Rzhnev, 1991, pp. 233-234.
4. Sokolov G.A. *Mlekopitayushchiye kedrovyykh lesov Sibiri* [Mammals of Siberian cedar forests]. Novosibirsk, 1979, 256 p.
5. *Skhema ispol'zovaniya i okhrany okhotnich'yego ugod'ya predostavlennoy v ispol'zovaniye Mestnoy obshchestvennoy organizatsii okhotnikov i rybolovov Shushenskogo rayona na territorii Shushenskogo rayona Krasnoyarskogo kraya* [The scheme of use and protection of hunting grounds provided for use by the Local Public Organization of Hunters and Fishermen of Shushenskiy District in the territory of Shushenskiy District of Krasnoyarsk region]. Krasnoyarsk, 2018, p.56.
6. Syroyechkovskiy Ye.Ye., E.V. Rogacheva *Zhivotnyy mir Krasnoyarskogo kraya* [Animal world of Krasnoyarsk region]. Krasnoyarsk, 1980, 359 p.
7. Savchenko A.P. et all. *Prilozheniye k Krasnoy knige Krasnoyarskogo kraya. Zhivotnyye* [Appendix to Red Book of Krasnoyarsk region. Animals]. Krasnoyarsk, 2004, 147 p.
8. Savchenko A.P. *Okhotnich'izveri Krasnoyarskogokrayaiikhratsional'noye ispol'zovaniye (2003-2004 gg.)* [Hunting animals of Krasnoyarsk region and their rational use (2003-2004)]. Krasnoyarsk, 2004, 170 p.
9. Logacheva O.A., K.V. Zelenov *Chislennost' lisitsy v Krasnoyarskom kraye i perspektivy yeye regulirovaniya* [The number of foxes in Krasnoyarsk region and the prospects for its regulation]. Al'manakh mirovoy nauki, Moscow, 2016, pp. 138-141.

Сведения об авторах

Павлова Елена Андреевна - магистрантка кафедры охотничьего ресурсосведения и заповедного дела. Сибирский федеральный университет (660041, Россия, г. Красноярск, пр. Свободный, 79, тел. 89504345170, e-mail: pavlova.pavlova-elen2011@yandex.ru).

Сенотрусова Марина Михайловна - кандидат биологических наук, доцент кафедры охотничьего ресурсосведения и заповедного дела. Сибирский федеральный университет (660036, Россия, г. Красноярск, Академгородок, 10-38, тел. 89504345170, e-mail: senotrusova@mail.ru).

Information about authors

Pavlova Elena A. – Master student Department of Hunting Resource Management and Conservation Sciences. Siberian Federal University (Aud. 44-19, 79, Svobodny Pr., Krasnoyarsk, 660041, tel. 89504345170, e-mail: pavlova.pavlova-elen2011@yandex.ru).

Senotrusova Marina M. – Candidate of Biological Sciences Ass. Prof. Department of Hunting Resource Management and Conservation Sciences Siberian Federal University (10-38, Akademgorodok, Krasnoyarsk, 660036, tel. 89504345170, e-mail: senotrusova@mail.ru).

УДК 598.115.31

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО
МЕТОДА НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ ПРОНИ ПРИ
МОДЕЛИРОВАНИИ КОРОТКИХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ**

¹А.В. Тарновский, ²Л.Е. Ердаков, ²Ю.Н. Литвинов

¹ООО “Техноград Плюс”

²Институт систематики и экологии животных СО РАН, г. Новосибирск Россия

Статья посвящена проблеме числовой обработки эмпирических временных рядов с целью выявления в них скрытых периодических составляющих. В работе проводится сравнительный анализ параметрического и непараметрического методов анализа эмпирического временного ряда. Показано успешное применение модифицированного метода наименьших квадратов Прони для выделения скрытых циклов при анализе как длинных, так и коротких временных рядов. Всё, что даёт спектральный анализ – это полное, без потерь, преобразование временной последовательности в частотную. Применив к частотному разложению обратное быстрое преобразование Фурье, можно вновь получить произведение исходного ряда на временное окно, за исключением, может быть, отклонений, связанных с ограниченной точностью вычислений. В этом смысле можно сказать, что дискретное преобразование Фурье – интерполирующий метод. Аппроксимирующий метод, позволяющий непосредственно получить числовые значения параметров модели фиксированной размерности с использованием метода наименьших квадратов. Один важный момент, касающийся содержательного анализа выявленной структуры циклов: если в исходных данных скрыта периодическая компонента, имеющая во времени форму, существенно отличающуюся от синусоидальной, то в разложении ей могут соответствовать несколько синусно-косинусных составляющих. Описана компьютерная программа, позволяющая на практике, в автоматическом режиме получить частоты (периоды), амплитуды и фазы некоторого наперёд заданного количества периодических компонент, наилучшим образом (метод наименьших квадратов) описывающих исходный короткий временной ряд. Приводятся примеры обработки данных: по анализу многолетних изменений численности копытного лемминга из разных популяций и многолетних данных по численности рябчика на севере Новосибирской области.

Ключевые слова: временные ряды, метод наименьших квадратов Прони, спектральный анализ, моделирование, популяции, динамика численности.

**PRACTICAL APPLICATION OF THE MODIFIED PRONY LEAST SQUARES
METHOD FOR MODELLING OF SHORT TIME SERIES**

¹Tarnovsky A.V., ²Erdakov L.E., ²Litvinov Yu.N.

¹ООО “Tekhnograd Plus”

²Novosibirsk Institute of Systematics and Ecology of Animals SB RAS, *Novosibirsk, Russia*

The article is devoted to the problem of numerical processing of empirical time series in order to reveal hidden periodic components in them. The article provides a comparative analysis of parametric and nonparametric methods for analyzing an empirical time series. The successful application of the modified Proni least squares method to highlight hidden cycles in the analysis of both long and short time series is shown. All that spectral analysis gives is a complete, lossless conversion of a time sequence into a frequency sequence. Applying the inverse FFT to the frequency decomposition, one can again obtain the product of the original series by the time window, with the possible exception perhaps of the deviations associated with the limited accuracy of the calculations. In this sense, we can say that the DFT is an interpolating method. An approximating method that allows you to directly obtain the numerical values of the parameters of a model of a fixed dimension using the least squares method. One important point concerning the meaningful analysis of the identified structure of cycles: if the source data hides a periodic component that has a form that differs substantially from the sinusoidal in time, then several sine-cosine components may correspond to it in the decomposition. A computer program is described that allows, in practice, to automatically obtain frequencies (periods), amplitudes and phases of a certain amount of periodic components, in the best way (least squares method) describing the initial short time series. Examples of data processing are given: according to the analysis of long-term changes in the number of ungulate lemming from different populations and long-term data on the number of hazel grouse in the north of the Novosibirsk region.

Keywords: time series, Prony least squares method, spectral analysis, modeling, populations, population dynamics.

Любой исследователь, регистрирующий значения какой-либо количественной характеристики объекта своего исследования через равные промежутки времени, в конце или же в промежуточной точке своего исследования получает *временной ряд* - набор чисел, пригодный для математической обработки.

Целью такой обработки, как правило, является определение структуры и оценка параметров модели, описывающей эмпирические данные, оценка качества модели и, если это качество удовлетворяет подходящему критерию, содержательная интерпретация и практическое использование полученных результатов.

Компонентный состав модели должен отражать априорные знания или гипотезы о характере динамики естественных внутренних факторов, влияющих на регистрируемый показатель. С другой стороны, необходимо, чтобы существовали вычислительные методы, позволяющие выполнить оценку параметров выбранной модели.

При исследовании явлений, развивающихся на фоне природно-климатических и антропогенных факторов, такая модель может быть представлена как сумма нескольких составляющих:

- полиномиальный тренд – непериодические, относительно медленные изменения;
- некоторое количество периодических изменений – циклов;

- аддитивный шум – отклонение эмпирических данных от модели, обусловленное неучтёнными факторами, погрешностями измерения, недостаточной длиной ряда и т.д.

Что касается первой составляющей, то, как правило, нет оснований рассматривать гипотезу о существовании тренда с показателем степени больше единицы. Другими словами, можно полагать, что если тренд есть, то этот тренд – линейный. Его параметры могут быть оценены как обычная линейная регрессия. Авторы, рассматривающие анализ временных рядов [4], настоятельно рекомендуют перед анализом частотных характеристик исключать (вычитать из исходных данных) полиномиальный тренд или хотя бы выборочное среднее. Если этого не делать, то низкочастотные составляющие ряда внесут существенные искажения в параметры периодических компонент. С другой стороны, даже реально существующий цикл с периодом, многократно превышающим длину выборки, может восприниматься именно как тренд, так как более или менее достоверная оценка параметров такого цикла всё равно невозможна из-за ограниченной длины опытных данных.

Наибольший интерес и наибольшие трудности представляют периодические составляющие модели. В исходной точке анализа мы не можем даже с уверенностью сказать, каково их количество. А без этого, тем более, нельзя оценить их параметры – частоту (период), фазу и амплитуду. Рассмотрим различные подходы к решению этой задачи.

Методы. Спектральный анализ. В основе спектрального анализа лежит преобразование Фурье:

$$X(f) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-i2\pi ft} dt.$$

Здесь $x(t)$ – функция времени, а $X(f)$ – функция частоты. Если рассматривать $x(t)$ как сигнал, несущий некоторую энергию (дисперсию), распределённую во времени, то для функции $X(f)$ та же энергия распределена по частотам. Поскольку энергия сигнала пропорциональна квадрату его амплитуды, постольку понятен и смысл равенства Парсеваля:

$$\int_{-\infty}^{\infty} x^2(t) dt = \int_{-\infty}^{\infty} |X(f)|^2 df.$$

Функцию $|X(f)|^2$ называют плотностью спектра мощности (ПСМ). Если представить, что функция $x(t)$ является суперпозицией некоторого количества синусоид с различными частотами и амплитудами, то ПСМ будет иметь положительные экстремумы (максимумы) на соответствующих частотах, а величины этих экстремумов будут соответствовать амплитудам. На графике ПСМ экстремумам соответствуют более или менее острые пики.

