



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

ISSN 1999-3765

Научно-практический журнал

«**ВЕСТНИК ИРГСХА**»

выпуск 4(111) октябрь

Scientific and practical journal

“**Vestnik IrGSHA**”

Volume 4(111) October



Молодежный - Иркутск
2022



Научно-практический журнал
“Вестник ИрГСХА”

Scientific and practical journal
“Vestnik IrGSHA”

2022 Volume 4 (111)

Журнал “Вестник ИрГСХА” зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Регистрационный номер ПИ № ФС77 – 75281 от 25 марта 2019 года

Учредитель: ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

DOI 10.51215/1999 - 3765-2022-111

Научно-практический журнал “Вестник ИрГСХА”, 2022, выпуск 4 (111), октябрь.
Издается по решению Ученого совета Иркутской государственной сельскохозяйственной академии с 26 ноября 1996 г.

Главный редактор: В.И. Солодун, д.с.-х.н.

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

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

Члены редакционного совета: ФГБОУ ВО “Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского”: Д.С. Адушинов, д.с.-х.н., Ч.Б. Кушеев, д.в.н., Д.Ф. Леонтьев, д.б.н., Р.А. Сагирова, д.с.-х.н., В.О. Саловаров, д.б.н., И.И. Силкин, д.б.н., Н.И. Рядинская, д.б.н., Е.Г. Худоногова, д.б.н.

Иные организации: Россия: НИИСХ Иркутской области: А.И. Кузнецов, д.с.-х.н., Ш.К. Хуснидинов; СИФИБР, г. Иркутск: М.А. Раченко, д.с.-х.н.; Всероссийский НИИ селекции плодовых культур, д. Жилина, Орловский р-н, Орловская обл.: Е.Н. Седов, д.с.-х.н., академик, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования “Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина”, д.с.-х.н., доцент С.В. Резвякова, д.с.-х.н.; Северо-Осетинский государственный университет имени К.Л. Хетагурова, г. Владикавказ: Р.Б. Темираев, д.с.-х.н., Санкт-Петербургская академия ветеринарной медицины, г. Санкт-Петербург: Л.М. Белова, д.б.н.; Республика Карелия Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск: Э.В. Ивангер, д.б.н., чл.-кор. РАН; Институт систематики и экологии животных СО РАН, г. Новосибирск: Ю.Н. Литвинов, д.б.н.; Республика Армения Институт проблем гидропоники им. Г.С. Давтяна. Национальная академия наук РА, г. Ереван: А.О. Талевосян, д.б.н. **Республика Беларусь:** Витебская ордена “Знак Почета” академия ветеринарной медицины И.Н. Громов, д.в.н.

Республика Молдавия: Государственный аграрный университет, г. Кишинев В.З. Енчу, д.в.н.

Украина: Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев О.П. Мельник, д.в.н.

Республика Казахстан: Казахский научно-исследовательский институт пищевой и перерабатывающей промышленности, г. Нур-Султан: Р.А. Арынова, д.б.н.

Республика Албания: Сельскохозяйственный университет Тираны, г. Тирана С. Дуро, д.в.н.

Республика Болгария: Аграрный университет, г. Пловдив: К. Кузмова, д.б.н.

Республика Польша: Вроцлавский университет окружающей среды и жизненных наук Я.Э. Ниспось, д.в.н.

Швейцария: Цюриховский университет, г. Цюрих М. Ковалевски, д.в.н.

Китай: Колледж ветеринарной медицины, Хоххот Эрдунмуту, д.в.н.

Республика Корея: южнокорейский университет Инчхон Кёнсан Ким Йонг-Шик, д.в.н.

Монголия: Монгольская академия наук, Улан-Батор Бямбаа Бадарч, д.в.н.; Монгольский государственный сельскохозяйственный университет Очирбат Гэндэнгийя Зоодийнхэний, д.б.н. В журнале опубликованы работы авторов по разным тематикам: агрономии, мелиорации, биологии, охране природы, ветеринарной медицине, зоотехнии.

Журнал “Вестник ИрГСХА” зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Регистрационный номер ПИ № ФС77 – 75281 от 25 марта 2019 года

Подписной индекс ПН274 в каталоге АО “Почта России”

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. 51215/ISSN1999 - 3765.2019.91.94

Учредитель – ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ.

ISSN 1999 - 3765

© ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, 2022, октябрь.

Scientific and practical journal “Vestnik IrGSHA”, 2022, issue 4 (111), October.

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

Editor-in-chief: V.I. Solodun, Doctor of Agricultural Sc.

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

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

Editorial Board members: FSBEI HE “Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky”: D.S. Adushinov, Doctor of Agricultural Sc., Ch.B. Kusheev, Doctor of Veterinary Sc., D.F. Leontiev, Doctor of Biological Sc., R.A. Sagirova, Doctor of Agricultural Sc., V.O. Salovarov, Doctor of Biological Sc., I.I. Silkin, Doctor of Biological Sc., N.I. Ryadinskaya, Doctor of Biological Sc., E.G. Khudonogova, Doctor of Biological Sc.

Other organizations: Russia: Research Institute of Agriculture of Irkutsk Region: A.I. Kuznetsov, Doctor of Agricultural Sc., Sh.K. Khusnidinov; SIPPB, Irkutsk: M.A. Rachenko, Doctor of Agricultural Sc.; Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Zhilina village, Orel district, Orel region: E.D. Sedov, Doctor of Agricultural Sc., academician, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin”, Doctor of Agricultural Sc., associate professor S.V. Rezvyakova, Doctor of Agricultural Sc.; North Ossetian State University named after K.L. Khetagurov, Vladikavkaz: R.B. Temiraev, Doctor of Agricultural Sc., St. Petersburg Academy of Veterinary Medicine, St. Petersburg: L.M. Belova, Doctor of Biological Sc.; Republic of Karelia Petrozavodsk State University, Petrozavodsk: E. V. Ivanter, Doctor of Biological Sc., Corresponding Member of RAS; Institute of Systematics and Ecology of Animals of SB RAS, Novosibirsk: Yu.N. Litvinov, Doctor of Biological Sc.; Republic of Armenia Institute of Hydroponics Problems named after G.S. Davtyan, National Academy of Sciences, RA, Yerevan: A.O. Tadevosyan, Doctor of Biological Sc.

Republic of Belarus: Vitebsk Order “Badge of Honor” State Academy of Veterinary Medicine I.N. Gromov, Doctor of Veterinary Sc.

Republic of Moldova: State Agrarian University of Moldova, Chisinau V.Z. Jenchu, Doctor of Veterinary Sc.

Ukraine: National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine, Kiev O. P. Melnik, Doctor of Veterinary Sc.

Republic of Kazakhstan: Kazakh Research Institute of Food and Processing Industry, Nur-Sultan: R.A. Arynova, Doctor of Biological Sc.

Republic of Albania: Agricultural University of Tirana, Tirana S. Duro, Doctor of Veterinary Sc.

Republic of Bulgaria: Agricultural University, Plovdiv: K. Kuzmova, Doctor of Biological Sc.

Republic of Poland: Wroclaw University of Environment and Life Sciences Ya. E. Nispon, Doctor of Veterinary Sc.

Switzerland: University of Zurich, Zurich M. Kovalevsky, Doctor of Veterinary Sc.

China: College of Veterinary Medicine, Hohhot Erdunmutu, Doctor of Veterinary Sc.

Republic of Korea: South Korea Yeungnam University, Gyeongsang Kim Yong-Shik, Doctor of Veterinary Sc.

Mongolia: Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar Byambaa Badarch, Doctor of Veterinary Sc.; Mongolian State Agricultural University Ochirbat Gendengiya Zyuodiinheniy, Doctor of Biological Sc.

The journal publishes papers on various topics: agronomy, melioration, biology, nature protection, veterinary medicine, livestock farming

The journal is registered in the Federal Service for Supervision in the Sphere of Telecom, Information Technologies and Mass Communications. Certificate PI No. FS 77-75281. Registration date: 25.03.2019
Subscription indexes in the Catalogue of the JSC “Russian Post” – ПИ274.

Manuscripts are not returned to the authors. The authors are solely responsible for the selection and presentation of the facts contained in the articles; the views expressed by them may not reflect the views of the editorial board. Any copyright infringement is prosecuted by law. Reprinting of journal materials is allowed only by agreement with the editors. No part of the journal materials may be reproduced without the prior permission from the editorial board. 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 in the Russian Science Citation Index of the 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 and Science of Russia. The journal was awarded a II Degree Diploma in the competition of publications of AVT institutions subordinated to the Ministry of Agriculture of the Russian Federation, “New Knowledge for Practitioners” in the nomination “Best Serial Edition”, a III Degree Diploma of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation, a II Degree Diploma in the nomination “Best Printed Edition” of the I International Competition for the best educational and scientific publication.

The articles were checked using the “Anti-plagiarism” Internet service.

Assigned with DOI: 10.51215/ISSN1999 - 3765.2019.91.94

The founder - FSBEI HE Irkutsk SAU

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОНОМИЯ. МЕЛИОРАЦИЯ

- Бутуханов А.Б., Батудаев А.П., Цыбиков Б.Б., Емельянов А.М., Кушнарев А.Г.* Влияние минеральных удобрений на изменение видового состава фитоценозов 6
- Иваньо Я.М., Петрова С.А., Полковская М.Н.* Об оптимизации размещения посевов сельскохозяйственных культур в изменчивых условиях внешней среды 19
- Мартемьянова А.А., Хуснидинов Ш.К., Дмитриев Н.Н.* Ценотическая активность горца растопыренного в совместных агрофитоценозах Предбайкалья 31
- Пономаренко Е.А., Чернигова Д.Р.* Осушительные мелиорации и деградация земель 42
- Солодун В.И., Амакова Т.В.* Особенности и основные показатели водного режима серых лесных почв Предбайкалья 50
- Худоногова Е.Г., Половинкина С.В.* Изучение природных кормовых угодий Эхирит-Булагатского района Предбайкалья 60
- Шеметова И.С., Васильева С.Е.* Выживаемость декоративно-цветущих ландшафтных композиций из многолетников в условиях Предбайкалья 73

БИОЛОГИЯ. ОХРАНА ПРИРОДЫ

- Каюкова С.Н.* Характеристика лесного фонда сивяковского участкового лесничества как среды обитания охотничье-промысловых животных 81
- Коляда Н.А.* Эколого-биологическая оценка североамериканских древесных растений в озеленении на юге Дальнего Востока России 89
- Коротченко И.С., Первышина Г.Г., Медведева В.А.* Стабильность развития древесных растений, произрастающих вдоль автотрасс Красноярского края 99
- Мальшева С.К.* Эколого-биологические особенности видов рода *Spigaea* L., перспективных для озеленения населенных пунктов юга Дальнего Востока 109
- Ретин Е.Н.* Эффективность метода климатических аналогов при интродукции видов рода *Pinus* L. в дендрарии Горнотаежной станции 118
- Реут А.А., Аллаярова И.Н., Биглова А.Р.* Изучение биоэкологических особенностей редких и малораспространенных видов рода *Fritillaria* (Liliaceae) в лесостепной зоне Южного Урала 130
- Толмачева Ю.П., Небесных И.А., Дзюба Е.В.* К методике расчета суточных пищевых рационов у байкальских бентосоядных рыб 142

CONTENS

AGRONOMY. MELIORATION

- Butukhanov A.B., Batudaev A.P., Tsybikov B.B., Yemelyanov A.M., Kushnarev A.G. Effect of mineral fertilizers on the change in the species composition of phytocenoses 6
- Ivanyo Ya.M., Petrova S.A., Polkovskaya M.N. About optimization of placement of agricultural crops under changing environmental conditions 19
- Martemyanova A. A., Khusnidinov Sh.K., Dmitriev N. N. Cenotic activity of *Polygonum divaricatum* in the joint agrophytocenoses of the Pre-Baikal region 31
- Ponomarenko E.A., Chernigova D.R. Drainage land melioration and land degradation 42
- Solodun V.I., Amakova T.V. Features and main indicators of the water regime of the gray forest soils of the Pre-Baikal region 50
- Khudonogova E.G., Polovinkina S.V. Study of natural forage lands Eherit-Bulagatsky district of the Pre-Baikal region 60
- Shemetova I.S., Vasilyeva S.E. Survival of decorative-flowering landscape compositions from perenniums under the conditions of Pre-Baikal 73

BIOLOGY. NATURE PROTECTION

- Kayukova S.N.* Characteristics of the forest fund of the sivyakovsky district forestry as a habitat for game and commercial animals 81
- Kolyada N.A.* Ecological and biological assessment of North American woody plants in the landscaping of the southern Far East of Russia 89
- Korotchenko I.S., Pervyshina G.G., Medvedeva V.A.* Development stability of woody plants growing along the highways of the Krasnoyarsk region 99
- Malysheva S.K.* Ecological and biological features of species of the genus *Spiraea* L., promising for landscaping settlements in the south of the Far East 109
- Repin E.N.* Efficiency of the method of climatic analogues in the introduction of species of the genus *Pinus* L. in the arboretum of the mountain taiga station 118
- Reut A.A., Allayarova I.N., Biglova A.R.* Study of bioecological features of rare and uncommon species of the genus *Fritillaria* (Liliaceae) in the forest-steppe zone of the Southern Ural 130
- Tolmacheva Yu.P., Nebecnykh I.V., Dzyuba E.V.* On the method of calculating the daily food ration in the baikal benthophagic fish 142



АГРОНОМИЯ. МЕЛИОРАЦИЯ

AGRONOMY. MELIORATION

DOI 10.51215/1999-3765-2022-111-6-18

УДК 633.2(571.54)

Научная статья

**ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ИЗМЕНЕНИЕ
ВИДОВОГО СОСТАВА ФИТОЦЕНОЗОВ**

А.Б. Бутуханов, А.П. Батудаев, Б.Б. Цыбиков, А.М. Емельянов, А.Г. Кушнарев

ФГБОУ ВО “Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р.
Филиппова”, г. Улан-Удэ, Республика Бурятия, Россия

Аннотация. Ведущей отраслью сельского хозяйства Республики Бурятия является животноводство, что требует создания хорошей кормовой базы. Кормовые угодья – сенокосы и пастбища в целом по республике занимают более 1.2 млн. га. В экстремальных природно-климатических условиях Западного Забайкалья природные кормовые угодья отличаются низкой продуктивностью, что требует принятия мер по повышению их продуктивности, в частности, через улучшение видового состава травостоев на естественных пастбищах. На опытном участке, заложенном на каштановой почве Еравнинского района Бурятии, изучена эффективность минеральных удобрений на пастбище с разнотравно-мятликовым и злаково-осоковым с полынью холодной растительностью. Установлено, что не только увеличилось нарастание надземной луговой массы, но и изменялся видовой состав фитоценозов. Изменение видового состава фитоценозов зависит от целого комплекса биологических и экологических условий: места их расположения, от фаз вегетации растений, от разных видов и форм удобрений, влажности почвы, климатических и других условий. В опыте не рассматривалось изменение видового состава фитоценозов под влиянием различных или целого комплекса условий, а приводились результаты наших исследований над изменением видового состава под влиянием разных видов минеральных удобрений. В варианте с азотным удобрением хорошее развитие получили злаковые, особенно, полевица Триния и ячмень короткоострый, только тонконог стройный не обнаружен в видовом составе фитоценоза. При внесении фосфорного удобрения большинство злаков также получили интенсивное развитие. Особенно, интенсивное развитие получили бобовые. Сократились почти все виды разнотравья. Под влиянием калийного удобрения также увеличились в своем содержании злаковые, но в меньших количествах, чем при внесении фосфорного удобрения.

Ключевые слова: азотные, фосфорные, калийные удобрения, фитоценоз, отдельные виды растений

Для цитирования: Бутуханов А.Б., Батудаев А.П., Цыбиков Б.Б., Емельянов А.М., Кушнарев А.Г. Влияние минеральных удобрений на изменение видового состава фитоценозов. “Научно-практический журнал “Вестник ИрГСХА””. 2022;4 (111):6-18. DOI: 10.51215/1999-3765-2022-111-6-18.

EFFECT OF MINERAL FERTILIZERS ON THE CHANGE IN THE SPECIES COMPOSITION OF PHYTOCENOSES

Anatoly B. Butukhanov, Anton P. Batudaev, Belikto B. Tsybikov,
Alexander M. Yemelyanov, Anatoly G. Kushnarev

Buryat State Academy of Agriculture named after V.R. Filippov, *Ulan-Ude, Republic of Buryatia, Russia*

Abstract. The leading branch of agriculture in the Republic of Buryatia is animal husbandry, which requires the creation of a good feed base. Fodder lands – hayfields and pastures in the republic as a whole occupy more than 1.2 million hectares. In extreme climatic conditions of Western Trans-Baikal territory, natural fodder lands are characterized by low productivity, which requires taking measures to increase their productivity, in particular through improving the species composition of grass stands on natural pastures. On the experimental site, laid on the chestnut soil of the Eravninsky district of Buryatia, the effectiveness of mineral fertilizers was studied on a pasture with mixed herbs-bluegrass and grass-sedge with *Artemisia frigida* vegetation. It was found that not only the growth of the aboveground meadow mass increased, but also the species composition of phytocenoses changed. The change in the species composition of phytocenoses depends on a whole complex of biological and ecological conditions: their location, the phases of vegetation of plants from different types and forms of fertilizers, soil moisture, climatic and other conditions. In the experiment, the change in the species composition of phytocenoses under the influence of various or a whole range of conditions was not considered, but the results of our studies of changes in the species composition under the influence of various types of mineral fertilizers were presented. In the variant with nitrogen fertilizer, cereals have received good development, especially *Agrostis Trinia trinia* and *Hordeum brevisubulatum*, only *Koeleria cristata* is not found in the species composition of the phytocenosis. When applying phosphorus fertilizer, most cereals also received intensive development. Legumes have received particularly intensive development. Almost all types of herbs have been reduced. Under the influence of potash fertilizer, cereals also increased in their content, but in smaller quantities than with the introduction of phosphorus fertilizer.

Keywords: *nitrogen, phosphorus, potash fertilizers, phytocenosis, individual plant species.*

For citation: Butukhanov A.B., Batudaev A.P., Tsybikov B.B., Yemelyanov A.M., Kushnarev A.G. Effect of mineral fertilizers on the change in the species composition of phytocenoses. *Scientific and practical journal “Vestnik IrGSHA”*. 2022; 4(111):6-18. DOI: 10.51215/1999 - 3765-2022-111-6-18.

Введение. В Бурятии сенокосы и пастбища занимают 63.4% общей площади сельскохозяйственных угодий [4]. Изучением продуктивности и рационального использования пастбищ в Бурятии занимались некоторые ученые [5, 6, 7, 10]. Животноводство в значительной степени зависит от продуктивности как сенокосов, так и пастбищ, площадь последних достигает порядка 1300 тыс. га [8]. Следует особо подчеркнуть, что это более 1 млн. га сухостепных пастбищ, которые являются основой кормовой базы животноводства республики. Но вместе с тем надо признать, что

сухостепные пастбища практически не подвергнуты окультуриванию (нет системы выпаса, пастбища оборотов, много сильно выбитых участков и т.д.) и сегодня представляют весьма малопродуктивные угодья. Поэтому пастбищным кормом в летний период скот обеспечен далеко неполностью. В связи с этим остро встает вопрос применения минеральных удобрений как приема улучшения видового состава травостоя малоокультурных сухостепных пастбищ Бурятии.

Цель - изучить изменение видового состава растений при внесении минеральных удобрений на пастбищах с разнотравно-мятликовым и злаково-осоковым с полынью холодной.

Материалы и методы исследований. Опыты проводили на территории СПК "Ульдурга" Еравнинского района Республики Бурятия в 2017-2018 гг. Сухостепная зона, каштановая почва, содержание гумуса – 3.1%, реакция почвы нейтральная (рН – 6.4), обеспеченность подвижными формами фосфора – 1.75 мг на 100 г почвы. Глубина залегания грунтовых вод – 1.0-1.4 м.

Опытный участок ранее использовался как пастбище для крупного рогатого скота без всякого ухода. По местоположению - выравненный подгорный склон северо-западной экспозиции с небольшим уклоном (2-3%).

По данным Гидрометцентра (п. Хоринск) район проведения исследования характеризуется следующими агроклиматическими показателями: средняя годовая температура воздуха минус 1.9 °С, сумма температур воздуха выше 10 °С за вегетационный период составляет 1800-1900 °С, продолжительность безморозного периода средняя – 95-98 дней и наименьшая - от 70 до 120. Среднегодовое количество осадков 240 – 247 мм, за период вегетации растений – в среднем 202-204 мм. Метеорологические условия в годы проведения опытов были неодинаковы. В среднем в 2017 и 2018 гг. в летний период сложились менее благоприятные условия, чем обычно. Среднесуточная температура была ниже на 1.4 °С. Осадков выпало на 15.7 мм меньше. Метеорологические условия в годы исследований были характерны для сухостепной зоны Бурятии.

Травостой разнотравно-мятликовый с преобладающими видами: пырей ползучий, мятлик луговой, ячмень короткоостый, кострец безостый, лисохвост вздутый, подорожник большой, тмин обыкновенный, тысячелистник, одуванчик лекарственный; доля бобовых трав и осок-небольшая. Травостой плотный, проективное покрытие – 0.9-1.0 мощность дернины - средняя. Минеральные удобрения вносились вручную, разбросным способом: аммиачная селитра, суперфосфат двойной гранулированный и калийная соль. Все удобрения вносились полной дозой весной. В период вегетации определяли видовой состав трав и ботанический состав их по хозяйственно-ценным группам.

Результаты и их обсуждение. Установлено, что под влиянием удобрений и полива изменяется нарастание надземной луговой массы, но и

видовой состав фитоценозов. Эти изменения определялись комплексом биологических и экологических условий: типом лугов, местом их расположения, фазой вегетации растений, видом и формами удобрений, влажностью и температурой почвы и другими факторами.

Изменение видового состава фитоценоза под влиянием разных видов минеральных удобрений на злаково-разнотравных травостоях показано в таблице 1.

В вариантах с азотным удобрением хорошее развитие получили злаковые травы, особенно, полевица Триния и ячмень короткоостый, за исключением тонконога стройного.

С увеличением злаковых в травостое заметно уменьшились бобовые, особенно, клевер люпиновый. Также значительно уменьшилось содержание большинства видов разнотравья. Так, из 6.4 % триостренника приморского не осталось ни одного процента этого растения. Только полынь рассеченная и одуванчик лекарственный получили более интенсивное развитие. Из осоковых несколько увеличилось содержание ситника солончакового. В целом в варианте с азотным удобрением содержание злаковых увеличилось на 10 %, осоковых - на 0.2 %. Бобовые сократились на 3.6 %, а разнотравье - на 6.6 %.

При внесении фосфорного удобрения большинство злаков также получило интенсивное развитие, особенно, полевица Триния и ячмень короткоостый. Тонконог стройный снова не обнаружен в травостое, и значительно уменьшилось содержание овсяницы красной.

При внесении фосфорного удобрения особенно интенсивное развитие получили бобовые: клевер луговой, клевер люпиновый и вновь обнаружена чина болотная. Сократилось содержание практически всех видов разнотравья, лишь полынь рассеченная и одуванчик лекарственный несколько увеличились в своём содержании. Незначительно возросло содержание осоковых растений за счет ситника солончакового, а осока безжилковая под влиянием фосфорного удобрения заметно уменьшилась по своему содержанию. Под влиянием фосфорного удобрения количество злаковых растений увеличилось на 6.7 %, бобовых - на 1.6 % и осоковых - 0.5 %. Разнотравье уменьшилось на 8.8 %.

Под влиянием калийного удобрения также увеличилось содержание из злаковых растений - полевица Триния, ячмень короткоостый и мятлик узколистный, но в меньших количествах, чем при внесении фосфорного удобрения. Количество бобовых растений возросло очень незначительно. Зато более бурное развитие получил ситник солончаковый, а осока безжилковая незначительно уменьшилась. Большинство видов разнотравья под влиянием калийного удобрения заметно уменьшилось. Триостренника приморского также не было обнаружено. Более устойчивым оказался одуванчик лекарственный, он несколько увеличился по своему содержанию.

Таблица 1 - Изменение видового состава растений при внесении минеральных удобрений, %

Table 1 – Change in the species composition of plants when applying mineral fertilizers, %

№	Название растений	Без удобрения (контроль) % содержания	Варианты опыта													
			N ₅₀		P ₃₀		K ₅₀		P ₃₀ P ₅₀		N ₆₀ P ₃₀		N ₅₀ K ₅₀		N ₆₀ P ₃₀ K ₅₀	
			Процентное содержание	Отклонение от контроля ±	Процентное содержание	Отклонение от контроля ±	Процентное содержание	Отклонение от контроля ±	Процентное содержание	Отклонение от контроля ±	Процентное содержание	Отклонение от контроля ±	Процентное содержание	Отклонение от контроля ±	Процентное содержание	Отклонение от контроля ±
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Мятликовые																
1	<i>Hordeum brevisubulatum</i> -ячмень короткоостый	5.0	7.8	+2.8	7.4	2.4	+6.7	1.7	+6.8	1.8	+6.5	1.5	+6.0	+1.0	5.2	+0.2
2	<i>Agrostis Trinia</i> -полевика триния	1.9	6.9	+5.0	7.9	+6.0	3.0	+1.1	4.2	+2.3	5.7	+3.8	5.4	+3.5	3.8	+1.9
3	<i>Poa angustifolia</i> -мятлик узколистный	6.2	7.2	+1.0	8.0	+1.8	7.9	+1.7	6.3	+0.1	6.0	-0.2	5.1	-1.1	5.9	-0.3
4	<i>Koeleria gracilis</i> -тонконог стройный	0.5	-	-0.5	-	-0.5	-	-0.5	0.3	-0.2	-	-0.5	-	-0.5	3.4	+2.9
5	<i>Festuca rubra</i> - овсяница красная	3.0	4.7	+1.7	-	-3.0	2.9	-0.1	3.8	+0.8	5.4	+2.4	5.7	+2.7	4.9	+1.9
Осоковые																
6	<i>Carex enervis</i> -осока безжилковая	12.2	11.3	-0.9	10.0	-2.2	11.3	-0.9	12.3	+0.1	13.4	+1.2	10.9	-1.3	12.4	+0.2
7	<i>Juncus salsuginosus</i> -ситник солончаковый	31.4	32.5	+1.1	34.1	+2.7	37.3	+5.9	36.4	+5.0	34.5	+3.1	37.6	+6.2	33.2	+1.8

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Бобовые																
8	<i>Trifolium lupinaster</i> – клевер люпиновый	6.3	2.8	-3.5	6.8	0.5	6.4	+0.1	7.1	+0.8	6.9	+0.6	2.5	-3.8	2.0	-4.3
9	<i>Trifolium pratense</i> - клевер луговой	3.4	3.3	-0.1	4.0	+0.6	3.5	+0.1	2.7	-0.7	1.3	-2.1	1.8	-1.6	4.3	+0.9
Разнотравье																
10	<i>Artemisia laciniata</i> - полынь рассеченный	3.2	5.8	+2.6	4.8	+1.6	3.1	-0.1	3.1	-0.1	3.0	-0.9	1.4	-1.8	1.3	-1.9
11	<i>Plantago depressi-</i> подорожник прижатый	2.3	1.3	-1.0	2.2	-0.1	0.7	-1.6	-	-2.3	0.1	-2.2	-	-2.3	2.7	+0.4
12	<i>Thalictrum simplex-</i> василистник простой	1.6	0.4	-1.2	1.2	-0.4	0.3	-1.3	1.3	-0.3	1.2	-0.4	1.0	-0.6	1.2	-0.4
13	<i>Triglochin maritima-</i> триостренник приморский	6.4	-	6.4	-	-6.4	-	-6.4	0.4	-6.0	-	-6.4	-	6.4	-	-6.4
14	<i>Taraxacum officinalis-</i> одуванчик лекарственный	4.7	6.5	+1.8	4.9	+0.2	5.7	+1.0	6.3	+1.6	6.3	+1.6	4.3	-0.4	4.8	+0.1

При внесении на луга калийного удобрения содержание на них злаковых увеличилось на 3.9 %, бобовых - на 0.2 % и осоковых за счет ситника солончакового - на 5.0 %. Разнотравье уменьшилось на 9.1 %.

В варианте с фосфорно-калийным удобрением большинство видов злаковых, за исключением тонконога стройного, так же проявило интенсивное развитие по сравнению с контрольным вариантом. Из бобовых растений несколько увеличился по своему содержанию клевер люпиновый, а клевер луговой уменьшился. Все виды разнотравья, за исключением одуванчика лекарственного, значительно уменьшились по своему содержанию. Одуванчик лекарственный снова проявил высокую устойчивость к удобрениям и несколько увеличился по своему содержанию. В целом по варианту содержание злаковых увеличилось на 4.8 %, бобовых - на 0.1 %, а осоковых снова за счет ситника солончакового увеличилось на 5.1 %. Значительно уменьшилось разнотравье - на 10 %.

При внесении на луга азотно-фосфорных удобрений из злаковых интенсивно развивалась полевица Триния, овсяница красная и ячмень короткоострый. Тонконог стройный в травостое снова не обнаружен. Незначительно уменьшился мятлик узколистный. Несколько уменьшилось содержание бобовых за счет клевера лугового. Большинство видов разнотравья под влиянием азотно-фосфорных удобрений также уменьшилось, только одуванчик лекарственный положительно реагировал на внесение удобрений. В целом по варианту количество злаковых увеличилось более чем на 7 % осоковых – 4.9 %, а бобовые сократились на 1.5 %, разнотравье - на 9.8 %.

Под влиянием азотно-калийных удобрений более интенсивное развитие из злаковых проявили: ячмень короткоострый, полевица Триния, овсяница красная. Уменьшилось содержание тонконога стройного и мятлика узколистного. Резко сократились бобовые растения, особенно клевер люпиновый. Многие виды разнотравий также уменьшились, в том числе и одуванчик лекарственный. Из разнотравья только кровохлебка лекарственная получила бурное развитие. Из осоковых растений значительно увеличился ситник солончаковый. В целом злаковые растения увеличились на 6.6 %, осоковые - на 4.9 %, бобовые сократились на 5.4 % и разнотравье - на 5.2 %.

При внесении на пастбище полного минерального удобрения все злаки, за исключением мятлика узколистного, увеличились по своему содержанию. Бобовые растения заметно уменьшились за счет клевера люпинового. Большинство разнотравья также уменьшилось, только кровохлебка лекарственная продолжала свое бурное развитие. Подорожник и одуванчик лекарственный также неплохо реагировали на внесение полного минерального удобрения. Ситник солончаковый получил бурное развитие. По варианту с полным минеральным удобрением злаковые увеличились на 6.6 %, осоковые - на 2.0 %, заметно уменьшились бобовые на (3.4 %) и разнотравье на (5.2 %).

В целом по фитоценозу под влиянием внесения минеральных удобрений наблюдалась общая тенденция к увеличению содержания злаковых за счет более бурного развития ячменя короткоостого и полевиций Триния, иногда овсяницы красной и мятлика узколистного. Из злаковых только тонконог стройный отрицательно реагировал на внесение минеральных удобрений. Нам кажется, что такое поведение этого растения следует объяснить в основном ксерофитностью злака. Переувлажнение луговой почвы при однократном поливе и бурном развитии в одном фитоценозе гигрофитного растения - ситника солончакового, значительно превосходящего по своему содержанию группу злаковых, отрицательно сказалось на условиях развития тонконога стройного, более хорошо приспособленного к жизни в засушливых местообитаниях.

По всем вариантам опыта при внесении минеральных удобрений и полива значительно увеличилось содержание осоковых. Внесение минеральных удобрений на влажных лугово-аллювиальных почвах со щелочной реакцией в корне обитаемых горизонтах оказало весьма благоприятное влияние на условие развития ситника солончакового, заметно сократилось содержание многих видов разнотравья. Но одуванчик лекарственный, иногда кровохлебка лекарственная, полынь рассеченная при внесении минеральных удобрений проявляют тенденцию к своему интенсивному развитию.

По нижеприводимой таблице 2 можно более детально проследить за изменением видового состава растений на злаково-осоковых пастбищах с полынью холодной при внесении минеральных удобрений.

Данные таблицы 2 показывают, что из видового состава фитоценозов ячмень короткоостый, полевица Триния, одуванчик лекарственный и ситник солончаковый почти во всех вариантах опыта проявили определённую тенденцию к увеличению своего содержания, т.е. все виды минеральных удобрений и их комбинации благоприятно повлияли на условия произрастания этих растений. Ячмень короткоостый, полевица Триния - многолетние влаголюбивые злаки - хорошо отзываются на полив и азотные удобрения. В оптимальных условиях увлажнения ячмень короткоостый развивает хорошую листовую массу и при своевременных укосах его в период колошения может давать относительно высокие урожаи высококачественного сена [2]. Оба злака хорошо поедаются животными в молодом возрасте [3]. По оценке Н.Г. Андреева [1], полевица Триния как сенокосное растение очень устойчива, ее питательная ценность довольно высокая.

Одуванчик - многолетнее стержнекорневое растение. По описанию - микотрофное растение, т.е. питается при участии грибов-микориз.

Таблица 2 - Изменение видового состава растений на злаково-осоковых пастбищах с полынью холодной при внесении минеральных удобрений

Table 2 – Changes in the species composition of plants on grass-sedge pastures with *Artemisia frigida* when mineral fertilizers are applied

Название растений	Варианты опыта						
	N ₆₀	P ₃₀	K ₃₀	P ₃₀ K ₃₀	N ₆₀ P ₃₀	N ₆₀ K ₃₀	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀
Ячмень короткоострый- <i>Hordeum brevisubulatum</i> -	+	+	+	+	+	+	+
Полевица Триния- <i>Agrostis</i> <i>Trinia</i>	+	+	+	+	+	+	+
Мятлик узколистный - <i>Poa</i> <i>angustifolia</i>	+	+	+	+	-	-	-
Тонконог стройный - <i>Koeleria</i> <i>cristata</i>	-	-	-	-	-	-	+
Ситник солончаковый- <i>Juncus</i> <i>soranthus</i>	+	+	+	+	+	+	+
Осока твердоватая- <i>Carex</i> <i>duriuscula</i>	-	-	-	+	+	-	+
Клевер люпиновый- <i>Trifolium</i> <i>lupinaster</i>	+	+	+	+	+	-	-
Полынь холодная- <i>Agrostis</i> <i>frigida</i>	+	+	-	-	-	-	-
Кровохлёбка лекарственная - <i>Sanguisrba officinalis</i>	+	-	-	-	-	+	+
Триостренник приморский - <i>Triglochin maritima</i>	-	-	-	-	-	-	-
Одуванчик лекарственный - <i>Taraxacum officinalis</i>	+	+	+	+	+	-	+

+ содержание вида в фитоценозе увеличилось к контрольному варианту
 - содержание вида в фитоценозе уменьшилось к контрольному варианту

В наших опытах он особенно хорошо реагировал на азотное, азотно-фосфорное и фосфорно-калийное удобрения. Одуванчик лекарственный хорошо выносит выпас. Но на такие виды растений, как тонконог стройный, подорожник прижатый, василистник простой и триостренник приморский, внесение минеральных удобрений оказало отрицательное влияние.

Триостренник приморский - многолетнее корневищное растение, широко распространен на сырых солончаковых лугах в Бурятии. Его кормовые качества расцениваются различными авторами неодинаково, некоторые отмечают хорошую поедаемость его скотом на пастбищах, а другие считают плохо поедаемым растением. По И.В. Ларину [9], триостренник приморский хорошо поедается всеми видами животных. По нашему наблюдению, это растение очень продолжительное время сохраняет листья в зеленом состоянии, даже после плодоношения. Но, тем не менее, его нельзя отнести к хорошему кормовому растению не только по поедаемости, но и по продуктивности на сенокосных лугах.

Василистник - многолетнее растение с перистораздельными листьями и с многочисленными мелкими цветами, собранными в метельчатое цветение. В нашем опыте все виды минеральных удобрений и их комбинации оказали отрицательное влияние на это растение.

Заключение. Некоторые виды минеральных удобрений повлияли на перегруппировку ботанического состава луга. Злаковые смещали группы разнотравья и бобовых. Ни одна группа не поменялась местами с осоковыми. Многие виды разнотравья под влиянием минеральных удобрений уменьшили процент участия в травостое.