В идеальном случае, когда $x(t)$ определена на бесконечном интервале, каждый из этих экстремумов будет выглядеть как Дельта-функция. График дельта-функции можно представить, как прямоугольный импульс, ширина которого стремится к нулю, а площадь остаётся неизменной. Если же значения $x(t)$ известны на ограниченном интервале, то в этом случае мы фактически имеем дело с произведением $x(t)$ на функцию прямоугольного временного окна $w(t)$, значения которой равны 1 внутри интервала измерений, и 0 за его пределами. В теории произведению двух функций во временной области при преобразовании Фурье соответствует свёртка их преобразований в частотной области. Если обозначить преобразование Фурье для временного окна как частотное окно $W(f)$, то свёртку можно записать так:

$$Y(f) = \int_{-\infty}^{\infty} X(\tau)W(f - \tau)d\tau.$$

Свёртку можно грубо представить как скользящее среднее функции с весами. Соседние участки спектра начинают при этом взаимно влиять друг на друга. Это явление носит название утечки. Следствием утечки является ухудшение разрешающей способности преобразования, выражающееся в размывании ПСМ, в том числе во взаимном искажении величин и позиций соседних экстремумов вплоть до их полного слияния. Характер искажения ПСМ существенно зависит от формы и размеров временного окна, так как $W(f)$ является его преобразованием. Преобразования Фурье для прямоугольного временного окна шириной P записывается так:

$$W(f) = \frac{\sin(\pi f P)}{\pi f}.$$

Такое частотное окно не только вызывает размывание спектра в своей центральной части, но и имеет существенные боковые лепестки, модуль амплитуды которых убывает пропорционально $1/f$. Эти лепестки могут проявиться в виде ложных пиков. Ширина центрального пика (расстояние между точками нулевого уровня) равна $2/P$.

Если, в противоположность прямоугольному окну, мы возьмём, в некотором смысле идеальное колоколообразное временное окно вида

$$w(t) = e^{-\frac{t^2}{2a^2}},$$

то его преобразование Фурье, как и само окно, будет иметь колоколообразную форму без боковых лепестков: параметр a должен выбираться с тем расчётом, чтобы значения функции окна на концах интервала были достаточно близки к нулю, иначе нельзя исключить

достаточно надёжно влияние окна прямоугольной формы. Подходящими могут считаться значения $a < P/4$.

Сравнение преобразований Фурье для прямоугольного и экспоненциального временных окон показывает, что разрешающая способность спектрального анализа тем выше, чем больше интервал наблюдаемых значений. А за отсутствие утечки в боковые лепестки надо “заплатить” уширением центральной части спектрального окна, то есть, опять-таки, ухудшением разрешающей способности.

Так, для экспоненциального спектрального окна при значении $a = P/2\pi$, расстояние между точками перегиба (то есть примерно на середине его высоты) будет равно $2/P$ (сравните с прямоугольным окном). В литературе описано достаточное количество различных временных окон с тем, чтобы составить определённые трудности с выбором [3].

Всё вышесказанное относилось к непрерывному преобразованию Фурье, которое используется для функций, заданных аналитически, как правило, на бесконечном интервале, тогда как экспериментатор имеет дело с последовательностью дискретных значений. Для конечного интервала N дискретных значений используется дискретное преобразование Фурье (ДПФ), определённое следующим образом:

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{-\frac{2\pi i}{N} kn}, \quad k = 0, \dots, N-1.$$

На практике, однако, вместо этого соотношения используется алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ). Этот высокоэффективный алгоритм многократно описан в литературе [4] и реализован с помощью программного обеспечения. Для ряда из $N = 2^n$ комплексных значений он позволяет за время, пропорциональное Nn , получить ДПФ исходных данных, а из него и оценку ПСМ, для чего достаточно вычислить квадраты модулей комплексных значений преобразования.

Представим теперь, что имеются необходимые программные средства, вычислительные мощности, выбрано подходящее временное окно, и получена не только оценка ПСМ опытных данных, но также и её график. Дальше необходимо анализировать полученные значения ПСМ средствами, выходящими за пределы спектрального анализа. Всё, что даёт спектральный анализ – это полное, без потерь, преобразование временной последовательности в частотную. Применив к частотному разложению обратное БПФ, можно вновь получить произведение исходного ряда на временное окно, за исключением, может быть, отклонений, связанных с ограниченной точностью вычислений. В этом смысле можно сказать, что ДПФ – **интерполирующий** метод.

В принципе, несложно построить эвристическую процедуру, определяющую положение и величину всех имеющихся в ряду ПСМ максимумов. Если используется достаточно гладкое временное окно, а

исходные данные не являются чисто случайным шумом, то таких максимумов не должно быть “слишком много”. В любом случае их меньше, чем $N/2$. Если же программные средства не предоставляют подобного сервиса, то приходится делать это вручную. В таком случае к графику ПСМ применяется “метод внимательного осматривания”, позволяющий выделить те или иные пики визуально. Оценив положение этих пиков в полном ряду значений ПСМ, необходимо затем обратиться к числовому представлению ПСМ и уточнить номера точек, на которые приходятся максимумы. Можно также вычислить фазу, как аргумент комплексной величины преобразования Фурье в выбранной точке. Обработав все подходящие пики на графике и максимумы в ряду ПСМ, можно сделать вывод о наличии в опытных данных некоторого количества циклов соответствующей мощности, после чего перейти к содержательной интерпретации полученных результатов.

Отметим ещё раз: периодическая структура временного ряда при использовании ДПФ получается как следствие чисто эвристической, а отнюдь не вычислительной процедуры, что можно считать одним из главных недостатков этого метода. Вторым серьёзным недостатком, проявляющимся особенно при анализе относительно коротких рядов, является либо наличие ложных пиков ПСМ, вызванное утечкой, либо невысокое разрешение, вызванное, в свою очередь, борьбой с утечкой. И наконец, данный метод без дополнительных ухищрений не позволяет получить количественные параметры модели, с тем, чтобы сопоставить ее с исходными данными и, например, изучить ее поведение в последующие моменты времени, то есть выполнить прогноз.

Модифицированный метод наименьших квадратов Прони. Методы параметрического моделирования временных рядов, связанные с именем французского ученого Гаспара Рише (барона де Прони), в последние годы становятся все более популярными. В 1795 году Прони сделал вывод, что законы, описывающие расширение газов могут быть представлены в виде суммы экспоненциальных функций, а также предложил метод интерполяции, точно согласующий параметры такой модели с опытными данными [5]. В настоящее время этот метод обобщён на модели из затухающих синусоид (комплексных экспонент) и незатухающих синусоид, а также построены вычислительные процедуры для определения параметров модели в тех случаях, когда количество измерений превышает необходимое для точной интерполяции [3]. В случае декомпозиции исходного ряда на семейство затухающих синусоид говорят об обобщённом методе наименьших квадратов Прони, а в случае незатухающих синусоид - о модифицированном методе наименьших квадратов Прони (ММП). Последний и будет предметом нашего рассмотрения.

Необходимо отметить, что обращение к этому методу основывается на ряде его явных преимуществ. Во-первых, это аппроксимирующий метод, позволяющий непосредственно получить числовые значения параметров модели фиксированной размерности с использованием метода наименьших квадратов. А во-вторых, поскольку разложение на синусоиды делается не по

ортогональному, как в преобразовании Фурье, а по произвольному базису, постольку отсутствует фактор временного окна, в результате чего существенно повышается разрешающая способность. Последнее обстоятельство особенно важно при анализе относительно коротких рядов, которые получаются, как правило, при регистрации ежегодных показателей в течение исторически или организационно ограниченного периода наблюдений. Примером таких исследований может служить анализ динамики численности в популяциях животных.

Рассмотрим математическое описание данного метода и покажем его состоятельность. Если для функции вида

$$f(u) = A_1 \cos \omega_1 u + B_1 \sin \omega_1 u + A_2 \cos \omega_2 u + B_2 \sin \omega_2 u + \dots + B_m \cos \omega_m u + B_m \sin \omega_m u$$

известны из опыта N ($N \geq 3m + 1$) значений

$$f_0 = f(0), f_1 = f(1), f_2 = f(2), \dots, f_{N-1} = f(N-1), \text{ то } \cos \omega_1, \cos \omega_2, \dots, \cos \omega_m$$

определяются как корни (алгебраического относительно $\cos \omega$) уравнения

$$\cos m\omega - \alpha_1 \cos(m-1)\omega - \dots - \alpha_{m-1} \cos \omega - \frac{1}{2} \alpha_m = 0,$$

коэффициенты которого α_k должны удовлетворять системе линейных разностных уравнений

$$\varepsilon_i = \sum_{k=1}^{m-1} (f_{i+k-1} + f_{2m+i-k-1}) \alpha_k + f_{m+i-1} \alpha_m - f_{i-1} - f_{2m+i-1} = 0, \\ (i = 1, 2, \dots, N - 2m).$$

Можно заметить, что величина ε_i определяется как ошибка линейного сглаживания в точке i с весовыми коэффициентами α_k .

Для нахождения m коэффициентов α_k по методу наименьших квадратов надо решить систему m линейных уравнений

$$\frac{\partial}{\partial \alpha_k} \sum_{i=1}^{N-2m} \varepsilon_i^2 = 0.$$

Доказательство корректности описанного метода, приводимое ниже, не требует знаний, выходящих за пределы школьной программы по математике. Запишем значение периодической компоненты с номером j в точке i :

$$f_i^j = A_j \cos \omega_j i + B_j \sin \omega_j i.$$

Значение функции в этой точке равно сумме всех компонент:

$$f_i = \sum_{j=1}^m f_i^j.$$

Величина ε в этой точке:

$$\begin{aligned} \varepsilon_i &= \sum_{k=1}^{m-1} \alpha_k \sum_{j=1}^m (f_{i+k-1}^j + f_{2m+i-k-1}^j) + \alpha_m \sum_{j=1}^m f_{m+i-1}^j - \sum_{j=1}^m (f_{i-1}^j + f_{2m+i-1}^j) \\ &= 0. \end{aligned}$$

Распишем выражения под знаками суммирования и воспользуемся формулами сложения для тригонометрических функций:

$$\begin{aligned} f_{i+k-1}^j + f_{2m+i-k-1}^j &= \\ A_j \cos \omega_j(i+k-1) + B_j \sin \omega_j(i+k-1) + A_j \cos \omega_j(2m+i-k-1) &+ \\ + B_j \sin \omega_j(2m+i-k-1) &= \\ 2A_j \cos \omega_j(m+i-1) \cos \omega_j(m-k) + 2B_j \sin \omega_j(m+i-1) \cos \omega_j(m-k) &= \\ 2f_{m+i-1}^j \cos \omega_j(m-k) \end{aligned}$$

Аналогично $f_{i-1}^j + f_{2m+i-1}^j = 2f_{m+i-1}^j \cos \omega_j m$.