Список литературы

1. Андреев, Н.Г. Продуктивность многолетних трав в условиях Московской области при разных режимах орошения и удобрений /Н.Г. Андреев, М.Ч. Загоскин, И.В. Кобозев/ Изв. ТСХА. – 2002. – Вып. 4. - С. 3-13.
2. Бутуханов, А.Б. Травы сенокосов и пастбищ Бурятии /А.Б. Бутуханов, А.Г. Давыдов - Улан-Удэ: Изд-во “БГСХА им. В.Р. Филиппова”, 2007. -182 с.
3. Давыдов, А.Г. Как повысить качество сена и пастбищного корма / А.Г. Давыдов, Г.Г. Куликов - Улан-Удэ: Бурят, кн. изд-во, 1968. - 41 с.
4. Имескенова, Э. Г. Рационализация использования природных травостоев Бурятии / Э. Г. Имескенова, А.Б. Бутуханов - Улан-Удэ: Изд-во “БГСХА им. В.Р. Филиппова”, 2014.-181 с.
5. Имескенова, Э.Г. Рациональное использование природных пастбищ в условиях отгонного животноводства / Э.Г. Имескенова, Т.М. Коменданова // Вестник Бурятской ГСХА им. В.Р. Филиппова. - 2017. - № 4 (49). - С. 123-129.
6. Имескенова, Э.Г. Основные классы естественных кормовых угодий Бурятии / Э.Г. Имескенова, Т.М. Коменданова, Т.Б. Вамбуева // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2015. № 4 (41). - . 130-135.
7. Имескенова, Э.Г. Экологическая оценка растительности пастбищ Тункинского района Республики Бурятия / Э.Г. Имескенова // Вестник НГАУ. - 2014. - № 1 (30). - С. 25-29.

8. Кашеваров, Н.И. Сибирское кормопроизводство в цифрах / Н. И. Кашеваров, В.Ф. Резников; РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИ кормов - Новосибирск, 2004. -140 с.
9. Ларин, И.В. Структура урожая многолетних трав / И. В. Ларин, Т. Р. Годлевская // Бот. журнал. 1949. - Т. 34. - С. 77-82.
10. Соболев, В.А. Оценка природной продуктивности и видовое разнообразие сорной растительности в зависимости от типа почв залежных земель в сухостепной зоне Бурятии /В.А. Соболев// Сб. "Научные проблемы и технологические аспекты модернизации АПК и развития сельских территорий Байкальского региона"// Матер. науч.-практ. конф., посвящ. Дню российской науки и 85-летию образования ФГБОУ ВО "Бурятская ГСХА имени В.Р. Филиппова"// Улан-Удэ:ФГБОУ ВО "Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова". 2016. - С. 35-39.

References

1. Imeskenova, E.G., Butukhanov, A.B. Rationalization of natural grasses of Buryatia [Rationalization of the use of natural herbage in Buryatia]. Ulan-Ude; Publishing house "BGSKHA them. R. Filippov", 2014, 181 p.
2. Imeskenova, E.G., Komendanova, T.M. Rational use of natural pastures in the conditions of distant pasture [Rational use of natural pastures in the conditions of animal husbandry]. Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after R. Filippov. V.R. Filippov, 2017, no. 4 (49), pp. 123-129.
3. Imeskenova, E.G. et all. Main classes of natural forage lands in Buryatia [The main classes of natural forage lands of Buryatia]. Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after R. R. Filippov, 2015, no. 4 (41), pp. 130-135.
4. Imeskenova, E.G. Ecological assessment of pasture vegetation in Tunkinsky district of the Republic of Buryatia [Ecological assessment of pasture vegetation of Tunkinsky district of the Republic of Buryatia]. Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University). 2014, no. 1 (30), pp. 25-29.
5. Kashevarov, N.I. [Siberian feed production in numbers]. Novosibirsk, 2004, 140 p.
6. Butukhanov, A.B., Davydov, A.G. [Grasses of hayfields and pastures of Buryatia]. Ulan-Ude; Publishing house "BGSKHA them. Filippov", 2007, 182 p.
7. Davydov, A.G., Kulikov, G.G. [How to improve the quality of hay and pasture feed]. Ulan-Ude: Buryat Publishing House, 1968, 41 p.
8. Andreev, N.G. et all. [Productivity of perennial grasses in the conditions of Moscow region under different irrigation and fertilizer regimes]. Proceedings of the TSKHA, issue 4 pp. 3-13.
9. Larin, I.V., Godlevskaya, T.R. [The structure of the harvest of perennial grasses]. Bot. journal, 1949, vol. 34, pp. 77-82.
10. Sobolev, V.A. [Assessment of natural productivity and species diversity of weed vegetation depending on the type of soils of fallow lands in the dry steppe zone of Buryatia]. Ulan-Ude; Publishing house "BGSKHA them. Filippov", 2016, pp. 35-39.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Author's contribution. All authors of this study were directly involved in the planning, execution and analysis of this study. All authors of the article reviewed and approved the final version of the manuscript.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

История статьи / Article history:

Дата поступления в редакцию / Received: 18.08.2022

Поступила после рецензирования и доработки / Revised: 13.09.2022

Дата принятия к печати / Accepted: 26.09.2022

Сведения об авторах

Батудаев Антон Прокопьевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры общего земледелия агрономического факультета. Область исследований – общее земледелие и растениеводство. Автор и соавтор 135 научных публикаций.

Контактная информация: ФГБОУ ВО “Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова”, Россия, 670024, Республика бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, 8, e-mail: anton_batudaev@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8353-3886>

Бутуханов Анатолий Богомоллович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства, луговодства и плодовоовощеводства агрономического факультета. Область исследований – луговодство и пастбищное хозяйство в Бурятии. Автор и соавтор 46 научных публикаций.

Контактная информация: ФГБОУ ВО “Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова”. Россия, 670024, Республика бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, 8; e-mail: cyrenovvova@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7176-2606>

Емельянов Александр Михайлович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства, луговодства и плодовоовощеводства агрономического факультета. Область исследований – кормопроизводство. Автор и соавтор 47 научных публикаций.

Контактная информация: ФГБОУ ВО “Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова”, Россия, 670024, Республика бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, 8; e-mail: cyrenovvova@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5900-4335>

Кушнарев Анатолий Григорьевич - доктор сельскохозяйственных наук, доцент, и.о. профессора кафедры растениеводства, луговодства и плодовоовощеводства агрономического факультета. Область исследований – кормопроизводство. Автор и соавтор 24 научных публикаций.

Контактная информация: ФГБОУ ВО “Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова”, Россия, 670024, Республика бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, 8; e-mail: cyrenovvova@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4644-9092>

Цыбиков Бэликто Батоевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры общего земледелия агрономического факультета. Область исследований – общее земледелие и растениеводство. Автор и соавтор 55 научных публикаций.

Контактная информация: ФГБОУ ВО “Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова”, Россия, 670024, Республика бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, 8, e-mail: 180376@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4369-3567>

Information about authors

Anton P. Batudaev– Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of General Agriculture of the Agronomy Faculty, The field of research is general agriculture and crop production. Author and co-author of 135 scientific publications.

Contact information: FSBEI HE “Buryat State Academy of Agriculture named after V.R. Filippov”, Ulan-Ude, Republic of Buryatia, Russia, 670024; e-mail: anton_batudaev@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8353-3886>

Anatoly B. Butukhanov– Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Plant Growing, Meadow Growing and Fruit and Vegetable Growing of the Agronomy Faculty,. The field of research is meadow farming and pasture farming in Buryatia. Author and co-author of 46 scientific publications.

Contact information: FSBEI HE “Buryat State Academy of Agriculture named after V.R. Filippov”, Ulan-Ude, Republic of Buryatia, Russia, 670024; e-mail: cyrenovvova@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7176-2606>

Alexander M. Yemelyanov– Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Plant Growing, Meadow Growing and Fruit and Vegetable Growing of the Agronomy Faculty. The field of research is feed production. Author and co-author of 47 scientific publications.

Contact information: FSBEI HE “Buryat State Academy of Agriculture named after V.R. Filippov”, Ulan-Ude, Republic of Buryatia, Russia, 670024; e-mail: cyrenovvova@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5900-4335>

Anatoly G. Kushnarev - Doctor of Agricultural Sciences, associate professor, acting professor of the Department of Plant Growing, Meadow Growing and Fruit and Vegetable Growing of the Agronomy Faculty, FSBEI HE “Buryat State Academy of Agriculture named after V.R. Filippov”. He is the author and co-author of 24 scientific publications. Field of research – feed production.

Contact information: FSBEI HE “Buryat State Academy of Agriculture named after V.R. Filippov”, Ulan-Ude, Republic of Buryatia, Russia, 670024; e-mail: cyrenovvova@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4644-9092>

Belikto B. Tsybikov– Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of General Agriculture of the Agronomy Faculty. The field of research is general agriculture and crop production. Author and co-author of 55 scientific publications.

Contact information: FSBEI HE “Buryat State Academy of Agriculture named after V.R. Filippov”, Ulan-Ude, Republic of Buryatia, Russia, 670024; e-mail: 180376@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4369-3567>



DOI 10.51215/1999-3765-2022-111-19-30

УДК 004.94: 633/.635

Научная статья

ОБ ОПТИМИЗАЦИИ РАЗМЕЩЕНИЯ ПОСЕВОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ИЗМЕНЧИВЫХ УСЛОВИЯХ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

Я.М. Иваньо, С.А. Петрова, М.Н. Полковская

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, *Молодежный,
Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия*

Аннотация. Оптимизация размещения посевов имеет значительное влияние на результаты деятельности сельскохозяйственного товаропроизводителя. Вариантов распределения сельскохозяйственных культур по площадям большое количество, поэтому необходимо определить оптимальные планы согласно заданной целевой функции. Часто для оптимизации размещения посевов используют задачу линейного программирования при условии, что земли, на которых выращиваются сельскохозяйственные культуры, являются однородными по продуктивности. Такие модели имеют значение для получения усредненных результатов по распределению площадей под конкретные сельскохозяйственные культуры. При этом природно-климатические условия ведения сельскохозяйственного производства считаются обычными, без влияния экстремальных гидрометеорологических и биологических событий. Оптимизационная модель, учитывающая неоднородность земель, на которых выращиваются те или иные сельскохозяйственные культуры, является более близкой к реальной ситуации. В такой задаче каждая площадь конкретной культуры состоит из множества участков. Ее решение позволяет улучшить планирование размещения посевов. Вместе с тем каждый год сельскохозяйственные товаропроизводители различных категорий теряют часть урожая из-за неблагоприятных внешних условий, вызванных экстремальными событиями. К ним относятся засухи, ливни, заморозки, ураганы, ранние снегопады, дождевые паводки, весенние половодья, вредители и болезни сельскохозяйственных растений. В этом случае для оптимизации размещения посевов предлагается модель математического программирования с неопределенными коэффициентами при неизвестных целевой функции и ограничениях. В работе рассматриваются примеры использования предложенных задач математического программирования. Приведено сравнение полученных результатов и определены условия применения той или иной модели для оптимизации размещения посевов.

Ключевые слова: *оптимизация, структура посевов, сельскохозяйственная культура, внешняя среда, неоднородность почв*

Для цитирования: Иваньо Я.М., Петрова С.А., Полковская М.Н. Об оптимизации размещения посевов сельскохозяйственных культур в изменчивых условиях внешней среды. *Научно-практический журнал “Вестник ИрГСХА”*. 2022; 4 (111): 19-30. DOI: 10.51215/1999-3765-2022-111-19-30.

ABOUT OPTIMIZATION OF PLACEMENT OF AGRICULTURAL CROPS UNDER CHANGING ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Yaroslav M. Ivanyo, Sofia A. Petrova, Marina N. Polkovskaya

Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Eezhevsky, *Molodyozhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia*

Abstract. Optimization of the placement of crops is of great importance for the result of the activity of an agricultural producer. There are a large number of options for the distribution of crops by area, so it is necessary to determine the optimal plans according to a given objective function. Often, a linear programming problem is used to optimize the placement of crops, provided that the lands on which crops are grown are homogeneous in productivity. Such models are important for obtaining average results on the distribution of areas for specific crops. At the same time, the natural and climatic conditions of agricultural production are considered normal, without the influence of extreme hydrometeorological and biological events. Closer to the real situation is an optimization model that takes into account the heterogeneity of land in terms of fertility, on which certain crops are grown. In such a linear programming problem, each area for a particular crop consists of many plots. The solution of this problem allows to improve the planning of the placement of crops. However, every year, agricultural producers of various categories lose part of their crops due to unfavorable external conditions caused by extreme events. These include droughts, heavy rains, frosts, hurricanes, early snowfall, rain floods, spring floods, pests and diseases of agricultural plants. In this case, to optimize the placement of crops, a linear programming model with uncertain coefficients is proposed for unknown objective function and constraints. The paper considers examples of using the proposed linear programming problems. A comparison of the obtained results is given and the conditions for the application of one or another model for optimizing the placement of crops are determined.

Keywords: *optimization, crop structure, agricultural crop, external environment*

For citation: Ivanyo Ya.M., Petrova S.A., Polkovskaya M.N. About optimization of placement of agricultural crops under changing environmental conditions. *Scientific and practical journal “Vestnik IrGSHA”*. 2022; 4 (111): 19-30. DOI: 10.51215/1999-3765-2022-111-19-30.

Введение. Оптимальное размещение посевов зависит от гидрометеорологических факторов, рельефа, экспозиции склонов, особенностей почвы, технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Производство сельскохозяйственной продукции, особенно в больших регионах, как, например, Иркутская область, носит зональный характер и в значительной степени зависит от климатических условий [2, 5, 9, 10, 12]. При этом техногенное загрязнение вносит свои коррективы в деятельность сельскохозяйственных товаропроизводителей. С одной стороны, нужно решать задачу очистки почвы от вредных химических элементов [13], а с другой – стремиться к ведению органического земледелия [8]. В дополнение к этому в работе [11] обращается внимание на снижение почвенного плодородия пахотных земель как результата неправильного ведения системы сельскохозяйственного производства, что, по мнению

автора, требует государственного управления процессами рационального использования земельных ресурсов.

В монографии [10] на основе агроландшафтного районирования [9] описана система ведения сельского хозяйства в Иркутской области с учетом особенностей региона, новых технологий и сложившихся традиций. Разнообразие внешних и внутренних факторов, влияющих на разные отрасли сельского хозяйства, приводит к тому, что не существует однозначных решений для получения эффективных результатов деятельности сельскохозяйственного товаропроизводителя. Другими словами, в реальных условиях необходимо стремиться к получению наилучшего результата из многих возможных вариантов. Для этого широко используются задачи математического программирования, позволяющие оптимизировать производство аграрной продукции и решать другие задачи наилучшего использования природных ресурсов в условиях высокой неопределенности различных факторов, влияющих на деятельность сельскохозяйственных товаропроизводителей [1, 4, 5, 7].

Одной из наиболее распространенных задач в растениеводстве с разнообразными вариантами является оптимизация размещения посевов [3, 5, 7]. При построении такого рода моделей необходимо учитывать следующие условия:

- требования ведения севооборотов и агротехнической целесообразности возделывания сельскохозяйственных культур при оптимизации структуры площадей;

- схемы чередования сельскохозяйственных культур; размещение севооборотов определенных типов и видов культур с учетом качества почв;

- увязку планируемой и рекомендуемой структуры посевных площадей по схемам чередования сельскохозяйственных культур и многое другое [5].

Поскольку Иркутская область относится к зонам рискованного земледелия, еще одним фактором, который необходимо учитывать при планировании производства аграрной продукции, являются риски [4, 6, 11, 12 и др.]. Внедрение цифровых технологий в производственную цепочку деятельности товаропроизводителя предполагает использование оптимизационных моделей с учетом неоднородности сельскохозяйственных угодий по плодородию [14].

Исходя из большого числа внешних и внутренних факторов, влияющих на производство аграрной продукции, **цель работы** - разработка и реализация моделей для оптимизации размещения посевов сельскохозяйственных культур с учетом неоднородности земель и влияния климатических рисков.

Для достижения поставленной цели выделены **следующие задачи**:
1) определение некоторых особенностей производства растениеводческой продукции в регионе; 2) формулировка модели оптимизации структуры посевных площадей для однородных и неоднородных земельных ресурсов;

3) построение модели математического программирования с учетом влияния рисков для оптимизации размещения структуры посевов. Предложенные модели реализованы на примере Иркутского района.

Материалы и методы. В качестве исходных данных для решения задач оптимизации структуры посевов использована статистическая информация об урожайности и посевных площадях различных сельскохозяйственных культур Иркутского района.

В работе применялись методы статистической обработки временных рядов, характеризующих производство растениеводческой продукции. Кроме того, использованы методы математического программирования в условиях неопределенности. Для решения предложенных экстремальных задач использован программный комплекс «Управление рисками при планировании аграрного производства» [4]. Для реализации модели с учетом рисков применялись методы имитационного моделирования.

Основные результаты. Территория Иркутской области характеризуется различными природными особенностями (рельеф, климат, почвы); степень заселенности (размещение трудовых ресурсов и потребителей продукции); экономической освоенностью (наличие необходимой инфраструктуры).

Согласно [9] территория региона поделена на три зоны: остепненную, лесостепную и подтаежно-таежную, которые в свою очередь поделены на восемь агроландшафтных районов: Северный приленский таежно-подтаежный, Среднеангарский таежно-подтаежный, Северо-Западный подтаежно-таежный, Центральный лесостепной, Юго-Восточный лесостепной, Боханско-Осинский лесостепной, Балаганско-Нукутский остепненный, Усть-Ордынско-Баяндаевский остепненно-лесостепной. В агроландшафтные районы входят муниципальные районы.

Между тем посевные площади, находящиеся в пределах одного агроландшафтного района, могут отличаться неоднородностью по характеристикам почвы, рельефа, экспозиции склона, температурному режиму и осадкам. По этой причине возможно различие по состоянию посевов, росту и развитию растений, биомассе и другим показателям. Аналогичные особенности касаются муниципальных районов, входящих в агроландшафтные районы.

Учет неоднородности посевов является актуальным при решении задачи оптимизации структуры посевов, поскольку позволяет более точно определить доход или прибыль, который получит хозяйство в результате оценки факторов производства.

Сформулируем математическую запись данной задачи. Максимальный доход от производства растениеводческой продукции определяется выражением

$$f = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{s \in S} c_{ijs} x_{ijs} \rightarrow \max, \quad (1)$$

где c_{ijs} – доход, получаемый с единицы площади поля i на участке j в виде продукции s ; x_{ijs} – неизвестные задачи линейного программирования, I, J, S – число полей, участков и видов продукции.

Ограничения по ресурсам запишем в виде:

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} x_{ijs} \leq A_s, \quad (2)$$

где A_s – имеющиеся в распоряжении предприятия земельные ресурсы.

Неравенство по производству продукции можно записать так

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{s \in S} a_{ijs} x_{ijs} \geq D, \quad (3)$$

где a_{ijs} – объемы производства с единицы площади поля i на участке j для растениеводческой продукции s ; D – заданный объем получения продукции.

Ограничение по использованию трудовых ресурсов запишем в виде

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{s \in S} d_{ijs} x_{ijs} \leq E, \quad (4)$$

где d_{ijs} – трудозатраты на производство растениеводческой продукции s с единицы площади поля i на участке j ; E – возможности использования трудозатрат.

Для увеличения урожайности сельскохозяйственных культур требуется внесение необходимого количества удобрений в почву:

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{s \in S} \varphi_{z i j s} x_{i j s} \leq L_z \quad (z \in Z), \quad (5)$$

где z – вид удобрения, $\varphi_{z i j s}$ – объемы удобрений вида z , вносимые на единицу площади поля i на участке j для получения растениеводческой продукции s , L_z – объемы удобрений по видам z , Z – количество видов удобрений.

Ограничение по использованию разных препаратов для борьбы с вредителями и болезнями растений имеет вид:

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{s \in S} \psi_{m i j s} x_{i j s} \leq H_m \quad (m \in M), \quad (6)$$

где m – вид препарата, число которого соответствует M , $\psi_{m i j s}$ – объемы препаратов вида m , вносимые на единицу площади поля i на участке j для производства растениеводческой продукции s , H_m – объемы используемых препаратов по видам m .

Очевидно, что неизвестные модели должны быть неотрицательными:

$$x_{ijs} \geq 0. \quad (7)$$

В задаче (1) – (7) будут отсутствовать суммы, характеризующие участки полей j , если принять их однородными. При этом задача значительно упростится.

Поскольку деятельность сельскохозяйственного товаропроизводителя подвержена влиянию экстремальных гидрометеорологических явлений (засух, паводков, половодий, ливней, ранних снегопадов, ураганов,

заморозков), необходима оценка и учет вероятности их наступления и рисков.

Для ситуаций с учетом рисков применительно к рассматриваемой территории модель размещения посевов выглядит следующим образом:

$$f = \sum_{i \in I} \sum_{s \in S} c_{is} x_{is} \rightarrow \max, \quad (8)$$

$$\sum_{i \in I} x_{is} \leq A_{s_s} - \sum_{k \in K} B_{ks}^p \quad (k \in K), \quad (9)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{s \in S} a_{is} x_{is} - \sum_{k \in K} \sum_{i \in I} \sum_{s \in S} \alpha_{kis}^p \geq D, \quad (10)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{s \in S} d_{is} x_{is} + \sum_{k \in K} \sum_{i \in I} \sum_{s \in S} \beta_{kis}^p x_{is} \geq E, \quad (11)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{s \in S} \varphi_{zis} x_{is} + \sum_{k \in K} \sum_{i \in I} \sum_{s \in S} v_{kzis}^p x_{is} \leq L_z \quad (z \in Z), \quad (12)$$

$$\sum_{j \in J} \sum_{s \in S} \psi_{mis} x_{ijs} + \sum_{k \in K} \sum_{i \in I} \sum_{s \in S} \mu_{kmis}^p x_{is} \leq H_m \quad (m \in M), \quad (13)$$

$$x_{is} \geq 0, \quad (14)$$

где B_s^p – потери площадей по производству растениеводческой продукции s под влиянием события k , соответствующие вероятности наступления неблагоприятной ситуации p ; α_{kis}^p – потери продукции s с единицы площади поля i в результате воздействия события k ; β_{kis}^p – дополнительные трудовые ресурсы, затраченные на обработку единицы площади поля i для получения продукции s в результате наступления неблагоприятного события k ; v_{kzis}^p – дополнительное внесение удобрения вида z на обработку единицы площади поля i для получения продукции s в результате наступления неблагоприятного события k ; μ_{kmis}^p – дополнительные препараты, используемые на обработку единицы площади поля i для получения продукции s в результате наступления неблагоприятного события k ; K – число экстремальных событий.

Приведенные модели (1)–(7) и (8)–(14) можно использовать для оптимизации структуры посевов на разных уровнях агрегирования: хозяйство, группа хозяйств, муниципальное образования, агроландшафтный район и регион.

В таблице приведены результаты оптимизации размещения посевов по предложенным моделям с учетом однородности участков и разнородности полей. При построении и реализации моделей использованы данные о ресурсах и урожайности основных сельскохозяйственных культур Иркутского района за многолетний период согласно сведениям Иркутскстата.

На основе этих данных выполнен прогноз биопродуктивности основных культур с использованием адекватных трендов [6]. Кроме того, рассмотрены экстремальные гидрометеорологические события и их влияние на деятельность сельскохозяйственных товаропроизводителей согласно

методике многоуровневого моделирования временных рядов производственных показателей [6].

Таблица - Оптимальные решения задач математического программирования с нижними, верхними, прогностическими оценками и вероятностными аномальными уровнями по данным Иркутского района с использованием метода Монте-Карло

Table - Optimal solutions of mathematical programming problems with lower, upper, predictive estimates and probabilistic anomalous levels according to Irkutsk region data using the Monte Carlo method

Культура, определяемая в оптимальном плане		2015 г.	2021 г.		2024 г.	2015 г.	2021 г.		2024 г.
		Редкая засуха	Нижняя оценка по целевой функции	Верхняя оценка по целевой функции	Прогнозные урожайности	Редкая засуха	Нижняя оценка по целевой функции	Верхняя оценка по целевой функции	Прогнозные урожайности
Пшеница, площадь 1	x_{11}	2100.0	500.0	500.0	2100.0	2331.0	1000.0	880.0	4578.0
Пшеница, площадь 2	x_{12}	800.0	800.0	2400.0	800.0	888.0	1392.0	4824.0	1744.0
Пшеница, площадь 3	x_{13}	800.0	2400.0	800.0	800.0	888.0	4536.0	1384.0	1744.0
Овес, площадь 1	x_{21}	500.0	1300.0	1300.0	1229.3	440.0	2080.0	2379.0	2753.7
Овес, площадь 2	x_{22}	1300.0	500.0	500.0	500.0	1144.0	825.0	910.0	1120.0
Ячмень	x_3	2200.0	2200.0	2200.0	2200.0	1474.0	4422.0	4356.0	4994.0
Картофель	x_4	3450.0	3450.0	3450.0	3450.0	47955.0	55993.5	53406.0	61720.5
Капуста	x_5	196.9	244.9	226.2	237.2	5000.0	8301.6	7574.4	9536.2
Морковь	x_6	153.1	105.1	123.8	112.8	3520.9	3000.0	3000.0	3000.0
Однолетние травы на сено	x_8	362.5	342.1	3481.9	261.0	1305.0	1105.0	11316.2	1305.0
Однолетние травы на зеленый корм	x_7	6137.5	6058.9	2919.1	6209.7	9820.0	67738.4	35000.0	55887.0
Многолетние травы на сено	x_9	591.0	306.4	653.4	439.3	7092.1	2200.0	5880.8	5271.0
Многолетние травы на зеленый корм	x_{10}	96.5	493.6	146.6	360.8	2123.4	4249.8	1542.0	10101.0
Целевая функция (доход от реализации), млрд руб.		2.105	2.433	2.641	2.878	2.105	2.433	2.641	2.878

С учетом выявленных особенностей динамики урожайности сельскохозяйственных культур, используемых ресурсов для получения продукции, а также применения имитационного моделирования приведены оптимальные решения. При этом в таблице определены оптимальные

площади и объемы производства продукции. Задача решена с учетом трех условных полей (площадей) пшеницы, двух - овса и одного - ячменя.

Результат первой задачи характеризует ситуацию с учетом редкой засухи, при которой урожайность пшеницы, ячменя, овса, картофеля и капусты соответствовала вероятностям 0.044, 0.034, 0.0104, 0.0886 и 0.146. В таких условиях хозяйства Иркутского района могут получить от производства растениеводческой продукции не более 2.105 млрд. рублей.

Согласно второй задаче, в которой использована урожайность сельскохозяйственных культур в виде интервальных оценок (данные за 2017 - 2021 гг.), рассчитаны нижняя и верхняя оценки доходов, которые колеблются от 2.433 до 2.641 млрд. рублей. В этом случае доходы будут на 13.5 - 20.3 % выше по сравнению с производством продукции в условиях формирования редкого экстремального события.

Наконец, результаты третьей задачи демонстрируют возможности производства сельскохозяйственной продукции товаропроизводителями Иркутского района при ориентации на максимально возможные производственно-экономические показатели согласно значимым реальным тенденциям динамики. С учетом прогнозов по асимптотической и логистической моделям, описывающим урожайность культур, которые используются в оптимизационной модели в 2024 году, можно достигнуть доходов на уровне 2.878 млрд. рублей, что на 9.0 - 18.3 % больше по сравнению с интервальными оценками второй задачи.

Заключение. Рассмотрены особенности производства растениеводческой продукции в Иркутской области. Показано влияние большого числа факторов на ведение сельского хозяйства товаропроизводителями, которые необходимо учитывать при построении моделей для конкретной природно-экономической территории.

Предложены модели оптимизации производства растениеводческой продукции, учитывающие неоднородность сельскохозяйственных угодий по продуктивности, а также влияние экстремальных явлений на результаты деятельности хозяйства, муниципального района, природно-климатической территории и региона.

Упрощенные варианты моделей с использованием метода статистических испытаний для моделирования интервальных оценок реализованы для Иркутского района. Оптимальные решения показали, что в хороших условиях можно получать не менее чем на 9 % больше доходов по сравнению с сегодняшними результатами. Вместе с тем сильные экстремальные явления могут уменьшить этот экономический показатель на уровне 20 %.

В дальнейшем предложенные модели могут быть применены для других муниципальных образований, а также агроландшафтных районов с учетом специфики территорий.

Список литературы

1. Волков, С.Н. Землеустройство / С.Н. Волков – М.: Колос, 2001. - Т.4: Экономико-математические методы и модели. - 696 с.
2. Географические характеристики Иркутской области [Электронный ресурс] / Энциклопедия Иркутской области и Байкала. – Режим доступа: http://irkipedia.ru/content/geograficheskie_harakteristiki_irkutskoy_oblasti.
3. Зайцев, А.М. Оптимизация структуры использования пашни по бездефицитному балансу гумуса для сельскохозяйственных предприятий растениеводческо-животноводческой специализации /А.М. Зайцев, В.И. Солодун // Вестник ИрГСХА. – 2019. - № 90. - С. 64 -72.
4. Иваньо, Я.М. Оптимизационные модели аграрного производства в решении задач оценки природных и техногенных рисков: Монография / Я.М. Иваньо, С.А. Петрова – Иркутск: Изд-во Иркутского ГАУ, 2015. – 180 с.
5. Иваньо, Я.М. Оптимизация структуры посевов с учетом изменчивости климатических параметров и биопродуктивности культур: Монография / Я.М. Иваньо, М.Н. Полковская - Иркутск, Изд-во Иркутский ГАУ, 2016. – 150 с.
6. Иваньо, Я.М. Об одном алгоритме выделения аномальных уровней временного ряда для оценки рисков /Я.М. Иваньо, С.А. Петрова //Актуальные вопросы аграрной науки. - 2022. - № 42. - С. 48-57.
7. Макарова, И.Г. Методика изучения оптимизации размещения посевов и совершенствования структуры посевных площадей зерновых культур / И.Г. Макарова, Е.А. Аленичева // Естественные и технические науки. – 2016. – № 5(95). – С. 147-149.
8. Мартемьянова, А.А. Агроэкологическое значение многолетних растений в органическом земледелии Предбайкалья /А.А. Мартемьянова, Ш.К. Хуснидинов, Р.В. Замашиков //Вестник ИрГСХА. - 2022. - № 109. - С. 24 - 35.
9. Серышев, В. А. Агрорландшафтное районирование Иркутской области / В.А. Серышев, В.И. Солодун // География и природные ресурсы, 2009. – № 2. – С. 86-94.
10. Система ведения сельского хозяйства Иркутской области: Монография. В 2 ч. / Под редакцией Я.М. Иваньо, Н.Н. Дмитриева – Иркутск: ООО “Мегапринт”, 2019. - Ч. 1– 319 с.
11. Солодун, В.И. Противоречия и перспективы развития современного земледелия Иркутской области /В.И. Солодун // Сб: “Новые сорта и инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур - основа повышения эффективности сельскохозяйственного производства”// Матер. междунар. науч.-практ. конф.// Молодежный: Изд-во Иркутский ГАУ, 2019. - С. 32-36.
12. Солодун, В.И. Тенденции изменения агроклиматических условий для ведения земледелия на юго-востоке Предбайкалья / В.И. Солодун, Е.В. Бояркин, А.М. Зайцев, М.С. Горбунова //Вестник ИрГСХА.- 2019. - № 92. - С. 75-81.
13. Assessment of crop production quality in case of technogenic soil contamination / Sh.K. Khusnidinov, R.V. Zamaschikov, N.N. Dmitriev, M.V. Butyrin, T.N. Sosnitskaya // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. - 2020. - P. 62092.
14. Ivanyo, Y. Optimization models of agricultural production with heterogeneous land resources / Y. Ivanyo, S. Petrova, M. Polkovskaya // Journal of Physics: Conference Series. 18. "XVIII International Conference on Prospects of Fundamental Sciences Development, PFSD 2021". - 2021. - Pp. 012041.

References

1. Volkov, S.N. Zemleustroystvo [Land management]. Moscow: Kolos, 2001, vol.4: Ekonomiko-matematicheskiye metody i modeli, 696 p.
2. Geograficheskiye kharakteristiki Irkut-skoy oblasti [Geographical characteristics of the Irkutsk region]. Entsiklopediya Irkut-skoy oblasti i Baykala. Rezhim dostupa: http://irkipedia.ru/content/geograficheskie_harakteristiki_irkutskoy_oblasti.
3. Zaytsev, A.M., Solodun, V.I. Optimizatsiya struktury ispol'zovaniya pashni po bezdefitsitnomu balansu gumusa dlya sel'skokhozyaystvennykh predpriyatiy rasteniyevodchesko-zhivotnovodcheskoy spetsializatsii [Optimization of the structure of the use of arable land according to the deficit-free balance of humus for agricultural enterprises of crop and livestock specialization]. Vestnik IrGSHA, 2019, no. 90, pp. 64 -72.
4. Ivanyo, Ya.M., Petrova, S.A. Optimizatsionnyye modeli agrarnogo proizvodstva v reshenii zadach otsenki prirodnykh i tekhnogennykh riskov [Optimization models of agricultural production in solving problems of assessing natural and technogenic risks]. Irkutsk: Izd-vo Irkutskogo GAU, 2015, 180 p.
5. Ivanyo, Ya.M., Polkovskaya, M.N. Optimizatsiya struktury posevov s uchetom izmenchivosti klimaticheskikh parametrov i bioproduktivnosti kul'tur [Optimization of the structure of crops, taking into account the variability of climatic parameters and bioproductivity of crops]. Irkutsk, Izd-vo Irkutskiy GAU, 2016, 150 p.
6. Ivanyo, Ya.M., Petrova, S.A. Ob odnom algoritme vydeleniya anomal'nykh urovney vremennogo ryada dlya otsenki riskov [On one algorithm for selecting anomalous levels of a time series for risk assessment]. Aktual'nyye voprosy agrarnoy nauki, 2022, no. 42, pp. 48-57.
7. Makarova, I.G., Alenicheva, E.A. Metodika izucheniya optimizatsii razmeshcheniya posevov i sovershenstvovaniya struktury posevnykh ploshchadey zernovykh kul'tur [Methodology for studying the optimization of crop placement and improving the structure of sown areas of grain crops]. Yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki, 2016, no. 5(95), pp. 147-149.
8. Martemyanova, A.A., Khusnidinov, S.H.K., Zamashchikov, R.V. Agroekologicheskoye znachenie mnogoletnikh rasteniy v organicheskom zemledelii Predbaykal'ya [Agroecological significance of perennial plants in organic farming in Cisbaikalia]. Vestnik IrGSHA, 2022, no. 109, pp. 24 - 35.
9. Seryshev, V.A., Solodun, V.I. Agrolandshaftnoye rayonirovaniye Irkut-skoy oblasti [Agrolandscape zoning of the Irkutsk region]. Geografiya i prirodnyye resursy, 2009, no. 2, pp. 86-94.
10. Sistema vedeniya sel'skogo khozyaystva Irkut-skoy oblasti: V 2 ch. [The system of agriculture in the Irkutsk region: At 2 part.]. Irkutsk: OOO “Megaprint”, 2019, p. 1, 319 p.
11. Solodun, V.I. Protivorechiya i perspektivy razvitiya sovremennogo zemledeliya Irkut-skoy oblasti [Contradictions and prospects for the development of modern agriculture in the Irkutsk region]. Molodezhnyy: Izd-vo Irkut-skiy GAU, 2019, pp. 32-36.
12. Solodun, V.I. et al. Tendentsii izmeneniya agroklimaticheskikh usloviy dlya vedeniya zemledeliya na yugo-vostoke Predbaykal'ya [Trends in changes in agro-climatic conditions for farming in the south-east of Cis-Baikal]. Vestnik IrGSHA, 2019, no. 92, pp. 75-81.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Author's contribution. All authors of this study were directly involved in the planning, execution and analysis of this study. All authors of the article reviewed and approved the final version of the manuscript.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

История статьи / Article history:

Дата поступления в редакцию / Received: 18.07.2022

Поступила после рецензирования и доработки / Revised: 20.07.2022

Дата принятия к печати / Accepted: 26.09.2022

Сведения об авторах

Иваньо Ярослав Михайлович – проректор по научной работе и цифровой трансформации, доктор технических наук, профессор кафедры информатики и математического моделирования института экономики, управления и прикладной информатики. Область исследований – построение и решение задач оптимизации производства аграрной продукции с учетом влияния различных производственных, экономических и климатических параметров; комплексное изучение экстремальных природных явлений, исследование закономерностей их изменчивости, прогнозирование и оценка их влияния на сельскохозяйственное производство, математическое моделирование разных аспектов производства сельскохозяйственной продукции и заготовки дикоросов. Автор более 440 научных работ, в т.ч. 6-ти свидетельств о регистрации программы для ЭВМ.

Контактная информация: ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ. Россия, 664038, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный; e-mail: iymex@rambler.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4118-7185>

Петрова Софья Андреевна – кандидат технических наук, доцент кафедры информатики и математического моделирования института экономики, управления и прикладной информатики. Область исследований - моделирование сельскохозяйственного производства в условиях риска, математическое и алгоритмическое обеспечение для поддержки принятия решений, проектирование и разработка проблемно-ориентированных программных комплексов, базы данных и извлечение знаний. Автор более 90 научных работ, в т.ч. свидетельства о регистрации программы для ЭВМ.

Контактная информация: ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ. Россия, 664038, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный; e-mail: sofia.registration@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9586-583X>

Полковская Марина Николаевна – кандидат технических наук, доцент кафедры информатики и математического моделирования института экономики, управления и прикладной информатики. Область исследований – решение задач оптимального размещения сельскохозяйственных культур с учетом влияния различных производственных, экономических и климатических параметров; разработка математических моделей прогнозирования и планирования производственно-экономических показателей на разных уровнях производства аграрной продукции. Автор более 100 научных работ, в т.ч. 2 свидетельств о регистрации программы для ЭВМ.

Контактная информация: ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ. Россия, 664038, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный; e-mail: polk_mn@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9646-1818>

Information about authors

Yaroslav M. Ivanyo – Vice-Rector for Research and Digital Transformation, Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department of Computer Science and Mathematical Modeling of the Institute of Economics, Management and Applied Informatics. The field of research is the construction and solution of problems of optimizing the production of agricultural products, taking into account the influence of various industrial, economic and climatic parameters; a comprehensive study of extreme natural phenomena, the study of patterns of their variability, forecasting and evaluation of their impact on agricultural production,

mathematical modeling of various aspects of agricultural production and harvesting of wild plants. Author of more than 440 scientific papers, including 6 certificates of registration of a computer program.

Contact information: FSBEI HE Irkutsk SAU. Russia, 664038, Irkutsk region, Irkutsk district, pos. Molodezhny; e-mail: iymex@rambler.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4118-7185>

Sofia A. Petrova – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Computer Science and Mathematical Modeling of the Institute of Economics, Management and Applied Informatics. Research area - modeling of agricultural production under risk conditions, mathematical and algorithmic support for decision support, design and development of problem-oriented software systems, databases and knowledge extraction. Author of more than 90 scientific papers, including certificates of registration of a computer program.

Contact information: FSBEI HE Irkutsk SAU. Russia, 664038, Irkutsk region, Irkutsk district, pos. Molodezhny; e-mail: sofia.registration@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9586-583X>

Marina N. Polkovskaya – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Computer Science and Mathematical Modeling of the Institute of Economics, Management and Applied Informatics. The field of research is solving problems of optimal placement of agricultural crops taking into account the influence of various production, economic and climatic parameters; developing mathematical models for forecasting and planning production and economic indicators at different levels of agricultural production. Author of more than 100 scientific papers, including 2 certificates of registration of a computer program.

Contact information: FSBEI HE Irkutsk SAU. Russia, 664038, Irkutsk region, Irkutsk district, pos. Molodezhny; e-mail: polk_mn@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9646-1818>



DOI 10.51215/1999-3765-2022-111-31-41

УДК 633.37:574.472(571.53)

Научная статья

ЦЕНОТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ГОРЦА РАСТОПЫРЕННОГО В СОВМЕСТНЫХ АГРОФИТОЦЕНОЗАХ ПРЕДБАЙКАЛЬЯ

А.А. Мартемьянова, Ш.К. Хуснидинов, Н.Н. Дмитриев

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, *Молодежный,
Иркутский район, Россия*

Аннотация. В статье отражены результаты исследований ценотической активности многолетних злаковых растений костреца безостого, канареечника тростниковидного, овсяницы луговой, пырейника сибирского в совместных агрофитоценозах с горцем растопыренным при различных технологиях возделывания. Ботанический состав изучаемых совместных агрофитоценозов изменялся в зависимости от набора компонентов, возраста травостоя и технологических приемов возделывания. В совместных агрофитоценозах горца растопыренного с кострецом безостым по мере увлечения продолжительности использования количество злакового компонента снижалось с 90% до 78%, а доля участия горца растопыренного увеличивалась с 9% до 20%. В агрофитоценозах с шириной междурядий 15 и 30 см в первый год жизни доля горца растопыренного в травостое была не высокой 5 - 7%, доля пырейника сибирского составляла 75-95%. В широкорядных посевах с увеличением площади питания, снижения межвидовой конкуренции наблюдался рост доли горца растопыренного в агрофитоценозах до 32%. Во второй и третий годы жизни пырейник сибирский в совместных агрофитоценозах проявлял сниженную ценотическую активность, и его доля в травостоях уменьшилась на 29-39%. Доля участия горца растопыренного в травостоях увеличилась в среднем за три года функционирования в рядовых посевах 15 и 30 см на 14%, в широкорядных 45, 60 и 75 см на 43%. В агрофитоценозах с широкорядным способом размещения компонентов доля обоих компонентов травостоя достигала соотношения пырейник: горец в среднем 55:45%. Коэффициент конкурентности злаковых растений в совместных агрофитоценозах с горцем растопыренным зависел от технологии возделывания. Горец растопыренный в совместных агрофитоценозах с многолетними злаковыми растениями проявлял выраженные патентные свойства. Он хорошо переносил негативное влияние сопутствующих компонентов в узкорядных агрофитоценозах. Коэффициенты конкурентоспособности горца растопыренного в начале вегетации в первый год жизни были высокими. С увеличением ширины междурядий (45, 60 и 75 см) горец растопыренный формировал высокую плотность травостоя в агрофитоценозах с овсяницей луговой, пырейником сибирским и канареечником тростниковидным. Коэффициент конкурентоспособности горца растопыренного возрастал и был выше 1.

Ключевые слова: *кострец безостый, канареечник тростниковидный, овсяница луговая, пырейник сибирский, горец растопыренный, совместные агрофитоценозы*

Для цитирования: Мартемьянова А.А., Хуснидинов Ш.К., Дмитриев Н.Н. Ценотическая активность горца растопыренного в совместных агрофитоценозах Предбайкалья. *Научно-практический журнал “Вестник ИрГСХА”*. 2022;4 (111):31-41. DOI: 10.51215/1999-3765-2022-111-31-41.

CENOTIC ACTIVITY OF POLYGONUM DIVARICATUM IN THE JOINT AGROPHYTOCENOSES OF THE PRE-BAIKAL REGION

Anna A. Martemyanova, Sharifzyan K. Khusnidinov, Nikolay N. Dmitriev

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

Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

Abstract. The article presents the results of studies of the coenotic activity of perennial grasses of *Bromopsis inermis*, *Phalaris arundinacea*, *Festuca pratensis*, *Elymus sibiricus* in joint agrophytocenoses with the polygonum divaricatum with various cultivation technologies. The botanical composition of the studied joint agrophytocenoses varied depending on the set of components, the age of the herbage, and the technological methods of cultivation. In the joint agrophytocenoses of Polygonum divaricatum with *Bromopsis inermis*, as the duration of use increased, the amount of the cereal component decreased from 90% to 78%, and the share of participation of Polygonum divaricatum increased from 9% to 20%. In agrophytocenoses with a row spacing of 15 and 30 cm in the first year of life, the proportion of Polygonum divaricatum in the herbage was not high 5-7%, the proportion of *Elymus sibiricus* was 75-95%. In broad-row crops, with an increase in the area of nutrition and decrease in interspecific competition, there was an increase in the share of Polygonum divaricatum in agrophytocenoses to 32%. In the second and third years of life, *Elymus sibiricus* in joint agrophytocenoses showed reduced cenotic activity and its share in herbage decreased by 29-39%. The share of participation of Polygonum divaricatum in herbage increased on average over three years in row crops of 15 and 30 cm by 14%, in wide-row 45, 60 and 75 cm by 43%. In agrophytocenoses with a wide-row method of components placing for both components of the herbage, the ratio of *Elymus sibiricus*: Polygonum divaricatum reached an average of 55:45. The coefficient of competitiveness of cereal plants in joint agrophytocenoses with Polygonum divaricatum depended on the cultivation technology. Polygonum divaricatum in joint agrophytocenoses with perennial cereal plants showed pronounced patient properties. It tolerates well the negative influence of concomitant components in narrow-row agrophytocenoses. The competitiveness coefficients of Polygonum divaricatum at the beginning of the growing season in the first year of life were high. With an increase in the width of the row spacing (45, 60 and 75 cm), Polygonum divaricatum formed a high density of herbage in agrophytocenoses *Festuca pratensis*, *Elymus sibiricus*, and *Phalaris arundinacea*. The coefficient of competitiveness of Polygonum divaricatum increased and was above 1.

Keywords: *Bromopsis inermis*, *Phalaris arundinacea*, *Festuca pratensis*, *Elymus sibiricus*, *Polygonum divaricatum*, совместные агрофитоценозы, joint agrophytocenoses

For citation: Martemyanova A. A., Khusnidinov Sh.K., Dmitriev N. N. Cenotic activity of Polygonum divaricatum in the joint agrophytocenoses of the Pre-Baikal region. *Scientific and practical journal “VestnikIrGSHA”*. 2022;4 (111):31-41. DOI: 10.51215/1999-3765-2022-111-31-41.

Введение. В Иркутской области многолетние кормовые травы занимают важное место в системе кормопроизводства. Актуальной задачей при конструировании многолетних кормовых агрофитоценозов в условиях региона является введение в культуру новых видов кормовых растений, использование смешанных посевов многолетних трав, а также

формирование оптимальных условий для поддержания продуктивного долголетия травостоев, получение стабильных урожаев высокого качества.

В связи с этим возникает необходимость глубокого изучения специфики взаимоотношений в растительных сообществах, экологических и биологических особенностей используемых культур, процессов формирования агрофитоценозов при различных технологиях их возделывания.

Изучению особенностей фитоценотических взаимоотношений и устойчивости компонентов в смешанных травостоях посвящены фундаментальные работы ученых: В.Н. Сукачева, В.А. Варламов, Т.А. Работнова и др. [2, 5, 10, 11, 13, 18].

Выделением видов растений по их ценотической значимости занимались: Г.Г. Высоцкий, Л.Г. Раменский, А.Д. Прудников и др. [1, 3, 8, 9, 12, 14, 16, 17].

Цель - оценка фитоценотической активности горца растопыренного в совместных агрофитоценозах с многолетними злаковыми растениями в условиях Предбайкалья.

Задачи:

- изучить особенности формирования ботанического состава совместных агрофитоценозов горца растопыренного с участием многолетних злаковых трав: костреца безостого, овсяницы луговой, канареечника тростниковидного, пырейника сибирского;

- оценить конкурентоспособность многолетних исследуемых растений в совместных агрофитоценозах при различных технологиях возделывания.

Материал и методика исследований. Исследования проводились на опытном поле агрономического факультета ФГБОУ ВО Иркутского ГАУ имени А.А. Ежевского.

Объекты исследований - одновидовые и совместные агрофитоценозы многолетних растений, с первого по третий годы жизни, при различных технологиях возделывания.

Одновидовые агрофитоценозы:

1. Кострец безостый
2. Овсяница луговая
3. Канареечник тростниковидный
4. Пырейник сибирский
5. горец растопыренный

Совместные агрофитоценозы:

1. Кострец безостый + горец растопыренный
2. Овсяница луговая + горец растопыренный
3. Канареечник тростниковидный + горец растопыренный
4. Пырейник сибирский + горец растопыренный

Многолетние растения в совместных агрофитоценозах высевались с различной шириной междурядий: 15 см, 30 см, 45 см, 60см, 75 см.

Компоненты совместных агрофитоценозов высевались с отдельным размещением семян, через рядок.

Почва опытного участка светло-серая лесная. Характеристика агропроизводственных свойств светло-серых лесных почв позволяет считать их естественное плодородие низким и неустойчивым [15].

Экспериментальные посеы размещались по чистому пару, обработанному по общепринятой технологии в регионе, на неудобренном фоне.

Норма высева семян многолетних растений – рекомендованная в зоне [15], в совместных агрофитоценозах уменьшенная в два раза, в соотношении компонентов 50:50.

Агротехника экспериментальных агрофитоценозов – общепринятая для возделывания многолетних трав в условиях Предбайкалья. В первый год функционирования посевов, в целях предотвращения осеменения сорняков, в середине вегетации в период массового колошения - цветения сорняков проводилось подкашивание. Во второй и последующие годы жизни многолетние растения быстро растут и развиваются, поэтому прополка и обработка междурядий проводилась по мере необходимости.

Варианты опытов размещались систематически, в четырехкратной повторности. Размер опытных делянок 4 м².

Исследования сопровождалась учетами, наблюдениями и измерениями в соответствии с требованиями методик полевых опытов, принятых в кормопроизводстве [4,7].

Для оценки конкурентных взаимоотношений растений и определения коэффициента общей конкурентоспособности (Competitive Ratio, CR) использовалась методика, предложенная Willey R.W., Rao M.V. [19].

Результаты исследований. Различные виды растений проявляют в совместных травостоях определенную фитоценотическую активность. Это обусловлено видовыми, сортовыми и биологическими особенностями растений, возрастом трав, а также зависит от условий произрастания и способа их использования.

Фитоценотическая активность характеризует поведение вида или видов в пределах того или иного типа экотопов или фитоценозов [2].

Ценотическая активность каждого компонента смеси выражается соответствующим ботаническим составом каждой группы видов.

Ботанический состав изучаемых совместных агрофитоценозов изменялся в зависимости от набора компонентов, возраста травостоя и технологических приемов возделывания (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика изменения ботанического состава травостоя совместных агрофитоценозов многолетних растений, %

Table 1 - Dynamics of changes in the botanical composition of the herbage of joint agrophytocenoses of perennial plants, %

Годы жизни	АФЦ	Ширина междурядий, см				
		15	30	45	60	75
1	Кострец безостый	90	92	93	91	92
	Горец растопыренный	10	8	7	9	8
	Канареечник тростниковидный	78	92	90	96	89
	Горец растопыренный	22	8	10	4	11
	Овсяница луговая	90	94	80	87	90
	Горец растопыренный	10	6	20	13	10
	Пырейник сибирский	93	95	75	89	68
	Горец растопыренный	7	5	25	11	32
2	Кострец безостый	90	93	93	85	85
	Горец растопыренный	10	7	7	15	15
	Канареечник тростниковидный	74	84	71	69	68
	Горец растопыренный	26	16	29	31	32
	Овсяница луговая	79	83	68	7	57
	Горец растопыренный	21	17	32	30	43
	Пырейник сибирский	76	75	54	46	55
	Горец растопыренный	24	25	46	54	45
3	Кострец безостый	78	89	80	85	84
	Горец растопыренный	22	11	20	15	16
	Канареечник тростниковидный	75	82	62	60	-
	Горец растопыренный	25	18	38	40	-
	Овсяница луговая	80	67	64	75	-
	Горец растопыренный	20	33	36	25	-
	Пырейник сибирский	79	55	55	56	-
	Горец растопыренный	21	45	45	44	-

В совместных агрофитоценозах горца растопыренного с кострецом безостым по мере увлечения продолжительности использования количество злакового компонента снижалось с 90% до 78%, а доля участия горца растопыренного увеличивалась с 9% до 20%. Горец растопыренный в первые годы жизни в узкорядных посевах испытывал угнетение со стороны костреца безостого, который проявлял выраженные виолентные свойства – высокую скорость линейного роста, интенсивное побегообразование. Ко второму и третьему году жизни в широкорядных посевах горец растопыренный проявил свои эколого-биологические особенности – выносливость (патиентность) к неблагоприятным условиям, высокий линейный рост, раскидистый и широко ветвящийся габитус.

Аналогичная ситуация наблюдалась в совместных агрофитоценозах горца растопыренного с канареечником тростниковидным и овсяницей луговой. При увеличении ширины междурядий, ценотическая активность горца растопыренного в совместных агрофитоценозах увеличивалась и горец

растопыренный оставался доминирующим при формировании урожая зеленой массы травостоя.

Ценотическая активность многолетних трав в агрофитоценозах с пырейником сибирским имела свои особенности. В агрофитоценозах с шириной междурядий 15 и 30 см в первый год жизни доля горца растопыренного в травостое была не высокой 5 - 7%, доля пырейника сибирского составляла 75-95%. В широкорядных посевах с увеличением площади питания, снижения межвидовой конкуренции наблюдался рост доли горца растопыренного в агрофитоценозах до 32%. Во второй и третий годы жизни пырейник сибирский в совместных агрофитоценозах проявлял сниженную ценотическую активность и его доля в травостоях уменьшилась на 29-39%. Доля участия горца растопыренного в травостоях увеличилась в среднем за три года функционирования в рядовых посевах 15 и 30 см на 14%, в широкорядных 45, 60 и 75 см на 43%. В агрофитоценозах с широкорядным способом размещения компонентов доля обоих компонентов травостоя достигала соотношения пырейник : горец в среднем 55:45%.

При формировании продуктивности агрофитоценозов важную роль имеют конкурентные взаимоотношения растений [6].

Нами установлено, что коэффициент общей конкурентоспособности злаковых растений в совместных агрофитоценозах с горцем растопыренным зависел от технологии возделывания. В агрофитоценозах с рядовым способом посева с шириной междурядий 15 и 30 см между компонентами возникали сложные конкурентные взаимоотношения в первый год жизни, на протяжении всего периода вегетации (табл. 2).

Таблица 2 - Общая конкурентоспособность многолетних злаковых растений в совместных агрофитоценозах с горцем растопыренным
Table 2 - General competitiveness of perennial cereal plants in joint agrophytocenoses with Knotweed

АФЦ	Годы жизни	В начале вегетации					В конце вегетации				
		Ширина междурядий, см					Ширина междурядий, см				
		15	30	45	60	75	15	30	45	60	75
Кострец безостый	1	0.96	0.69	0.61	0.65	0.65	0.94	1.03	1.08	0.97	0.94
	2	0.69	0.67	1.02	1.18	1.05	1.00	1.48	1.00	0.84	0.85
	3	0.38	1.00	0.77	1.43	1.49	0.48	1.31	1.07	1.5	1.31
Канареечник тростниковидный	1	0.20	0.35	1.85	0.95	1.49	0.45	2.15	0.59	0.58	0.91
	2	1.22	1.96	0.47	0.85	1.18	0.70	1.45	1.66	0.85	0.72
	3	1.01	0.42	0.74	1.45	-	-	1.79	0.76	0.76	-
Овсяница луговая	1	0.23	0.23	1.54	1.02	1.17	0.68	1.09	0.95	0.72	1.61
	2	0.97	1.04	0.64	0.96	0.89	1.00	2.16	0.78	0.70	0.98
	3	1.24	0.81	0.94	0.66	-	-	2.55	0.77	-	-
Пырейник сибирский	1	0.20	0.31	0.89	1.00	0.49	0.52	0.69	0.79	0.71	0.45
	2	0.91	0.48	1.17	1.31	0.76	1.77	0.89	1.08	0.72	0.82
	3	0.82	0.61	1.45	1.22	-	-	1.71	0.41	1.30	-

Наиболее высокой конкурентной способностью в совместных

агрофитоценозах с горцем растопыренными обладал кострец безостый. Кострец безостый отличался большой скоростью линейного роста, формировал высокую плотность травостоя и тем самым угнетал сопутствующий компонент. Также во второй и третий годы жизни виолентные свойства проявили канареечник тростниковидный и овсяница луговая. С увеличением ширины междурядий конкурентоспособность злаковых растений увеличивалась.

Пырейник сибирский обладал меньшей скоростью линейного роста, однако с возрастом в широкорядных посевах формировал хороший травостой в середине и конце вегетации.

Горец растопыренный в совместных агрофитоценозах с многолетними злаковыми растениями проявлял выраженные патогенные свойства. Он хорошо переносил негативное влияние сопутствующих компонентов в узкорядных агрофитоценозах. Коэффициенты конкурентоспособности горца растопыренного в начале вегетации в первый год жизни были высокими (таблица 3).

Таблица 3 - Общая конкурентоспособность горца растопыренного в совместных агрофитоценозах с многолетними злаковыми растениями

Table 3 - General competitiveness of the splayed mountaineer in joint agrophytocenoses with perennial cereal plants

АФЦ	Годы жизни	В начале вегетации					В конце вегетации				
		Ширина междурядий, см					Ширина междурядий, см				
		15	30	45	60	75	15	30	45	60	75
С кострцом безостым	1	0.90	0.95	0.88	0.71	0.73	0.89	0.81	0.77	0.85	0.89
	2	0.40	0.22	0.64	0.43	0.87	0.13	0.17	0.47	0.65	0.59
	3	0.44	0.36	1.00	0.67	-	-	0.35	0.62	0.70	-
С канареечником тростниковидным	1	0.24	0.62	0.82	0.65	0.61	0.80	0.96	0.64	0.52	0.74
	2	0.76	0.25	1.20	0.54	0.70	0.26	0.20	0.40	0.54	0.34
	3	0.73	0.50	0.81	1.77	-	-	0.45	0.25	0.48	-
С овсяницей луговой	1	0.37	0.43	0.94	0.71	0.84	0.55	0.66	1.55	0.97	0.87
	2	1.13	0.23	1.43	0.72	1.74	0.36	0.26	0.36	0.59	0.68
	3	0.66	0.54	1.02	0.69	-	-	0.57	1.35	1.37	-
С пырейником сибирским	1	0.50	0.59	0.92	0.79	0.70	0.33	0.55	1.42	0.74	1.19
	2	0.34	0.25	1.90	0.84	0.47	0.23	0.20	0.67	0.96	0.59
	3	0.33	0.76	1.06	1.08	-	-	0.57	1.08	1.46	-

С увеличением ширины междурядий (45, 60 и 75 см) горец растопыренный формировал высокую плотность травостоя в агрофитоценозах с овсяницей луговой, пырейником сибирским и канареечником тростниковидным. Коэффициент конкурентоспособности горца растопыренного возрастал и был выше 1.

Заключение. Ботанический состав изучаемых совместных агрофитоценозов изменялся в зависимости от набора компонентов, возраста травостоя и технологических приемов возделывания. В совместных

агрофитоценозах горца растопыренного с кострцом безостым по мере увлечения длительности функционирования травостоя количество злакового компонента снижалось, а доля участия горца растопыренного увеличивалась.

В широкорядных посевах с шириной междурядий 45, 60 и 75 см ценотическая активность горца растопыренного в совместных агрофитоценозах увеличивалась. Горец растопыренный оставался доминирующим при формировании урожая зеленой массы травостоя.

Горец растопыренный в совместных агрофитоценозах с многолетними злаковыми растениями проявлял выраженные патентные свойства. Коэффициенты конкурентоспособности горца растопыренного и злаковых растений возрастали с применением широкорядных способов посева совместных агрофитоценозов.

Список литературы

1. Бирюкович, А.Л. Ценотическая активность бобовых компонентов в луговых травостоях на дерново-глеевой мелиорированной почве / А.Л. Бирюкович, Р.Т. Пастушок // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2020. – № 56. – С. 235-243.
2. Варламов, В.А. Агробиологическое обоснование формирования высокопродуктивных смешанных агрофитоценозов многолетних и однолетних кормовых культур в лесостепи Среднего Поволжья: монография / В.А. Варламов – Пенза, 2008. – 226 с.
3. Высоцкий, Г.Н. Ергеня. Культурно-фитологический очерк/ Г.Н. Высоцкий//Тр. Бюро по прикл. бот. -1915. - Т.8. - №10-11.
4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): Учеб. для вузов / Б.А. Доспехов – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. Куркин, К.А. Фитоценотическая конкуренция. Систематические особенности и параметрические характеристики/К.А. Куркин //Бот. журн. - 1984. - Т.69. - №4. - С. 437-447.
6. Мартемьянова, А.А. Оценка конкурентности козлятника Восточного (*Galega orientalis* Lam.) в совместных агрофитоценозах с многолетними злаковыми растениями в условиях Предбайкалья / А. А. Мартемьянова, Ш. К. Хуснидинов // Вестник ИрГСХА. – 2021. – № 107. – С. 6-18. – DOI 10.51215/1999-3765-2021-107-6-18.
7. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами //М.: ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 1983. – 197 с.
8. Минвалиев, С.В. Ценотическая активность многолетних трав в условиях Приморского края / С.В. Минвалиев, О.В. Павлова // Вестник Алтайского ГАУ. – 2015. – № 9(131). – С. 26-30.
9. Прудников, А.Д. Пути повышения эффективности возделывания клевера лугового/А.Д. Прудников, А.А. Башмаков//Сб. науч. тр.: Бобовые культуры в современном сельском хозяйстве //Новгород: Книж.изд-во, 1998. - С. 33-35.
10. Работнов, Т.А. Фитоценология /Т.А. Работнов - М.: Изд-во МГУ, 1992. - 352 с.
11. Работнов, Т.А. Экология луговых трав/ Т.А. Работнов - М.: МГУ, 1985. - 176с.
12. Раменский, Л.Г. Проблемы и методы изучения растительного покрова/Л.Г. Раменский - М.: Наука, 1971. -333 с.
13. Сукачев, В.Н. Растительные сообщества (введение в фитоценологию) /В.Н. Сукачев -М.-Л.: Книга, 1928. - Т.3. – 232 с.
14. Тюлин, В.А. Выращивание лугопастбищных трав/В.А. Тюлин//В кн.: Рекомендации по организации производства биологически чистой продукции в колхозах

и совхозах Тверской области для диетического питания //Тверь: Книж. изд-во, 1991. - С.15-21.

15. Хуснидинов, Ш.К. Интродукция растений в Предбайкалье / Ш.К. Хуснидинов – Иркутск: Изд-во Иркутского ГАУ, 2016. – 240 с.

16. Ценотическая активность многолетних трав в пастбищных травостоях на осушаемых землях Нечернозёмной зоны // Кормопроизводство. – 2018. – № 5. – С. 10-14.

17. Braun-Blangue, T.J. et all. Vocabulaire de Sociologie vegetale, 3 ed. Montpellier, 1928.

18. Willey, R.W. A competitive ratio for quantifying competition between intercrops / R.W. Willey, M.V. Rao // Experimental Agriculture, 1980, vol. 16, pp. 117-125.

References

1. Biryukovich, A.L., Pastushok, R.T. Tsenoticheskaya aktivnost' bobovykh komponentov v lugovykh travostoyakh na dernovo-gleyevoy meliorirovannoy pochve [Cenotic activity of legume components in meadow grass stands on sod-gley reclaimed soil]. Zemledeliye i selektsiya v Belarusi, 2020, no. 56, pp. 235-243.

2. Varlamov, V.A. Agrobiologicheskoye obosnovaniye formirovaniya vysokoproduktivnykh smeshannykh agrofitotsenozov mnogoletnikh i odnoletnikh kormovykh kul'tur v lesostepi Srednego Povolzh'ya: monografiya [Agrobiological substantiation of the formation of highly productive mixed agrophytocenoses of perennial and annual fodder crops in the forest-steppe of the Middle Volga region: monograph]. Penza, 2008, 226 p.

3. Vysotskiy, G.N. Yergenya. Kul'turno-fitologicheskii ocherk [Cultural and phytological essay]. Tr. Byuro po prikl. Bot, 1915, vol.8, no.10-11.

4. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy): Ucheb. dlya vuzov [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results): Textbook for universities]. Moscow: Agropromizdat, 1985, 351 p.

5. Kurkin K.A. Fitotsenoticheskaya konkurentsia. Sistemicheskiye osobennosti i parametricheskiye kharakteristiki [Phytocenotic competition. Systematic features and parametric characteristics]. Botanicheskii zhurnal, 1984, vol.69, no.4, pp. 437-447.

6. Martemyanova, A.A., Khusnidinov, SH.K. Otsenka konkurentnosti kozlyatnika Vostochnogo (*Galega orientalis* Lam.) v sovместnykh agrofitotsenozakh s mnogoletnimi zlakovymi rasteniyami v usloviyakh Predbaykal'ya [Assessment of the competitiveness of *Galega orientalis* in joint agrophytocenoses with perennial cereal plants in the conditions of the Pre-Baikal region]. Vestnik IrGSHA, 2021, no. 107, pp. 6-18. – DOI 10.51215/1999-3765-2021-107-6-18.

7. Metodicheskiye ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami [Guidelines for conducting field experiments with forage crops]. Moscow: VNIИ kormov im. V.R. Vil'yamsa, 1983, 197 p.

8. Minvaliyev, S.V., Pavlova, O.V. Tsenoticheskaya aktivnost' mnogoletnikh trav v usloviyakh Primorskogo kraya [Cenotic activity of perennial grasses in the conditions of Primorsky territory]. Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2015, no. 9(131) pp. 26-30.

9. Prudnikov, A.D., Bashmakov, A.A. Puti povysheniya effektivnosti vozdeleyvaniya klevera lugovogo [Ways to improve the efficiency of cultivation of meadow clover]. Novgorod, 1998, pp. 33-35.

10. Rabotnov, T.A. Fitotsenologiya [Phytocenology]. Moscow: MGU, 1992, 352 p.

11. Rabotnov, T.A. Ekologiya lugovykh trav [Ecology of meadow grasses]. Moscow: MGU, 1985, 176 p.

12. Ramenskiy, L.G. Problemy i metody izucheniya rastitel'nogo pokrova [Problems and methods of studying vegetation cover]. Moscow: Nauka, 1971, 333 p.

13. Sukachev V.N. Rastitel'nyye soobshchestva (vvedeniye v fitotsenologiyu) [Plant communities (introduction to Phytocenology)]. Moscow-Leningrad: Book, 1928, vol.3, 232 p.

14. Tyulin, V.A. Vyrashchivaniye lugopastbishchnykh trav [Cultivation of grassland grasses]. Tver', 1991, pp.15-21.

15. Khusnidinov, SH.K. Introduktsiya rasteniy v Predbaykal'ye [Introduction of plants in the Pre-Baikal region]. Irkutsk: Izd-vo Irkutskogo GAU, 2016, 240 p.

16. Tsenoticheskaya aktivnost' mnogoletnykh trav v pastbishchnykh travostoyakh na osushayemykh zemlyakh Nechernozomnoy zony [Cenotic activity of perennial grasses in pasture stands on drained lands of the Non-Chernozem zone]. Kormoproizvodstvo, 2018, no. 5, pp. 10-14.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Author's contribution. All authors of this study were directly involved in the planning, execution and analysis of this study. All authors of the article reviewed and approved the final version of the manuscript.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

История статьи/ Article history:

Дата поступления в редакцию/ Received: 28.08.2022

Поступила после рецензирования и доработки / Revised: 13.09.2022

Дата принятия к печати / Accepted: 26.09.2022

Сведения об авторах

Дмитриев Николай Николаевич – доктор сельскохозяйственных наук, доцент кафедры Агроэкологии и химии, агрономический факультет, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского. Область научных исследований – система земледелия Предбайкалья. Является автором и соавтором монографий “Зональные основы системы удобрений в земледелии Иркутской области» (2013); “Сидеральная система земледелия Предбайкалья” (2014); “Фиторемедиация техногенно загрязненных почв Предбайкалья” (2018 г.), “Система ведения сельского хозяйства Иркутской области (2019, ч.1, 2)” и свыше 100 научных публикаций.

Контактная информация: ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ. Агрономический факультет. 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный; e-mail: agro@igsha.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9907-8355>

Мартемьянова Анна Анатольевна - кандидат биологических наук, доцент кафедры общей биологии и экологии, Институт управления природными ресурсами–факультет охотоведения имени В.Н. Скалона, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского. Область научных исследований – агроэкология и растениеводство. Автор и соавтор более 65 научных работ и публикаций. Монографии: “Конкуренция и ее регулирование в агрофитоценозах многолетних растений в условиях Предбайкалья (2009)”, “Теория и практика совместных посевов многолетних кормовых культур в органическом земледелии Предбайкалья (2020)”.

Контактная информация: ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, Институт управления природными ресурсами – факультет охотоведения имени В.Н. Скалона. 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный. e-mail: Sheremetev80@yandex.ru ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2968-9879>

Хуснидинов Шарифзян Кадинович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, научный сотрудник Иркутского научно-исследовательского института сельского

хозяйства. Область научных исследований – растениеводство, интродукция кормовых культур, агроэкология. Автор и соавтор более 248 научных работ и публикаций. Монография: “Кормопроизводство Предбайкалья” (2019). “Научно-практические рекомендации: Технологии возделывания полевых культур в условиях Предбайкалья” (2020) и др.

Контактная информация: ФГБНУ Иркутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства. 664511, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Пивовариха, ул. Дачная, 14. e-mail: husnidinovconf85@gmail.com.

Information about authors

Nikolay N. Dmitriev - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agroecology and Chemistry, Agronomy faculty, rector Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky. The field of scientific research is the agriculture system of Pre-Baikal region. He is the author and co-author of the monographs "Zonal foundations of the fertilizer system in agriculture of Irkutsk region" (2013); "Sideral system of agriculture of Pre-Baikal region" (2014); "Phytoremediation of technogenically polluted soils of Pre-Baikal region" (2018), "System of agriculture of Irkutsk region (2019, Part 1, 2)", and over 100 scientific publications.

Contact information: FSBEI HE Irkutsk SAU. Agronomy faculty. 664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, pos. Molodezhny; e-mail: agro@igsha.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9907-8355>

Anna A. Martemyanova - Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, head of the Department of general biology and ecology, Institute of Natural Resources Management - Faculty of Game Management named after V.N. Skalon, Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky. Research area - agroecology and crop production. Martemyanova A.A. is author and co-author of over 65 scientific publications. Monographs: "Competition and its regulation in agrophytocenoses of perennial plants in the Pre-Baikal region" (2009), "Theory and practice of joint sowing of perennial forage crops in organic agriculture in the Pre-Baikal region" (2020).

Contact information: FSBEI HE Irkutsk SAU. Institute of Natural Resources Management - Faculty of Game Management named after V.N. Skalon. 664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, pos. Molodezhny. E-mail: Sheremetev80@yandex.ru
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2968-9879>

Sharifzyan K. Khusnidinov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Researcher at the Irkutsk Research Institute of Agriculture. The area of scientific research – crop production, introduction of fodder crops, agroecology. Khusnidinov Sh.K. is author and co-author of over 248 scientific publications. Monographs: Forage production in the Pre-Baikal region (2019). Scientific and practical recommendations: Technologies of cultivation of field crops in the Pre-Baikal region (2020).

Contact information: Irkutsk Research Institute of Agriculture. 664511, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, pos. Pivovarikha, Dachnaya st., 14. e-mail: husnidinovconf85@gmail.com



DOI 10.51215/1999-3765-2022-111-42-49

УДК 631.62+632.125

Научная статья

ОСУШИТЕЛЬНЫЕ МЕЛИОРАЦИИ И ДЕГРАДАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ

Е.А. Пономаренко, Д.Р. Чернигова

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, *Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия*

Аннотация. Несколько тысячелетий насчитывает применение водных мелиораций. В 60-80-х годах XX в. гидротехнические мелиорации в СССР получили широкое распространение. В настоящее время развитию мелиорации земель уделяют все больше внимания. И сейчас площадь мелиорируемых земель незначительно увеличивается, если в 2012 году она составляла 9.1 млн. га, то в 2020 г. – 9.45 млн. га. Осушенных земель в России 2012 г. – 4.78 млн. га, то в 2020 г. – 4,8 млн. га. В Иркутской области в 2012 году осушение проводилось на площади 6,40 тыс. га, в настоящее время – 6.42 тыс. га. Но в результате реализации Государственной подпрограммы “Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России”, которая предусматривает поддержку сельхозпроизводителей, которые реконструируют и строят новые мелиоративные системы, площадь мелиорируемых, в т.ч. осушенных земель, будет увеличиваться. А это влечет за собой изменения в природно-антропогенных ландшафтах, такие как водная и ветровая эрозии, подтопление и переувлажнение земель, вторичное заболачивание, переуплотнение и опустынивание, снижение запасов гумуса и элементов питания растений, загрязнение земель тяжелыми металлами и пестицидами и т.д. Дegradация осушаемых земель Иркутской области связана с высоким уровнем стояния грунтовых вод и недопустимо поздними сроками отвода поверхностных вод, что сдерживает проведение полевых сельскохозяйственных работ на них в оптимальные сроки. Для того чтобы уменьшить процесс деградации земель, в первую очередь необходимо проведение комплекса эффективных природоохранных мероприятий.

Ключевые слова: *мелиорация земель, деградация, переувлажнение, осушительные системы, природоохранные мероприятия, Иркутская область*

Для цитирования: Пономаренко Е.А., Чернигова Д.Р. Осушительные мелиорации и деградация земель. *Научно-практический журнал “Вестник ИрГСХА”*. 2022;4 (111):42-49. DOI: 10.51215/1999-3765-2022-111-42-49.