Подставим полученные значения в выражение ε_i :

$$\begin{aligned} \varepsilon_i &= \sum_{k=1}^{m-1} \alpha_k \sum_{j=1}^m 2f_{m+i-1}^j \cos \omega_j(m-k) + \alpha_m \sum_{j=1}^m f_{m+i-1}^j - \sum_{j=1}^m 2f_{m+i-1}^j \cos \omega_j m \\ &= 0. \end{aligned}$$

Так как сомножитель $2f_{m+i-1}^j$ не зависит от k , порядок суммирования в первом слагаемом можно поменять, после чего вынести этот сомножитель за скобки:

$$\varepsilon_i = \sum_{j=1}^m 2f_{m+i-1}^j \left[\sum_{k=1}^{m-1} \alpha_k \cos \omega_j(m-k) + \frac{\alpha_m}{2} - \cos \omega_j m \right] = 0.$$

Поскольку в общем случае

$$\sum_{i=1}^m 2f_{m+i-1}^j \neq 0,$$

для выполнения равенства требуется, чтобы для любого ω_j

$$\sum_{k=1}^{m-1} \alpha_k \cos \omega_j(m-k) + \frac{\alpha_m}{2} - \cos \omega_j m = 0,$$

из чего после смены знака и порядка слагаемых, в свою очередь, следует приведённое выше уравнение:

$$\cos m\omega - \alpha_1 \cos(m-1)\omega - \dots - \alpha_{m-1} \cos \omega - \frac{1}{2} \alpha_m = 0.$$

Для определения A_k и B_k по методу наименьших квадратов нужно решить систему линейных уравнений

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial A_k} \sum_{i=0}^{N-1} (f_i - \sum_{k=1}^m A_k \cos \omega_k i + B_k \sin \omega_k i)^2 &= 0 \\ \frac{\partial}{\partial B_k} \sum_{i=0}^{N-1} (f_i - \sum_{k=1}^m A_k \cos \omega_k i + B_k \sin \omega_k i)^2 &= 0. \end{aligned}$$

Выполненная А.В. Тарновским реализация программы, использующая описанный выше математический аппарат, названа HARMS, что, с одной стороны, является вольной аббревиатурой от HARMONICS, а с другой – отсылает нас к памяти легендарного обэриута Даниила Хармса, также не чуждого математических изысканий. Ниже приводится краткое описание этой реализации.

Формат исходных данных. Исходные данные считываются из тестового файла, указанного пользователем. Данные могут быть одного из трех форматов: последовательные, привязанные, интервальные.

В последовательных данных отсчеты привязаны к абстрактным моментам времени 0, 1, 2, ..., а сами данные записываются подряд через пробел или перевод строки. Разделителем целой и дробной частей может служить как точка, так и запятая.

В привязанных данных каждому отсчету должен предшествовать целый номер момента времени, например, года, а сами отсчеты не обязаны идти подряд, а сортируются программой по возрастанию времени. Если в данных имеется пропуск, то, по желанию пользователя, он может быть закрыт посредством линейной интерполяции соседних отсчетов, иначе обработка прерывается.

В интервальных данных группа идущих подряд одинаковых значений задается началом и концом (включительно) временного интервала и самим измеренным значением. Все пропуски при этом заполняются нулями. Таким образом, удобно задавать последовательности, в которых изучаемое явление либо присутствует, либо отсутствует, например “состояние войны” или “превышение эпидемического порога”.

Предварительная обработка исходных данных. Исходные данные могут подвергаться обработке без каких-либо предварительных преобразований. Если же имеются основания полагать, что наблюдаемые значения зависят от изучаемой характеристики экспоненциально или квадратично, то, по желанию пользователя, данные могут быть прологарифмированы или возведены в степень $\frac{1}{2}$ (разумеется, если они положительные или неотрицательные соответственно). Затем по выбору пользователя, из ряда удаляется линейный тренд. Выборочное среднее удаляется всегда.

Обработка с помощью БПФ. Для обработки по методу БПФ необходимо выбрать ширину временного окна, которая задается значением w в условных целых единицах от 1. Для ряда из N отсчетов значение окна в точке i задается выражением

$$\frac{t^2}{e^2},$$

$$\sqrt{2\pi},$$

где

$$t = \pi e^{w \ln 2 \left| \left[\frac{i}{(N-1)} - \frac{1}{2} \right] \right|}.$$

При $w=1$ это окно является строго Гауссовым, а при $w \rightarrow \infty$ оно стремится к прямоугольному, занимая ряд промежуточных положений. После преобразования программа последовательно просматривает рассчитанные значения ПСМ для обнаружения экстремумов и соответствующего разложения на составляющие.

Обработка с помощью модифицированного метода наименьших квадратов Прони. Поскольку, в соответствии с описанием, для получения частот, а затем и амплитуд периодических составляющих необходимо априори задать их количество, для поиска наилучшего разложения нужно перебрать последовательные значения $mMin \leq m \leq mMax$. Значения $mMin$ и $mMax$ задаются пользователем, либо устанавливаются по умолчанию: $mMax = (N - 1)/3$, $mMin = mMax / 2$. Для отбора наилучшего разложения используется естественный критерий минимума остаточной дисперсии:

$$\sigma_{\text{ост}}^2 = \frac{\sum_{i=0}^{N-1} [(f_i - \sum_{k=1}^m (A_k \cos \omega_k i + B_k \sin \omega_k i))]^2}{N},$$

что также может трактоваться как максимум объяснённой дисперсии.

Для окончательного оформления модели компоненты разложения сортируются в порядке убывания мощности $U_k = A_k^2 + B_k^2$, после чего некоторое количество наименее мощных составляющих может быть отброшено. Основанием для этого может служить тот факт, что доля объяснённой предыдущими составляющими дисперсии σ^2 - достигла

заданного порога, либо скорость её роста упала ниже порога. Оба указанных порога задаются пользователем или принимаются по умолчанию 100% и 0% соответственно. При таких значениях порогов никакого отбрасывания составляющих, естественно, не происходит. По полученному наилучшему разложению строится восстановленный ряд по всем N точкам, плюс некоторое, установленное пользователем, количество точек прогноза. Для сравнения пользователь может заказать вывод в итоговый протокол более одного варианта разложения в порядке убывания качества.

Один важный момент, касающийся содержательного анализа выявленной структуры циклов: если в исходных данных скрыта периодическая компонента, имеющая во времени форму, существенно отличающуюся от синусоидальной, то в разложении ей могут соответствовать несколько синусно-косинусных составляющих. Из них только самая низкочастотная “отвечает” за период, а остальные – за форму компоненты.

На то, что мы имеем дело с подобным случаем, может указывать кратность частот (или периодов) двух и более компонент в разложении. Вручную проверить это бывает затруднительно, поэтому в описываемой реализации выполняются соответствующие тесты, и в отчётной форме компоненты с кратностью частот, близкой к целому числу, помечаются: высокочастотная компонента ссылается на номер, связанной с ней низкочастотной. В дополнение ко всему, по наилучшему разложению строится псевдоспектр – реконструкция ПСМ, как если бы исходный ряд содержал только выделенные периодические компоненты. Собственно спектр, полученный в результате ММП, является линейчатым, поскольку исходный ряд разлагается на фиксированное число синусоид. Тем не менее, в целях наглядности при сравнении двух спектров, выбрано представление, близкое к спектру, полученному в методе БПФ. В качестве такового используется свёртка линейчатого спектра с нешироким экспоненциальным спектральным окном.

Результаты (пример обработки реальных данных). Использованы опубликованные литературные данные по многолетнему анализу изменений численности копытного лемминга в разных районах его ареала [1]. Одна из иллюстраций такой многолетней динамики – пример учетов копытного лемминга на о. Трайл (Гренландия). Их проводили с 1988 по 2011 год [6]. Данные получены стандартной методикой учетов (таблица), единицей измерения была относительная численность (количество экземпляров на гектар).

На рис. 1 показаны результаты расчёта в сгенерированном программой файле.

Сравнение результатов по методу Прони (ММП) и БПФ не может не вызвать ряда вопросов. Во-первых, различается количество выявленных компонент. Во-вторых, лишь некоторые из выделенных в БПФ компонент имеют аналоги с близким значением частоты в методе Прони. Различается и оценка качества декомпозиции (столбец Q) – для метода Прони она

существенно выше. Выяснить причину различий нам поможет сравнение графика ПСМ и псевдоспектра.

Таблица - Данные по численности копытного лемминга по годам

Год	Численность	Год	Численность	Год	Численность
1988	0	1996	0	2004	1.3
1989	2.5	1997	0.1	2005	0.1
1990	11.5	1998	10.5	2006	1
1991	0.2	1999	3	2007	0.1
1992	0	2000	0	2008	0.9
1993	0	2001	0.2	2009	0
1994	8	2002	0.3	2010	0.1
1995	1.8	2003	0	2011	2

Даже беглого взгляда на приведённые на рис. 2 графики достаточно, чтобы увидеть, как под широкими пиками ПСМ буквально “прячутся” пики псевдоспектра. Если бы мы выбрали для реконструкции псевдоспектра более широкое спектральное окно, то формы обоих графиков стали весьма похожи и различались только относительной высотой.

Источник: C:\Users\avt\Downloads\коплем.txt [24]

Среднее 1.817

Ст.откл. 3.170

Тренд 3.421 - 0.139 * t

ММП (6)

N	F	T	Ph	U	dQ (%)	Q (%)	L	R
1	0.224	4.458	1.552	2.728	33.42	33.42	.	.
2	0.274	3.655	-1.226	1.970	20.27	53.68	.	.
3	0.484	2.066	-0.186	1.641	15.81	69.49	.	.
4	0.140	7.120	2.523	1.422	7.98	77.48	.	.
5	0.071	14.044	-4.929	1.077	6.30	83.78	.	.
6	0.364	2.746	-0.841	0.947	4.52	88.29	.	.

ВПФ (W = 7.000)

N	F	T	Ph	U	dQ (%)	Q (%)	L	R
1	0.237	4.214	1.858	2.668	39.43	39.43	.	.
2	0.111	8.982	0.852	1.274	3.24	42.67	.	.
3	0.370	2.702	-0.724	0.994	6.43	49.10	.	.
4	0.035	28.444	4.380	0.543	0.51	49.61	.	.

N - номер цикла

F - частота (Гц)

T - период (ед.вр.)

Ph - фаза (ед.вр.)