DRAINAGE LAND MELIORATION AND LAND DEGRADATION

Elena A. Ponomarenko, Dina R. Chernigova

Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky, *Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia*

Abstract. Water melioration has been used for several thousand years. In 60-80s of the XX century, hydrotechnical land melioration in the USSR became widespread. At present, more and more attention is paid to land melioration development. And now the area of meliorated land is increasing slightly, if in 2012 it was 9.1 mln hectares, then in 2020 it will be 9.45 mln hectares. – 9.45 million hectares. The area of meliorated lands in Russia in 2012 was 4.78 mln hectares, and in 2020 it was 9.45 mln hectares. – 4,78 mln hectares, in 2020 – 4.8 mln hectares. In the Irkutsk region in 2012 the area of 6.40 hectares was dried, at present – 6.42 hectares. But as a result of implementation of the State subprogram "Development of agricultural land melioration in Russia", which provides support to agricultural producers, who reconstruct and build new melioration systems, the area of reclaimed, including drained lands will increase. This leads to changes in the nature-anthropogenic landscapes, such as water and wind erosion, waterlogging and overwatering of lands, secondary waterlogging, over compaction and desertification, reduction of humus and plant nutrients, pollution of lands with heavy metals and pesticides, etc. Degradation of the drained land in Irkutsk region is connected with high level of ground water table and unacceptably late terms of surface water drainage, which hinders carrying out field agricultural works on them in optimal terms. In order to reduce the process of land degradation it is necessary, first of all, to carry out a set of effective environmental protection measures.

Keywords: *land melioration, degradation, overwatering, drainage systems, environmental protection measures, Irkutsk region*

Для цитирования: Ponomarenko E.A., Chernigova D.R. Drainage land melioration and land degradation. *Scientific and practical journal “Vestnik IrGSHA”*. 2022; 4(111):42-49. DOI: 10.51215/1999 - 3765-2022-111-42-49.

Введение. Несколько тысячелетий насчитывает применение водных мелиораций. Более 40% мировой продукции сельского хозяйства получают с орошаемых и осушенных земель. На конец XX в. в мире осушено более 160 млн. га, орошается 260 млн. га земель сельскохозяйственного назначения [8]. В 60-80-х годах XX в. гидротехнические мелиорации в СССР получили широкое распространение. В настоящее время развитию мелиорации земель уделяют все больше внимания [1]. И это понятно, т.к. развитие мелиоративного комплекса и эффективное использование существующих систем и строительство новых может стать одним из приоритетных направлений развития агропромышленного комплекса России и, в частности, Иркутской области на ближайшие годы [7].

Цель – провести анализ осушительных мелиораций в Иркутской области, определить площади земель в неудовлетворительном состоянии.

Объект и методы исследования. В качестве объекта исследования выбраны осушаемые земли Иркутской области. Используются методы анализа информации и статистической обработки.

Результаты и обсуждения. В настоящее время площадь мелиорируемых земель незначительно увеличивается, если в 2012 году она составляла 9.1 млн. га, то в 2019 г. – 9.45 млн. га [4]. Осушенных земель в России 2012 г. – 4.78 млн. га, то в 2019 г. -4.8 млн. га.

В Иркутской области в 2012 году осушение проводилось на площади 6.40 тыс. га, в настоящее время – 6.42 тыс. га. Но в результате реализации Государственной подпрограммы “Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России”, которая предусматривает поддержку сельхозпроизводителей, которые реконструируют и строят новые мелиоративные системы, площадь мелиорируемых, в т.ч. осушенных земель, будет увеличиваться [3, 5, 9]. Следовательно, будет расти нагрузка на природные ландшафты.

На территории Иркутской области функционируют три осушительные системы федерального значения: в Боханском районе (Боханская межхозяйственная осушительная система (Даты: ввод в эксплуатацию – 1986 г., реконструкции – 2018 г.); в Усольском районе (Картагон межхозяйственная осушительная система (Даты: ввод в эксплуатацию – 1981 г., реконструкции – 2013 г.); в Тулунском районе (Тулунская межхозяйственная осушительная система (Даты: ввод в эксплуатацию – 1986 г., реконструкции – -).

В настоящее время на восстановление и реконструкцию этих систем выделяется 5747 тыс. рублей. Но должных мероприятий по контролю и восстановлению осушенных земель не проводится. В результате интенсивного развития мелиоративных мероприятий в природных ландшафтах происходили значительные изменения, которые в настоящее время превратились в глобальные и региональные экологические проблемы. Одной из таких проблем является проведение осушительных мелиораций (удаление избыточной влаги с болот и заболоченных земель), которые в большинстве своем не согласуются с научными требованиями, поэтому происходит деградация земель. Так, площадь нарушенных земель в Иркутской области составляет 0.8 тыс. га. Это 0.03% от общей площади Иркутской области [4]. Это водная и ветровая эрозия, подтопление и переувлажнение земель, вторичное заболачивание, переуплотнение и опустынивание, снижение запасов гумуса и элементов питания растений, загрязнение земель тяжелыми металлами и пестицидами и т.д.

Деградация осушаемых земель связана не только с превышением технологических нагрузок, но и с прекращением или снижением поступления в нее антропогенной энергии для обеспечения необходимого функционирования сельскохозяйственного производства. Кроме того, из находящихся в неудовлетворительном мелиоративном состоянии 3707 га

осушенных земель (10.5% к наличию) (таблица 1) практически на всей площади наблюдаются высокий уровень стояния грунтовых вод и недопустимо поздние сроки отвода поверхностных вод, что сдерживает проведение полевых сельскохозяйственных работ на них в оптимальные сроки [2].

В проведении работ по восстановлению и реконструкции нуждаются осушительные системы на площади 560 га (1.6% к наличию) [6].

Неудовлетворительное состояние части имеющихся мелиорированных земель создает неблагоприятную экологическую ситуацию на этих землях, а также на прилегающих к ним территориях, вызывая подтопление сельскохозяйственных угодий и ограничение их использования в сельскохозяйственном обороте.

Таблица 1– **Изменение земель в результате мелиоративных мероприятий (осушение)**

Table 1- **Land changes as a result of melioration measures (drainage)**

Годы	Общая площадь мелиорируемых земель, га	Неудовлетворительное состояние	%	Площади, на которых требуется улучшение земель, га	%
Осушение					
1990	24000				
1995	19700	4040	16.4	9600	48.7
1996	19700	2200	11.2	11800	59.9
2002	17354	2293	13.2	10122	58.3
2003	17354	2293	13.2	10122	58.3
2004	17354	2293	13.2	10122	58.3
2017	34229	3514	10.37	12025	35.2
2020	35340	3707	10.5	15135	42.8

Изменений в площадях осушаемых земель Иркутской области за последние три года практически не наблюдается. Но можно заметить большую разницу в площади 2002 года и 2020 года, которая составляет 49%. В таблице можно видеть высокий процент земель, требующих улучшения – 42%. Если в конце XX в. в неудовлетворительном состоянии находилось 11.2%, то и в настоящее время эта площадь практически не изменилась (10.5%). Это говорит о том, что в 90-х годах отсутствовало финансирование в сфере развития мелиоративных мероприятий, но сейчас начался процесс финансирования, и площади осушенных земель увеличились почти в два раза и, следовательно, площади нарушенных земель также увеличились. Еще одна проблема – это нет должного контроля за изменениями заброшенных осушенных земель. Поэтому большая площадь мелиорируемых земель в настоящее время находится на стадии деградации, а значительная часть

осушенных земель подвержена переувлажнению (1635 га – 2020 г.) [4], вторичному заболачиванию, зарастанию, закочкариванию и подтоплению.

Для того чтобы уменьшить процесс деградации земель, в первую очередь необходимо проведение комплекса эффективных природоохранных мероприятий [10], препятствующих развитию негативных природных процессов (изменение микроклимата, снижение уровня грунтовых вод, увеличение скорости ветра, увеличение глубины промерзания торфяников, изменения в растительном и животном мире и т.д.), которые должны обеспечивать сохранность земельных и водных ресурсов в процессе хозяйственной деятельности человека. Разработка и обоснование таких природоохранных мероприятий может быть произведено на основе комплексной оценки состояния осушенных земель, включающий в себя анализ развития негативных процессов, изучение факторов антропогенного воздействия и последствий хозяйственной деятельности человека. Это в первую очередь изменение степени переувлажнения осушенных и прилегающих к ним земель, вторичное заболачивание, подтопление земель и их загрязнение. Эффективность природоохранных мероприятий можно оценить в процессе проведения территориального мониторинга земель, т.е. при ежегодной оценке эколого-мелиоративного состояния осушенных и прилегающих к ним земель и в результате выявления причин и прогнозирования негативных природно-техногенных процессов.

Список литературы

1. Актуальные вопросы развития мелиоративного комплекса маловодных регионов Российской Федерации: – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://council.gov.ru/activity/activities/roundtables/103748/> – Дата обращения: 13.02.2022.
2. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rosreestr.ru/site/activity/sostoyanie-zemel-rossii/gosudarstvennyy-natsionalnyy-doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-v-rossiyskoy-federatsii/> - Дата обращения: 13.02.2022.
3. Государственная программа эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации: – [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://programs.gov.ru/Portal/pilot_program/53/passport – Дата обращения: 11.02.2022.
4. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2020 году. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/fb1/fb12ab74bc70b5091b0533f44a4d8dba.pdf> – Дата обращения: 13.02.2022.
5. Постановление Правительства РФ от 14 мая 2021 г. N 731 "О Государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации": – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://base.garant.ru/400773886/> – Дата обращения: 12.02.2022.
6. Сведения о наличии и распределении земель в Российской Федерации на 01.01.2018 – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rosreestr.ru/site/activity/sostoyanie-zemel-rossii/gosudarstvennyy-natsionalnyy-doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-v-rossiyskoy-federatsii/> - Дата обращения: 12.02.2022.

7. Баянова, А.А. Современные аспекты проведения мелиорации для неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения. / А.А. Баянова // Вестник ИрГСХА. – 2020. – 101. – С.8-13. DOI: 10.51215/1999-3765-2020-101-8-13.

8. Дьяконов, К.Н. Экологическое проектирование и экспертиза: Учебник для вузов. / К.Н. Дьяконов, А.В. Дончева – М.: Аспект Пресс, 2002. – 384 с.

9. Рукосуева, Н.А. Использование мелиорируемых земель на примере Иркутской области / Н. А. Рукосуева, Т. М. Коломина // Науч. иссл. студентов в решении актуальных проблем АПК // Матер. Всеросс. студ. науч.-практ. конф. // Иркутск: Иркутский ГАУ, 2020. – С. 352-359.

10. Туктаров, Б.И. Агроэкологический мониторинг территории приволжской оросительной системы Саратовской области./ Туктаров Б.И., Тарбаев В.А., Гафуров Р.Р. // Землеустроительные, кадастровые, геодезические работы для обеспечения стабильности и эффективности развития экономики России// Сб. матер. междунар. науч.-практ. конф. ученых и специалистов (Омск, 19 марта 2005) // Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2005. - С. 356-360.

References

1. Aktual'nye voprosy razvitiya meliorativnogo kompleksa malovodnyh regionov Rossijskoj Federacii [Topical issues of development of meliorative complex of low-water regions of the Russian Federation]: <http://council.gov.ru/activity/activities/roundtables/103748/> - / - Data obrashcheniya 13.02.2022.

2. Gosudarstvennyy (natsional'nyy) doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' v Rossiyskoj Federatsii [State (national) report on the state and use of land in the Russian Federation]: <https://rosreestr.ru/site/activity/sostoyanie-zemel-rossii/gosudarstvennyy-natsionalnyy-doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-v-rossiyskoj-federatsii/> - Data obrashcheniya: 13.02.2022.

3. Gosudarstvennaya programma effektivnogo вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития meliorativnogo kompleksa Rossijskoj Federacii [State program for effective involvement in the turnover of agricultural land and the development of land reclamation complex of the Russian Federation]: https://programs.gov.ru/Portal/pilot_program/53/passport- Data obrashheniya: 11.02.2022.

4. Doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' sel'skoxozyajstvennogo naznacheniya Rossijskoj Federacii v 2020 godu. [Report on the state and use of agricultural land of the Russian Federation in 2020. - М.: FSINI "Rosinformagroteh", 2018.]: <http://mcx.gov.ru/upload/iblock/fb1/fb12ab74bc70b5091b0533f44a4d8dba.pdf> – Data obrashheniya: 13.02.2022.

5. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 14 maya 2021 g. N 731 "O Gosudarstvennoj programme effektivnogo вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития meliorativnogo kompleksa Rossijskoj Federacii" [Decree of the Government of the Russian Federation of May 14, 2021 N 731 "On the State Program of effective involvement in the turnover of agricultural land and the development of land reclamation complex of the Russian Federation"]:: <https://base.garant.ru/400773886/> - Data obrashheniya: 12.02.2022.

6. Svedeniya o nalichii i raspredelenii zemel' v Rossiyskoj Federatsii na 01.01.2018 [Information on the availability and distribution of land in the Russian Federation on 01.01.2018]: <https://rosreestr.ru/site/activity/sostoyanie-zemel-rossii/gosudarstvennyy-natsionalnyy-doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-v-rossiyskoj-federatsii/> - Data obrashcheniya: 12.02.2022.

7. Bayanova, A.A. Sovremennye aspekty provedeniya melioracii dlya neispol'zuemykh zemel' sel'skoxozyajstvennogo naznacheniya [Modern aspects of conducting reclamation for

unused agricultural lands]. Vestnik IrGSHA, 2020, no.101, pp.8-13. (In Russ.) DOI: 10.51215/1999-3765-2020-101-8-13.

8. D'yakonov, K.N., Doncheva, A.V. *Ekologicheskoe proektirovanie i ekspertiza* [Environmental design and expertise]. Moscow: Aspekt Press, 2002, 384 p.

9. Rukosueva, N.A., Kolomina, T.M. *Ispol'zovanie melioriruemyyh zemel' na primere Irkutskoj oblasti* [The use of reclaimed lands on the example of the Irkutsk region]. Molodezhnyj: Irkutskij GAU, 2020, pp. 352-359.

10. Tuktarov, B.I. et al. *Agroekologicheskij monitoring territorii privolzhskoj orositel'noj sistemy Saratovskoj oblasti*. [Agro-ecological monitoring of the territory of the Volga irrigation system of Saratov region]. Omsk: Izd-vo FGOU VPO OmGAU, 2005, pp. 356-360.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Author's contribution. All authors of this study were directly involved in the planning, execution and analysis of this study. All authors of the article reviewed and approved the final version of the manuscript.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

История статьи/ Article history:

Дата поступления в редакцию/ Received: 23.04.2022

Поступила после рецензирования и доработки/ Revised: 15.05.2022

Дата принятия к печати/ Accepted: 26.09.2022

Сведения об авторах

Пономаренко Елена Александровна - кандидат биологических наук, доцент кафедры землеустройства, кадастров и сельскохозяйственной мелиорации. Область исследования связана с особенностями нарушенных земель на территории Предбайкалья. Автор свыше 70 научных публикаций в рецензируемых журналах.

Контактная информация. ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ. Агрономический факультет. 664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н, пос. Молодёжный; e-mail: alyona-1975@rambler.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0603-4490>

Чернигова Дина Рашитовна - кандидат географических наук, доцент кафедры землеустройства, кадастров и сельскохозяйственной мелиорации. Область исследования связана с особенностями сельскохозяйственного землепользования в Иркутской области. Автор свыше 40 научных публикаций в рецензируемых журналах.

Контактная информация. ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ. Агрономический факультет. 664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н, пос. Молодёжный; e-mail: chernigova.dina@yandex.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5780-0215>

Information about authors

Elena A. Ponomarenko - Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the department of land management, cadastre and agricultural land reclamation. The research area is related to the peculiarities of disturbed lands on the territory of Pre-Baikal region. Author of over 60 scientific publications in peer-reviewed journals.

Contact information: Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky. Agronomy faculty. (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, pos. Molodezhnyj; e-mail: alyona-1975@rambler.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0603-4490>

Dina R. Chernigova - Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the department of land management, cadastre and agricultural land reclamation. The research area is

Пономаренко Е.А., Чернигова Д.Р.осушительные мелиорации...

2022; 4 (111):42-49 **Научно-практический журнал “Вестник ИрГСХА”**
Scientific and practical journal “Vestnik IrGSHA”

related with the specific features of agricultural land use in Irkutsk region. Author of over 40 scientific publications in peer-reviewed journals.

Contact information: Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky. Agronomy faculty. (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, pos. Molodezhny; e-mail: chernigova.dina@yandex.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5780-0215>



DOI 10.51215/1999-3765-2022-111-50-59

УДК 631.445.25:631.432

Научная статья

ОСОБЕННОСТИ И ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОДНОГО РЕЖИМА СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ПРЕДБАЙКАЛЬЯ

^{1,2}В.И. Солодун, ¹Т.В. Амакова

¹Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

²Иркутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства,
п. Пивовариха, Иркутский район, Иркутская область, Россия

Аннотация. Почвенно-климатические условия и почвенный покров земледельческой территории Иркутской области определяют своеобразный характер водного баланса и водного режима под сельскохозяйственными культурами. Цель исследований – выявить основные закономерности между атмосферными осадками и распределением почвенной влаги по частям почвенного профиля в зависимости от сельскохозяйственных культур и чистых паров, механической обработки почвы. В результате было установлено, что из-за значительной разницы по сумме и характеру выпадающих осадков по годам, сезонам и месяцам наблюдаются существенные отклонения агрогидрологических показателей почв от среднееголетних значений. Вместе с тем, имеются и общие региональные и зональные особенности водного режима сельскохозяйственных земель, которые до настоящего времени не нашли должного освещения и обобщения в местных научных источниках и не доведены до их практического применения в земледелии Иркутской области. Выявлен ряд принципиально важных особенностей формирования запасов продуктивной и непродуктивной влаги при сельскохозяйственном использовании серых лесных тяжелосуглинистых почв, установлены основные водные константы, роль гранулометрического состава, сложения почвы и содержания органического вещества в формировании водного режима. Показана роль жидких и твёрдых осадков в их усвоении почвой и дальнейшей трансформации с учётом способов обработки почвы, севооборотов и возделываемых культур. Определены основные агротехнические приёмы улучшения влагообеспеченности культур и подходы к формированию севооборотов, позволяющих не только использовать влагу атмосферных осадков, но и рационально её использовать с учётом отдельных сезонов года и вегетационного периода.

Ключевые слова: *водный режим, продуктивная влага, севооборот, обработка почвы, почвенный профиль*

Для цитирования: Солодун В.И., Амакова Т.В. Особенности и основные показатели водного режима серых лесных почв Предбайкалья. *Научно-практический журнал “Вестник ИрГСХА”*. 2022;4 (111):50-59. DOI: 10.51215/1999-3765-2022-111-50-59.

FEATURES AND MAIN INDICATORS OF THE WATER REGIME OF THE GRAY FOREST SOILS OF THE PRE-BAIKAL REGION

^{1,2}Vladimir I. Solodun, ¹Tatyana V. Amakova

¹Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, *pos. Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia*

²Irkutsk Scientific Research Institute of Agriculture, *Pivovarikha, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia*

Abstract. Soil and climatic conditions and soil cover of the agricultural territory of Irkutsk region determine the peculiar nature of the water balance and water regime under agricultural crops. The objective of the study is to identify the main patterns between atmospheric precipitation and the distribution of soil moisture in parts of the soil profile, depending on crops and complete fallows, mechanical tillage. As a result, it was found that due to the significant difference in the amount and nature of precipitation by years, seasons and months, there are significant deviations of the agrohydrological indicators of soils from the long-term average values. At the same time, there are also general regional and zonal features of the water regime of agricultural lands, which so far have not found proper coverage and generalization in local scientific sources and have not been brought to their practical application in agriculture of Irkutsk region. A number of fundamentally important features of the formation of productive and unproductive moisture reserves in the agricultural use of gray forest heavy loamy soils have been identified; the main water constants, the role of granulometric composition, soil composition and organic matter content in the formation of the water regime have been established. The role of liquid and solid precipitation in their assimilation by the soil and further transformation, taking into account the methods of tillage, crop rotations and cultivated crops, is shown. The main agrotechnical methods for improving the moisture supply of crops and approaches to the formation of crop rotations are determined, which allow not only to use precipitation moisture but also to use it rationally, taking into account individual seasons of the year and the growing season.

Keywords: *water regime, productive moisture, crop rotation, tillage, soil profile*

For citation: Solodun V.I., Amakova T.V. Features and main indicators of the water regime of the gray forest soils of the Pre-Baikal region. *Scientific and practical journal “Vestnik IrGSHA”*. 2022;4 (111):50-59. DOI: 10.51215/1999-3765-2022-111-50-59.

Введение. Водный режим почвы – это совокупность всех явлений поступления влаги в почву, её передвижения, изменение физического состояния и расхода из почвы [9].

Основы учения о водном режиме почв и его типах были заложены Г.Н. Высоцким (1865-1940) [3]. Большой вклад в разработку этого учения внесли русские, советские учёные А.А. Измаильский (1981-1914) [6], А.Ф. Лебедев (1882-1936) [10], Н.А. Качинский (1894-1976) [8], А.А. Роде (1896-1979) [14], В.А. Ковда [9].

Возникновение и существование того или иного водного режима зависит от многих факторов: положения почвы в рельефе, климатических

условий, водных свойств почвы и подпочвы, наличия или отсутствия подпитывания грунтовыми водами, мерзлоты, от характера растительности, влияния человека.

В Предбайкалье изучением водного режима, но в основном в аспекте исследования отдельных его элементов занимались В.Ф. Масалов [12, 13], О.П. Ильинский [7], В.И. Солодун [15, 16], М.А. Балаболин [2], А.М. Зайцев [5], Ю.А. Доманский [4].

В результате было установлено, что из-за значительной разницы по сумме и характеру выпадающих осадков по годам, сезонам и месяцам наблюдаются существенные отклонения агрогидрологических показателей почв от среднемноголетних значений. Вместе с тем, имеются и общие региональные и зональные особенности водного режима сельскохозяйственных земель, которые до настоящего времени не нашли должного освещения и обобщения в местных научных источниках и не доведены до их практического применения в земледелии Иркутской области [1].

Цель – на основе многолетних исследований авторов и обобщения имеющихся литературных материалов определить основные закономерности водного режима серых лесных почв – основного типа пахотных угодий.

Материал и методы исследований. Объекты исследований – пахотные серые лесные почвы опытных участков Иркутского НИИСХ и Иркутского ГАУ, расположенные на типичных серых лесных, изучение взаимосвязи между атмосферными осадками и распределением почвенной влаги в обрабатываемых и подпахотных слоях почвенного профиля под разными культурами, в севооборотах - при разных приёмах и системах основной обработки почвы.

Основной метод исследований – определение влажности почвы по горизонтам почвенного профиля термостатно-весовым методом.

Результаты и их обсуждение. Согласно А.А. Роде [14] водные свойства почвы в целом определяются четырьмя факторами: механическим (гранулометрическими) составом, содержанием гумуса, структурностью и сложением. Следовательно, чтобы изменить водные свойства почвы, мы должны менять тот или иной из этих факторов. Основные водные свойства почв характеризуются так называемыми водными константами. Этим констант 10, а именно: максимальная адсорбционная влагоёмкость (МАВ), максимальная гигроскопичность (МГ), влажность устойчивого завядания ВУЗ), влажность разрыва капилляров (ВРК), наименьшая влагоёмкость (НВ), капиллярная влагоёмкость (КВ), полная влагоёмкость (ПВ), предельная полевая влагоёмкость (ППВ), водоотдача (ВО), коэффициент фильтрации (К).

Механический состав почв можно изменить пескованием или глинованием, однако для полей это крайне дорогостоящее и, практически, не

выполнимое мероприятие, поэтому механический состав есть постоянное свойство всех почв для полеводства.

Гранулометрический (механический) состав серых лесных почв опытного поля Иркутского НИИСХ представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Гранулометрический состав серой лесной почвы

Table 1 – Granulometric composition of gray forest soil

Горизонт, см	Размер частиц, мм					
	1-0.25	0.25-0.05	0.05-0.01	0.01-0.005	0.005-0.001	<0.001
0-10	0.04	16.08	42.80	9.15	10.13	22.30
10-20	0.04	14.08	41.69	6.42	10.78	26.59
20-30	0.08	12.92	40.80	6.50	11.67	28.03
30-60	0.10	11.19	43.89	6.48	11.47	26.87
60-100	0.22	8.74	45.62	7.37	10.73	27.32
100-150	0.02	13.12	47.93	7.06	7.76	24.11

По Н.А. Качинскому [8] к тяжелосуглинистым относятся почвы с содержанием физической глины >40%, чему и соответствует почва места исследований. Близкие данные получены и на опытном поле Иркутского ГАУ.

Основные агрогидрологические свойства данной почвы представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Агрогидрологические свойства серой лесной почвы

Table 2 – Agrohydrological properties of gray forest soil

Глубина, см	Удельная масса, г/см ³	Плотность, г/см ³	Максимальная гигроскопичность, %	Влажность завядания		Влагоёмкость		Запасы влаги, мм			Общая скважность, %
				по формуле, %	по вегетационному опыту, %	наименьшая, %	полная, %	непродуктивной	продуктивной		
									наименьшей	полной	
10	2.60	1.29	5.41	7.2	8.3	26.1	40.3	11.0	23	41	52
20	2.74	1.42	6.35	8.5	9.5	24.4	33.8	14.0	21	34	48
30	2.76	1.41	7.40	9.9	11.2	23.0	34.8	16.0	16	33	49
40	2.75	1.40	7.51	10.1	11.4	22.2	35.0	16.0	15	33	49
50	2.76	1.49	7.79	10.4	11.6	22.0	30.9	17.0	15	29	46
60	2.76	1.44	7.22	9.7	10.7	22.0	33.3	15.0	17	33	48
70	2.76	1.50	7.21	9.7	10.8	22.2	30.7	16.0	17	30	46
80	2.75	1.51	7.18	9.6	10.9	23.8	29.8	16.0	20	29	45
90	2.75	1.47	7.20	9.6	11.2	25.0	32.0	16.0	21	31	47
100	2.76	1.47	6.94	9.3	10.3	26.2	32.0	15.0	23	32	47

Из-за отсутствия возможности изменять гранулометрический состав, мы не имели возможности влиять на сорбционные свойства почвы, влажность завядания и водопроницаемость. Поэтому влиять на водный режим можно только через сложение почвы, её структурность и содержание гумуса, а это осуществляется за счёт внесения органических удобрений, механической обработки почвы и травосеяния. В современных условиях из-за хронического недовнесения органических удобрений повысить содержание гумуса в почвах региона в ближайшее, да и отдалённое время, не представляется возможным, поэтому наиболее реальными приёмами улучшения водного режима остаётся механическая обработка почвы, а также правильный подбор культур и паров для построения севооборотов с учётом атмосферного увлажнения в разрезе отдельных природных зон и агроландшафтных районов.

Установлено, что запасы продуктивной влаги под культурами определяются атмосферными осадками и агротехническим воздействием сельскохозяйственной культуры как предшественника (табл. 3) независимо от типа почв.

На обоих типах почв как под культурами, так и в чистых парах отмечается два максимума продуктивной влаги: весной (в мае) и осенью (в сентябре). Примерно до середины июля потери влаги на физическое испарение и транспирацию растений происходят под всеми культурами и в чистых парах, а затем после летних дождей идёт восстановление влагозапасов.

Существующая среди ряда местных исследователей точка зрения о том, что в парах накапливается значительное количество влаги, в наших исследованиях не подтверждается. На наш взгляд, в парах, главным образом, сохраняется тот запас влаги, который был накоплен паровым полем в первую зиму благодаря стерневому фону, когда идёт значительное накопление снега, а из почвы не идёт вымораживания и выветривания влаги, как на вспаханных (без стерни) фонах.

По данным В.Ф. Масалова [11], вспаханные осенью (на зябь) поля могут терять до 50% осенних запасов за счёт "морозного выветривания" или сублимации, когда влага вымораживается из льдистых кристаллов, минуя жидкую фазу.

Нами выявлено, что главным фактором, оказывающим влияние на накопление влаги в осенне-зимне-весенний период, является стерня, сохраняющаяся после осенних безотвальных и нулевых обработок.

Усвоение влаги твёрдых осадков в весенний период зависит от водопроницаемости обрабатываемого слоя. Определение водопроницаемости тало-мёрзлой почвы в срок 10-15 апреля показало, что она неудовлетворительная. Почва в условиях региона замерзает и оттаивает сверху. Отсюда следует, что коэффициент усвоения и использования зимней влаги крайне низок.

Таблица 3 – Изменение запасов продуктивной влаги под разными культурами за вегетационный период, мм

Table 3 – Change in productive moisture reserves under different crops during the growing season, mm

Культура	Сроки определения влагозапасов									
	15.05		15.06		15.07		15.08		15.09	
	0-30 см	0-100 см	0-30 см	0-100 см	0-30 см	0-100 см	0-30 см	0-100 см	0-30 см	0-100 см
Чернозём выщелоченный (среднее за 2000-2015 гг.)										
Пар чистый	46	164	36	145	24	134	51	146	48	176
Пар занятый (горохов-овёс)	44	162	40	146	31	138	35	144	40	166
Кукуруза	42	160	38	151	32	140	38	139	41	164
Пшеница	40	159	35	143	24	131	33	130	35	145
Мн. травы (люцерна 3 года)	36	150	34	134	20	120	30	110	31	140
Тёмно-серая лесная (среднее за 2005-2019 гг.)										
Пар чистый	51	170	46	164	34	150	41	151	49	174
Пар занятый (горохов-овёс)	49	165	43	160	32	139	38	140	45	169
Кукуруза	50	164	42	162	31	151	36	139	42	163
Пшеница	44	159	39	154	30	145	37	134	39	148
Мн. травы (люцерна 3 года)	41	141	34	136	28	131	31	132	35	134

Главная функция более мощного снега на стерневых фонах не столько в том, что он является носителем влаги, а в том, что снег служит своеобразным одеялом, предохраняющим почву от физических потерь влаги в осенне-зимне-весенний период. Кроме того, физическая спелость почвы на стерневых фонах на 7-8 дней наступает позже, поэтому даже при визуальном сравнении влажности на отвальных и стерневых фонах, всегда отмечается более высокая влажность верхней части пахотного слоя под стерней.

Заключение. В условиях Прибайкалья активному (в разной степени) влагообороту подвержены все части почвенного профиля. Наиболее заметные процессы иссушения и промачивания почв происходят в слое 0-60 см. Наличие криогенных процессов (промерзание) в почвах региона

приводит к постепенному оттаиванию их сверху и вовлечению влаги в пахотный слой, что обеспечивает надёжную влагообеспеченность растений в первый засушливый период вегетации и исключает проявление катастрофических засух. Динамика влаги в почвенном профиле в тёплый период характеризуется максимумом в мае (после схода снега), минимумом в середине июля и накоплением (близким к весеннему максимуму) к предзимнему периоду. Накопление влаги к предзимнему периоду зависит от возделываемых культур, предшественников и приёмов механической обработки почвы. По накоплению запасов продуктивной влаги обрабатываемые поля в убывающем порядке располагаются в следующий ряд: чистый пар→занятый пар и кукуруза→ранняя зябь→средняя зябь→поздняя зябь→весновспашка. Эта закономерность сохраняется независимо от того, проводится обработка почвы отвальными или безотвальными приёмами. Отвальные приёмы осенней обработки выщелоченных чернозёмов, особенно в поздние сроки способствуют потерям 30-40% влаги осенних влагозапасов. Тёмно-серые и дерново-карбонатные тяжелосуглинистые почвы, накопленные к предзимнему периоду влагозапасы, за осенне-зимне-весенний период теряют незначительно. Стерня и другие мульчирующие остатки увеличивают мощность снежного покрова и запасы воды в нём в 2-3 раза, а кулисные в 5-6 раз и более. Однако снег хотя и является мощным носителем влаги, но почва из-за тало-мёрзлого состояния способна в лучшем случае усвоить не более 20-35 мм продуктивной влаги или не более 200-300 т/га из его запасов. Остальная часть снеговой воды теряется из-за вымораживания и испарения. Главная функция снежного покрова, при его достаточно высокой мощности, сводится к задержке оттаивания и наступлению физической спелости почвы позднее на 7-8 дней и более в зависимости от высоты покрова. Влагообеспеченность всех культур севооборотов в нормальном режиме может быть достигнута только при правильном проектировании схем севооборотов и систем основной обработки почвы. Севообороты в условиях региона, особенно в засушливых ландшафтах, следует проектировать с такими культурами, которые обеспечивают наряду с чистым паром возможность ранней обработки зяби.

Список литературы

1. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Иркутской области / В. И. Солодун и [др.] // Иркут. научн.-исслед. нн-т сель. хоз-ва, Иркут. гос. с.-х. акад. – 2-е изд., перераб. и доп. – Иркутск: ИрГСХА, 2011. – 191 с.
2. Балаболин, М. А. Агрэкономическая эффективность чистых и занятых паров в Иркутской области / М. А. Балаболин, И. С. Балашов, Г. Я. Соколов // Бюлл. науч.-тех. инфор. – 1966. – Вып. 3. – С. 10-17.
3. Высоцкий, Г.Н. Биологические, почвенные и фенологические наблюдения в Велико-Анадоле // Г. Н. Высоцкий //Тр. Опытного лесничества, 1901. – 211 с.
4. Доманский, Ю.А. Влияние чередования групп сельскохозяйственных культур на влажность и урожайность в севообороте / Ю.А. Доманский // Сб. тр. “Повышение

продуктивности сельскохозяйственных культур в системе севооборотов Восточной Сибири” // Иркутск: ИСХИ, 1987. – С. 47-58.

5. Зайцев, А.М. Эффективность накопления влаги сидеральными культурами на выщелоченном чернозёме / А.М. Зайцев, И.Н. Коваленко, Д.Н. Мох // Актуальные вопросы аграрной науки. – 2013. – № 8. – С. 5-10.

6. Измаильский, А.А. Избранные сочинения / А.А. Измаильский – М.: Сельхозиздат, 1949. – С. 83-336.

7. Ильинский О.П. Водно-физические свойства и режим влажности окультуренных серых лесных и лугово-чернозёмных почв Иркутской лесостепи/ О.П. Ильинский: Автореф. дис.на соиск. уч. степени к-та с.-х. н. – Владивосток, 1970. – 21 с.

8. Качинский, Н.А. Физика почвы / Н.А. Качинский – М.: Высш. шк., 1965. – Т. 1. – 323 с.

9. Ковда, В. А. Почвоведение. Учеб. для ун-тов. В 2 ч. / В.А. Ковда - М.: Высш. шк., 1988. - Ч. 1. – 400 с.

10. Лебедев, А.Ф. Почвенные и грунтовые воды / А.Ф. Лебедев – М.-Л.: Сельхозгиз, 1936. – 320 с.

11. Масалов, В.Ф. Водный режим почв в полях севооборота / В.Ф. Масалов // Научно-экономические основы интенсификации земледелия //Иркутск: ИСХИ, 1966. – С. 55-69.

12. Масалов, В.Ф. Динамика почвенной влаги в течение сезона с отрицательными температурами / В. Ф. Масалов // Изв. ИСХИ// Иркутск: ИСХИ, 1962. – Вып. 19. – 21 с.

13. Масалов, В.Ф. О водном балансе серых лесных почв в полевом севообороте / В. Ф. Масалов // Известия ИСХИ. – Иркутск, 1962. – Вып. 19. – С. 161-176.

14. Роде, А.А. Основные учения о почвенной влаге / А.А. Роде – Л.: Гидрометеиздат, 1965. – Т. 1. – 664 с.

15. Солодун, В.И. Механическая обработка почвы и её научное обоснование в Предбайкалье: Монография / В. И. Солодун – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2014. – 180 с.

16. Солодун, В.И. Теоретические основы полевых севооборотов и методология их проектирования в агроландшафтных системах земледелия: Монография / В. И. Солодун, А. М. Зайцев – Иркутск: ООО “Мегапринт”, 2016. – 256 с.

References

1. Adaptivno-landshaftnye sistemy zemledelija Irkutskoj oblasti [Adaptive landscape farming systems of Irkutsk region]. Irkutsk: IrGSHA, 2011, 191 p.

2. Balabolin, M.A. et all. Agrojekonomicheskaja jeffektivnost' chistyh i zanjatyh parov v Irkutskoj oblasti [Agroeconomic efficiency of complete and employed fallows in Irkutsk region]. Bjull. nauch.-teh. infor., 1966, no. 3, pp. 10-17.