U - амплитуда (ед.ряда)

dQ - дисперсия

Q - накопленная дисперсия

L - номер связанного цикла

Рисунок 1 - Результаты расчёта в файле сгенерированном программой HARMS

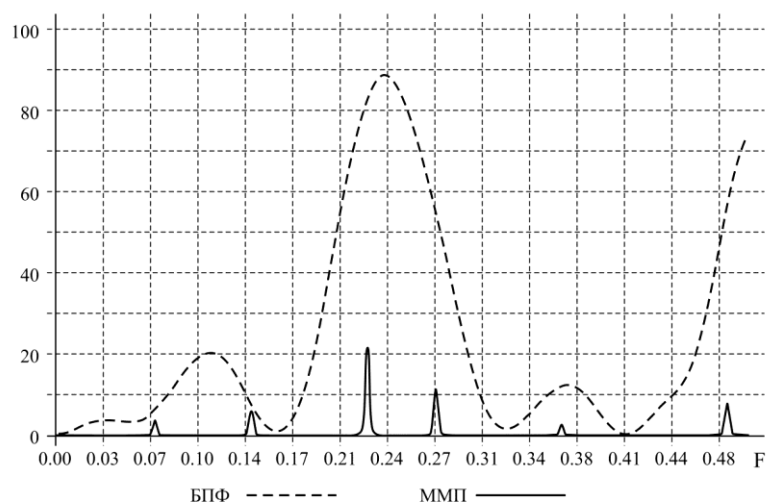


Рисунок 2 – Результаты по методу Прони (ММП) и БПФ (ось y – Q)

Из этого можно сделать вывод, что причиной различий в результатах спектрального анализа и метода Прони является невысокое разрешение ПСМ. Это обстоятельство делает спектральный анализ сравнительно коротких рядов, подобных нашему, весьма сомнительным предприятием. В то же время сравнение ПСМ и псевдоспектра, а также низкий уровень остаточной дисперсии при использовании метода Прони даёт основание доверять её результатам. Иллюстрацией к этому могут служить также графики исходного ряда и восстановленного по модели “тренд + циклы”, которые весьма близки (рис. 3).

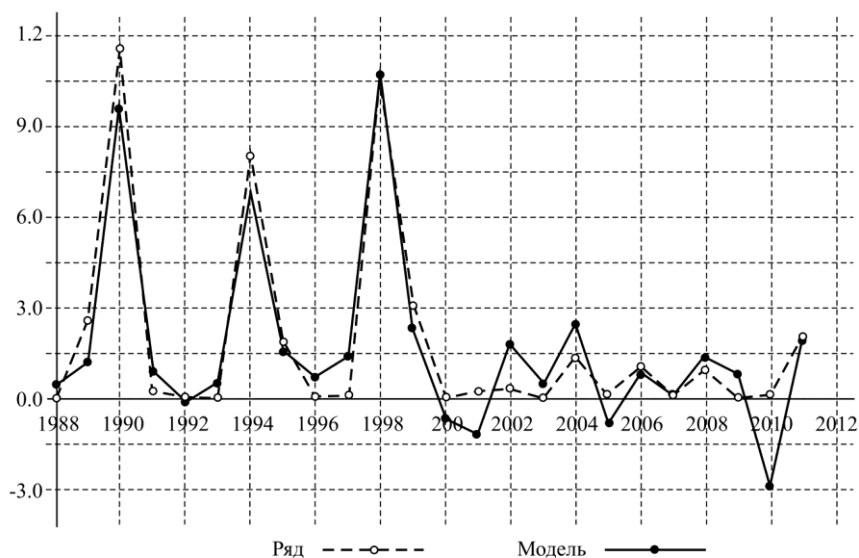


Рисунок 3 – Исходный ряд и восстановленный по модели “тренд + циклы” (ось y – относительная численность, приведенная в таблице)

Для более полной иллюстрации результатов работы программы HARMS приведем не менее показательные графики, полученные при обработке численности другого вида – рябчика. Используются среднегодовые оценки

численности рябчика, полученные на территории научно-опытного хозяйства ВНИИОЗ, расположенного в Кыштовском районе Новосибирской области за период с 1971 по 2013 годы. Учеты проведены по стандартной методике и опубликованы Л. Н. Ермаковым и В. Г. Телепневым в открытой печати [2]. Ниже приводится численность (экз. на 100 л/с) с привязкой по годам.

В данном случае исходный ряд перед обработкой был прологарифмирован. За счет этого при анализе динамики численности можно снизить влияние абсолютных показателей подъема и спада, сосредоточившись, так сказать, на выявлении соответствующих “волн”. Тренд не удалялся, в силу его практического отсутствия (менее 1.5%). Как видно (рис. 4), БПФ, в силу низкого разрешения, благополучно “слил” ряд экстремумов ПСМ на тех частотах, которые успешно выделил метод Прони.

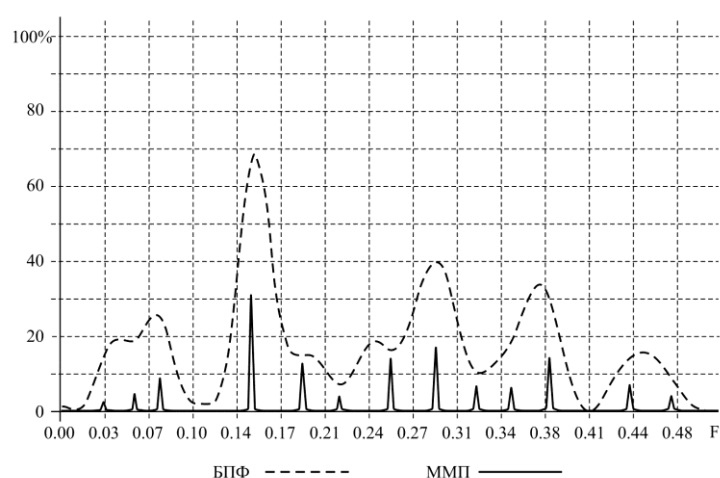


Рисунок 4 -Графики ПСМ ($w=7$) и псевдоспектра (рябчик) (ось $y - Q$)

При этом (рис. 5) восстановленный по модели ряд качественно дублирует динамику исходного, уровень “шума” существенно ниже уровня основного “сигнала”, а ход прогноза выглядит вполне естественно.

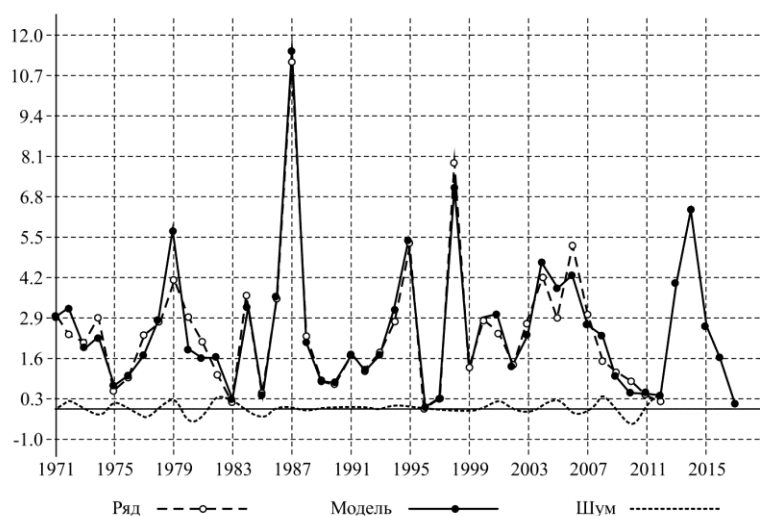


Рисунок 5 - Графики исходного ряда, модели и “шума” (рябчик) ($y -$ численность экз. на 100 л/с)

Заключение. Модифицированный метод наименьших квадратов Прони может успешно применяться для выделения скрытых циклов во временных рядах – как относительно длинных, так и коротких, в то время как использование для этой цели значений ПСМ не всегда оправдано, а в ряде случаев может давать ложные результаты. К основным достоинствам предложенной реализации модифицированного метода Прони можно отнести следующие: использование аппроксимации, позволяющее разделить оценки “полезного сигнала” и “шума”; возможность получения параметров скрытых циклов непосредственно в числовом виде; высокое разрешение даже на коротких рядах; полная автоматизация вычислительного процесса, исключая интерактивную фазу.

К трудностям применения этого метода можно отнести отсутствие формального критерия при определении ранга модели. В описываемой реализации в качестве такового выбран критерий минимума остаточной дисперсии, что, однако, не мешает пользователю выбирать требуемый ранг на основании известных ему неформальных критериев.

В качестве перспективы развития реализации данного метода, видимо, следует рассмотреть использование стандартных критериев для оценки статистической значимости выявленных периодических составляющих.

Исследование поддержано РФФИ (грант № 17-04-00269), а также Программой фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 гг., проект № VI.51.1.9. (AAAA-A16-116121410119-4)

Список литературы

1. *Ердаков Л.Н.* Цикличность в динамике многолетней численности копытного (*Dicrostonyx*) лемминга / *Л.Н. Ердаков, Ю.Н. Литвинов, С.А. Абрамов* // Вестник ИрГСХА. – 2016. – Вып. 72. – С. 55-63.
2. *Ердаков Л. Н.* Цикличность в динамике численности рябчика (*Bonasa bonasia* L, 1758) из Новосибирской области / *Л.Н. Ердаков, В.Г. Телепнев* // Естественные и математические науки в современном мире. Сб. ст. по материалам XXVI междунар. науч.-практ. конф. // Новосибирск: Изд. “СибАК”, 2015. – № 26. – С. 94-100.
3. *Кривошеев В.И.* Современные методы цифровой обработки сигналов (цифровой спектральный анализ) / *В.И. Кривошеев* – Нижний Новгород: Книж.изд-во, 2006. – 117 с.
4. *Отнес Р.* Прикладной анализ временных рядов / *Р.Отнес, Л.Эноксон* // М.: Мир, 1982. – 428 с.
5. *Prony G.* Essai experimental et analytique: sur les lois de la dilatabilite de fluides elastiques et sur celles de la force expansive de la vapeur de l'eau et de la vapeur de l'alkool, a differentes temperatures / *G. Prony* // Journal de l'Ecole polytechnique, 1795. – Vol. 1, N 2.– pp. 24-76.
6. *Reid D.G.* Lemmings (*Lemmus* and *Dicrostonyx* spp.) [In: Arctic Report Card 2012] / *Reid D.G., Ims R.A., Schmidt N.M., Gauthier G., Ehrich D.* // 2012. – P. 114-119.URL: <http://www.arctic.noaa.gov/reportcard/> (дата обращения: 14.02.2019).
7. *Bloomfield P.* 1976. Fourier analysis of Time Series: An Introduction. John Wiley and Sons, Hoboken. 269 p.
8. *Prony G.,* Essai experimental et analytique: sur les lois de la dilatabilite de fluides elastiques et sur celles de la force expansive de la vapeur de l'eau et de la vapeur de l'alkool, a differentes temperatures, Journal de l'Ecole polytechnique, 1795, vol. 1, no 2, pp. 24-76.

9. Reid D.G., Ims R.A., Schmidt N.M., Gauthier G., Ehrich D. Lemmings (*Lemmus* and *Dicrostonyx* spp.) [In: Arctic Report Card 2012], 2012, pp. 114-119. Available online: <http://www.arctic.noaa.gov/reportcard/> (accessed on 14.02.2019).

10. Shumway R.H. Applied statistical time series analysis / R.H. Shumway // Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1988.

References

1. Yerdakov L.N., Litvinov Y. N., Abramov S. A. *Tsiklichnost' v dinamike mnogoletney chislennosti kopytnogo (Dicrostonyx) lemminga* [The cyclicity in the dynamics of the long-term number of Arctic (*Dicrostonyx*) lemmings]. Vestnik IrGSHA, 2016, vol. 72, pp. 55–63. (in Russian).

2. Yerdakov L.N. et al. *Tsiklichnost' v dinamike chislennosti ryabchika (Bonasa bonasia L, 1758) iz Novosibirskoy oblasti* [The cyclicity in the dynamics of hazel grouse (*Bonasa bonasia* L, 1758) from the Novosibirsk region]. Novosibirsk, 2015, no. 26, pp. 88–94. (in Russian).

3. Krivosheyev V.I. *Sovremennyye metody tsifrovoy obrabotki signalov (tsifrovoy spektral'nyy analiz)* [Modern methods of digital signal processing (digital spectral analysis)], Nizhniy Novgorod, 2006, 117 p. (in Russian).

4. Otnes R., Enokson L. *Prikladnoy analiz vremennykh ryadov* [Applied analysis of time series]. Moscow, 1982, 428 p. (in Russian).

5. Prony G. Essai experimental et analytique: sur les lois de la dilatabilite de fluides elastiques et sur celles de la force expansive de la vapeur de l'eau et de la vapeur de l'alkool, a differentes temperatures, Journal de l'Ecole polytechnique, 1795, vol. 1, no 2, pp. 24-76.

6. Reid D.G., Ims R.A., Schmidt N.M., Gauthier G., Ehrich D. Lemmings (*Lemmus* and *Dicrostonyx* spp.) [In: Arctic Report Card 2012], 2012, pp. 114-119. Available online: <http://www.arctic.noaa.gov/reportcard/> (accessed on 14.02.2019).

Bloomfield P. 1976. Fourier analysis of Time Series: An Introduction. John Wiley and Sons, Hoboken. 269 p.

8. Prony G., Essai experimental et analytique: sur les lois de la dilatabilite de fluides elastiques et sur celles de la force expansive de la vapeur de l'eau et de la vapeur de l'alkool, a differentes temperatures, Journal de l'Ecole polytechnique, 1795, vol. 1, no 2, pp. 24-76.

9. Reid D.G., Ims R.A., Schmidt N.M., Gauthier G., Ehrich D. Lemmings (*Lemmus* and *Dicrostonyx* spp.) [In: Arctic Report Card 2012], 2012, pp. 114-119. Available online: <http://www.arctic.noaa.gov/reportcard/> (accessed on 14.02.2019).

10. Shumway R.H. Applied statistical time series analysis / R.H. Shumway // Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1988.

Сведения об авторах

Ердаков Лев Николаевич - доктор биологических наук. Институт систематики и экологии животных СО РАН (630091, Россия, г. Новосибирск, ул. Фрунзе, 11, тел. +7(383)2170633, e-mail: microtus@yandex.ru).

Литвинов Юрий Нарциссович - доктор биологических наук заведующий лабораторией, Институт систематики и экологии животных СО РАН. (630091, Россия, г. Новосибирск, ул. Фрунзе, 11, тел. +7(383)2170986, e-mail: litvinov@eco.nsc.ru).

Тарновский Александр Владимирович – ведущий инженер-программист, ООО “Техноград Плюс” (630087, Россия, г. Новосибирск, ул. Немировича-Данченко, д. 165, оф. 509, тел. +7(953)8011421, e-mail: a.tarnovski@mail.ru).

Information about authors

Yerdakov Lev Nikolaevich - Doctor of Biological Sciences, Institute of Systematics and Ecology of Animals, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (11, Frunze St., Novosibirsk, 630091, tel.+7(383)2170633, e-mail: microtus@yandex.ru).

Litvinov Yuri Narcissovich - Doctor of Biological Sciences, Head of laboratory, Institute of Systematics and Ecology of Animals, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (11, Frunze St., Novosibirsk, 630091, tel. +7(383)2170986, e-mail: litvinov@eco.nsc.ru).

Tarnovskiy Aleksandr Vladimirovich - Leading Software Engineer, Tekhnograd Plus LLC (off. 509, 165, Nemirovich-Danchenko St., Novosibirsk, 630087, tel. +7(953)8011421, e-mail: a.tarnovski@mail.ru).

УДК 582.681.81:635.92(571.5

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ИРКУТСКА НА ПРОЦЕСС ПОБЕГООБРАЗОВАНИЯ ТОПОЛЯ БЕЛОГО (*Populus alba* L.)

Д.Р. Шарипова, С.В. Половинкина, Е.Г. Худоногова, О.С. Зацепина, Г.В. Скрипник

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, г. Иркутск,
Россия

В условиях интенсивного развития городов и повышения антропогенной нагрузки, актуальной проблемой остается создание и сохранение благоприятной среды для жизни населения. В работе изучен процесс побегообразования *Populus alba* L. в условиях г. Иркутска. Тополь белый имеет ряд преимуществ перед другими видами тополей, несмотря на то, что является интродуцентом в Восточной Сибири, является одним из самых быстрорастущих и высокодекоративных представителей видов тополей первой величины, осаждаст за вегетационный период до 53 кг пыли. В последнее время применяется для замены стареющих насаждений тополя бальзамического, однако количество насаждений его невелико. Наблюдения проводили в условиях г. Иркутска в течение двух лет, на объектах с достаточным для исследования количеством экземпляров деревьев, близких по возрасту. Также учитывали уровень интенсивности транспортного движения и степень освещенности объектов. Вегетационный период у тополя белого в условиях г. Иркутска составляет от 134 до 137 дней. Начало вегетации тополя белого наступает в третьей декаде апреля - второй декаде мая. Конец вегетации – в первой - третьей декаде сентября. Величина прироста боковых побегов составила от 23 до 49 см, что свидетельствует о значительном влиянии на данный показатель весенних среднесуточных температур. При этом высокая транспортная нагрузка и несоблюдение норм посадок приводят к отклонениям в динамике прироста боковых побегов, однако общий прирост на объектах ниже в среднем на 40% по сравнению с объектами с низкой транспортной нагрузкой.

Ключевые слова: тополь белый, годичный прирост, городская среда.

INFLUENCE OF IRKUTSK CITY ECOLOGICAL CONDITIONS ON THE GERMINATION PROCESS OF WHITE POPLAR (*Populus alba* L.)

Sharipova D.R., Polovinkina S.V., Hudonogova E.G., Zatsepina O.S., Skripnik G.V.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia

In the conditions of intensive development of cities and increasing of anthropogenic load, the creation and preservation of a favorable environment for the life of population remains an urgent problem. The process of germination of *Populus alba* L. under conditions of Irkutsk city was studied. White poplar has a number of advantages over other types of poplars, despite the

fact that it is introduced in Eastern Siberia, it is one of the fastest growing and highly decorative representatives of the poplar species of the first size, it precipitates up to 53 kg of dust during the growing season. Recently used to replace aging plantings of balsam poplar, but the number of plantations it is small. The observations were carried out in the conditions of Irkutsk city for two years, on objects with a sufficient number of tree specimens for study, which were similar in age. Also taken into account the level of intensity of traffic and the degree of illumination of objects. The vegetation period for white poplar under the conditions of the city of Irkutsk ranges from 134 to 137 days. The beginning of the growing season of white poplar begins in the third decade of April - the second decade of May. The end of the growing season is in the first - third decade of September. The magnitude of the increase in lateral shoots ranged from 23 to 49 cm, which indicates a significant impact on this indicator spring average daily temperatures. At the same time, a high transport load and non-compliance with the norms of planting lead to deviations in the growth dynamics of side shoots, however, the overall increase in objects is lower on average by 40% compared with objects with a low transport load.

Keywords: white poplar, annual growth, urban environment.

В настоящее время для городского озеленения все более актуальными становятся вопросы реконструкции и возобновления городских насаждений. Интенсивный рост городов, развитие транспортных сетей в значительной степени актуализируют проблемы сохранения и оздоровления урбанизированной среды [1].

Увеличение концентрации выбросов вредных веществ в условиях урбогенной среды оказывает существенное влияние на растительность города и на климат, в частности, повышается температура воздуха на 1-3°C, увеличивается количество выпадающих осадков и ливневых дождей, нарушаются особенности их распределения по сезонам года, увеличивается облачность, уменьшается количество солнечной радиации и др. [1].

В связи с неблагоприятной экологической ситуацией в таких крупных городах, как Иркутск, возникает необходимость подбора ассортимента древесных и кустарниковых видов для различных категорий городских насаждений (парковых, уличных, дворовых пространств) [3,4]. К ассортименту видов предъявляются повышенные требования: неприхотливость и устойчивость к загазованности и запылённости, декоративность, компактность крон, длительность периода облиствения. Этим требованиям во многом отвечают различные виды тополей [15].

Для озеленения г. Иркутска, до недавнего времени, использовали в основном древесно-кустарниковые растения местной флоры (ель обыкновенную, яблоню ягодную, боярышники кроваво-красный и Максимовича, березу повислую, сирень обыкновенную и др.), а также тополь бальзамический. В настоящее время все чаще высаживают высокодекоративные культивируемые виды: тополь белый, клен Гиннала, орех маньчжурский и другие виды. Наибольшую ценность для озеленения населенных мест представляет род *Populus* L.