3. Vysockij, G.N. Biologicheskie, pochvennye i fenologicheskie nabljudenija v Veliko-Anadole [Biological, soil and phenological observations in Veliko Anadol]. Tr. Opytnogo lesnichestva, 1901, 211 p.

4. Domanskij, Ju.A. Vlijanie cheredovanija grupp sel'skohozjajstvennyh kul'tur na vlazhnost' i urozhajnost' v sevooborote [The effect of alternating groups of crops on humidity and yield in crop rotation] Irkutsk: ISHI, 1987, pp. 47-58.

5. Zajcev, A.M. et all. Jeffektivnost' nakoplenija vlagi sideal'nymi kul'turami na vyshhelochennom chernozjome [Efficiency of moisture accumulation by sideal crops on leached chernozem]. Aktual'nye voprosy agrarnoj nauki, 2013, no. 8, pp. 5-10.

6. Izmail'skij, A.A. Izbrannye sochinenija [Selected writings]. Moscow: Sel'hozizdat, 1949, pp. 83-336.

7. Il'inskij O. P. Vodno-fizicheskie svojstva i rezhim vlazhnosti okul'turenyh seryh lesnyh i lugovo-chernozjomnyh pochv Irkutskoj lesostepi [Water-physical properties and

humidity regime of cultivated gray forest and meadow-chernozem soils of Irkutsk forest-steppe]. Cand. Dis. Thesis, Vladivostok, 1970, 21 p.

8. Kachinskij, N.A. Fizika pochvy [Soil physics]. Moscow: Vyssh. shk., 1965, vol. 1, 323 p.

9. Kovda, V.A. Pochvovedenie. Ucheb. dlja un-tov. V 2 ch. [Soil science. Textbook for univ. In 2 parts.]. Moscow: Vyssh. shk., 1988, Ch. 1, 400 p.

10. Lebedev, A.F. Pochvennye i gruntovye vody [Soil and groundwater]. Moscow-Leningrad: Sel'hozgis, 1936, 320 p.

11. Masalov, V.F. Vodnyj rezhim pochv v poljah sevooborota [Water regime of soils in crop rotation fields]. Irkutsk: ISHI, 1966, pp. 55-69.

12. Masalov, V.F. Dinamika pochvennoj vlagi v techenie sezona s otricatel'nymi temperaturami [Dynamics of soil moisture during the season with negative temperatures]. Izv. ISHI, Irkutsk: ISHI, 1962, no. 19, 21 p.

13. Masalov, V.F. O vodnom balanse seryh lesnyh pochv v polevom sevooborote [On the water balance of gray forest soils in the field crop rotation]. Izvestija ISHI, Irkutsk, 1962, no. 19, pp. 161-176.

14. Rode, A.A. Osnovnye uchenija o pochvennoj vlage [Basic teachings on soil moisture]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1965, vol. 1, 664 p.

15. Solodun, V.I. Mehanicheskaja obrabotka pochvy i ejo nauchnoe obosnovanie v Predbajkal'e: Monografija [Mechanical tillage and its scientific justification in the Pre-Baikal region: Monograph]. Irkutsk: Izd-vo IrGSHA, 2014, 180 p.

16. Solodun, V.I., Zajcev, A.M. Teoreticheskie osnovy polevyh sevooborotov i metodologija ih proektirovanija v agrolandshaftnyh sistemah zemledelija: Monografija [Theoretical foundations of field crop rotations and methodology of their design in agro-landscape farming systems: Monograph]. Irkutsk: ООО “Megaprint”, 2016. – 256 p.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Author's contribution. All authors of this study were directly involved in the planning, execution and analysis of this study. All authors of the article reviewed and approved the final version of the manuscript.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

История статьи / Article history:

Дата поступления в редакцию / Received: 13.05.2022

Поступила после рецензирования и доработки / Revised: 26.08.2022

Дата принятия к печати / Accepted: 26.09.2022

Сведения об авторах

Амакова Татьяна Витальевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия и растениеводства агрономического факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежовского. Область исследований – ландшафтное земледелие, агроландшафты. Автор 34 работ, рецензируемых в базах РИНЦ, в журналах из перечня ВАК, Scopus.

Контактная информация:

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ. Агрономический факультет. 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодёжный, e-mail: amakovatiana@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9249-3479>

Солодун Владимир Иванович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия и растениеводства агрономического факультета. Иркутский государственный

аграрный университет имени А.А. Ежевского. Область исследований – научные основы систем земледелия. Автор 5 монографий, более 160 научных публикаций.

Контактная информация: ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ. Агрономический факультет. 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодёжный, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7040-0478>

Information about authors

Tatyana V. Amakova - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture and Plant Growing, Agronomy Faculty Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky. The area of research is landscape farming, agrolandscapes. Author of 34 papers reviewed in the RSCI databases, in journals from the list of the Higher Attestation Commission, Scopus.

Contact information: FSBEI HE Irkutsk SAU. Agronomy Faculty. 664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, pos. Molodezhny, e-mail: amakovatiana@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9249-3479>.

Vladimir I. Solodun– Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agriculture and Plant Growing, Agronomy Faculty Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky. The field of research is the scientific foundations of farming systems. Author of 5 monographs, more than 160 scientific publications.

Contact information: FSBEI HE Irkutsk SAU. Agronomy Faculty. 664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, pos. Molodezhny, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7040-0478>



DOI 10.51215/1999-3765-2022-111-60-72

УДК: 58.009: 633.2

Научная статья

ИЗУЧЕНИЕ ПРИРОДНЫХ КОРМОВЫХ УГОДИЙ ЭХИРИТ-БУЛАГАТСКОГО РАЙОНА ПРЕДБАЙКАЛЬЯ

Е.Г. Худоногова, С.В. Половинкина

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

Аннотация. В статье приведены результаты геоботанических исследований кормовых угодий луговых экосистем Эхирит-Булагатского района Предбайкалья. Выделены настоящие суходольные луга, краткопоемные луга, долгопоемные луга. Большая часть кормовых угодий сильно стравлена, природные сенокосы и пастбища не улучшаются. Продуктивность сена колеблется от 3,2 ц/га (крутосклонные остепненные луга) до 23,2 ц/га (низинные приматериковые луга). Условия правильного использования пастбищ можно выполнить при их рациональной нагрузке, организации загона выпаса или пастбищеоборота. На крутосклонных участках возможна только противоэрозионная полосная обработка почвы поперек склона и подсев бобовых и злаковых растений. Остепненные луга, сбитые бурьянистые и осоково-разнотравные суходола подлежат коренному улучшению. На временно избыточно увлажненных суходолах необходимо осушение переувлажненных участков, уничтожение кустарников и кочек, применение удобрений. На краткопоемных лугах необходимо коренное улучшение, искусственное орошение. Краткопоемные луга на солончаковатых почвах можно улучшить путем внесения органических удобрений или применение коренного улучшения. На долгопоемных лугах с преобладанием в травостое осоки безжилковой и дернистой необходим подсев ценных трав (тимофеевки луговой, клевера и др.) или коренное улучшение. Дернистоосочники подлежат сушке и коренному улучшению. Из мероприятий поверхностного улучшения необходимо применять полив, подсев трав на крутых склонах, внесение минеральных и органических удобрений на лугах с достаточно хорошим увлажнением, на залесенных и закустаренных угодьях – расчистку кустарников. Фитоценотические исследования, определение продуктивности сырья являются основой для разработки мероприятий по улучшению состояния кормовых угодий.

Ключевые слова: *кормовые угодья, фитоценозы, продуктивность, Предбайкалье*

Для цитирования: Худоногова Е.Г., Половинкина С.В. Изучение природных кормовых угодий Эхирит-Булагатского района Предбайкалья. *Научно-практический журнал “Вестник ИрГСХА”*. 2022;4 (111):60-72. DOI: 10.51215/1999-3765-2022-111-60-72.

STUDY OF NATURAL FORAGE LANDS EHIRIT-BULAGATSKY DISTRICT OF THE PRE-BAIKAL REGION

Elena G. Khudonogova, Svetlana V. Polovinkina

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

Abstract. The article presents the results of geobotanical studies of forage lands of the Ekhirit-Bulagatsky district of the Pre-Baikal region. There are real dry meadows, short-term meadows, long-term meadows. Most of the forage lands are severely strained, natural hayfields and pastures are not improving. Hay productivity ranges from 3.2 c/ha (steeply sloping settled meadows) to 23.2 c/ha (lowland primal meadows). The conditions for the proper use of pastures can be fulfilled with their rational load, organization of paddock grazing or pasture turnover. On steep-slope areas, only anti-erosion strip tillage across the slope and sowing of legumes and cereals is possible. The settled meadows, downed weedy and sedge-grass drylands are subject to radical improvement. On temporarily excessively moistened dry soils, it is necessary to drain waterlogged areas, destroy shrubs and hummocks, and apply fertilizers. In short-term meadows, radical improvement, artificial irrigation is necessary. Short-term meadows on saline soils can be improved by applying organic fertilizers or applying radical improvement. On long-leaved meadows with a predominance of grass-bearing sedges and sod, valuable grasses (meadow timothy, clover, etc.) or radical improvement are needed. The turf beds are subject to drying and radical improvement. Among the measures of surface improvement, it is necessary to apply watering, planting grasses on steep slopes, applying mineral and organic fertilizers in meadows with sufficiently good moisture, clearing shrubs on forested and overgrown lands. Phytocenotic studies, determination of the productivity of raw materials are the basis for the development of measures to improve the condition of forage lands.

Keywords: *forage lands, phytocenoses, productivity, Pre-Baikal region*

For citation: Khudonogova E.G., Polovinkina S.V. Study of natural forage lands Ekhirit-Bulagatsky district of the Pre-Baikal region. *Scientific and practical journal “Vestnik IrGSHA”*. 2022; 4(111):60-72. DOI: 10.51215/1999 - 3765-2022-111-60-72

Введение. Природные кормовые угодья являются одним из основных резервов укрепления кормовой базы и дальнейшего развития животноводства. Большой удельный вес должны занимать корма из наиболее дешевых и полноценных трав, в связи с чем, остро встает проблема мобилизации резервов луговодства – улучшение и рациональное использование природных сенокосов и пастбищ. Исследованию природных кормовых угодий [4, 8, 9, 21], биологических особенностей и продуктивности дикорастущих растений, их лекарственных свойств [12, 22, 23, 25], кормовой ценности трав и пр. посвящены работы многих авторов [1-3, 6, 7, 14-17, 19, 20, 24].

Основным занятием местного населения Баяндаевского, Боханского, Эхирит-Булагатского и др. районов Предбайкалья является животноводство, в связи с чем большинство луговых экосистем подобных районов,

характеризуются сильной стравленностью и заочкаренностью. Геоботанические исследования, периодический мониторинг современного состояния природных кормовых угодий помогут разработать рекомендации по их использованию и улучшению.

Эхирит-Булагатский район Иркутской области находится у юго-восточной границы Средне-Сибирского плоскогорья и представляет собой наиболее высокую и сильно расчлененную ее часть. Абсолютные отметки в поймах 450 м, на вершинах водоразделов – 800 м и более. Изученная территория с. Олой Эхирит-Булагатского района относится к Ольхонско-Кудинской островной лесостепи. В восточной части территории с севера на юг проходит долина руч. Ирсай с пологими правобережными надпойменными террасами и довольно крутыми левобережными террасами. Многочисленные овраги и пади, впадающие в руч. Ирсай превратили всю левобережную, прилегающую к пойме материковую часть в крутосклонную, холмистую территорию. Пахотопригодной эта территория является только в верхней части пологого склона. Широкая полоса пологих склонов правобережных террас руч. Ирсай расчленена падами (балками) до водораздела с р. Ишин-Гол. Вся юго-западная часть территории прилегает к глубокой долине р. Куды. Река Ишин-Гол расчленила всю юго-западную часть территории на крутосклонные холмы, пади и долины, половина из которых не пригодна для распашки. Ирсай полностью пересыхает, Ишин-Гол пересыхает частично, поэтому надежно оводнена естественными водоисточниками только узкая полоса территории села, около рек Куды и Ишин-Гол.

В связи с большой расчлененностью рельефа почвенный покров района исследований крайне неоднороден, на водоразделах распространены дерново-карбонатные почвы, на склоновых землях, занятых лесом, или бывших под лесом – серые и темно-серые лесные почвы [13], по южным степным склонам и нижним надпойменным террасам – луговые черноземы, а в поймах – луговые и болотные, часто солончаковатые почвы. На дне падей – луговые черноземы.

Цель исследований - изучение современного состояния сенокосов и пастбищ луговых экосистем Эхирит-Булагатский район Иркутской области, как основной кормовой базы для развития животноводства.

Объекты и методы исследований. Объектом исследований являлись кормовые угодья луговых экосистем с. Олой Эхирит-Булагатского района Предбайкалья [10,11]. Фитоценотические исследования были проведены в 2019-2022 гг. маршрутно-рекогносцировочным методом [18]. Исследованная площадь природных кормовых угодий составила 1448 га.

Результаты и обсуждения. Климат района исследований резко континентальный, абсолютный максимум температур воздуха - +34°, абсолютный минимум – минус 55°. Среднее количество осадков 279 мм, за период с температурами выше 10° - 186 мм. Устойчивый снежный покров –

150-160 дней, глубина снежного покрова в конце февраля составляет 20-28 см. Начало таяния снега наблюдается примерно 10 марта, конец таяния снега – 9 апреля.

Начало вегетации трав на суходолах – 4-6 мая, начало выпаса скота – 18-20 мая, конец выпаса – 10-12 октября, продолжительность пастбищного периода – 145 дней, продолжительность стойлового кормления – 220 дней.

Последние весенние заморозки - в первой декаде июня, первые осенние – в конце августа-начале сентября. Апрель и май бывают холодными и засушливыми, июль – теплым, но зачастую также засушливым. Недостаток влаги в почве частично покрывается оттаиванием в июле глубокой сезонной мерзлоты, обильные дожди во второй половине лета благоприятно сказываются на отрастании трав на сенокосах и пастбищах [5].

На основе фитоценотической изученности природных кормовых угодий луговых экосистем с. Олой Эхирит-Булагатского района были выделены настоящие суходольные луга, краткопоемные луга, долгопоемные луга (табл.).

Остепненные суходольные луга встречаются на пологих склонах южных экспозиций на первой и других надпойменных террасах, на месте бывшего леса, подвергшегося пастбищной дегрессии, на старой залежи и в других суходольных местах, занимают площадь около 320 га. Почвы темно-серые лесные, луговые черноземы, реже дерново-карбонатные. Представлены злаково-разнотравными растительными сообществами с участием тимофеевки степной, костреца безостого, пырея ползучего, из злаковых также встречаются тонконог гребенчатый, мятлик оттянутый, полевица, колосняк китайский, из бобовых – вика мышиная, экспарцет, вика приятная, люцерна желтая. Продуктивность сена – 6.8 ц/га.

Крутосклоновые остепненные луга (200 га) встречаются на западных и восточных склонах крутизной 15-30° и более, а также на вершинах суходолов, т.е. на угодьях не пригодных для обычной распашки. Продуктивность сена – 3.2 ц/га. На подобных участках можно рекомендовать подсев трав после полосной противоэрозионной обработки почвы. Остепненные суходолы часто встречаются среди остепненных лесов на крутых склонах, которые необходимо охранять и рационально использовать как парковые пастбища.

Нормальные суходолы территории с. Олой занимают небольшие площади (около 490 га), эти луга встречаются на дне балок (падей), по северным склонам на участках, расчищенных от леса, на лесных полянах и в редколесьях. Почвы серые, темно-серые лесные, реже дерново-карбонатные и дерново-луговые (намытые пыхуны). В травостое кроме обычных луговых и лесных злаков встречается примесь бобовых трав (люпинник пятилистный, вика приятная), из разнотравья произрастают прострел и ветреница. Продуктивность сена – 6.8-17.8 ц/га, встречаются и сильно сбитые пастбища с крапивой, полынью метельчатой, подорожником, лапчаткой гусиной.

Таблица - Фитоценотическая характеристика и продуктивность луговых экосистем

Table - Phytocenotic characteristics and productivity of meadow ecosystems

Класс	Подкласс	Фитоценоз	Рельеф	Увлажнение	Почва	Основные виды	Продуктивность сена, ц/га
1	2	3	4	5	6	7	8
Настоящие суходольные луга равнин и пологих склонов	Остепненные суходольные луга	Злаково-разнотравные	Пологий склон	Атмосферное, достаточное	Темно-серые лесные, луговые черноземы, реже дерново-карбонатные	Кострец безостый, осока стоповидная, скабиоза желтая, прострел раскрытый	6.8±0.7
	Крутосклоновые остепненные луга	Злаково-разнотравные	Склон 15-20°	Атмосферное, достаточное	Серые лесные	Пырей ползучий, тимофеевка степная, осока твердоватая, вероника седая	3.2±0.5
	Нормально увлажненные суходолы равнин	Пырейные, пырейно-клеверовые, кострцовые	Пологий склон, лощина	Атмосферное, грунтовое, достаточное	Луговые	Пырей ползучий, кострец безостый, амория ползучая, полынь замещающая	10.3±1.0

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
		Злаково-разнотравные	Равнина	Атмосферное, достаточное	Луговые	Пырей ползучий, полынь метельчатая, скабиоза бледно-желтая, прострел раскрытый	10.3±0.8
		Стоповидноосоковые	Равнина	Атмосферное, достаточное	Темно-серые лесные, дерновые слабо подзолистые	Осока стоповидная, мятлик луговой, володушкакоззе лецелистная	6.8±0.4
		Бобово-злаково-разнотравные	Пологий склон	Атмосферное достаточное	Темно-серые лесные, дерновые слабо подзолистые	Вейник тростниковый, колосняк китайский, пырей ползучий, тимофеевка степная, вика мышинная	17.8±1.1
	Временно избыточно увлажненные луга	Ячменные, бескильницевые с осокой безжилковой	Лощина	Атмосферное, грунтовое, натечное	Дерново-луговые глеевые	Бескильница тонкоцветковая, ячмень солончаковый, осока безжилковая	6.9±0.7

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
Краткопоемные луга	Краткопоемные луга прирусловой и центральной зоны среднего и высокого уровней	Луговомятликовые, гигантскополевицевые	Долина	Атмосферное, грунтовое, временно избыточное	Луговые	Мятлик луговой, полевица гигантская, лютик близкий	9.7±0.8
		Гусиннолапчатковые	Долина	Атмосферное, грунтовое, достаточное	Дерново-луговые	Лапчатка гусиная, осока твердоватая, осока безжилковая	3.7±0.4
	Краткопоемные луга и солонцах и солончаках	Ячменные с бескильницей и осокой безжилковой	Равнина	Атмосферное, грунтовое, достаточное	Луговые, солончаковатые	Ячмень солончаковый, бескильница тонкоцветковая, осока безжилковая, лапчатка гусиная	10.5±0.6
Долгопоемные луга	Луга низкого уровня приматериковой и других зон поймы	Гигантскополевицевые	Пойма	Атмосферное, грунтовое, избыточное	Дерново-луговые	Полевица гигантская, клевер ползучий, осока безжилковая	12.3±0.5
		Безжилково-осочники с осокой дернистой	Долина	Атмосферное, грунтовое, избыточное	Дерново-луговые оглеенные	Осока безжилковая, осока дернистая, полевица гигантская, полевица Триниуса	23.2±0.9

К нормальным суходолам можно отнести злаковые и злаково-разнотравные формации с пыреем ползучим, кострцом, мятликом и др., соповидноосоковые луга с участием злаков и разнотравья. Пырейные суходольные луга с амориейползучей можно улучшить боронованием и применением удобрений.

Временно избыточно увлажненные суходолы расположены по вершинам падей (балок) вдоль пересыхающих ручьев и ложбин, где происходит сток и временный сбор талых и дождевых вод, занимают небольшие площади (около 22 га). Почвы дерново-луговые, реже – дерново-болотные оглеенные или перегнойно-торфянистые. Преобладают злаково и осоковые луга с разнотравьем. Среди злаков распространены пырей, полевица гигантская, мятлик луговой. Из бобовых – вика мышиная, чина приземистая, из разнотравья – лабазник вязолистный, змеевик лекарственный (большой), змеевик живородящий, василистник; из вредных трав – лютик, хвощ, борец, обычны корневищные и кочкообразующие осоки. Продуктивность сена – 6.9 ц/га.

Краткопоемные луга распространены по руч. Ирсай и р. Ишин-Гол, занимают неразвитые поймы, поэтому здесь сложно выделить типичные прирусловую, центральную и приматериковую зоны, занимают площадь около 130 га. Частичное затопление этих лугов наблюдается только в отдельные годы в весеннее половодье или затяжных дождях во второй половине лета. Краткопоемные луга являются основными пастбищами села, они представлены злаковыми и гусинолапчатковыми растительными сообществами. От систематической перегрузки и чрезмерного стравливания, распространенные на них полевицевые и мятликовые луга постепенно выродились, произошло остепнение, в травостое появились осока твердая, сорное разнотравье и местами возникло засоление почвы. Продуктивность сена колеблется от 3.7 ц/га (гусинолапчатковый сбой) до 9.7 ц/га (луговомятликовые, гигантскополевицевые).

Солончаковые почвы на краткопоемных лугах встречаются нередко, поэтому и галофитный вариант пойм значителен (площадью около 76 га). В травостое на солончаковых лугах встречается бескильница тонкоцветковая, ячмень солончаковатый, хвощи и осоки, в примеси – полевица гигантская, мятлик узколистый, вострец. Продуктивность сена 10.5 ц/га.

Долгопоемные луга встречаются отдельными большими участками в приматериальной (р. Куда) и на низких уровнях в прирусловой зоне (р. Ишин-Гол) (210 га). Большая часть этих лугов переувлажнена грунтовыми и натечными водами, поэтому на них преобладают дерново-луговые оглеенные и дерново-болотные перегнойно-торфянистые почвы. На исследованной территории долгопоемные луга представлены 2 типами: гигантскополевицевые и безжилковоосоковые с осокой дернистой. Безжилковоосоковые луга с полевицей – это результат пастбищного

использования. Продуктивность сена – 12.3-23.2 ц/га, но качество корма ниже удовлетворительного, так как во вторую половину лета на нескошенных и нестравленных местах осока грубеет и пастбище становится плохим. Дернистоосочники на минеральных торфянистых почвах заочкарены, в природном состоянии мало пригодны для выпаса и совсем не пригодны для механизированного сенокосения.

Выводы. 1. Большая часть кормовых угодий на исследованной территории сильно стравлена. Продуктивность сена колеблется от 3.2 ц/га (крутосклоновые остепненные злаково-разнотравные луга) до 23.2 ц/га (низинные приматериковые луга).

2. Условия правильного использования пастбищ можно выполнить при их рациональной нагрузке, организации загонного выпаса или пастбищеоборота. На крутосклоновых участках возможна только противоэрозионная полосная обработка почвы попелек склона и подсев бобовых и злаковых растений (люцерны, экспарцета, донника, копеечника альпийского, костреца, пырея бескорневищного, житняка, пырейника сибирского и др.). Остепненные луга, сбитые бурьянистые и осоково-разнотравные суходолы подлежат коренному улучшению. На временно избыточно увлажненных суходолах необходимо осушение переувлажненных участков, уничтожение кустарников и кочек, применение удобрений. На краткопоемных лугах - коренное улучшение, искусственное орошение. Краткопоемные луга на солончаковатых почвах можно улучшить путем внесения органических удобрений или применение коренного улучшения. На долгопоемных лугах с преобладанием в травостое осоки безжилковой необходим подсев ценных трав (тимофеевки луговой, клевера и др.). Дернистоосочники подлежат сушке и коренному улучшению. Из мероприятий поверхностного улучшения необходимо применять полив, подсев трав на крутых склонах, внесение минеральных и органических удобрений на лугах с достаточно хорошим увлажнением, на залесенных и закустаренных угодьях необходима расчистка кустарников.

Работа выполнена в рамках Федерального государственного бюджетного учреждения “Российская академия наук” по проектам тематики научных исследований № 2232022/None.

Список литературы

1. Багайников, М.Л. Вопросы увеличения производства говядины в контексте трансформации рынков мяса стран АТР (на примере Байкальского региона) / М.Л. Багайников // Изв. Дальневосточного ФУ. Экономика и управление. - 2021. - № 3(99). - С. 5-15. DOI: 10.24866/2311-2271/2021-3/5-15.

2. Багайников, М.Л. Потенциал увеличения производства говядины в байкальском регионе в условиях трансформации рынка мяса стран АТР / М.Л. Багайников // Научное обозрение: теория и практика. - 2021. - Т.11. - № 8(88). - С. 2357-2370. DOI: 10.35679/2226-0226-2021-11-8-2357-2370.

3. Барашкова, Н.В. Луговое кормопроизводство и ресурсосберегающие приемы повышения продуктивности кормовых угодий Якутии (Обзор) / Н.В. Барашкова, В.В. Устинова // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2021. – Т.22(3). – С. 303-316.

4. Бедарева, О.М. Культуртехническое состояние природных кормовых угодий и перспективы их оптимизации / О.М. Бедарева, Т.Н. Троян, Л.С. Мурачёва, О.П. Федюнина, Г.В. Горшнина, И.А. Волкова // *Изв. КГТУ*. -2017. - № 45. - С. 221-232.

5. Беркин, Н.С. и др. Иркутская область (природные условия административных районов)/Н.С. Беркин и др. – Иркутск: Изд-во Иркут.ун-та, 1993. – 304 с.

6. Бутуханов, А. Б. Особенности традиционного использования естественных кормовых угодий Бурятии / А.Б. Бутуханов – Улан-Удэ: Изд-во БГСХА им. В.Р. Филиппова, 2005. – 194 с.

7. Давыдов, А.Г. Травы сенокосов и пастбищ Бурятии / А.Г. Давыдов – Улан-Удэ: Бурятское книжное издательство, 1971. – 166 с.

8. Гребенников, В.Г. Количественные и качественные показатели состояния кормовых угодий зоны сухих степей и пути управления их продуктивностью / В.Г. Гребенников, И.А. Шипилов, О.В. Хонина, И.П. Турун // *Сельскохозяйств. журн.* - 2018. - № 2 (11). - С. 6-13. DOI: 10.25930/m5w8-1733.

9. Зюзин, Д.В. Продуктивность и кормовая ценность сена естественных луговых угодий Республики Мордовия / Д.В. Зюзин, Д.В. Бочкарев // *Сб.: Матер. XXIII науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов Нац. иссл. Мордовского ГУ им. Н.П. Огарёва*// Саранск:НИМГУ, 2019. - С. 25-28.

10. Кормопроизводство / Н.В. Парахин, И.В. Кобозев, Н.Н. Горбачев, С.С. Михалев – М.: “Колос”, 2006. – 432 с.

11. Кутузова, А.А. Методические указания по проведению научных исследований насенокосах и пастбищах / А.А. Кутузова, А.А. Зотов, Л.С. Трофимов и др.– М.:ВНИИ кормов, 1996. – 152 с.

12. Розенцвет, О.А. Морфологические и физиолого-биохимические особенности адаптации кальцефитов рода *Hedysarum* /О.А. Розенцвет, Е.С. Богданова, Г.Н. Табаленкова, С.А. Розина // *Сибирский эколог. журн.* - 2021. - Т.28(5). - С. 580-589. DOI: 10.15372/SEJ20210507.

13. Рябинина, О.В. Оценка свойств серой лесной почвы под посевами многолетних трав / О.В. Рябинина // *Вестник ИрГСХА*. - 2012. - №52. - С. 21–28.

14. Солдатова, И.Э. Технологии и методы восстановления деградированных кормовых угодий Центрального Кавказа / И.Э. Солдатова, С.М. Джибилов, Э.Д. Солдатов, Л.Р. Гулуева // *Аграрный вестник Урала*. - 2020. - № 12 (203). - С. 35-42. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-203-12-35-4210.32417/1997-4868-2020-203-12-35-42.

15. Имескенова, Э.Г. Рационализация использования природных травостоев Бурятии/ Э.Г. Имескенова, А.Б. Бутуханов – Улан-Удэ: Изд-во БГСХА им. В.Р. Филиппова, 2014. – 181 с.

16. Имескенова, Э.Г. Приемы использования и качество кормов основных типов природных травостоев Бурятии/ Э.Г. Имескенова: Дис. на соиск.уч.степени к.с.-х.н. – Улан-Удэ, 2009. - 197 с.

17. Меркушева М.Г. Биопродуктивность почв сенокосов и пастбищ сухостепной зоны Забайкалья / М.Г. Меркушева, Л.Л. Убугунов, В.М. Корсунов – Улан-Удэ: Изд-во БГСХА им. В.Р. Филиппова, 2006. – 515 с.

18. Миркин, Б.М. Теоретические основы современной фитоценологии / Б.М. Миркин –М.: Наука, 1985. – 137 с.

19. Муриева, А.А.Размещение кормовых угодий и планирование пастбищеоборотов на землях Ирафского района / А.А. Муриева // *Сб.: “Научное обеспечение сельского хозяйства горных и предгорных территорий”*. Матер. II Всеросс. студ. науч.-практ. конф.// - Владикавказ: Горский ГАУ, 2021. - С. 70-72.

20. Хонина, О.В. Эффективные приемы эксплуатации кормовых угодий в овцеводстве / О.В.Хонина, И.А. Шипилов // Овцы, козы, шерстяное дело - 2022. - № 2. - С. 53-57. DOI: 10.26897/2074-0840-2022-2-53-57.

21. Худоногова, Е.Г. Характеристика пастбищ степного природного комплекса юга-западного Предбайкалья / Е.Г. Худоногова, А.А. Михляева // Вестник Алтайского ГАУ. - 2018. - №3 (161) – С. 67-71.

22. Худоногова, Е.Г. Лекарственные растения Предбайкалья для чайно-оздоровительных напитков / Е.Г. Худоногова // Вестник РАСХ. - 2009. - № 1. - С. 87-89.

23. Худоногова, Е.Г. Биологические особенности *Thymus serpyllum* L. в условиях острова Ольхон / Е.Г. Худоногова, Н.Ю. Черниговская // Вестник ИрГСХА. - 2017. - № 81-2. - С. 37-44.

24. Яковлева, Е.П. Комплексное почвенно-геоботаническое исследование природных кормовых угодий / Е.П. Яковлева, Л.С. Трофимова, И.А. Трофимов // Успехи современной науки. - 2017. - Т.2.(10). - С. 185-188.

25. Khudonogova, E. Cenopopulation Dynamics Of Cisbaikalia Medicinal Plants / E. Khudonogova, S. Polovinkina, B.Ts.B. Namzalov, N. Dubrovsky, S.O Ondar // E3S Web of Conferences: "Ecological and Biological Well-Being of Flora and Fauna, EBWFF 2020" - 2020. - С. 03012.

References

1. Bagajnikov, M.L. Voprosy u velicheniyaproduktivnykh ugodiy v kontekste transformacii rynkov myasa stran ATR (na primere Bajkal'skogo regiona) [Issues of increasing beef production in the context of the transformation of the meat markets of the Asia-Pacific countries (on the example of the Baikal region)]. *Izvestiya Dal'nevostochnogo federal'nogo universiteta. Ekonomika i upravlenie*, 2021, no. 3(99), pp 5-15.

2. Bagajnikov, M.L. Potencial uvelicheniya proizvodstva govyadiny v bajkal'skom regione v usloviyah transformacii rynka myasa stran ATR [The potential of increasing beef production in the Baikal region in the context of the transformation of the meat market of the Asia-Pacific countries]. *Nauchnoe obozrenie: teoriya i praktika*, 2021, vol.11, no. 8(88), pp. 2357-2370.

3. Barashkova, N.V., Ustinova, V.V. Lugovoe kormoproizvodstvo i resursoberegayushchie priemy povysheniya produktivnosti kormov yugodij YAkutii (Obzor) [Meadow forage production and resource-saving methods of increasing the productivity of forage lands of Yakutia (Review)]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2021, vol.22(3), pp. 303-316.

4. Bedareva, O.M. et all. Kul'turtekhnicheskoe sostoyanie prirodnyh kormovyh ugodij i perspektivy ih optimizacii [Cultural and technical condition of natural forage lands and prospects for their optimization]. *Izvestiya KGTU*, 2017, no.45, pp 221-232.

5. Berkin, N.S. et all. Irkutskaya oblast' (prirodnye usloviya administrativnyh rajonov) [Berry crops]. Irkutsk: Izd-vo Irkut. un-ta, 1993, 304 p.

6. Butuhanov, A.B. Osobennosti tradicionnogo ispol'zovaniya estestvennyh kormovyh ugodij Buryatii [Berry crops]. Ulan-Ude: Izd-vo BGSKHA im. V.R. Filippova, 2005, 194 p.

7. Davydov, A.G. Travy senokosov i pastbishch Buryatii [Berry crops]. Ulan-Ude: Buryatskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1971, 166 p.

8. Grebennikov, V.G et all. Kolichestvennye i kachestvennye pokazateli sostoyaniya kormovyh ugodij zony suhikh stepej i puti upravleniya ih produktivnost'yu [Quantitative and qualitative indicators of the state of forage lands of the dry steppe zone and ways of managing their productivity]. *Sel'skohozyajstvennyj zhurnal*, 2018, no.2 (11), pp. 6-13.

9. Zyuzin, D.V., Bochkarev, D.V. Produktivnost' i kormovaya cennost' sena estestvennyh lugovyh ugodij Respubliki Mordoviya [Productivity and feed value of hay from natural grasslands of the Republic of Mordovia]. Saransk, 2019, pp. 25-28.

10. Kormoproizvodstvo [Berry crops]. Moscow: Kolos S, 2006, 432 p.
11. Kutuzova, A.A. et all. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu nauchnyh issledovaniy na senokosah i pastbishchah [Berry crops]. Moscow: VNIIkormov, 1996, 152 p.
12. Rozencvet, O.A. et all. Morfologicheskie i fiziologo-biohimicheskie osobnosti adaptatsii kal'cefитov roda Hedysarum [Morphological and physiological-biochemical features of the adaptation of calcephytes]. Sibirskij ekologicheskij zhurnal, 2021, vol.28(5), pp. 580-589.
13. Ryabinina, O.V. Ocenka svoystv seroj lesnoj pochvy pod posevami mnogoletnih trav [Assessment of the properties of gray forest soil under crops of perennial grasses]. Vestnik IrGSHA, 2012, no.52, p.21–28.
14. Soldatova, I.E et all. Tekhnologii i metody vosstanovleniya degradirovannyh kormovyh ugodij Central'nogo Kavkaza [Technologies and methods of restoration of degraded forage lands of the Central Caucasus]. Agrarnyj vestnik Urala, 2020, no.12(203),pp. 35-42.
15. Imeskenova, E.G., Butuhanov, A.B. Racionalizatsiya ispol'zovaniya prirodnih travostoev Buryatii [Rationalization of the use of natural herbage in Buryatia]. Ulan-Ude: Izd-vo BGSKHA im. V.R. Filippova, 2014, 181 p.
16. Imeskenova, E.G. Priemy ispol'zovaniya i kachestvo kormov osnovnyh tipov prirodnih travostoev Buryatii [Methods of use and quality of feeds of the main types of natural herbage of Buryatia]. Dis.Sc., Ulan-Ude, 2009, 197 p.
17. Merkusheva, M.G. et all. Bioproduktivnost' pochv senokosov i pastbish chsuhostepnoj zony Zabajkal'ya [Soil bioproductivity of hayfields and pastures in the dry steppe zone of Transbaikalia]. Ulan-Ude: Izd-vo BGSKHA im. V.R. Filippova, 2006, 515 p.
18. Mirkin, B.M. Teoreticheskie osnovy sovremennoj fitocenologii [Theoretical foundations of modern phytocenology]. Moscow: Nauka, 1985, 137 p.
19. Murieva, A.A. Razmeshchenie kormovyh ugodij i planirovanie pastbishcheoborotov na zemlyah Iraf'skogo rajona [Placement of forage lands and planning of pasture rotations on the lands of the Iraf'sky district]. Vladikavkaz, 2021, pp. 70-72.
20. Honina, O.V., SHipilov, I.A. Effektivnyye priemy ekspluatatsii kormovyh ugodij v ovcevodstve [Effektivnyepriemyekspluatatsiikormovyhugodij v ovcevod-stveEffective methods of exploitation of fodder lands in sheep breeding]. Ovcy, kozy, sherstyanoedelo, 2022, no.2. - pp. 53-57.
21. Hudonogova, E.G., Mihlyaeva, A.A. Harakteristika pastbishch stepnogo prirodnogo kompleksa yuga-zapadnogo Predbaikal'ya [Characteristics of pastures of the steppe natural complex of the south-western Baikal region]. Vestnik Altaj'skogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2018, no.3(161), pp. 67-71.
22. Hudonogova, E.G. Lekarstvennyye rasteniya Predbaikal'ya dlya chajno-ozdorovitel'nyh napitkov [Medicinal plants of the Baikal region for tea and health drinks]. Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk, 2009, no.1, pp. 87-89.
23. Hudonogova, E.G., CHernigovskaya, N.YU. Biologicheskie osobnosti *Thymus serpyllum* L. v usloviyah ostrova Ol'hon [Biological features of *Thymus serpyllum* L. in the conditions of Olkhon Island]. Vestnik IrGSHA, 2017, no. 81-2, pp. 37-44.
24. YAKovleva, E.P. et all. Kompleksnoe pochvenno-geobotanicheskoe issledovanie prirodnih kormovyh ugodij [Complex soil-geobotanical study of natural forage lands]. Uspekhisovre-mennoj nauki, 2017, vol.2.(10), pp. 185-188.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Author's contribution. All authors of this study were directly involved in the planning, execution and analysis of this study. All authors of the article reviewed and approved the final version of the manuscript.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

История статьи / Article history:

Дата поступления в редакцию / Received: 15.09.2022

Поступила после рецензирования и доработки / Received: 18.09.2022

Дата принятия к печати / Accepted: 26.09.2022

Сведения об авторах

Половинкина Светлана Викторовна – кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники, плодоводства и ландшафтной архитектуры. Область исследований – биологические науки (ботаника). Автор более 70 научных публикаций, 3 Патентов РФ.
Контактная информация: ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ. 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, Молодежный, e-mai: polovinka@yandex.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6063-2411> <https://orcid.org/0000-0001-6063-2411>

Худоногова Елена Геннадьевна – доктор биологических наук, заведующая кафедрой ботаники, плодоводства и ландшафтной архитектуры. Область исследований – биологические науки (ботаника). Автор более 100 научных публикаций, 4 монографий, 3 Патентов РФ.

Контактная информация: ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, Молодежный, e-mai: doky2015@yandex.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0510-7582>.

Information about authors

Svetlana V. Polovinkina– Candidate of Biological Sciences, Ass. Professor of Botany, Fruit Growing and Landscape Architecture. The field of research – biological sciences (botany). Author of 70 scientific publications, 3 RF patents.

Contact information: Irkutsk GAU, e-mail: polovinka@yandex.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6063-2411> <https://orcid.org/0000-0001-6063-2411>

Elena G. Khudonogova– Doctor of Biological Sciences, Professor of Botany, Fruit Growing and Landscape Architecture. The field of research – biological sciences (botany). Author of 100 scientific publications, 4 monographs, 3 RF patents.

Contact information: FSBEI HE Irkutsk SAU; e-mai: doky2015@yandex.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7831-7161> <https://orcid.org/0000-0002-0510-7582>



DOI 10.51215/1999-3765-2022-111-73-80

УДК 635.9

Научная статья

ВЫЖИВАЕМОСТЬ ДЕКОРАТИВНО-ЦВЕТУЩИХ ЛАНДШАФТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ИЗ МНОГОЛЕТНИКОВ В УСЛОВИЯХ ПРЕДБАЙКАЛЬЯ

И.С. Шеметова, С.Е. Васильева

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, *Молодежный, Иркутский район, Россия*

Аннотация. В современных экономических условиях необходимо осуществлять поиск не только высоко декоративных, отвечающих последним трендам в ландшафтном дизайне многолетних растений, но и перспективных для создания длительно функционирующих, мало затратных с высокими хозяйственно-биологическими признаками фитоценозов. Климат Предбайкалья является ограничивающим фактором для многократного расширения ассортимента декоративно цветущих и декоративно лиственных культур, которыми обладают южные и западные регионы нашей страны. Поэтому совершенствование ассортимента таких растений для озеленения и благоустройства территорий в специфических зональных условиях является актуальным. С помощью цветочного оформления городской среде придается эстетическая привлекательность и художественная выразительность. При этом оно должно выполнять функционально-планировочную роль в структуре городской застройки. В данной статье представлены наиболее экологически устойчивые с высокими декоративными свойствами в условиях региона растения, показавшие высокий процент выживаемости в сконструированных ландшафтных композициях. Выживаемость растений во многом зависит от агроклиматических условий региона, эколого-биологического потенциала исследуемых растений и компонентного состава формируемых агрофитоценозов. Своевременное применение агротехнических приемов и мероприятий по уходу за декоративно-цветущими ландшафтными композициями увеличивают выживаемость и снижают межвидовую конкуренцию фитоценозов. В отличие от однолетних цветочных культур многолетники имеют ряд преимуществ: последовательная декоративность и всесезонная эстетика благодаря различным текстурам, срокам и продолжительности цветения. Выживаемость растений в ландшафтных композициях или искусственных фитоценозах напрямую зависит от абиотических и эдафических условий, эколого-биологического потенциала используемых растений и их взаимодействия и внутри ценотических отношений, научного обоснованного подбора компонентов не только по декоративным и эстетическим признакам, но и фенотипоритмам и фазам наивысшей декоративности.

Ключевые слова: *цветники, декоративно цветущие ландшафтные композиции*

Для цитирования: Шеметова И.С., Васильева С.Е. Выживаемость декоративно-цветущих ландшафтных композиций из многолетников в условиях Предбайкалья. *Научно-практический журнал “Вестник ИрГСХА”*. 2022;4 (111):73-80. DOI: 10.51215/1999-3765-2022-111-73-80.

SURVIVAL OF DECORATIVE-FLOWERING LANDSCAPE COMPOSITIONS FROM PERENNIALS UNDER THE CONDITIONS OF PRE-BAIKAL

Inna S. Shemetova, Svetlana E. Vasilyeva

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Yezhevsky, *Molodezhny, Irkutsk district, Russia*

Abstract. In modern economic conditions, it is necessary to search not only for highly decorative perennials that meet the latest trends in landscape design, but also promising for the creation of long-functioning, low-cost phytocenoses with high economic and biological characteristics. The climate of the Pre-Baikal region is a limiting factor for the multiple expansion of the range of decorative flowering and decorative deciduous crops that the southern and western regions of our country have. Therefore, the improvement of the range of such plants for landscaping and landscaping in specific zonal conditions is relevant. With the help of floral decoration, the urban environment is given aesthetic appeal and artistic expression. At the same time, it should play a functional and planning role in the structure of urban development. The most ecologically stable plants with high decorative properties in the conditions of the region were revealed, which showed a high percentage of survival in the constructed landscape compositions. The survival of plants largely depends on the agro-climatic conditions of the region, the ecological and biological potential of the plants under study, and the component composition of the formed agrophytocenoses. Timely application of agrotechnical techniques and measures for care of decorative and flowering landscape compositions increases survival rate and reduces interspecies competition of phytocenoses. Unlike annual flower cultures, perennials have a number of advantages: consistent decorativeness and all-season aesthetics due to different textures, terms and duration of flowering. The survival of plants in landscape compositions or artificial phytocenoses directly depends on abiotic and edaphic conditions, the ecological and biological potential of the plants used and their interaction and within the cenotic relations, the scientific substantiated selection of components not only by decorative and aesthetic features, but also phenotypes and phases of the highest ornamentation.

Keywords: *flower-garden, decorative blooming landscape compositions*

For citation: Shemetova I.S., Vasilyeva S.E. Survival of decorative-flowering landscape compositions from perennials under the conditions of Pre-Baikal. *Scientific and practical journal “Vestnik IrGSHA”*. 2022; 4(111):73-80. DOI: 10.51215/1999 - 3765-2022-111-73-80.

Введение. Одним из ключевых параметров при проектировании ландшафтных композиций является функциональность в гармонии с природой [1].

Гармоничное сочетание творческой и научной деятельности человека с природой создают уникальные по красоте и комфортности композиции, которые не только украшают внешний облик городского пространства, но и улучшают его экологическую обстановку [7].

Разработка устойчивых декоративно-цветущих ландшафтных композиций невозможна без учета экологических особенностей самих растений и условий их произрастания и эксплуатации [3, 8, 9].

При составлении компонентного наполнения цветника в первую очередь должны учитываться экологические факторы внешней среды, которые оказывают непосредственное влияние на рост и развитие многолетних декоративно цветущих и декоративно лиственных растений. При этом особенности эдафических факторов можно регулировать с помощью агротехнических приемов и мероприятий, абиотические факторы решающую роль при подборе ассортимента растений для цветников [2, 4].

Один из самых необходимых практических вопросов технологии конструирования высоко декоративных ландшафтных композиций – это оценка выживаемости видов в зональных условиях.

Сохранность или выживаемость является одним из важных критериев устойчивости растений [8].

Выживаемость растений в ландшафтных композициях или искусственных фитоценозах напрямую зависит от абиотических и эдафических условий, эколого-биологического потенциала используемых растений и их взаимодействия и внутри ценотических отношений, научного обоснованного подбора компонентов не только по декоративным и эстетическим признакам, но и фенотипоритмам и фазам наивысшей декоративности [6].

Цель – провести оценку выживаемости декоративно-цветущих многолетних травянистых растений в составе ландшафтных композиций, сконструированных в условиях Предбайкалья.

Материалы и методы исследований. Экспериментальные исследования проводились на опытном участке кафедры агроэкологии и химии, агрономического факультета Иркутского ГАУ в условиях открытого грунта с 2016 года. Площадь экспериментального участка 250 м². Декоративно-цветущие ландшафтные композиции размещались на окультуренной светло-серой лесной тяжелосуглинистой почве с низким естественным плодородием.

Объектом исследований явились многолетние травянистые декоративно цветущие и декоративно лиственные растения в составе агрофитоценозов в виде цветников.

Цветочно-декоративные композиции были сконструированы в полихромном варианте контрастного типа с выраженным отличием в колористике цветков и окраске листьев для достижения последовательной декоративности и всесезонной эстетики.

Исходным материалом послужили семена, клубни, корневища и луковицы многолетних цветочных культур отечественной и зарубежной селекции.

Посадку растений производили на подготовленную по зональной технологии почву с одновременным внесением комплексного удобрения ($N_{40} P_{20} O_{560} K_{30}$). Во второй и последующие годы вегетации проводили подкормки органоминеральными удобрениями: комплексное N:P:K + гумат сразу после таяния снега; фосфорно-калийным + гумат в период бутонизации; калийным в конце вегетации перед зимовкой. Зимовали все сконструированные композиции без укрытия.

Фенологические наблюдения проводили в течение всего вегетационного периода с фиксацией основных жизненных циклов: весеннее прорастание почек возобновления, формирование генеративных побегов (цветоносов), осеннее отмирание и образование на корневищах новых почек возобновления.

Особое внимание уделяли оценке основных декоративных признаков исследуемых культур, в том числе высоте габитуса и выровненности растений, окраске цветков и листьев, компактности (диаметр) куста.

Выживаемость травянистых многолетников в критические периоды определяли путем пересчета: 1) ежегодное значительное отмирание побегов и особей; 2) побеги и особи отмирают лишь в сильно морозные зимы; 3) растения выпадают [2, 3].

Таблица – Оценка выживаемости многолетних травянистых растений в композициях, среднесезонная за 5 лет

Table - Evaluation of the survival of perennial herbaceous plants in compositions, average long-term for 5 years

Наименование растений	Сорт	Количество особей, шт	Выживаемость, (%)	Сроки отрастания
1	2	3	4	5
Аквилегия	Альба,	10	100	20 апреля-1 мая
	Карелина,	5	100	
	Альпийская,	5	100	
	Титаник,	5	100	
	Розовая звезда,	5	100	
	Бидермейер,	5	100	
	Красная звезда,	5	100	
	Махровая - Черный принц	10	100	
Астильба	Аметист,	30	100	5-15 июня
	Этна	30	100	
Гвоздика турецкая	Восточная сказка,	10	100	1-10 мая
	Индий ковер,	10	100	
	Монпансье,	10	100	
	княжна			
Гвоздика шабо кустовая	Розовая мечта,	20	100	1-5 апреля
	Фантазия	30		

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
Дельфиниум	Розовый вальс, Изумруд, Белладонна	10 10 10	100 100 100	1-10 мая
Ирис болотный	Кита-Ко-Сейза	50	100	20-25 апреля
Ирис сибирский	Диэ Дилайт	20	100	20-25 апреля
Люпин	Фейерверк, Минарет	20 30	100	1-5 мая
Лилейник	Пардон Ми, Франс Хальс, Блек Стонингс, Дабл ривер вай, Стелла Доро, Дабл Дрим, Барбара Митчел)	10 10 10 10 10 10 10	100 100 100 100 100 100 100	15-20 мая
Лилия азиатская	Голден стоун, Блэк Джек, Свит Саррендер, Лоринда, Брайт Пикси, Свит Лорд, Черри Джой, Тайни Гост, Айленд Джой	10 10 10 10 10 10 10 10 10	100 100 100 100 100 100 100 100 100	25 мая-5 июня
Нарциссы	Тополино, Маунт Худ	25 25	80 78	20-25 апреля
Пион травянистый	Печер, Сара Бернар, Фестива максима, Розовый гранат	10 10 10 10	100 100 100 100	20-25 апреля
Пион молочноцветковый	Альберт Крусс, Энжел Чикс	10 10	100 100	20-25 апреля
Тюльпан	Барселона Давенпорт, Стронг Голд, Лайтинг Сан, Асаи	20 20 20 20 20	90 89 87 92 96	20-25 апреля
Флокс метельчатый	Брайт Айз, Аметист, Джефф’с блю	15 15 15	100 100 100	10-15 июня

Результаты и их обсуждение. По результатам, приведенным в таблице видно, что наименьший процент выживаемости у раннецветущих весенних растений – нарциссы и тюльпаны. Для Предбайкалья данные виды интродуценты, среди которых нет районированных в регионе.

Помимо красивой окраски цветков, некоторые виды изучаемых растений имеют орнаментальную листву, которая пользуется особой популярностью у садоводов и ландшафтных дизайнеров. Растения с

орнаментальными листьями ценятся за сложную их форму: перисто-рассеченные, пальчато-сложные, с зубчатыми, выемчатыми, пильчатыми краями [4].

В сконструированных ландшафтных композициях к высоко-декоративным цветущим и имеющим орнаментальную листву растениям относятся: аквилегии, астильбы, дельфиниумы, люпины и пионы.

В годы проведения исследований (2016-2021 гг.) абиотические условия отличались по температурному и водному режимам, суммам температур и количеству безморозных дней.

Практически во все годы отмечался продолжительный засушливый период весной, начиная с первой декады мая до второй декады июня, что оказывало непосредственное влияние на выживаемость растений в критический период.

Количество почвенной влаги, атмосферных осадков, неравномерное их выпадение, высота снежного покрова и продолжительность сильных морозов в зимний и весенний периоды оказывают существенное влияние на выживаемость растений в условиях Предбайкалья.

Нами была выявлена зависимость выживаемости декоративно-цветущих многолетников в композициях от компонентного состава фитоценозов. Между растениями формируются разнообразные взаимоотношения, поэтому при составлении композиций учитывались аспекты межвидовой конкуренции.

Выделение доминантных растений в композициях связано с динамикой (интенсивность побегообразования, увеличение численности и биомассы) и элиминацией. К растениям доминантам в наших композициях отнесли: дельфиниумы, лилейники, пионы и флоксы.

Заключение. Повышения долговечности и экономической эффективности декоративно-цветущих ландшафтных композиций можно достичь путем научно-обоснованного формирования системы озеленения и благоустройства с учетом экологических и хозяйственно-биологических особенностей используемых растений.

Список литературы

1. Бурганская, Т.М. Основные принципы формирования композиций цветников природно-ландшафтного типа / Т.М. Бурганская., Н.А. Макознак, А.В. Новикевич А.В. // Актуальные проблемы лесного комплекса. - 2019. - № 55. - С. 130-133.
2. Джиева, К.Э. Интродукционный потенциал флоры РСО-Алания и оценка успешности интродукции / К.Э. Джиева, Г.Ф. Джиева, Е.А. Плиева, А.Т. Доева // В сб.: Достижения науки - сельскому хозяйству. Мат-лы Всеросс. научн.-практ. конф. 2017. С. 97-98.
3. Карпионова, Р.А. Методика фенологических наблюдений за травянистыми многолетниками в отделе флоры СССР // Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР// М.: Аголпромиздат, 1972. - С. 47-53.

4. Карпухин, М.Ю. Особенности использования растений с орнаментальными листьями в ландшафтном дизайне / М.Ю. Карпухин // Аграрное образование и наука. - 2019. - № 4. - С. 26.
5. Макознак, Н.А. Особенности колористического решения цветников природно-ландшафтного типа / Н.А. Макознак, Т.М. Бурганская, А.В. Шевцова // Актуальные проблемы лесного комплекса. - 2019. - № 55. - С. 137-140.
6. Пирко, И.Ф. Основные принципы и алгоритм моделирования многокомпонентных цветников из многолетников / И.Ф. Пирко // Промышленная ботаника. - 2013. - Т. 13. - С. 259-269.
7. Старухина, А.Д. Видовой, структурный и колористический анализ цветников "Новой волны" / А.Д. Старухина, Е.Л. Рукавишникова. // Вестник ландшафтной архитектуры. - 2022. - № 29. - С. 59-66.
8. Шеметова, И.С. Газоны Предбайкалья / И.С. Шеметова, Ш.К. Хуснидинов, И.И. Шеметов, Т.Г. Кудрявцева - Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2013. - 168 с.
9. Шило, Л.М. Изучение образцов коллекции многолетних цветочных культур в федеральном научном центре овощеводства / Л.М. Шило, И.Т. Ушакова // Известия ФНЦО. - 2020. - № 3-4. - С. 115-120.
10. Юсупова, Н.А. Влияние декапитации кроны на продуктивность сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L., family Pinicidae) на лесосеменных плантациях / Н.А. Юсупова, Н.А. Никулина // Вестник ИрГСХА. - 2020. - Вып.101. - С.106-111.

References

1. Burganskaya, T.M. et al. Osnovny`e principy` formirovaniya kompozicij cvetnikov prirodno-landshaftnogo tipa [The basic principles of the formation of compositions of flower beds of natural landscape type]. Aktual`ny`e problemy` lesnogo kompleksa, 2019, no. 55, pp. 130-133.
2. Dzhioeva, K.E. et al. introdukcionny`j potencial flory` RSO-Alaniya i ocenka uspeshnosti introdukcii [Introductory potential of the flora of North Ossetia-Alania and assessment of the success of the introduction]. 2017, pp. 97-98.
3. Karpisonova, R.A. Metodika fenologicheskix nablyudenij za travyanisty`mi mnogoletnikami v otdele flory` [Methods of phenological observations of herbaceous perennials in the Department of Flora of the USSR]. Moscow: Agropromizdat, 1972, pp. 47-53.
4. Karpuxin, M.Yu. Osobennosti ispol`zovaniya rastenij s ornamental`ny`mi list`yami v landshaftnom dizajne [Features of the use of plants with ornamental leaves in landscape design]. Agrarnoe obrazovanie i nauka. 2019, no. 4, p. 26.
5. Makoznak, N.A. et al. Osobennosti koloristicheskogo resheniya cvetnikov prirodno-landshaftnogo tipa [Features of the coloristic solution of flower beds of natural landscape type]. Aktual`ny`e problemy` lesnogo kompleksa, 2019, no. 55, pp. 137-140.
6. Pirko I.F. Osnovny`e principy` i algoritm modelirovaniya mnogokomponentny`x cvetnikov iz mnogoletnikov [Basic principles and algorithm for modeling multi-component perennial flower beds]. Promy`shlennaya botanika, 2013, vol. 13, pp. 259-269.
7. Staruxina, A.D., Rukavishnikova, E.L.. Vidovoj, strukturny`j i koloristicheskij analiz cvetnikov "Novoj volny`" [Species, structural and color analysis of "New Wave" flower beds]. Vestnik landshaftnoj arxitektury`, 2022, no. 29, pp. 59-66.
8. Shemetova, I.S. et al. Gazony` Predbajkal`ya [Lawns of Cisbaikalia]. Irkutsk: Izd-vo IrGSXA, 2013, 168 p.
9. Shilo, L.M., Ushakova, I.M. Izuchenie obrazczov kollekcii mnogoletnix cvetochny`x kul`tur v federal`nom nauchnom centre ovoshhevodstva [The study of samples of the collection of perennial flower crops in the Federal Scientific Center for Vegetable Growing]. Izvestiya FNCzO, 2020, no. 3-4, pp. 115-120.

10. YUsupova, N.A., Nikulina, N.A. Vliyanie dekapitacii kron na produktivnost' sosny obyknovennoj (*Pinus sylvestris* L., family Pinicidae) na lesosemennyh plantaciyah [Influence of crown decapitation on the productivity of Scots pine (*Pinus sylvestris* L., family Pinicidae) on forest seed plantations]. Vestnik IrGSHA, 2020, no.101, pp.106-111.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Author's contribution. All authors of this study were directly involved in the planning, execution and analysis of this study. All authors of this article reviewed and approved the final version.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

История статьи/ Article history:

Дата поступления в редакцию/ Received:25.07.2022

Поступила после рецензирования и доработки / Revised:12.09.2022

Дата принятия к печати / Accepted:26.09.2022

Сведения об авторах

Васильева Светлана Егоровна – аспирант кафедры агроэкологии и химии, агрономического факультета. Область научных исследований – агроэкология, ландшафтная архитектура, цветоводство, растениеводство.

Контактная информация: ФГБОУ ВО Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, Агрономический факультет. 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, e-mail: sveta.vas78@yandex.ru

Шеметова Инна Сергеевна - кандидат биологических наук, доцент кафедры агроэкологии и химии, агрономического факультета. Область научных исследований – агроэкология, ландшафтная архитектура, цветоводство, растениеводство. Автор и соавтор более 50 научных работ и публикаций. Монография: “Газоны Предбайкалья” (2013).

Контактная информация: ФГБОУ ВО Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный. E-mail: inna198410@mail.ru ORCID ID:0000-0002-1606-1022.

Information about authors

Svetlana E. Vasilyeva– graduate student of the Department of Agroecology and Chemistry, Faculty of Agronomy. The field of scientific research is agroecology, landscape architecture, floriculture, plant growing.

Contact information: FSBEI HE Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Yezhevsky, Molodezhnyy, Irkutsk district, Russia, Irkutsk region, 664038, e-mail: sveta.vas78@yandex.ru

Inna S. Shemetova - Candidate of Biological Sciences, Ass. Professor of the Department of Agroecology, Agronomy Faculty. The area of scientific research is agroecology and crop production. Author and co-author of more than 50 scientific papers and publications. Monographs: “Lowns of Pre-Baikal” (2013).

Contact information: FSBEI HE State Agrarian University named after A.A. Yezhevsky, Molodezhnyy, Irkutsk district, Russia, Irkutsk region, 664038, e-mail: inna198410@mail.ru ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1606-1022>



БИОЛОГИЯ. ОХРАНА ПРИРОДЫ

BIOLOGY. NATURE PROTECTION

DOI 10.51215/1999-3765-2022-110-45-63

УДК: 630.1

Научная статья

**ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕСНОГО ФОНДА СИВЯКОВСКОГО
УЧАСТКОВОГО ЛЕСНИЧЕСТВА КАК СРЕДЫ ОБИТАНИЯ
ОХОТНИЧЬЕ-ПРОМЫСЛОВЫХ ЖИВОТНЫХ**

С.Н. Каюкова

Забайкальский аграрный институт – филиал ФГБОУ ВО “Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского”, *Чита, Забайкальский край, Россия*

Аннотация. Забайкальский край, характеризуясь уникальным физико-географическим расположением, обладает богатым потенциалом лесных ресурсов. Общая площадь лесных ресурсов составляет 34 млн. га. В 2020г. лесовосстановительные работы проведены на площади 24.1 тыс. га – на 5.4 тыс. га больше, чем в 2019 году. Основная часть работ была осуществлена путем содействия естественному возобновлению леса. Лесное и охотничье хозяйство между собой взаимосвязаны, так как лес – основная среда обитания диких животных. Забайкальский аграрный институт – филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения Высшего образования “Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского” - единственный вуз в Забайкальском крае, реализующий подготовку биологов-охотоведов. Для осуществления практической подготовки и проведения практик в 2012 году было создано учебно-опытное охотничье хозяйство, территория которого относится к Сивяковскому участковому лесничеству в составе Читинского лесничества. Лесистость Забайкальского края составляет 68.3% (лесистость России в среднем 45.3%). Среди древесных пород доминируют хвойные породы. Мяголиственные породы представляют 33.4% - 47 826 га, среди которых наибольший процент - это береза; осина. Территория Сивяковского лесничества характеризуется значительным количеством охотничье-промысловых видов. Самыми многочисленными являются: среди копытных - сибирская косуля; среди пушных видов - белка; среди птиц - тетерев обыкновенный. Проанализировав стаии основных видов, мы можем отметить, что все они предпочитают в основном лиственничные леса с молодняками и ерниками. В целом, лесной фонд Сивяковского участкового лесничества Забайкальского края как среды обитания основных видов охотничье-промысловых животных по вышеуказанным показателям нами оценивается как удовлетворительный.

Ключевые слова: *Забайкальский край, лесничество, среда обитания, лес*

Для цитирования: Каюкова С.Н. Характеристика лесного фонда сивяковского участкового лесничества как среды обитания охотничье-промысловых животных. *Научно-практический журнал “Вестник ИрГСХА”*. 2022;4 (111):6-14. DOI: 10.51215/1999-3765-2022-111-6-14.

CHARACTERISTICS OF THE FOREST FUND OF THE SIVYAKOVSKY DISTRICT FORESTRY AS A HABITAT FOR GAME AND COMMERCIAL ANIMALS

Svetlana N. Kayukova

Trans-Baikal Agricultural Institute – branch of FSBEI HE “Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky”, Chita, Trans-Baikal Territory, Russia

Abstract. Trans-Baikal Territory, characterized by a unique physical and geographical location, has a rich potential for forest resources. The total area of forest resources is 34 million hectares. In 2020 reforestation work was carried out on an area of 24.1 thousand hectares - 5.4 thousand hectares more than in 2019. The main part of the work was carried out by promoting the natural regeneration of the forest. Forestry and hunting are interconnected, since the forest is the main habitat of wild animals. The Trans–Baikal Agrarian Institute is a branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Yezhevsky" - the only university on Trans-Baikal Territory that provides training for biologists and hunters. In order to carry out practical training and practice, an educational and experimental hunting farm was created in 2012; its territory belongs to the Sivyakovsky district forestry as part of the Chita forestry. The forest cover of Trans-Baikal Territory is 68.3% (the average forest cover of Russia is 45.3%). Coniferous species dominate among the tree species. Soft-leaved species represent 33.4% - 47,826 hectares, among which the largest percentage is birch, aspen. The territory of the Sivyakovsky forestry is characterized by a significant number of game and commercial species. The most numerous are: among ungulates - Siberian roe deer; among fur-bearing species - squirrel; among birds - common black grouse. After analyzing the stations of the main species, we can note that all of them prefer mainly larch forests with young trees and shrubs. In general, the forest fund of the Sivyakovsky district forestry of Trans-Baikal Territory, as a habitat for the main species of game animals, is assessed by us as satisfactory according to the above indicators.

Keywords: *Trans-Baikal Territory, forestry, habitat, forest*

For citation: Kayukova S.N. Characteristics of the forest fund of the sivyakovsky district forestry as a habitat for game and commercial animals. *Scientific and practical journal “Vestnik IrGSHA”*. 2022; 4(111):6-14. DOI: 10.51215/1999 - 3765-2022-111-6-14.

Введение. Лесное и охотничье хозяйство взаимосвязаны [7]. Для успешного ведения охотничьего хозяйства есть необходимость не только изучения ландшафтных свойств местообитаний охотничьих животных, но и детальная их характеристика, в том числе изменений лесов.

Вместе с ведущими компонентами природных комплексов растительность чрезвычайно значима для размещения населения животных по территории, в т. ч. в сезонном аспекте [3-5, 9, 10]

Для обучения студентов биологов-охотоведов в Забайкальском аграрном институте – филиале ФГБОУ ВО “Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского” в 2012 году было создано учебно-опытное охотничье хозяйство.

Охотничье хозяйство расположено в 60 км от города Чита в пади Каково. Территория в размере 30 тысяч гектар является частью Оленгуйского охотничьего хозяйства. Кварталы 58-91 Сивяковского участкового лесничества площадью 30518 га находятся в аренде бессрочного пользования Забайкальским аграрным институтом – филиалом ФГБОУ ВО “Иркутский ГАУ имени Ежевского” договор №1525 от 25.11.2011 г. для научно-исследовательской (образовательной) деятельности.

Цель – охарактеризовать лесной фонд в Сивяковском участковом лесничестве Забайкальского края как среду обитания охотничьих животных.

Материалы и методы исследования. Исходные данные для анализа были взяты из материалов лесоустройства Читинского лесничества за 2008-2020 гг. и ведомственных данных учебно-опытного хозяйства Забайкальского аграрного института-филиала ФГБОУ ВО “Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского”.

Результаты и обсуждение. Сивяковское участковое лесничество организовано приказом федерального агентства лесного хозяйства от 16 октября 2008 года [6], а учебно-опытное хозяйство занимает значительную его территорию.

Общая площадь Сивяковского участкового лесничества составляет 53856 га (в том числе лесной фонд бывшего совхоза “Сивяковский” - 304 га, лесной фонд Забайкальской птицефабрики – 253 га). В составе Читинского лесничества Сивяковское по площади стоит на первом месте (рисунок).



Рисунок – Площадь Сивяковского участкового лесничества (га)

Figure – The area of the Sivyakovsky district forestry (ha)

Основная часть территории Сивяковского участкового лесничества расположена в границах муниципального образования “Читинский район”.

Вся территория Восточного Забайкалья на основании лесокультурного районирования делится на пять лесорастительных зон: северную горно-

таёжную, южную горно-таёжную, лесную горно-таёжную, горную лесостепную и степную зоны [2]. Территория Сивяковского лесничества расположена в юго-западной части Забайкальского края на территории Читинского административного района и относится Забайкальскому горному лесному району Южно-Сибирской горной зоны.

По данным Читинского лесничества среди древесных пород доминируют хвойные породы - 67% (95 546 га), из которых лиственницы - 58% (55 807 га), сосна - 42% (39 739). Мяголиственные породы представляют 33.4% - 47 826 га, наибольший процент - 85% - это береза; осина - 15%, менее 1% представлено тополем и ивой древовидной [6]. Во всех типах леса преобладают породы среднеговозрастного типа насаждения. Кустарниковый ярус представлен березой кустарниковой и ивой кустарниковой. Все лесные насаждения представлены 3 и 4 классом бонитета.

Необходимо особо отметить, что на исследуемой территории осуществляется проведение ежегодного лесовосстановления в размере 80 га сосной обыкновенной за счет федерального бюджета. Лесовосстановление сказывается на условиях обитания охотничьих животных, и, прежде всего, копытных.

Для сбора семян в Читинском лесничестве имеются постоянные лесосеменные участки, в частности, в Сивяковском на площади 16 га: квартал 4, выдел 15; квартал 58, выдел 17; квартал 66, выдел 20. Параллельно есть плюсовые деревья - 14 штук. В совокупности в современности и на перспективу это должно сказаться на качестве лесов. Сведения об имеющихся объектах единого генетико-селекционного комплекса (далее – ЕГСК) на территории Читинского лесничества приведены в таблице.

Таблица - Сводная ведомость объектов ЕГСК на территории Читинского лесничества

Table - Summary of the objects of the EGSK on the territory of the Chita forestry

Участковое лесничество	№ лесного квартала	№ выдела	Площадь объекта, га	Порода	Режим охраны
Сивяковское	4	15	5.0	Сосна обыкновенная	Лесохозяйственная часть зеленой зоны
	58	17	5.0		
		20	7.2	Лиственница Гмелина	-
	66	20	6.0	Сосна обыкновенная	Запретные полосы вдоль водных объектов

Все постоянные лесосеменные участки отнесены к особо защитным участкам леса с особым режимом ведения лесного хозяйства.

В целях сохранения имеющихся объектов ЕГСК Сивяковского лесничеству необходимо ежегодно осуществлять профилактические противопожарные мероприятия – по периметру участка создавать и поддерживать в хорошем состоянии минерализованные полосы, в местах возможного объедания дикими или домашними животными произвести огораживание, установить аншлаги. Ежегодно вести лесопатологические обследования на предмет своевременного обнаружения вредителей и болезней, и оперативного принятия соответствующих мер.

Проведенный анализ территории Сивяковского участкового лесничества по основным видам разрешенного использования лесов, а именно заготовку: древесины, сбор недревесных лесных ресурсов, пищевых лесных ресурсов и сбор лекарственных растений. Одновременно осуществление научно-исследовательской, рекреационной и образовательной деятельности, строительство и эксплуатацию водохранилищ и иных искусственных водных объектов. Для этого отводится вся площадь участкового лесничества. Из них на осуществление деятельности в сфере охотничьего хозяйства, ведение сельского хозяйства, геологического изучения недр – 58% территории, создания лесных плантаций и их эксплуатации, выращивания лесных плодовых, ягодных, лекарственных растений, а также переработку древесины – 48%. Эксплуатационные леса составляют 60% от общей площади. Все виды лесохозяйственной деятельности по-своему сказываются на условиях обитания охотничьих видах животных.

Лесопарковая и зеленая зоны лесного фонда в Сивяковском участковом лесничестве занимают – 39%, т.е. 21000 га. Прогулочная зона выделена в менее посещаемых населением местах для организации различных маршрутов – это лесные кварталы 11-13, 19-21. Данные показатели соответствуют нормам лесопарковой площади на одного отдыхающего [1].

Сивяковское участковое лесничество имеет практику проведения всех типов рубок. С этой точки зрения, в интересах охотничьего хозяйства наиболее выгодны рубки ухода. Возможность и выгодность этого метода вполне доказана и подтверждена на практике. Однако информация по рубкам на территории Сивяковского участкового лесничества неизвестна. Вместе с тем по данным Министерства природных ресурсов Забайкальского края и Управление лесничествами Забайкальского края выяснено, что в Читинском лесничестве (в состав которого входит Сивяковское) объем фактической древесины в 2019 году составил 87.8 тыс. м³ древесины.

Интенсивность рубок ухода следует назначать в зависимости от состояния материнского древостоя, полноты, количества подроста, и его характера распределения по площади. Чем больше полнота материнского древостоя, хуже его санитарное состояние, выше подрост, больше его

количество и равномернее он распределён по площади, тем интенсивность рубок ухода должна быть выше. По нашему мнению, без проведения рубок ухода нельзя сформировать высокопродуктивный устойчивый древостой с преобладанием главной породы.

Территория Сивяковского лесничества характеризуется значительным количеством охотничье-промысловых видов. Самым многочисленным видом среди копытных является - сибирская косуля; пушных видов - белка; птиц - тетерев обыкновенный. Численность основных видов животных на протяжении многих лет остается стабильной, а их обитание свойственно для лиственничных лесов с молодняками и ерниками.

Заключение. Оценить лесной фонд Сивяковского участкового лесничества Забайкальского края как среды обитания основных видов охотничье-промысловых животных по вышеуказанным показателям можно как удовлетворительный. Для сохранения местообитаний охотничьих видов и стабильного их существования, исходя из опыта других регионов, рекомендуется проведение узколесосечных способов рубки, позволяющих сформировать более высокопродуктивные охотничьи угодья, а также продолжение уделения должного внимания лесосеменному делу и искусственному восстановлению лесов.