В посадках г. Иркутска преобладает тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.), который отличается быстрыми темпами роста (до 1 м в год), высокой морозостойкостью, газоустойчивостью, поглощает большое количество углекислого газа, пыли и двуокиси серы, свинец. Хорошо

улавливает сернистый газ и является наиболее активным “поставщиком” кислорода в атмосферу. Благодаря фитонцидам обеззараживает воздух от патогенной микрофлоры. Крона тополя после стрижки быстро отрастает. Кроме того, он легко выдерживает глубокую обрезку и размножается черенкованием. Однако, тополиный пух женских особей тополя бальзамического доставляет существенный дискомфорт населению города. Поэтому требуется его замена на другие, не менее декоративные, быстрорастущие, морозостойкие и газоустойчивые виды, не причиняющие подобного дискомфорта. К таким видам можно отнести тополь белый (*Populus alba* L.) [1].

Тополь белый относится к семейству Ивовые (Salicaceae), к секции белые тополи – Leuse Duby. В России культивируется вплоть до Архангельска, на Урале и в Сибири [1]. Несмотря на то, что тополь белый является интродуцентом в Восточной Сибири, он имеет ряд преимуществ перед другими видами тополей. Это морозоустойчивое, газоустойчивое и солеустойчивое растение, малотребовательное плодородию почвы и влаге, устойчивое к ржавчине листьев и стволовым вредителям [8, 9]. Данный вид является одним из самых быстрорастущих и высокодекоративных тополей первой величины, осаждаст за вегетационный период до 53 кг пыли [1].

У деревьев, растущих в насаждениях, как правило формируется цилиндрический ствол, у дикорастущих видов ствол низко разветвляется, иногда у самого основания [2]. К одним из существенных факторов, определяющих возможность интродукции тополя белого в условиях резкоконтинентального климата г. Иркутска является его способность переносить сезонные колебания температур и выдерживать их низкий уровень [9, 12].

Цель работы – изучение динамики годичного прироста боковых побегов тополя белого (*P. alba* L.), произрастающего в различных условиях урбанизированной среды Иркутска.

Объекты и методы исследования. Для проведения биометрических и исследований были выбраны четыре городских объекта с разной транспортной интенсивностью и освещенностью насаждений. На каждом объекте было обследовано по 10 экземпляров деревьев.

В работе использован метод биометрических исследований, разработанный по методикам А.Е. Кухта и С.С. Таран [7, 14]. Математическую обработку данных проводили по методике Б.А. Доспехова [6], с помощью компьютерной программы “Excel 2007”.

Результаты и их обсуждение. Качество атмосферного воздуха на территории г. Иркутска определяется выбросами загрязняющих веществ от выхлопных газов автотранспорта и источников теплоэнергетики. В годы исследований (2017 - 2018 гг.) в г. Иркутске наблюдался высокий уровень загрязнения атмосферы такими веществами, как бензапирен, взвешенными веществами, диоксидом азота, озоном. Средние за год концентрации одной или более примесей вредных веществ превышали ПДК по трем-пяти примесям [5]. По степени интенсивности движения автотранспорта ул.

Байкальская и ул. Советская входили в число наиболее загруженных (от 1500 до 2000 авт./час), ул. Карла Либкнехта от 370 до 600 авт./час, ул. Верхняя Набережная от 150 до 170 авт./час [13].

Представленные факторы, обусловленные структурой урбанизированной среды, оказывают влияние на рост и качественное состояние насаждений тополя белого. Краткая характеристика объектов исследования представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Характеристика объектов исследования

№	Местоположение объекта	Возраст насаждений, лет	Условия		Тип посадки / шаг посадки, м
			*Транспортная интенсивность	*Освещенность	
1	ул. Байкальская	6-7	высокая	высокая	Рядовая / 5
2	ул. Карла Либкнехта	6-7	средняя	средняя	Рядовая / 3.5
3	ул. Советская	10	высокая	средняя	Рядовая / 3.5
4	ул. Верхняя Набережная	4-5	низкая	высокая	Рядовая / 4

*Примечание: освещенность определяли исходя из расположения улиц и высоты жилой застройки; транспортная интенсивность определялась исходя из категории улиц [13].

Посадки тополя белого по ул. Байкальская расположены между тротуаром и жилыми застройками, расстояние до ближайшей застройки составило около 65 метров. Результаты обследования показали, что при посадке деревьев были соблюдены все нормы и требования.

По ул. Карла Либкнехта рядовые посадки тополя белого отделяют проезжую часть от асфальтированной парковки и связывают пространство двора и улицы. Расстояние между деревьями составляет в среднем 3.5 м, ширина зеленой полосы – 3 м, а до проезжей части – около 1.5 м. При озеленении данного участка были нарушены нормы посадки деревьев, так как инфраструктура исследуемой территории не позволяла провести благоустройство участка по нормативам [11].

По ул. Советская рядовые посадки были размещены с расстоянием между деревьями около 3.5 м и шириной зеленой полосы 3 м. Степень загазованности была высокой в связи с большой транспортной активностью на данном объекте.

Насаждения тополя белого по ул. Верхняя Набережная находились в хорошо освещенном месте вблизи дорог с небольшой транспортной интенсивностью. Посадки рядового типа, расстояние между деревьями 4 м, что обеспечивало достаточную площадь питания для данных деревьев [16].

Вегетационный период тополя белого наступает в зависимости от природно-климатических особенностей года, так начало вегетации вида в 2017 г. наблюдалось в третьей декаде апреля, в 2018 году – во второй декаде мая. Прекращение роста годовых побегов у тополя белого в 2017 г. было отмечено в первой декаде сентября, в 2018 г. – в третьей декаде сентября.

Стабильное ежемесячное превышение прироста боковых побегов во всех посадках отмечено в 2018 г. (табл. 2). Резких отклонений в динамике прироста по объектам не выявлено, а годичный прирост на ул. Советской оказался самым низким (до 23 см), что может быть связано с крайне неблагоприятными экологическими условиями, в которых находились посадки. Максимальный прирост побегов вида (до 49 см) зарегистрирован по ул. Верхняя Набережная при самой низкой транспортной нагрузке.

Общий прирост боковых побегов на участках по ул. Байкальская и ул. Карла Либкнехта в среднем находился на одном уровне (в пределах от 30 до 37 см), что связано с удаленностью посадок от проезжей части.

Динамика роста побегов на всех исследуемых участках в июне-июле 2018 г. существенно не отличалась, за исключением объектов по ул. Карла Либкнехта и ул. Советская, когда процесс побегообразования был максимальным и составил 17 и 20 см соответственно. Это можно связать с повышением температуры почвы, возникающим в результате высокой транспортной интенсивности на данных объектах.

При сравнении полученных данных за два года исследований (2017 и 2018), видно, что среднее значение общего прироста боковых побегов тополя белого на ул. Байкальская практически не изменилось.

В то же время на ул. Карла Либкнехта разность среднего значения общего прироста составила около 10 см. Вероятно, большую роль сыграла чрезмерная транспортная нагрузка в месте проведения исследований в 2018 году, что вызвало повышение температуры почвы и, как следствие, увеличение скорости процесса побегообразования. На улицах Советской и Верхняя Набережная отмечены аналогичные показатели годового прироста (в сравнение с 2017 г.) значения, которые составили 25 см и 49 см соответственно. Это указывает на важную значимость насаждений тополя белого.

Показатели общего годового прироста на всех объектах исследования значительно ниже представленных в литературных источниках [12] - в среднем на 50-60%, что свидетельствует о значительном влиянии на данный показатель весенних среднесуточных температур.

Выводы. 1. Начало вегетации тополя белого наступает в третьей декаде апреля - второй декаде мая. Конец вегетации – в первой - третьей декаде сентября. Продолжительность периода вегетации вида составляет в среднем 134 ± 3 дня и не зависит от суммы положительных температур, уровня освещенности и транспортной активности, что указывает на полную адаптацию вида к природно-климатическим и экологическим условиям произрастания.

Таблица 2 - Продолжительность вегетационного периода, величина и динамика годичного прироста в длину тополя белого в 2017-2018 годах

Участок	Год	Вегет. период, дней	Прирост по месяцам										Общий прирост, см
			май		июнь		июль		август		сентябрь		
			см	%	см	%	см	%	см	%	см	%	
ул. Байкальская	2017	137±1.0	4.0±2.1	10	14.0±10.4	38	12.0±9.8	31	7.0±5.6	18	7.0±0.7	2	37.7
ул. Байкальская	2018	135±0.9	5.0±3.4	13	13.0±10.0	37	11.0±8.8	31	6.0±5.1	17	1.0±1.0	2	36.0
ул. Карла Либкнехта	2017	133±1.3	3.0±1.8	9	10.0±8.2	35	11.0±8.5	36	5.0±3.7	17	5.0±0.6	1	29.5
ул. Карла Либкнехта	2018	133±1.3	3.0±1.9	8	17.0±12.2	44	14.0±10.3	33	5.0±3.7	13	1.0±0.9	2	40.0
ул. Верхняя Набережная	2017	139±1.3	5.0±3.3	10	18.0±14.6	37	17.0±12.5	35	8.0±6.4	16	9.0±0.9	2	48.9
ул. Верхняя Набережная	2018	139±1.4	5.0±3.4	10	20.0±15.9	41	16.0±11.7	33	7.0±5.8	14	1.2±1.1	2	49.2
ул. Советская	2017	134±1.2	2.0±1.4	9	10.0±8.1	43	7.0±5.8	30	4.0±2.2	17	3.0±0.2	1	23.3
ул. Советская	2018	135±1.1	1.0±0.9	4	12.0±9.8	48	7.0±5.7	28	4.0±2.1	16	1.0±1.0	4	25.0

2. Нарушение норм посадок и сокращение площади питания корневой системы растений отрицательно влияют на прирост побегов тополя белого, что приводит к замедлению побегообразования в среднем в 2-3 раза.

3. На улицах с интенсивным транспортным движением, возможно за счет повышения температуры, возникают отклонения в динамике прироста боковых побегов, однако общий прирост на данных объектах ниже в среднем на 40% по сравнению с объектами с низкой транспортной нагрузкой.

Список литературы

1. Альбенский А.В. Культура тополей / А.В. Альбенский – М.: Государственное Лесотехническое изд-во, 1946. – 45 с.

2. Атрохин В.Г. Древесные породы мира. Древесные породы СССР/ В.Г. Атрохин, К. К. Калущкий, Ф. Т. Тюриков – М.: Лесн. промсть, 1982.- Т. 3. – 264 с.

3. Бухарина И.Л. Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде: монография / И.Л. Бухарина, Т.М. Поварнищина, К.Е. Ведерников – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2007. – 216 с.

4. Бухарина И.Л. Городские насаждения: экологический аспект: Монография / И.Л. Бухарина, А.Н. Журавлева, О.Г. Большова – Ижевск: Изд-во “Удмуртский университет”, 2012. – 206с.

5. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2017 году// Министерство природных ресурсов и экологии Иркутской области. – Иркутск: Мин. природ. ресурсов и экологии Ирк. обл., 2018. – 249 с.

6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов - М.: Колос, 1985. - 351 с.

7. Кругляк В. В. Урбоэкология и мониторинг среды: Учебное пособие/ В.В. Кругляк, Н. П. Карташова // Фед. агентство по образованию, ГОУ ВПО “ВГЛТА” // Воронеж: Изд-во Воронежской ГЛТА, 2010. – 92 с.

8. Кулагин Ю.З. Древесные растения и промышленная среда / Ю.З. Кулагин – М.: Наука, 1980. – 115 с.

9. Кухта А.Е. Метод мониторинга линейного прироста ювенильных древесных растений и его роль в оценке крупномасштабных изменений состояния природной среды и климата / А.Е. Кухта, С.М. Семенов // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем// С-Пб: Гидрометеиздат, 2002. – Т. XVIII. – С. 167 - 192.

10. Медведева Е.Ю. Биолого-экологические особенности роста и размножения гибридных тополей в городе Екатеринбурге / Е.Ю. Медведева: Автореф. дис. на соиск. уч. степени к.с.-х. н., Екатеринбург, 2015. – С.8-11.

11. Нормы посадки деревьев и кустарников городских зеленых насаждений от 11 декабря 1987 г. (утв. зам. министра жилищно-коммунального хозяйства РСФСР А.Ф. Порядин) // “Отдел научно-технической информации АКХ”// М.: Мин. жил.-ком. хоз-ва РСФСР, 1988. – 82 с.

12. Редько Г.И. Биология и культура тополей / Г.И. Редько – Л.: Изд-во ЛГУ, 1975. – 175 с.

13. Решение Думы города Иркутска от 30 сентября 2016 г. N 006-20-250396/6 "Об утверждении программы комплексного развития транспортной инфраструктуры города Иркутска на 2016-2025 годы" (с изменениями и дополнениями) // Иркутск, Из-во Администрации г. Иркутска, 2016. – 94 с.

14. Таран С.С. Теория и методика научных исследований в лесокультурном производстве: Учебное пособие для аспирантов направ. “Лесное хозяйство”

направленности “Лесные культуры, селекция, семеноводство”/ С.С. Таран – Новочеркасск: Изд-во Донского ГАУ, 2016. – 73 с.

15. Царев А.П. Сортоведение тополя / А.П. Царев - Воронеж: Изд-во ВГУ, 1986. – 152 с.

16. Шарипова Д.Р. Изучение линейного годичного прироста тополя белого (*Populus alba* L.) В условиях города Иркутска / Д.Р. Шарипова, С.В. Половинкина // Науч. исслед-ия студентов в решении актуальных проблем АПК // Матер. Всерос. науч.-практ. конф. (Иркутск, 1-2 марта 2018 г.) // Иркутск: Изд-во Иркутского ГАУ, 2018. – С.50 - 57.

References

1. Albenskiy A.V. *Kultura topoley* [Culture of poplar]. Moscow, 1946, 45 p.
2. Atrokhin V.G., Tyurikov F.T. *Drevesnyye porody mira. Drevesnyye porody SSSR* [Tree species of the world. Tree species of USSR]. Moscow, 1982, vol. 3, 264 p.
3. Bukharina I.L. et all. *Ekologo-biologicheskiye osobennosti drevesnykh rasteniy v urbanizirovannoy srede* [Ecological and biological features of woody plants in an urbanized environment]. Izhevsk, 2007, 216 p.
4. Buxarina I.L. et all. *Gorodskie nasazhdeniya: e`kologicheskij aspekt* [Urban plantings: the environmental aspect]. Izhevsk, 2012, 206 p.
5. *Gosudarstvennyy doklad o sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchey sredy Irkutskoy oblasti v 2017 godu*. [State report on the state and protection of environment of Irkutsk region in 2017]- Ministerstvo prirodnikh resursov i ekologii Irkutskoy oblasti, Irkutsk, 2018, 249 p.
6. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy)* [Methods of field experience]. Moscow, 1985, 351 p.
7. Kruglyak V.V., Kartashova N.P. *Urboe`kologiya i monitoring sredy`* [Urboecology and environmental monitoring]. Voronezh, 2010, 92 p.
8. Kulagin Yu.Z. *Drevesny`e rasteniya i promy`shlennayasreda* [Woody plants and industrial environment]. Moscow, 1980, 115 p.
9. Kuxta A.E., Semenov S.M. *Metod monitoringa linejnogo prirosta juvenil`ny`x drevesny`x rasteniy i ego rol` v ocenke krupnomasshtabny`x izmenenij sostoyaniya prirodnoj sredy` i klimata* [Method of monitoring the linear growth of juvenile woody plants and its role in assessment of large-scale changes in the state of environment and climate]. Sankt-Petersburg, 2002, vol. XVIII, pp. 167-192.
10. Medvedeva E.Yu. *Biologo-ekologicheskiye osobennosti rosta i razmnozheniya gibridnykh topoley v gorode Ekaterinburge* [Biological and environmental features of the growth and reproduction of hybrid poplars in the city of Yekaterinburg]. Cand. Dis. Thesis, Ekaterinburg, 2015, pp.8 - 11.
11. *Normy` posadki derev`ev i kustarnikov gorodskix zeleny`x nasazhdenij ot 11 dekabrya 1987 g.* (utv. zam. ministra zhilishhno-kommunal`nogo xozyajstva RSFSRA. F. Poryadin)[Norms of planting trees and shrubs of urban green spaces of December 11, 1987 (approved by the Deputy Minister of Housing and Communal Services of the RSFSR A. F. Poryadin)]. Moscow, 1988, 82 p.
12. Red`ko G.I. *Biologiya i kul`tura topolej* [Biology and culture of poplars]. Leningrad, 1975, 175 p.
13. *Resheniye Dumy goroda Irkutsk ot 30 sentyabrya 2016 g. N 006-20-250396/6 "Ob utverzhdenii programmy kompleksnogo razvitiya transportnoy infrastruktury goroda Irkutskana 2016 - 2025 gody"* (s izmeneniyami i dopolneniyami) [Decision of the Duma of Irkutsk, September 30, 2016 N 006-20-250396 / 6 "On approval of the program of integrated development of Irkutsk transport infrastructure for 2016-2025]. Irkutsk, 2016, 94 p.
14. Taran S.S. *Teoriya i metodika nauchnykh issledovaniy v lesokulturnom proizvodstve: uchebnoye posobiye dlya aspirantov naprav. «Lesnoye khozyaystvo» napravlenosti «Lesnyye*

kultury. selektsiya. semenovodstvo» [Theory and methods of scientific research in silvicultural production]. Novocherkassk, 2016, 73 p.

14. Carev A.P. *Sortovedenie topolya* [Poplar cultivation]. Voronezh, 1986, 152 p.

15. Sharipova D.R., Polovinkina S.V. *Izuchenie linejnogo godichnogo prirosta topolya belogo (populus alba L.) V usloviyax goroda Irkutska* [Study of the linear annual growth of white poplar (*Populus alba* L.) in the conditions of Irkutsk city]. Irkutsk, 2018, pp.50-57.

Сведения об авторах

Зацепина Ольга Станиславовна – кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники, плодоводства и ландшафтной архитектуры агрономического факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89041304853, e-mail: zipraos@ya.ru).

Половинкина Светлана Викторовна – кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники, плодоводства и ландшафтной архитектуры. Иркутский аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н, пос. Молодёжный, тел. 89246070226, e-mail: flora.botanica@mail.ru).

Скрипник Галина Викторовна – старший преподаватель кафедры ботаники, плодоводства и ландшафтной архитектуры агрономического факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 8(3952)237486, e-mail: flora.botanica@mail.ru).

Худоногова Елена Геннадьевна – доктор биологических наук, профессор кафедры ботаники, плодоводства и ландшафтной архитектуры агрономического факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 8(3952)237486, email: elenax8@yandex.ru).

Шарипова Дарья Радиевна – студентка агрономического факультета. Иркутский аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н, пос. Молодёжный, тел. 89021773271, e-mail: flora.botanica@mail.ru).

Information about authors

Zacepina Olga S. – Candidate of Biological Sciences, Ass. Prof. Department of Botany, Horticulture and Landscape Architecture of Agronomy Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89041304853, e-mail: zipppa-os@ya.ru).

Polovinkina Svetlana V. - Candidate of Biological Sciences, Ass. Prof. Department of Botany, Horticulture and Landscape Architecture of Agronomy Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel.89246070226, e-mail: flora.botanica@mail.ru).

Skripnik Galina V. - Senior Lecturer of Department of Botany, Horticulture and Landscape Architecture of Agronomy Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, 8(3952)237486, e-mail: flora.botanica@mail.ru).

Khudonogova Elena G. - Doctor of Biological Sciences, Professor of Botany, Fruit Growing and Landscape Architecture of Agronomical Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 8(3952)237486, e-mail: elenax8@yandex.ru).

Sharipova Daria R. - student Faculty of Agronomy. Irkutsk Agricultural University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel 89021773271, e-mail: flora.botanica@mail.ru).

**Требования
к статьям, публикуемым в научно-практическом журнале
“Вестник ИрГСХА”**

Условия опубликования статьи

1. Статьи должны содержать результаты научных исследований, теоретические, практические (инновационные) разработки, готовые для использования и являющиеся актуальными (востребованными) на современном этапе научного развития, либо представлять научно-познавательный интерес, соответствовать основным направлениям журнала.

2. Соответствовать предъявляемым правилам оформления.

3. Для авторов, кроме студентов, аспирантов и магистрантов очной и заочной формы обучения, условием публикации статей является годовая подписка – 1500 руб., при этом объем статьи не должен превышать 12 страниц. Число авторов в статье – не более пяти.

4. Оформление подписки через бухгалтерию Иркутского ГАУ (ИНН 3811024304 КПП 382701001 УФК по Иркутской области (ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ Л/СЧ.20346Х05770) БАНК: ГРКЦ ГУ БАНКА РОССИИ по ИРКУТСКОЙ ОБЛ. г. ИРКУТСК БИК 042520001 Р/СЧ 40501810000002000001, КБК 00000000000000000130, ОКТМО 25612440, ОГРН 1023801535658 (за годовую подписку журнала “Вестник ИрГСХА”).