Список литературы

1. Белов, С.В. Лесоводство: учебное пособие для вузов по специальности ”Лесное хозяйство” / С.В. Белов – М.: Лесн. пром-сть, 1983. - 351 с.
2. Бобринёв, В.П. Лесовосстановление в горных лесах Восточного Забайкалья / В.П. Бобринёв В.П., Л.Н. Пак, В.П. Макаров, О.Ф. Малых – Чита: Поиск, 2008. – 48 с.
3. Леонтьев, Д.Ф. Ландшафтно-видовой подход к оценке размещения промысловых животных юга Восточной Сибири / Д.Ф. Леонтьев: Автореф. дис.на соиск. уч. степени д. б. н. - Красноярск, 2009.- 32 с.
4. Леонтьев, Д.Ф. Пространственная организация промысловых млекопитающих в природных комплексах юга Восточной Сибири / Д.Ф. Леонтьев // Вестник КрасГАУ. – 2009. - №4(31). – С. 65-72.7
5. Леонтьев, Д.Ф. Структурирование территории и точность учёта численности промысловых животных / Д.Ф. Леонтьев // Вестник КрасГАУ. – 2009. - №8(35). - С. 76-79.
6. Лесохозяйственный регламент Читинского лесничества // Об утверждении лесохозяйственного регламента Читинского лесничества от 26 декабря 2018 - docs.cntd.ru. (Дата обращения 17.05.2022 г.)
7. Линейцев, В.Н. Оптимизация охотхозяйственного природопользования таежной зона Сибири / В.Н. Линейцев, А.Г. Рассолов – Абакан: ООО”Кооп Журналист”, 2001. – 88 с.
8. Музыка, С.М. Рекреационное природное таежное использование: понятие, проблемы, перспективы / С.М. Музыка// Вестник ИрГСХА. – 2022. – Вып. 108. – С. 78 – 91.
9. Никулина Н.А. Мелкие млекопитающие и их эктопаразиты в районе строительства БАМ (Чарская котловина)/ Н.А. Никулина: Автореф. дис. на соиск. уч.степени к.б.н. – Л., 1981. – 24 с. Для служебного пользования (ДСП).
10. Юсупов, Р.Р. Возрастная структура леса и состояние численности копытных животных в Куйтунском районе Иркутской области / Р.Р. Юсупов, Д.Ф.

Леонтьев // Науч. иссл. студентов в решении актуальных проблем АПК// Матер. всеросс. науч.-практ. конф.// Молодежный: ИрГАУ, 2021. – С. 239-244.

References

1. Belov, S.V. Forestry: a textbook for universities in the specialty "Forestry" [Forestry: textbook for universities in the specialty "Forestry"]. Moscow: Lesn. prom-st, 1983, 351 p.
2. Bobrinev, V.P. et al. Reforestation in mountain forests of Eastern Transbaikalia [Reforestation in the mountain forests of Eastern Trans-Baikal territory]. Chita: Search, 2008, 48 p.
3. Leontiev, D.F. Landscape-specific approach to the assessment of the placement of commercial animals in the South of Eastern Siberia [Landscape-species approach to assessing the distribution of game animals in the south of Eastern Siberia]. Doc.Thesis Sc., Krasnoyarsk, 2009, 32 p.
4. Leontiev, D.F. Spatial organization of commercial mammals in natural complexes of the south of Eastern Siberia [Spatial organization of commercial mammals in natural complexes of the south of Eastern Siberia]. Bulletin of KrasGAU, 2009, no.4(31), pp. 65-72.
5. Leontiev, D.F. Structuring of the territory and the accuracy of accounting for the number of commercial animals [Territory structuring and accuracy of accounting for the number of game animals]. Bulletin of KrasGAU, 2009, no.8(35), pp. 76-79.
6. Lesohozhajstvennyj reglament Chitinskogo lesnichestva [Forestry regulation of the Chita forestry]. Ob utverzhdenii lesohozhajstvennogo reglamenta Chitinskogo lesnichestva ot 26 dekabrja 2018 - docs.cntd.ru. (Data obrashhenija 17.05.2022 g.)
7. Linejcev, V.N., Rassolov, A.G. Optimizacija ohothozhajstvennogo prirodopol'zovanija taezhnoj zona Sibiri [Optimization of hunting management of natural resources in the taiga zone of Siberia]. Abakan:OOO"Koop Zhurnalist", 2001, 88 p.
8. Muzyka, S.M. Rekreativnoe prirodnoe taezhnoe ispol'zovanie: ponjatie, problemy, perspektivy [Recreational natural taiga use: concept, problems, prospects]. Vestnik IrGSHA, 2022, no. 108, pp. 78 – 91.
9. Nikulina N.A. Melkie mlekopitajushhie i ih jektoparazity v rajone stroitel'stva BAM (Charskaja kotlovina) [Small mammals and their ectoparasites in the BAM construction area (Charskaya Hollow)]. Cand. Dis. Thesis, Leningrad, 1981, 24 p. DSP.
10. Yusupov, R.R., Leontiev, D.F. The age structure of the forest and the state of the number of ungulates in the Kuytunsky district of the Irkutsk region [The age structure of the forest and the state of the number of ungulates in the Kuytunsky district of Irkutsk region]. Molodezhny, 2021, pp. 239-244.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Author's contribution. All authors of this study were directly involved in the planning, execution and analysis of this study. All authors of the article reviewed and approved the final version of the manuscript.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

История статьи / Article history:

Дата поступления в редакцию / Received: 24.06.2022

Поступила после рецензирования и доработки / Revised: 12.08.2022

Дата принятия к печати / Accepted: 26.09.2022

Сведения об авторе

Светлана Николаевна Каюкова – кандидат биологических наук, доцент, декан Технологического факультета Забайкальского аграрного института – филиала ФГБОУ ВО

“Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского”. Область исследований – экология растений и животных. Автор монографии “Эколого-биологические особенности видов рода *Orostachys* Fisch в Восточном Забайкалье”, статей в “Красная Книга Забайкальского края. Т. Растения”, “Малая энциклопедия Забайкалья (“Агинский бурятский округ”)” и свыше 70 научных и методических работ.

Контактная информация:

ЗабАИ - ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ. Деканат Технологического факультета. 672023, Россия, Чита, ул. Юбилейная, 4, e-mail: snk81@list.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2506-7167>

Information about author

Svetlana N. Kayukova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, dean of the Faculty of Technology, Trans-Baikal Agricultural Institute – branch of FSBEI HE “Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky”. The field of research is the ecology of plants and animals. Kayukova S.N. is the author of the monograph “Ecological and biological features of the species of the genus *Orostachys* Fisch in the Eastern Trans-Baikal region”, articles in “Red Book of Trans-Baikal Territory. Vol. Plants”, “Small Encyclopedia of Trans-Baikal territory (Aginsky Buryat district)” and over 70 scientific and methodological works.

Contact information: Trans-Baikal Agricultural Institute – FSBEI HE Irkutsk SAU. Department of Animal Science and Hunting. 672023, Russia, Chita, Yubileynaya str.,4, e-mail: snk81@list.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2506-7167>



DOI: 10.51215/1999 - 3765-2022-111-89-98

УДК 581.5:635.92.054

Научная статья

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СЕВЕРОАМЕРИКАНСКИХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В ОЗЕЛЕНЕНИИ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ

Н.А. Коляда

Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток, Россия

Аннотация. Изучение зеленых насаждений Приморского края показало, что в 11 городах встречается 13 видов древесных североамериканских растений. Большинство из них находится в хорошем состоянии, больные и засохшие растения удаляются своевременно. По степени обилия встречаются очень часто (4 балла) – клен ясенелистый, пузыреплодник калинолистный, часто (3 балла) – аморфа кустарниковая, робиния ложноакациевая, гортензия древовидная ф. крупноцветковая и девичий виноград садовый, редко (2 балла) – сумах уксусный, туя западная и ель колючая ф. голубая, очень редко (1 балл, только в г. Уссурийске) – черемуха виргинская, смородина золотистая, ясень пенсильванский и тополь дельтовидный. Высота растений значительно варьирует, что связано с условиями произрастания (географическим положением населенного пункта, возрастом и зимостойкостью растений). Большинство исследуемых растений имеет высокую зимостойкость (I-II балла), робиния ложноакациевая и аморфа кустарниковая менее зимостойки (III-IV балла) и в аномально холодные зимы обмерзают. Исключительно декоративны во время цветения робиния ложноакациевая и гортензия древовидная, декоративность остальных видов варьирует от высокой до слабой. В отношении сезонной декоративности хвойные растения декоративны на протяжении всего года, лиственные – в течение вегетационного периода. В последние годы некоторые североамериканские растения проявляют тенденцию к инвазионности, могут расселяться за пределы мест посадок посредством семенного и вегетативного размножения. Распространению этих видов в городских условиях препятствует обработка части площадей путём выкашивания травы на придомовых и приусадебных территориях, удаление растительности с придорожной полосы, при этом часть сеянцев уничтожается. Оценка эколого-биологических особенностей североамериканских древесных растений, используемых в озеленении, показывает перспективность и целесообразность дальнейшего их использования в ландшафтном дизайне юга Дальнего Востока.

Ключевые слова: *Приморский край, североамериканские древесные растения, жизненная форма, зимостойкость, декоративность, инвазивность*

Для цитирования: Коляда Н.А. Эколого-биологическая оценка североамериканских древесных растений в озеленении на юге Дальнего Востока России. “Научно-практический журнал “Вестник ИрГСХА”. 2022; 4(111):89-98. DOI: 10.51215/1999 - 3765-2022-111-89-98.

ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL ASSESSMENT OF NORTH AMERICAN WOODY PLANTS IN THE LANDSCAPING OF THE SOUTHERN FAR EAST OF RUSSIA

Nina A. Kolyada

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity of FEB RAS, *Vladivostok, Russia*

Abstract. The study of the green spaces of Primorsky territory showed that 13 species of woody North American plants are found in 11 cities. Most of them are in good condition; sick and dried plants are removed in a timely manner. According to the degree of abundance, they are very common (4 points – *Acer negundo* L., *Physocarpus opulifolia* L., often (3 points) – *Amorpha fruticosa* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Hydrangea arborescens* L. f. *grandiflora* and *Parthenocissus inserta* (A. Kern.) Fritsch, rarely (2 points) – *Rhus typhina* L., *Thuja occidentalis* L. and *Picea pungens* Engelm. f. *glauca*, very rarely (1 point, only in Ussuriysk) – *Padus virginiana* L., *Ribes aureum* Pursh, *Fraxinus pennsylvanica* Marsh and *Populus deltoides* Marsh. Plant height varies significantly, which is associated with growing conditions (geographical location of the settlement, age and winter hardiness of plants). Most of the studied plants have high winter hardiness (I-II points), *Robinia pseudoacacia* L., and *Amorpha fruticosa* L. are less winter-hardy (III-IV points) and freeze in abnormally cold winters. *Robinia pseudoacacia* L. and *Hydrangea arborescens* L. f. *grandiflora* are exceptionally decorative during flowering; the decorative effect of other species varies from high to weak. In terms of seasonal decorativeness, coniferous plants are decorative throughout the year, deciduous - during the growing season. In recent years, some North American plants have shown a tendency to be invasive, they can spread outside the planting sites through seed and vegetative reproduction. The spread of these species in urban conditions is prevented by the cultivation of part of the area by mowing the grass on the household territories, the removal of vegetation from the roadside, while some of the seedlings are destroyed. An assessment of the ecological and biological characteristics of North American woody plants used in landscaping shows the prospects and expediency of their further use in landscape design in the south of the Far East.

Keywords: *Primorsky territory, North American woody plants, life form, winter hardiness, decorative effect, invasiveness*

For citation: Kolyada N.A. Ecological and biological assessment of North American woody plants in the landscaping of the southern Far East of Russia. *Scientific and practical journal “Vestnik IrGSHA”*. 2022;4 (111):89-98. DOI: 10.51215/1999-3765-2022-111-89-98.

Введение. В настоящее время весьма актуальной является задача создания комфортного проживания в населённых пунктах Дальневосточного региона. В значительной степени она реализуется путем озеленения селитебных территорий городов и сельских населенных пунктов. Древесные растения, используемые в ландшафтном дизайне, выполняют экологические, санитарно-гигиенические и эстетические функции.

Декоративные древесные растения являются основным материалом для строительства садов и парков, создания широкой сети зеленых насаждений.

Культурные ландшафты населенных пунктов создаются не только с помощью аборигенных, приспособленных к данному климату древесных растений. Широко привлекаются и интродуценты – виды из других регионов и стран. Среди разнообразных инорайонных древесных растений по своим декоративным признакам большой интерес представляют виды флоры Северной Америки.

На юге Дальнего Востока России североамериканские виды используются в озеленении уже более ста лет. Первые растения стали культивировать отдельные садоводы-любители в частных садах. Ботанические сады и дендрарии, созданные в середине прошлого века, также внесли большой вклад по введению североамериканских растений в культурные ландшафты дальневосточного региона.

В настоящее время в интродукционных центрах региона накоплен значительный опыт выращивания североамериканских древесных растений. Большая их часть успешно прошла адаптацию и акклиматизацию к почвенно-климатическим условиям юга Дальнего Востока, многие растения сохраняют жизненную форму, свойственную им на родине, цветут, плодоносят и дают всхожие семена. Они обладают высокой экологической пластичностью, зимостойкостью и полностью одревесневают к концу вегетационного периода [2, 10].

В последние годы некоторые древесные североамериканские растения проявляют тенденцию к инвазионности, могут расселяться за пределы мест посадок посредством семенного и вегетативного размножения [3].

Цель – дать эколого-биологическую оценку североамериканских древесных растений, используемых в озеленении юга Дальнего Востока России, а также определить перспективность и целесообразность их дальнейшего использования.

Материал и методы. Маршрутно-рекогносцировочным способом в 2018-2022 гг. были обследованы 11 городов Приморского края.

Для эколого-биологической оценки североамериканских древесных растений определялись жизненная форма по И.Г. Серебрякову [7]. Жизненное состояние растений оценивалось по шкале В.А. Алексеева [1] – от 1 балла (здоровое дерево) до 5б балла (старый сухостой). Степень обилия североамериканских видов проводили по шкале Л.Н. Чиндяевой с соавторами [8] – от 0 баллов (растения отсутствуют) до 4 баллов (встречаемость очень частая).

Оценку зимостойкости проводили по 7-балльной шкале [5], разработанной в Главном ботаническом саду (ГБС) АН СССР, от I (наивысший балл зимостойкости, отсутствие повреждений) до VII (растение полностью вымерзает).

Наибольшее эмоциональное воздействие на человека оказывает цветение деревьев и кустарников, поэтому проведен анализ декоративности в фазе цветения. Использовалась 7-балльная шкала Г.Е. Мисник [4] – от 7

баллов (исключительно высокая декоративность) до 1 балла (декоративность отрицательная). При анализе декоративности растений также очень важна оценка сезонной декоративности, так как в умеренных поясах России снег держится нередко до 6 месяцев в году и лиственные растения сбрасывают листву, а вечнозеленые хвойные деревья создают основу ландшафтного дизайна населенных пунктов. Сезонная декоративность видов определялась по 4-х-балльной шкале Н.В. Котеловой и Н. Гречко [6], где наивысший балл – 10 – присваивался растениям, декоративным в течение всего года; 5 баллов – видам, которые привлекают внимание на протяжении вегетационного периода; 3 балла – древесным растениям, эффективным в отдельные периоды сезона, 1 балл – растениям, декоративным по отдельным признакам.

Для оценки показателей отбирались 25-30 случайных растений, встречающихся, 10-15 - встречающихся редко и 1-10 - встречающихся единично.

Результаты и их обсуждение. Согласно результатам проведенных исследований, в озеленении 11 городов Приморского края встречается 13 видов древесных североамериканских растений, относящихся к 13 родам и 11 семействам.

Лиственные растения представлены 9 видами: клен ясенелистный (*Acer negundo* L.), аморфа кустарниковая (*Amorpha fruticosa* L.), робиния ложноакациевая (*Robinia pseudoacacia* L.), девичий виноград садовый (*Parthenocissus inserta* (A. Kern.) Fritsch), сумах уксусный (*Rhus typhina* L.), пузыреплодник калинолистный (*Physocarpus opulifolia* (L.) Maxim.), ясень пенсильванский (*Fraxinus pennsylvanica* Marsh), тополь дельтовидный (*Populus deltoides* Marsh.), смородина золотистая (*Ribes aureum* Pursh), черемуха виргинская (*Padus virginiana* L.), гортензия древовидная ф. крупноцветковая (*Hydrangea arborescens* L. f. *grandiflora*); хвойные – 2 видами: ель колючая (*Picea pungens* Engelm. f. *glauca*), туя западная (*Thuja occidentalis* L.) (таблица 1).

Наибольшее число видов (13) отмечено в г. Уссурийске, в гг. Арсеньеве, Артеме, Находке – 9 видов, в гг. Спасске-Дальнем и Партизанске – 8 видов. В остальных 5 населенных пунктах зарегистрировано от 4 до 7 видов растений.

Судя по наблюдениям, в достаточно крупных городах с развитым ландшафтным дизайном, сосредоточенных в центральной и южной части региона, встречается наибольшее разнообразие североамериканских видов растений. Это такие города, как Уссурийск, Находка и др. На севере края и небольших городах (Дальнереченск и Лесозаводск) встречаемость их ниже.

Таблица 1 - Встречаемость североамериканских древесных видов растений в озеленении городов Приморского края

Table 1 - Occurrence of North American woody plant species in urban landscaping on Primorsky territory

Название города	клен негундо	аморфа кустарниковая	робиния ложноакациевая	девичий виноград садовый	сумах укусный	пузыреплодник калинолистный	смородина золотистая	туя западная	ель колючая ф. голубая	ясень пенсильванский	черемуха виргинская	гортензия древовидная ф. крупноцветковая	тополь дельтовидный
Арсеньев	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-
Артем	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-
Большой Камень	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	+	-
Дальнегорск	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-
Дальнереченск	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Лесозаводск	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Находка	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-
Партизанск	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-
Спасск-Дальний	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-
Уссурийск	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Фокино	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-

Проведена оценка степени обилия в насаждениях и жизненного состояния североамериканских древесных растений в озеленении городов Приморского края (табл. 2).

Большинство североамериканских деревьев и кустарников находится в хорошем состоянии (1-2 балла), реже в удовлетворительном (3 балла), например, ясень пенсильванский, который в г. Уссурийске поражается ясеневой изумрудной узкотелой златкой (*Agilus pallidipennis* Fairmaire) [9].

По степени обилия в изученных городах преобладают клен ясенелистный, пузыреплодник калинолистный, аморфа кустарниковая, робиния ложноакациевая, девичий виноград садовый. Менее обильны сумах укусный, гортензия древовидная ф. крупноцветковая и виды хвойных – туя западная и ель колючая ф. голубая. Наименьшая обильность отмечается в г. Уссурийске у черемухи виргинской, смородины золотистой, ясеня пенсильванского и тополя дельтовидного. Тополь дельтовидный, не так давно широко представленный в озеленении населенных пунктов Приморского края, ныне повсеместно удаляется, поскольку достиг предельного возраста и часто усыхает.

Была также проведена оценка таких показателей, как высота растений, жизненная форма и зимостойкость, а также декоративность в фазе цветения и сезонная декоративность (табл. 3).

Таблица 2 – Оценка степени обилия и жизненного состояния североамериканских древесных растений в озеленении городов Приморского края

Table 2 - Assessment of the degree of abundance and living condition of North American woody plants in urban landscaping on Primorsky territory

Название города	Показатель	клен ясенелистный	аморфа кустарниковая	робиния ложноакациевая	девичий виноград садовый	сумах укусуный	пузыреллодник калинолистный	смородина золотистая	черемуха виргинская	тополь дельтовидный	ясень пенсильванский	гортензия древовидная ф. крупноцветковая	ель колочая ф. голубая	туя западная
		ЖС	СО	ЖС	СО	ЖС	СО	ЖС	СО	ЖС	СО	ЖС	СО	ЖС
Арсеньев	ЖС	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	1	1	1
	СО	4	3	3	3	2	4	-	-	-	-	3	1	1
Артем	ЖС	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	1	1	1
	СО	4	2	3	2	2	3	-	-	-	-	2	1	1
Большой Камень	ЖС	1	1	1	-	1	1	-	-	-	-	1	-	1
	СО	3	2	2	-	1	2	-	-	-	-	2	-	1
Дальнегорск	ЖС	1	1	2	1	1	1	-	-	-	-	1	-	1
	СО	3	2	3	2	2	2	-	-	-	-	2	-	1
Дальнереченск	ЖС	1	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-
	СО	4	-	1	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-
Лесозаводск	ЖС	1	1	1	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-
	СО	4	1	2	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Находка	ЖС	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	1	1	1
	СО	4	2	3	3	2	3	-	-	-	-	3	1	1
Партизанск	ЖС	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	1	-	-
	СО	3	2	3	3	1	2	-	-	-	-	2	-	-
Спасск-Дальний	ЖС	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	1	-	1
	СО	4	3	3	3	2	4	-	-	-	-	3	-	1
Уссурийск	ЖС	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	1	1	1
	СО	4	3	3	3	2	4	2	1	1	2	3	1	1
Фокино	ЖС	1	-	1	-	1	1	-	-	-	-	1	-	-
	СО	3	-	2	-	2	2	-	-	-	-	1	-	-

Примечание: ЖС – жизненное состояние, СО – степень обилия в насаждениях.

По своей жизненной форме среди североамериканских древесных растений, используемых в озеленении юга Дальнего Востока, преобладают деревья (7 видов). Кустарников достаточно мало (4 вида), сумах укусуный представлен кустарниковой и древовидной формами, имеется также одна древесная лиана – девичий виноград садовый. Все виды сохраняют жизненную форму, свойственную им на родине.

Полученные данные (табл.3) свидетельствуют о том, что высота растений значительно варьирует и зависит от целого ряда показателей – месторасположения насаждений, условий произрастания, зимостойкости растений, возраста и др., т.е. анализ осуществлялся с учетом максимальных и

минимальных размеров, которые достигают исследуемые растения в городских условиях.

Таблица 3 – Оценка некоторых показателей североамериканских древесных растений в озеленении городов Приморского края

Table 3 – Assessment of some indicators of North American woody plants in urban landscaping on Primorsky territory

Название вида	Жизненная форма	Высота, м	Оценка зимостойкости, балл	Оценка декоративности в фазе цветения, балл	Оценка сезонной декоративности, балл
Клен ясенелистный	Д	1.5-8	1	4	1
Аморфа кустарниковая	К	1.6-5	3-4	6	3
Робиния ложноакациевая	Д	5-23	2-3	7	3
Девичий виноград садовый	Л	3-10	1	4	5
Сурах укусный	К/Д	2.3-3.5	2	6	5
Пузыреплодник калинолистный	К	1.5-2.5	1	5-6	3
Смородина золотистая	К	1-1.7	1	4	3
Туя западная	Д	2.5-4	1-2	3	10
Ель колючая ф. голубая	Д	2-9	1-2	4	10
Ясень пенсильванский	Д	5-8	1	3	1
Черемуха виргинская	Д	1,8	1	5	3
Гортензия древовидная ф. крупноцветковая	К	1.5-2	1	7	3
Тополь дельтовидный	Д	3-16	1	4	1

Примечание: Д – дерево, К – кустарник, Л – лиана.

На юге региона климат более теплый, муссонный. Например, робиния ложноакациевая и аморфа кустарниковая в г. Находка, достигают соответственно 23 и 5 м высоты, это наивысшие показатели для исследуемой территории. На севере Приморского края, где климат более континентальный и холодный, как, например, в г. Лесозаводске, робиния ложноакациевая достигает только 5,5 м, аморфа кустарниковая – 1,6 м.

Большая часть растений имеет высокую зимостойкость, I-II балла – пузыреплодник калинолистный, клен негундо, девичий виноград садовый и др., ниже (III-IV балла) у аморфы кустарниковой и робинии ложноакациевой (до III). В центральных и северных районах Приморского края аморфа кустарниковая в аномально холодные зимы сильно обмерзает, но, обладая высокой побегообразовательной способностью, быстро восстанавливает свою надземную часть. Минимальные показатели зимостойкости в молодом возрасте имеют также хвойные растения – туя западная, ель колючая (форма голубая), которые нуждаются в укрытии в зимний период. Отмечено, что с

возрастом зимостойкость многих североамериканских видов растений повышается. Сумах укусуный имеет зимостойкость II балла и представлен как деревом, так и кустарником.

Анализ декоративности видов в фазе цветения показал, что наиболее высокие баллы имеют лиственные древесные растения с крупными соцветиями (7 баллов, исключительно высокая декоративность): робиния ложноакациевая и гортензия древовидная. Высокой декоративностью (6 баллов) обладают сумах укусуный и аморфа кустарниковая. У остальных видов декоративность посредственная (5 баллов – пузыреплодник калинолистный, черемуха виргинская), либо от слабой до весьма слабой (4-3 балла – девичий виноград садовый, ясень пенсильванский и др.).

Наивысшей сезонной декоративностью (10 баллов) обладают хвойные виды, которые декоративны на протяжении всего года (ель колючая ф. голубая, туя западная). Два вида лиственных растений получили 5 баллов, поскольку декоративны только в течение вегетационного периода – сумах укусуный и девичий виноград садовый. Большая часть видов имеет 3 балла, поскольку они эффектны в отдельные периоды сезона, например, во время цветения (робиния ложноакациевая, гортензия древовидная ф. крупноцветковая, аморфа кустарниковая и др.) или плодоношения (черемуха виргинская). Три вида имеют по 1 баллу, так как декоративны только по определенным признакам – имеют оригинальную форму листовой пластинки (тополь дельтовидный) либо плотно-облиственную фактуру кроны (клен ясенелистный, ясень пенсильванский).

Заключение. В последние годы в ландшафтном дизайне юга Дальнего Востока все чаще используются такие североамериканские древесные растения, как клен ясенелистный, аморфа кустарниковая, робиния ложноакациевая, девичий виноград садовый и сумах укусуный.

Проведенная оценка эколого-биологических особенностей североамериканских интродуцентов, используемых в озеленении городов Приморского края, свидетельствует о перспективности и целесообразности дальнейшего их использования в ландшафтном дизайне региона. При этом большая часть видов встречается только в местах посадок (девичий виноград садовый может уходить из культуры). Однако на нарушенных территориях некоторые виды проявляют потенциально инвазионные свойства (клен ясенелистный, аморфа кустарниковая, робиния ложноакациевая).

Для предотвращения распространения агрессивных интродуцентов необходим более тщательный уход за посадками, что препятствует их дальнейшему расселению в городских условиях и оставляет им только одну функцию – оптимизацию ландшафта. В настоящее время для улучшения комфортного проживания населения следует привлекать новые декоративные североамериканские виды, которые в успешно прошли акклиматизацию и адаптацию к местным природно-климатическим условиям в интродукционных центрах региона.

Список литературы

1. Алексеев, В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев /В.А. Алексеев// Лесоведение. – 1989. – №4. – С. 51-57.
2. Коляда, Н.А. Декоративные качества некоторых древесных растений флоры Северной Америки в дендрарии Горнотаежной станции ДВО РАН /Н.А. Коляда// Субтропическое и декоративное садоводство. – 2019. – № 68. – С. 78-84.
3. Коляда, Н.А. К уточнению границ вторичных ареалов североамериканских потенциально инвазионных видов древесных растений на юге Дальнего Востока России /Н.А. Коляда // Сибирский лесной журнал. – 2021. – № 1. – С.68-76.
4. Котелова, Н.В. Оценка декоративности / Н.В. Котелова, Н.С. Гречко// Цветоводство. – 1969. – № 10. – С. 11- 12.
5. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР / Александра М.С., Булыгин Н.Е., Ворошилов В.Н. и др. – М.: ГБСАН СССР, 1975. – 28 с.
6. Мисник. Г.Е. Сроки и характер цветения деревьев и кустарников/ Г.Е. Мисник – Киев: Наукова думка, 1976. – 390 с.
7. Серебряков, И.Г. Экологическая морфология растений / И. Г. Серебряков – М.: Изд-во Высш.школа, 1962. – 378 с.
8. Чиндяева, Л.Н. Древесные растения в озеленении сибирских городов/Л.Н. Чиндяева, М.А. Томошевич, А.П. Беланова, Е.В. Банаев – Новосибирск: Гео, 2018. – 457 с.
9. Юрченко, Г.И. Ясенева узкотелая изумрудная златка на российском Дальнем Востоке /Г.И. Юрченко// Ясенева узкотелая изумрудная златка – распространение и меры защиты в США и России / Под общ. ред. Ю. Гниненко – Пушкино: ВНИИЛМ, 2016. – 120 с.
10. Яковлева, Е.П. Комплексное почвенно-геоботаническое исследование природных кормовых угодий / Е.П. Яковлева, Л.С. Трофимова, И.А. Трофимов // Успехи современной науки. - 2017. - Т.2.(10). - С. 185-188.

References

1. Alekseyev V.A. Diagnostika zhiznennogo sostoyaniya derev'yev i drevostoyev [Diagnostics of the vital state of trees and forest stands]. Lesovedeniye, 1989, no. 4, pp. 51 – 57.
2. Kolyada N.A. Dekorativnyye kachestva nekotorykh drevesnykh rasteniy flory Severnoy Ameriki v dendrarii Gornotayezhnoy stantsii DVO RAN [Decorative qualities of some woody plants of the flora of North America in the arboretum of the Mountain-Taiga Station of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences]. Subtropicheskoye i dekorativnoye sadovodstvo, 2019, no. 68, pp. 78 – 84.
3. Kolyada N.A. K utochneniyu granits vtorichnykh arealov severoamerikanskikh potentsial'no invazionnykh vidov drevesnykh rasteniy na yuge Dal'nego Vostoka Rossii [To clarify the boundaries of the secondary ranges of North American potentially invasive species of woody plants in the south of the Russian Far East]. Sibirskiy lesnoy zhurnal, 2021, no. 1, pp. 68 – 76.
4. Kotelova N.V., Grechko N.S. Otsenka dekorativnosti [Evaluation of decorativeness]. Tsvetovodstvo, 1969, no. 10, pp. 11 – 12.
5. Metodika fenologicheskikh nablyudeniyy v botanicheskikh sadakh SSSR [Methods of phenological observations in the botanical gardens of the USSR]. Moscow: GBSANSSSR, 1975, 28 p.
6. Misnik G.Ye. Sroki i kharakter tsveteniya derev'yev i kustarnikov [Timing and nature of flowering of trees and shrubs]. Kiyev: Naukova dumka, 1976, 390 p.
7. Serebryakov I.G. Ekologicheskaya morfologiya rasteniy [Ecological morphology of plants]. Moscow: Izd-vo “Vyssh.shk.”, 1962, 378 p.

8. Chindyayeva, L.N. et all. Drevesnyye rasteniya v ozelenenii sibirskikh gorodov [Woody plants in the landscaping of Siberian cities]. Novosibirsk: Geo, 2018, 457 p.

9. Yurchenko, G.I. Yasenevaya uzkotelaya izumrudnaya zlatka na rossiyskom Dal'nem Vostoke [Ash narrow-bodied emerald borer in the Russian Far East]. Pushkino: VNIILM, 2016. 120 p.

10. Yakovleva, E.P. et all. Kompleksnoe pochvenno-geobotanicheskoe issledovanie prirodnih kormovyh ugodij [Complex soil-geobotanical study of natural forage lands]. Uspekhisovre-mennoj nauki, 2017, vol.2.(10), pp. 185-188.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Author's contribution. All authors of this study were directly involved in the planning, execution and analysis of this study. All authors of the article reviewed and approved the final version of the manuscript.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

История статьи / Article history:

Дата поступления в редакцию / Received: 24.06.2022

Поступила после рецензирования и доработки / Revised: 12.08.2022

Дата принятия к печати / Accepted: 26.09.2022

Сведения об авторе

Коляда Нина Анатольевна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории дендрологии. Область исследований – акклиматизация североамериканских древесных растений на юге Дальнего Востока России и оценка их инвазионной опасности. Автор более 70 научных публикаций.

Контактная информация: Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, 690022, Россия, г. Владивосток, проспект 100-летия, 165, e-mail: Kolyada18@rambler.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8729-2776>.

Information about author

Nina A. Kolyada – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Dendrology. The field of research is the acclimatization of North American woody plants in the south of the Russian Far East and the assessment of their invasive danger. Author of more than 70 scientific publications.

Contact information: Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences. Prospekt Stoletiya Vladivostoka, 159, Vladivostok, 690022 Russian Federation, e-mail: Kolyada18@rambler.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8729-2776>.



DOI 10.51215/1999-3765-2022-111-99-108

УДК 574.24

Научная статья

СТАБИЛЬНОСТЬ РАЗВИТИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ ВДОЛЬ АВТОТРАСС КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

¹И.С. Коротченко, ²Г.Г. Первышина, ¹В.А. Медведева

¹Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск, Россия

²Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

Аннотация. Для оценки экологических последствий антропогенного воздействия, обеспечения необходимого уровня качества окружающей среды и экологической безопасности окружающей природной среды необходим биологический мониторинг. В последнее время степень воздействия экологических факторов исследователи анализируют через стабильность развития (флуктуирующую асимметрию). В данной работе показана оценка стабильности развития древесных насаждений, произрастающих в зоне влияния автодорог Назаровского и Емельяновского района Красноярского края. Для исследования были выбраны наиболее распространенные древесные породы, широко используемые для озеленения: черемуха обыкновенная, тополь бальзамический, береза повислая. Репрезентативность полученных данных подтверждена соответствующей статистической обработкой. Выявлены морфометрические показатели листовой пластинки (j_3 , j_4 , j_5) березы повислой и черемухи обыкновенной чувствительные к негативным факторам окружающей среды, интенсифицирующиеся под воздействием выбросов автотранспорта. Для листовых пластинок березы повислой и черемухи обыкновенной, произрастающих вдоль автотрасс Красноярского края (Назаровский и Емельяновский районы), обнаружены схожие признаки по степени отклика, которые можно построить в убывающий ряд по степени отклонения от нормы: $j_3 > j_4 > j_5 > j_1 > j_2$ и $j_4 > j_5 > j_2 > j_3 > j_1$ соответственно. Стабильность развития (индекс флуктуирующей асимметрии) исследуемых растений для Назаровского района изменялся в пределах 0,054–0,100, Емельяновского района – 0,039–0,051, что характеризует среду придорожной территории в Назаровском районе наиболее неблагоприятной. Показано, что береза повислая и черемуха обыкновенная в отличие от тополя бальзамического оказались более стабильными и могут быть использованы в качестве газозащитных и пылезащитных зеленых насаждений вдоль автомобильных дорог.

Ключевые слова: *древесные растения, стабильность развития, индекс флуктуирующей асимметрии, автомобильный транспорт*

Для цитирования: Коротченко И.С., Первышина Г.Г., Медведева В.А. Стабильность развития древесных растений, произрастающих вдоль автотрасс Красноярского края. 2022;4 (111):99-108. DOI: 10.51215/1999-3765-2022-111-99-108.

DEVELOPMENT STABILITY OF WOODY PLANTS GROWING ALONG THE HIGHWAYS OF THE KRASNOYARSK REGION

Irina S. Korotchenko, Galina G. Pervyshina, Victoria A. Medvedeva

¹Krasnoyarsk State Agrarian University, *Krasnoyarsk, Krasnoyarsk Krai, Russia*

²Siberian Federal University, *Krasnoyarsk, Krasnoyarsk Krai, Russia*

Abstract. To assess the environmental consequences of anthropogenic impact, to ensure the required level of environmental quality and environmental safety of the natural environment, biological monitoring is necessary. Recently, researchers have analyzed the degree of impact of environmental factors through developmental stability (fluctuating asymmetry). This paper shows an assessment of the stability of the development of tree plantations growing in the zone of influence of the roads of the Nazarovsky and Emelyanovsky districts of the Krasnoyarsk Territory. For the study, the most common tree species widely used for landscaping were selected: bird cherry, balsam poplar, drooping birch. The representativeness of the obtained data was confirmed by appropriate statistical processing. The morphometric parameters of the leaf blade (j_3 , j_4 , j_5) of drooping birch and bird cherry are revealed, which are sensitive to negative environmental factors, intensified under the influence of vehicle emissions. For leaf blades of drooping birch and bird cherry, growing along the highways of the Krasnoyarsk Territory (Nazarovsky and Emelyanovsky districts), similar signs were found in terms of the degree of response, which can be built in a decreasing series according to the degree of deviation from the norm: $j_3 > j_4 > j_5 > j_1 > j_2$ and $j_4 > j_5 > j_2 > j_3 > j_1$, respectively. The stability of development (index of fluctuating asymmetry) of the studied plants for the Nazarovsky district varied within 0.054–0.100, for the Emelyanovsky district - 0.039–0.051, which characterizes the environment of the roadside area in the Nazarovsky district as the most unfavorable. It is shown that drooping birch and bird cherry, unlike balsam poplar, turned out to be more stable and can be used as gas-protective and dust-protective green spaces along highways.

Keywords: *woody plants, developmental stability, fluctuating asymmetry index, road transport.*

For citation: Korotchenko I.S., Pervyshina G.G., Medvedeva V.A. Development stability of woody plants growing along the highways of the Krasnoyarsk region. *Scientific and practical journal "Vestnik IrGSHA"*. 2022; 4(111):99-108. DOI: 10.51215/1999 - 3765-2022-111-99-108.