5. Автор может опубликовать две статьи в год самостоятельно или в соавторстве.

6. Поступившие в редакцию и принятые к публикации статьи не возвращаются. Редакция предполагает анонимное рецензирование, имеет право отклонять статьи, не соответствующие вышеуказанным требованиям и основным научным направлениям журнала.

7. За фактологическую сторону статей, юридическую и иную ответственность несут авторы.

На отдельной странице предоставляется информация об авторе: фамилия, имя, отчество (полностью) на русском языке, фамилия и инициалы на английском языке, ученая степень, ученое звание, должность, телефон, e-mail и адрес организации (с указанием почтового индекса).

Правила оформления статьи

1. Статья направляется в редакцию журнала по адресу: 664038, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, ФГБОУ ВО “Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского”, “Редакция “Научно-практического журнала “Вестник ИрГСХА” или по e-mail: nikulina@igsha.ru, тел. 8(3952)237330, 89500885005.

2. Статья представляется в бумажном виде и на электронном носителе (по e-mail или на электронном носителе) в формате MicrosoftWord. Бумажный вариант должен полностью соответствовать электронному. При наборе статьи необходимо учитывать следующее: форматирование по ширине; поля: справа и слева – по 23 мм, остальные – 20 мм, абзацный отступ – 10 мм.

3. Текст статьи должен быть тщательно вычитан и подписан автором, который несет ответственность за научно-теоретический уровень публикуемого материала.

4. Нумерация страниц обязательна.

Структура статьи:

1. Универсальный десятичный код (УДК) размещается в левом верхнем углу: полужирный шрифт, размер – 12 пт.

2. Название статьи (ПРОПИСНЫМИ БУКВАМИ), полужирный шрифт, 14 кегль, межстрочный интервал – 1.0.

3. Фамилия, имя, отчество автора, полужирный шрифт, 12 кегль.

4. Название организации, кафедры, 12 кегль, межстрочный интервал – 1.0.
5. Аннотация статьи должна отражать основные положения работы и содержать от 200 до 250 слов, примерно 2000 знаков (шрифт – Times New Roman, размер – 12 пт, интервал – 1.0).
6. После аннотации располагаются ключевые слова (шрифт – Times New Roman, курсив, размер – 12 пт.).
7. Далее: пункты 2, 3, 4, 5, 6 дублируются на английском языке (шрифт – 12).
8. Основной текст статьи – шрифт Times New Roman, размер – 14 пт., межстрочный интервал – 1.0 пт. В тексте статьи автор сжато и четко излагает современное состояние вопроса, описание методики исследования и обсуждение полученных результатов; заглавие статьи должно полностью отражать ее содержание; основной текст экспериментальных статей необходимо структурировать, используя подзаголовки соответствующих разделов: объекты и методы, экспериментальная часть, результаты и их обсуждение, выводы.
9. Иллюстрации к статье (при наличии) предоставляются в электронном виде, включенные в текст, в стандартных графических форматах с обязательным подрисуночным названием.
10. Таблицы набираются в редакторе WORD – размер шрифта – 12, название таблицы полужирным.
11. Формулы и специальные символы набираются с использованием пункта меню Символ и редактора формул MS-Equation 5.0.
12. В конце статьи размещается список литературы в алфавитном порядке на русском языке, размер шрифта – 12, межстрочный интервал – 1.0; в тексте указывается ссылка с номером. Количество источников от 10 до 25, из них 30% – ссылки на работы зарубежных авторов по аналогичной тематике, 30% – собственные работы.
13. Далее – транслитерация всего списка литературы с использованием сайта translit.ru.
14. Ссылки на литературу приводятся в тексте в квадратных скобках.
15. Благодарность (и) или указание (я) на какие средства выполнены исследования, приводятся в конце основного текста после выводов (шрифт Times New Roman, размер – 12 пт.).
16. Оформление графиков и таблиц согласно стандарту (ГОСТ 7.1 - 2003).
17. Сведения об авторе (ах): фамилия, имя, отчество (полностью), ученая степень, ученое звание, должность, место работы (место учебы или соискательство), контактные телефоны, e-mail, почтовый индекс и адрес учреждения.

Сопроводительные документы к статье

1. Заявление от имени автора (ров) в адрес редакции “Научно-практического журнала “Вестник ИрГСХА”.
2. На каждую статью обязательно заключение организации, где работает (ют) автор (ры), о возможности опубликовании материалов в открытой печати в “Научно-практическом журнале “Вестник ИрГСХА”, заверенное печатью и подписанное лицом (руководителем) организации, где работает автор (ы).
3. Для аспирантов и соискателей ученой степени кандидата наук необходима рекомендация, подписанная лицом, имеющим ученую степень и заверенная печатью учреждения. В рекомендации отражается актуальность раскрываемой проблемы, оценивается научный уровень представленного материала и делаются выводы о возможности опубликования статьи в “Научно-практическом журнале “Вестник ИрГСХА”.
4. Две рецензии (внутренняя и внешняя), составленные доктором или кандидатом наук по направлению исследований автора. Рецензии обосновывают новизну и актуальность научной статьи, логику и научность изложения текста,

аргументированность выводов и заключений, включает в себя рекомендации рецензента по отношению к статье. Рецензии заверяются печатью соответствующего учреждения (организации), подписи рецензентов подтверждается начальником управления персоналом и содержит дату ее написания.

5. Все вышеперечисленные документы в отсканированном виде предоставляются в редакцию по e-mail: nikulina@igsha.ru.

Регистрация статей

1. Поступившая статья регистрируется в общий список по дате поступления.
2. Автор (ы) извещаются по e-mail или по контактному телефону о публикации статьи (ей) в соответствующем выпуске.
3. Зам. главного редактора в течение 7 дней уведомляет автора (ов) о получении статьи.

Порядок рецензирования статей

1. Зам. главного редактора определяет соответствие статьи профилю журнала, требованиям к оформлению и направляет ее на рецензирование специалисту (доктору или кандидату наук), имеющему наиболее близкую к теме статьи научную специализацию.

2. Научные статьи, поступившие в редакцию, проходят *“двойное рецензирование”* со стороны специалистов по направлениям, которые предусмотрены Положением ВАК.

3. Формы рецензирования статей:

- внутренняя (рецензирование рукописей статей членами редакционной коллегии);
- внешняя (направление на рецензирование рукописей статей ведущим специалистам в соответствующей отрасли).

4. Сроки рецензирования в каждом отдельном случае определяются зам. главного редактора с учетом создания условий для максимально оперативной публикации статьи.

5. В рецензии должны быть освещены следующие вопросы:

- соответствует ли содержание статьи заявленной в названии теме;
- насколько статья соответствует современным достижениям научно-теоретические мысли;
- доступна ли статья читателям, на которых она рассчитана с точки зрения языка, стиля, расположения материала, наглядности таблиц, диаграмм, рисунков и т.д.;
- целесообразна ли публикация статьи с учетом ранее выпущенной по данному вопросу научной литературы;
- в чем конкретно заключаются положительные стороны, а также недостатки; какие исправления и дополнения должны быть внесены автором;
- вывод о возможности опубликования данной рукописи в журнале: “рекомендуется”, “рекомендуется с учетом исправления отмеченных рецензентом недостатков” или “не рекомендуется”.

6. Рецензии заверяются в порядке, установленном в учреждении, где работает рецензент.

7. В случае отклонения статьи от публикации редакция направляет автору мотивированный отказ.

8. Статья, не рекомендованная рецензентом к публикации, к повторному рассмотрению не принимается. Текст отрицательной рецензии направляется автору по электронной почте, факсом или обычной почтой.

9. Наличие положительной рецензии не является достаточным основанием для публикации статьи. Окончательное решение о целесообразности публикации принимается редакционной коллегией.

10. После принятия редколлегией решения о допуске статьи к публикации зам. главного редактора информирует об этом автора и указывает сроки публикации.

11. Рецензии хранятся не менее 5 лет в бумажном и электронном вариантах и могут быть предоставлены в Министерство образования и науки РФ по запросу.

Порядок рассмотрения статей

1. Представляя статью для публикации, автор тем самым выражает согласие на размещение полного ее текста в сети Интернет на официальных сайтах научной электронной библиотеки (www.elibrary.ru) и научно-практического журнала “Вестник ИрГСХА”.

2. Статьи принимаются по установленному графику:

- в № 1 (февраль) – до 1 ноября текущего года;
- в № 2 (апрель) – до 1 декабря текущего года;
- в № 3 (июнь) – до 1 февраля текущего года;
- в № 4 (сентябрь) – до 1 марта текущего года;
- в № 5 (октябрь) – до 1 апреля текущего года;
- в № 6 (декабрь) – до 1 мая текущего года.

В исключительных случаях, по согласованию с редакцией, срок приема статьи в ближайший номер может быть продлен, не более, чем на три недели.

3. Поступившие статьи рассматриваются редакционной коллегией в течение месяца.

4. Редакционная коллегия правомочна отправить статью на дополнительное рецензирование.

5. Редакционная коллегия правомочна осуществлять научное и литературное редактирование поступивших материалов, при необходимости сокращать их по согласованию с автором, либо, если тематика статьи представляет интерес для журнала, направлять статью на доработку автору.

6. Редакционная коллегия оставляет за собой право отклонить статью, не отвечающую установленным требованиям оформления или тематике журнала.

7. В случае отклонения представленной статьи редакционная коллегия дает автору мотивированное заключение.

8. Автор (ры) в течение 7 дней получают уведомление о поступившей статье. Через месяц после регистрации статьи, редакция сообщает автору (рам) о результатах рецензирования и о плане публикации статьи.

Подробную информацию об оформлении статей можно получить по e-mail: nikulina@igsha.ru тел. 8(3952)237330, 89500885005.

**“НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
“ВЕСТНИК ИрГСХА”**

**Выпуск 92
июнь**

**Технический редактор – М.Н. Полковская
Литературный редактор – В.И. Тесля
Перевод – А.В. Мокрый**

Лицензия на издательскую деятельность

ЛР № 070444 от 11.03.98 г.

Дата выхода: 27.06.2019

Подписано в печать 24.06.2019

Усл. печ. л. 10.

Тираж 300. Заказ № 3030.

Цена свободная.

Адрес редакции, издателя, типографии:

664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский район, п. Молодежный.