Введение. Зеленые насаждения выполняют газозащитную, пылезащитную роль не только в рекреационных, селитебных, промышленных и пр. зонах населенного пункта, но в придорожных полосах. Помимо данной роли они одновременно выполняют функцию биоиндикатора состояния окружающей среды [4, 6].

Исследователи широко используют успешно зарекомендовавший себя, по мнению ряда ученых [5, 8] метод оценки стабильности развития растений через анализ изменения флуктуирующей асимметрии листовой пластинки [7].

Растения, преодолевая воздействие неблагоприятных факторов, вырабатывают приспособительные изменения в строении и процессах

жизнедеятельности. Так, под действием антропогенного фактора происходит уменьшение площади листовой пластинки древесных растений, проявляется асимметрия их листовых пластинок [2].

Цель – выявить стабильность развития древесных растений в условиях транспортной нагрузки с целью отбора оптимального вида для озеленения газо- и пылезащитных полос автотрасс Красноярского края.

Материал и методы исследования. Объектами исследования были выбраны наиболее распространенные древесные породы, широко используемые для озеленения придорожных полос [1] – это береза повислая (*Betula pendula* Roth), тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.), черемуха обыкновенная (*Prunus padus*), являющиеся пылезадерживающими, газоустойчивыми породами.

Для решения поставленной цели в конце августа 2020 г. были отобраны растительные пробы на территориях, прилегающих к автомобильным дорогам общего пользования регионального значения Красноярского края: 04К-291 (Емельяновский район) и 04К-003 (Назаровский район) (таблица 1)

Контрольный участок представлял собой природный биотоп в Емельяновском районе Красноярского края, в котором автотранспортная нагрузка отсутствует (опушка смешанного леса).

Отбор произвели в соответствии с требованиями методик [11, 13] с западной и южной стороны кроны (средняя часть) с 6-10 произвольно выбранных деревьев каждого вида (удаленность от автодороги не менее 50 м, характеризующаяся низким уровнем загрузки движения). Листья отжимали между слоями фильтровальной бумаги и высушивали под прессом. Выборка растительных образцов составляла по 60-100 листьев в каждой точке с деревьев одного возраста.

Подготовленное растительное сырье сканировали с разрешением 1200 dpi. В процедуре обмера принимали участие 5 человек, при этом измерения осуществляли на листовых пластинках, не имеющих механического повреждения или деформации. В исследовании рассматривали наиболее стандартные признаки: j_1 – ширина левой и правой половинок листовой пластинки; j_2 – расстояние от основания листовой пластинки до конца жилки второго порядка; j_3 – расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка; j_4 – расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка; j_5 – угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка.

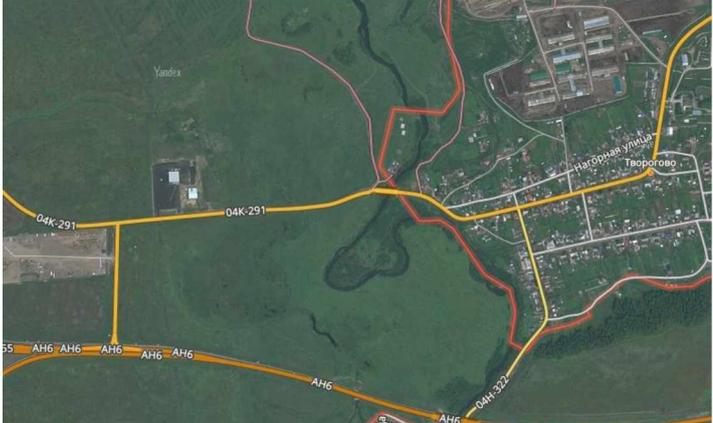
Статистическую обработку проводили с использованием средств Пакета анализа MS Excel и StatSoft STATISTICA.

Результаты и их обсуждение. Анализ флуктуирующей асимметрии исследованных параметров листовых пластинок показал различное варьирование исследуемых признаков в зависимости от вида биоиндикатора и места его произрастания. Так, в Назаровском районе наиболее

чувствительными признаками оказались у *Betula pendula* Roth показатель j_3 , у *Prunus padus* и *Populus balsamifera* – j_4 .

Таблица 1 – Расположение экспериментальных площадок

Table 1 - Location of experimental sites

№ площадки	Описание исследуемой территории	Территории отбора растительных образцов (рисунки сделаны с помощью Яндекс. Карты)
1	Назаровский район Красноярского края (г. Назарово), дорога обычного типа (не скоростная) категории II [8]	
2	Емельяновский район Красноярского края (д. Творогово), дорога обычного типа (не скоростная) категории II [8]	

Для Емельяновского района похожие результаты, за исключением индикатора – *Populus balsamifera* (у *Betula pendula* Roth показатель j_3 , *Prunus padus* и *Populus balsamifera* – j_1) (рис. 1, 2).

Выявлена наибольшая изменчивость для *Populus balsamifera* признака – расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка. Похожую закономерность в наибольшем варьировании признака j_3 для *Populus balsamifera* отмечают и другие исследователи [12].

Интегральный показатель нарушения стабильности развития *Betula pendula* Roth, *Populus balsamifera*, *Prunus padus* придорожной территории Назаровского района варьировал в пределах 0.054–0.100 – состояние среды характеризовалось как “критическое” и “крайне неблагоприятное”, Емельяновского района – в пределах 0.039–0.051, т.е. состояние среды изменялось от “средних отклонений от нормы” до “критических”. В качестве

контроля использованы данные, полученные из природного биотопа. Показатель ИФА в контрольном участке составил 0.039, что соответствует условной норме (табл. 2).

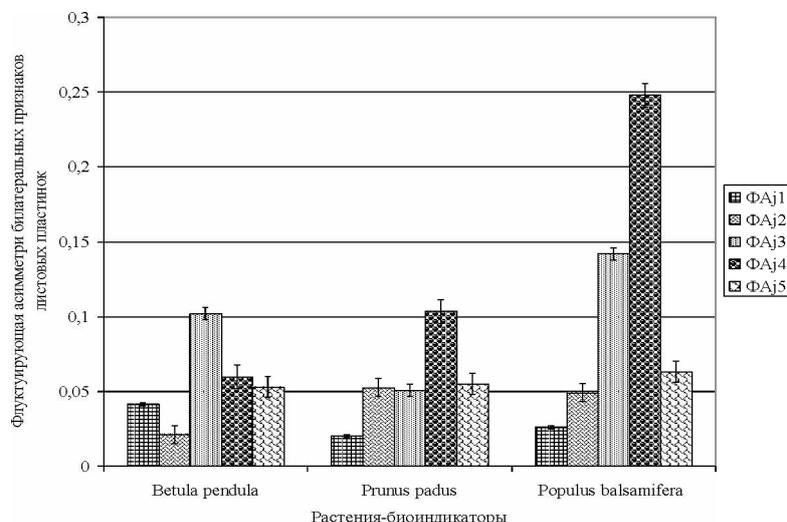


Рисунок 1 – Показатели флуктуирующей асимметрии соответствующих билатеральных признаков: (FAj1...5) на исследуемом участке (Назаровский район Красноярского края)

Fig. 1 – Indicators of fluctuating asymmetry of the corresponding bilateral signs: (FAj1...5) in the study area (Nazarovskiy district of Krasnoyarsk Territory)

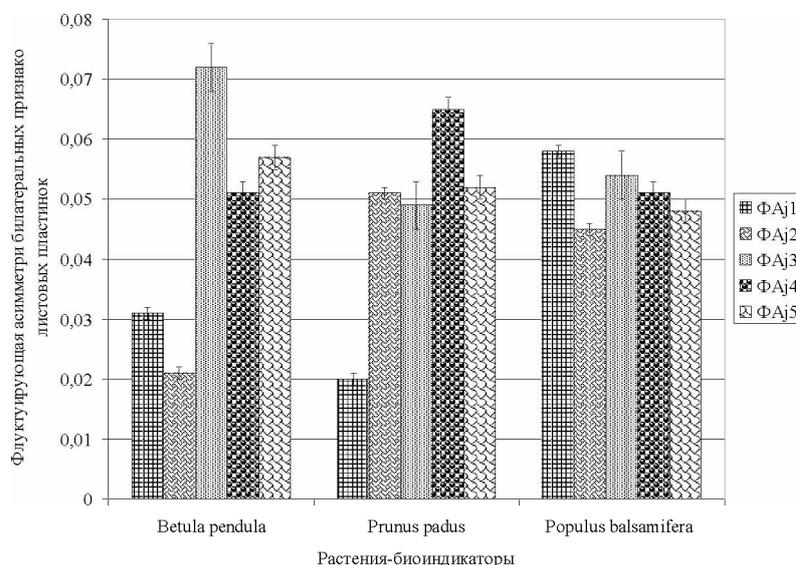


Рисунок 2 – Показатели флуктуирующей асимметрии соответствующих билатеральных признаков: (FAj1...5) на исследуемом участке (Емельяновский район Красноярского края)

Fig. 2 – Indicators of fluctuating asymmetry of the corresponding bilateral signs: (FAj1...5) in the study area (Emelyanovskiy district of Krasnoyarsk Territory)

Более неблагоприятная экологическая ситуация на экспериментальной площадке Назаровского района связана не только воздействием автомобильного транспорта, но и выбросами: ОАО "Назаровская ГРЭС" (работает на буром угле технологической марки 2Б, подгруппа 2БВ, добываемом на разрезе АО "Назаровский"), ОАО "Фирма энергозащита" филиал "Назаровский завод теплоизоляционных изделий и конструкций"; ООО "Межрегионпродукт (Восточно-Сибирский завод металлоконструкций); "ТП "Назаровский завод железобетонных изделий", что было отмечено в ряде предыдущих наших работ [4, 9,10,14].

Таблица 2 – Значения интегрального индекса флуктуирующей асимметрии (ИФА) и оценка качества окружающей среды

Table 2 - Values of the integral index of fluctuating asymmetry (IFA) and assessment of the quality of the environment

Экспериментальные площадки	Растения-биондикаторы	Количество точек	M	m	Балл [9]
1. Назаровский район Красноярского края	<i>Betula pendula</i>	10	0.054	0.001	IV
	<i>Populus balsamifera</i>	10	0.055	0.002	V
	<i>Prunus padus</i>	6	0.100	0.002	V
Средний показатель ИФА по трем растениям-биоиндикаторам 1 площадки = 0.069±0.065					
2. Емельяновский район Красноярского края	<i>Betula pendula</i>	10	0.046	0.002	III
	<i>Populus balsamifera</i>	9	0.047	0.001	III
	<i>Prunus padus</i>	7	0.051	0.002	IV
Средний показатель ИФА по трем растениям-биоиндикаторам 2 площадки = 0.048±0.006					
3. Контрольный участок	0.039±0.002				

Примечание: M – среднее арифметическое показателя флуктуирующей асимметрии, m – ошибка репрезентативности.

Так как основным источником загрязнения на исследуемых территориях является автотранспорт, нами проведен анализ зависимости стабильности развития исследуемых растений от интенсивности движения автотранспорта. Интенсивность транспортной нагрузки варьировала в пределах от 0 до 3397 автомобилей в час. Обнаружена статистически значимая корреляционная зависимость между показателем ИФА и автотранспортной нагрузкой (коэффициент корреляции $r=0.89$) (рис. 3).

Выводы. 1. Наибольшее нарушение стабильности развития *Betula pendula* Roth, *Populus balsamifera*, *Prunus padus* отмечены для придорожной территории Назаровского района. Возможно, этот факт обусловлен не только воздействием автомобильного транспорта, но и выбросами расположенных рядом промышленных предприятий.

2. Оптимальными видами для озеленения газо- и пылезащитных полос автотрасс Красноярского края являются *Betula pendula* и *Prunus padus*.

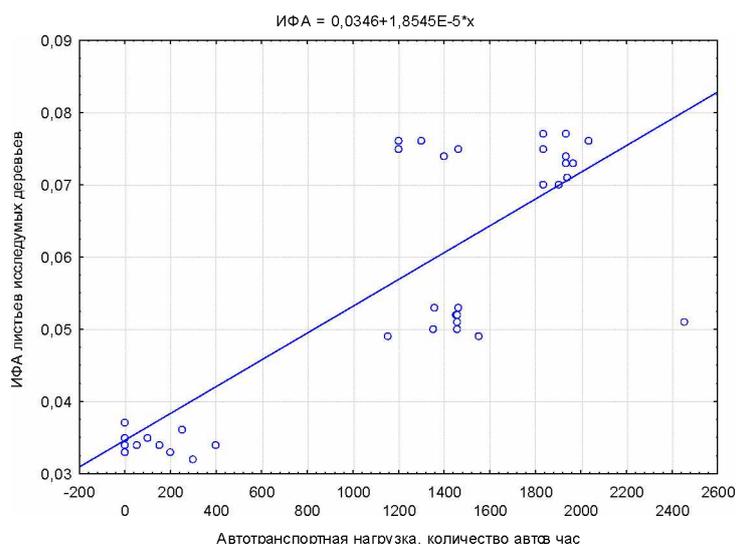


Рисунок 3 – Зависимость показателя ФА *Betula pendula* Roth, *Populus balsamifera*, *Prunus padus* от интенсивности движения автотранспорта на автомобильных дорогах Красноярского края

Fig. 3 – Dependence of the FA indicator *Betula pendula* Roth, *Populus balsamifera*, *Prunus padus* on the intensity of traffic on the roads of Krasnoyarsk Territory

Список литературы

1. Волынец, М.А. Газозащитные и пылезащитные зеленые насаждения вдоль автотрассы М-7 на отрезке Москва – Владимир. Анализ и рекомендации / М.А.Волынец, Е.И. Погодина, Е.П. Дегтярева // Междунар. науч. журн. ”Инновационная наука”. – 2016. – №6. – С.51-54
2. ГОСТ Р 52398-2005. Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования // <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-52398-2005> ((дата обращения 07.02.2022))
3. Здоровье среды: методика оценки // М.: Центр экол.политики России, 2000. - 66 с.
4. Зорина, А.А. Техногенная и широтная изменчивость величины асимметрии березы повислой и пушистой / А.А. Зорина // Проблемы региональной экологии. – 2019. – №. 1. – С. 21-28.
5. Зыков, И.Е., Оценка биоиндикационного значения уровня изменчивости параметров листовых пластинок липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) в условиях города Орехово-Зуево и Орехово-Зуевского района / И.Е. Зыков, Л.В. Федорова, С.Г. Баранов // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. – 2015. № 1. – С.15-21.
6. Коротченко, И.С. Биоиндикация загрязнения районов г. Красноярска по величине флуктуирующей асимметрии листовой пластинки вяза приземистого / И.С. Коротченко // Вестник КрасГАУ. – 2015. –№ 11 (110). – С. 67-72.
7. Коротченко, И.С. Влияние теплоэнергетического комплекса г. Красноярска на величину флуктуирующей асимметрии листовой пластинки тополя бальзамического / И.С. Коротченко // Вестник КрасГАУ. – 2015. –№ 8 (107). – С. 15-20.
8. Лебедев, Н.А. Стабильность развития древесных растений, произрастающих вблизи АО ”Назаровская ГРЭС” / Н.А. Лебедев, И.С. Коротченко, Г.Г. Первышина, Т.А. Кондратюк, П.С. Байкалов // Уголь. – 2020. – № 4 (1129). – С. 58-61.

9. Лебедев, Н.А. Оценка возможности использования некоторых видов древесных растений в качестве лесозащитных насаждений вдоль автотрасс / Н. А. Лебедев, Г. Г. Первышина, И. С. Коротченко // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития// Матер. междунар. науч.-практ. конф.// Красноярск: КрасГАУ, 2021. – С. 373-375.

10. Лебедев, Н.А. Сравнительный анализ стабильности развития *Populus balsamifera* и *Betula pendula* в условиях аэротехногенного загрязнения г. Назарово / Н.А. Лебедев, И.С. Коротченко, Г.Г. Первышина // Гомеостатические механизмы биологических систем: Сб. матер. Всеросс. конф., // Якутск: Электронное изд-во Нац. библ. Республики Саха (Якутия), 2021. – С. 26-28.

11. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ: распоряжение Росэкологии от 16 октября 2003 г. № 460-р. М., 2003. 24 с.

12. Слепов, А.Н. Оценка стабильности развития *Arctium lappa* вблизи объектов КАТЭК, расположенных на территории Назаровского района Красноярского края / А.Н. Слепов, А.Н. Лагунов, И.С. Коротченко, С.П. Бояринова, Г.Г. Первышина // Уголь. – 2019. – № 6 (1119). – С. 102-105.

13. Чудновская, Г.В. Показатели стабильности развития *Populus balsamifera* L., участвующего в озеленении Г. Иркутска / Г.В. Чудновская, О.В. Чернакова // Вестник ИрГСХА. – 2021. – № 104. – С. 93-106. – DOI 10.51215/1999-3765-2021-104-93-106.

14. Fluctuating asymmetry in morphological characteristics of *Betula pendula* roth leaf under conditions of urban ecosystems: Evaluation of the multi-factor negative impact / E. Shadrina, N. Turmukhametova, V. Soldatova [et al.] // Symmetry. – 2020. – Vol. 12. – No 8. – P. 1-35. – DOI 10.3390/sym12081317.

References

1. Volynech, M.A. et al. Gazozashchitnye i pylezashchitnye zelenye nasazhdeniya vdol' avtotrassy M-7 na otrezke Moskva – Vladimir. Analiz i rekomendacii [Gas-protective and dust-protective green spaces along the M-7 highway on the Moscow-Vladimir section. Analysis and recommendations]. Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal “Innovacionnaya nauka”, 2016, no.6, pp.51-54.

2. GOST R 52398-2005. Klassifikaciya avtomobil'nyh dorog. Osnovnye parametry i trebovaniya [GOST R 52398-2005. Road classification. Basic parameters and requirements] //http://docs.cntd.ru/document/gost-r-52398-2005 ((data obrashcheniya 07.02.2022))

3. Zdorov'e sredy: metodika ocenki [Environmental health: assessment methodology]. Moscow: Centr ekologicheskoy politiki Rossii, 2000, 66 p.

4. Zorina, A. A. Tekhnogennaya i shirotnaya izmenchivost' velichiny asimmetrii berezy povisloy i pushistoj [Technogenic and latitudinal variability of the asymmetry of birch hanging and fluffy]. Problemy regional'noj ekologii, 2019, no.1, pp. 21-28.

5. Zykov, I.E. et al. Ocenka bioindikacionnogo znacheniya urovnya izmenchivosti parametrov listovyh plastinok lipy melkolistnoj (*Tilia cordata* Mill.) v usloviyah goroda Orekhovo-Zuevo i Orekhovo-Zuevskogo rajona [Assessment of the bioindication value of the level of variability of the parameters of small-leaved linden leaf blades (*Tilia cordata* Mill.) in the conditions of the city of Orekhovo-Zuyevo and Orekhovo-Zuyevsky district]. Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki, 2015, no. 1, pp.15-21.

6. Korotchenko, I.S. Bioindikaciya zagryazneniya rajonov g. Krasnoyarska po velichine fluktuiruyushchej asimmetrii listovoj plastinki vyaza prizemistogo [Bioindication of the pollution of the districts of Krasnoyarsk-city by the magnitude of the fluctuating asymmetry of the leaf blade of Siberian elm]. Vestnik KrasGAU, 2015, no. 11 (110), pp. 67-72.

7. Korotchenko, I.S. Vliyanie teploenergeticheskogo kompleksa g. Krasnoyarska na velichinu fluktuiruyushchej asimmetrii listovoj plastinki topolya bal'zamicheskogo [The influence of the heat and power complex of Krasnoyarsk-city on the magnitude of the fluctuating asymmetry of the leaf blade of the balsamic poplar]. Vestnik KrasGAU, 2015, no. 8 (107), pp. 15-20.

8. Lebedev, N.A. et all. Stabil'nost' razvitiya drevesnyh rastenij, proizrastayushchih vblizi AO “Nazarovskaya GRES” [Stability of development of woody plants growing near JSC “Nazarovskaya GRES »]. Ugol', 2020, no. 4 (1129), pp. 58-61.

9. Lebedev, N.A. et all. Ocenka vozmozhnosti ispol'zovaniya nekotoryh vidov drevesnyh rastenij v kachestve lesozashchitnyh nasazhdenij vdol' avtotrass [Comparative analysis of the stability of the development of Populus balsamifera and Betula pendula in the conditions of aerotechnogenic pollution of Nazarovo]. Krasnoyarsk: Krasnoyarskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2021, pp. 373-375.

10. Lebedev, N.A. et all. Sravnitel'nyj analiz stabil'nosti razvitiya Populus balsamifera i Betula pendula v usloviyah aerotekhnogenogo zagryazneniya Nazarovo [Comparative analysis of the stability of the development of Populus balsamifera and Betula pendula in the conditions of aerotechnogenic pollution of Nazarovo]. YAkutsk: Elektronnoe izdatel'stvo Nacional'noj biblioteki Respubliki Saha (yakutiya), 2021, pp. 26-28.

11. Metodicheskie rekomendacii po vypolneniyu ocenki kachestva sredy po sostoyaniyu zhivyh sushchestv: rasporyazhenie Rosekologii ot 16 oktyabrya 2003 g. № 460-r. [Guidelines for assessing the quality of the environment according to the state of living beings: Order of the Federal Environmental Protection Agency dated October 16, 2003 No. 460-p] Moscow, 2003. 24 p.

12. Slepov, A.N. et all. Ocenka stabil'nosti razvitiya Arctium lappa vblizi ob"ektov KATEK, raspolozhennyh na territorii Nazarovskogo rajona Krasnoyarskogo kraja [Assessment of the possibility of using some types of woody plants as forest protection plantings along highways]. Ugol', 2019, no. 6 (1119), pp. 102-105.

13. CHudnovskaya, G.V., Chernakova, O.V. Pokazateli stabil'nosti razvitiya Populus balsamifera L., uchastvuyushchego v ozelenenii Irkutsk [Indicators of the stability of the development of Populus balsamifera L., participating in the landscaping of Irkutsk]. Vestnik IrGSHA, 2021, no. 104, pp. 93-106. – DOI 10.51215/1999-3765-2021-104-93-106.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Author's contribution. All authors of this study were directly involved in the planning, execution and analysis of this study. All authors of the article reviewed and approved the final version of the manuscript.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

История статьи / Article history:

Дата поступления в редакцию / Received: 25.07.2022

Поступила после рецензирования и доработки / Revised: 12.08.2022

Дата принятия к печати / Accepted: 26.09.2022

Сведения об авторах

Коротченко Ирина Сергеевна - кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры “Экология и природопользование”, Институт агроэкологических технологий. Область исследований – экология окружающей среды. Автор монографий: “Детоксикация тяжелых металлов (Pb, Cd, Cu) в системе “почва-растение” в лесостепной зоне Красноярского края” (2012), “Флуктуирующая асимметрия листьев древесных растений в оценке состояния окружающей среды Красноярска” (2017) и свыше 115 научных работ.

Контактная информация: ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ. Институт агроэкологических технологий. 660130, Россия, Красноярский край, г. Красноярск; e-mail: kisaspi@mail.ru; ORCID ID: 0000-0002-9099-9537

Медведева Виктория Андреевна - аспирант кафедры "Экология и природопользование", Институт агроэкологических технологий.

Контактная информация: ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ. Институт агроэкологических технологий. 660130, Россия, Красноярский край, г. Красноярск; e-mail: medvedeva_victoriya@mail.ru

Первышина Галина Григорьевна - доктор биологических наук, профессор кафедры "Технология и организация общественного питания", Институт торговли и сферы услуг. Область исследований – экология древесных растений на урбанизированных территориях. Автор более 15 научных работ.

Контактная информация: ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет, Институт торговли и сферы услуг. 660075, Россия, Красноярский край, г. Красноярск; e-mail: gpervyshina@sfu-kras.ru; ORCID ID: 0000-0001-5880-5395

Information about authors

Irina S. Korotchenko - Candidate of Biological Sciences, Ass. Professor, Associate Professor of the Department of Ecology and Nature Management, Institute of Agroecological Technologies, Krasnoyarsk State Agrarian University. The field of research is environmental ecology. Author of monographs: "Detoxification of heavy metals (Pb, Cd, Cu) in the "soil-plant" system in the forest-steppe zone of Krasnoyarsk Territory" (2012), "Fluctuating asymmetry of leaves of woody plants in the assessment of the environment of Krasnoyarsk" (2017) and over 115 scientific papers.

Contact information: FSBEI HE Krasnoyarsk SAU. Institute of Agroecological Technologies. 660130, Russia, Krasnoyarsk Territory, Krasnoyarsk; e-mail: kisaspi@mail.ru; ORCID ID: 0000-0002-9099-9537

Victoria A. Medvedeva - Postgraduate student of the Department of Ecology and Nature Management, Institute of Agroecological Technologies, Krasnoyarsk State Agrarian University.

Contact information: FSBEI HE Krasnoyarsk SAU. Institute of Agroecological Technologies. 660130, Russia, Krasnoyarsk Territory, Krasnoyarsk; e-mail: medvedeva_victoriya@mail.ru

Galina G. Pervyshina - Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department "Technology and Organization of Public Catering", Institute of Trade and Services, Siberian Federal University. The field of research is the ecology of woody plants in urbanized areas. Author of more than 15 scientific papers.

Contact information: FSAEI HE SFU, Institute of Trade and Services. 660075, Russia, Krasnoyarsk Territory, Krasnoyarsk; e-mail: gpervyshina@sfu-kras.ru; ORCID ID: 0000-0001-5880-5395



DOI 10.51215/1999-3765-2022-111-109-117

УДК 581. (571.71)

Научная статья

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВИДОВ РОДА *SPIRAEA* L., ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

С.К. Малышева

Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО
РАН, Владивосток, Приморский край, Россия

Аннотация. Расширение ассортимента декоративных растений для создания комфортной среды проживания людей на селитебных территориях на сегодняшний день является важной экологической задачей. Интродукционные исследования вносят большой вклад в решение этих задач. Поэтому актуальна цель проведенных исследований - комплексная оценка эколого-биологических и декоративных особенностей видов рода *Spiraea* L. при интродукции на юге Приморского края. Исследования проводились на интродукционных участках дендрария Горнотаежной станции ДВО РАН. Использовались стандартные, широко известные методики фенологических наблюдений, оценки зимостойкости, декоративности, перспективности культивирования. Обобщенные результаты многолетних исследований представлены в кратких морфобиологических характеристиках 17 видов и культиваров спирей. Установлено, что высокой степенью декоративности характеризуются гибридные спиреи *S. x vanhouttei*, *S. x cinerea* cv. *Grefsheim* с белоснежными многочисленными соцветиями, плотно покрывающими плакучие побеги, *S. microgyna* с крупными красивыми листьями и соцветиями, *S. japonica* и ее сорта, выделяющиеся яркой разноцветной окраской листьев и разнообразием формы кроны. Анализ местопроизрастаний показал, что большинство исследованных спирей относятся к экологической группе мезофит-мезотроф. Максимальные показатели интегрального коэффициента перспективности отмечены у 13 изученных видов спирей, что позволяет рекомендовать их для широкого использования в эколого-климатических условиях юга Дальнего Востока.

Ключевые слова: интродукция, виды *Spiraea* L., зимостойкость, декоративность, перспективность, Приморский край

Для цитирования: Малышева С.К. Эколого-биологические особенности видов рода *Spiraea* L., перспективных для озеленения населенных пунктов юга Дальнего Востока. “Научно-практический журнал “Вестник ИрГСХА”. 2022;4 (111):6-14. DOI: 10.51215/1999-3765-2022-111-6-14.

ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL FEATURES OF SPECIES OF THE GENUS *SPIRAEA* L., PROMISING FOR LANDSCAPING SETTLEMENTS IN THE SOUTH OF THE FAR EAST

Svetlana K. Malysheva

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity of FEB RAS,
Vladivostok, Russia

Abstract. Expanding the range of ornamental plants to create a comfortable living environment for people in residential areas today is an important environmental task. Introduction studies make a great contribution to solving these problems. Therefore, the purpose of the research is relevant - a comprehensive assessment of the ecological, biological and decorative features of species of the genus *Spiraea* L. when introduced in the south of Primorsky territory. The studies were carried out on the introduction plots of the arboretum of the FEB RAS Mountain Taiga station. Standard, well-known methods of phenological observations, assessment of winter hardiness, decorativeness, and prospects of cultivation were used. The generalized results of many years of research are presented in brief morphobiological characteristics of 17 species and cultivars of *Spiraea*. It has been established that hybrid spireas *S. x vanhouttei*, *S. x cinerea cv. Grefsheim* with snow-white numerous inflorescences densely covering weeping shoots, *S. microgyna* with large beautiful leaves and inflorescences, *S. japonica* and its varieties, distinguished by bright multi-colored leaves and a variety of crown shapes, are characterized by a high degree of decorativeness.

An analysis of the habitats showed that most of the studied spireas belong to the mesophyte-mesotrophic ecological group. The maximum indicators of the integral coefficient of prospects were noted in 13 studied species of spirea, which makes it possible to recommend them for wide use in the ecological and climatic conditions of the south of the Far East.

Keywords: *introduction, Spiraea L. species, winter hardiness, decorative effect, prospects, Primorsky Krai.*

For citation: Malysheva S.K. Ecological and biological features of species of the genus *Spiraea* L., promising for landscaping settlements in the south of the Far East. *Scientific and practical journal “Vestnik IrGSHA”*. 2022; 4(111):6-14. DOI: 10.51215/1999 - 3765-2022-111-6-14.

Введение. Современные темпы городского и индивидуального строительства способствуют увеличению рекреационной емкости населенных пунктов. Формирование экологической среды для комфортного проживания населения нуждается в повышении не только эстетических характеристик ландшафта, но и в решении таких проблем как: снижение шумовой нагрузки, улучшение микроклимата и газового состава городской атмосферы. Поэтому создание устойчивых и долговечных насаждений, расширение ассортимента растений является актуальной задачей на сегодняшний день [2, 8, 9, 10]. Исследования по акклиматизации и адаптации интродуцентов, проводимые в ботанических садах и дендрариях, позволяют значительно увеличить видовой и таксономический состав растений для ландшафтного дизайна.

Виды рода *Spiraea* L. (сем. *Rosaceae*), характеризующиеся большим морфобиологическим разнообразием, широко используются в зеленом строительстве. Основными элементами декоративности этих кустарников являются: форма кроны, окраска листьев и соцветий. Особенно красивы культивары с раскидистой (плакучей), шаровидной или полусферической кронами; с соцветиями различных оттенков розового, малинового, пурпурного, а также с белоснежными цветками; желтой, салатовой или оранжевой окраской листьев. Быстрый рост, нетребовательность к почвенным условиям, высокая газо- и пыле-устойчивость, различные способы размножения (семенами, черенками, делением кустов), также являются ценными качествами спирей для проектов ландшафтного дизайна. Многие виды спирей хорошо формируются стрижкой, что позволяет использовать эти кустарники для создания живых изгородей и бордюров. Длительный период цветения различных видов и культиваров спирей позволяет создавать композиции непрерывного цветения. [1, 3].

Цель исследований – комплексная оценка эколого-биологических и декоративных особенностей видов рода *Spiraea* L. при интродукции на юге Приморского края.

Материалы и методы исследований. Интродукционные исследования 17 представителей рода *Spiraea* проводили на базе коллекции дендрария Горнотаежной станции ДВО РАН. Зимостойкость и фенологические стадии генеративного развития видов характеризовали согласно методикам, разработанным в Главном ботаническом саду РАН [4, 7]. Декоративность оценивали по 4-балльной шкале, где 4 – высший балл [6]. Перспективность культивирования определяли по методике Е.А. Кучинской [5] путем вычисления интегрального коэффициента перспективности. Морфобиологические особенности, степень декоративности, коэффициент перспективности, экологическая группа и требовательность к освещенности приводятся для каждого таксона в общем описании вида.

Результаты исследований. Характер закладывания генеративных почек у видов и сортов спирей позволяет выделить две феногруппы цветения: весеннецветущие и летнецветущие. У весеннецветущих генеративные почки закладываются на побегах предыдущего года, у летнецветущих – на побегах текущего года.

Весеннецветущие. *Spiraea chamaedryfolia* L. – кустарник до 1.5 м высоты с прямыми и изогнутыми побегами, с продольно отслаивающейся корой. Листья эллиптические, остроконечные с округлым основанием, двоякозубчатые до 5 см длиной. Соцветия щитковидные, 3-4 см в диаметре, лепестки белые. Цветет в мае. Коробочки зреют в июне-июле. Плодоношение ежегодное, слабое (единичные коробочки). Зимостойкость 6. Декоративность 3. Коэффициент перспективности 0.71, экологическая группа – мезоксерофит, мезотроф (мезоолиготроф). Светолюбива. Область распространения – Восточная Европа, Восточная Сибирь, Средняя Азия,

Дальний Восток, Ю-В Азия. Хорошо смотрится в групповых и моновидовых посадках.

Spiraea x cinerea 'Grefsheim' – кустарник высотой до 1.7 м с поникающими изогнутыми побегами и ажурной кроной. Листья узкие, заостренные с обеих концов, сизо-зеленые, осенью желтеющие. Цветки белоснежные, соцветия некрупные, многочисленные, плотно покрывающие побеги. Цветет в мае. Коробочки зреют в июне. Плодоношение ежегодное, слабое (единичные коробочки). Зимостойкость 7. Декоративность 4. Коэффициент перспективности 0.93, экологическая группа – мезофит (мезоксерофит), мезотроф. Светолюбива. Подходит для посадок и как солитер, и в смешанных группах.

Spiraea elegans Rojark. – кустарник до 1.2 м высотой, с сильно шелушащейся корой. Листья продолговато-эллиптические или ланцетные 4-5 см длины с острой верхушкой, край листа двоякозубчатый. Соцветия малоцветковые, щитковидные, мелкие (до 4 см в диаметре), лепестки белые. Цветет май-июнь. Коробочки зреют в июле-августе. Плодоношение ежегодное, слабое (единичные коробочки). Зимостойкость 7. Декоративность 3. Коэффициент перспективности 0.77, экологическая группа – мезофит (мезоксерофит), мезотроф (мезоолиготроф). Светолюбива. Область распространения – Восточная Сибирь, Дальний Восток, Ю-В Азия. Может быть рекомендован как раннецветущий вид для групповых посадок.

Spiraea flexuosa Fisch. ex Cambess – кустарник до 1 м высотой, с тонкими ребристыми, часто извилистыми коричневыми или пурпурно-коричневыми побегами. Листья продолговато-эллиптические или продолговато-яйцевидные 4-5 см длины с острой верхушкой, край листа от середины двоякозубчатый. Соцветия малоцветковые (4-10 цветков), зонтиковидные, мелкие (до 4 см в диаметре), лепестки белые. Цветет май-июнь. Коробочки зреют в июле-августе. Плодоношение ежегодное, слабое (единичные коробочки). Зимостойкость 7. Декоративность 3. Коэффициент перспективности 0.73, экологическая группа – мезофит (мезоксерофит), мезотроф (мезоолиготроф). Светолюбива. Область распространения – Западная и Восточная Сибирь, Дальний Восток, Ю-В Азия. Рекомендуется для композиций с позднецветущими видами, рокариев и групповых посадок.

Spiraea media Fr. Schmidt – кустарник до 1.5 м высотой с продольно шелушащейся корой на побегах. Листья овально-эллиптические с заостренной верхушкой, от середины листа с 2-4 крупными зубцами. Цветки белые в небольших (3-4 см в диаметре) зонтиковидных соцветиях, на 2/3 плотно покрывающие побеги. Цветет в мае. Коробочки зреют в июне-июле. Плодоношение ежегодное, массовое. Зимостойкость 7. Декоративность 3. Коэффициент перспективности 0.86, экологическая группа – мезоксерофит, мезотроф (мезоолиготроф). Выносит притенение. Область распространения – Средняя Европа, Восточная Сибирь, Дальний Восток, Ю-В Азия. Используется для живых изгородей и как солитер.

Spiraea pubescens Turcz. – кустарник высотой 1–1.5 м. Побеги раскидистые, слегка изогнутые, кора темно-серая. Листья обратнояйцевидные с немногими крупными зубцами на вершине, снизу с серовато-войлочным опушением. Соцветия некрупные зонтики (3-4 см в диаметре), лепестки белые. Цветет май-июнь. Коробочки зреют в июле. Плодоношение ежегодное, слабое (единичные коробочки). Зимостойкость 7. Декоративность 3. Коэффициент перспективности 0.86, экологическая группа – мезоксерофит, мезотроф (мезоолиготроф). Светолюбива (выносит полутень). Область распространения – Приморский край, Монголия, Северо-восточный Китай, Северная Корея. Может быть рекомендована как одна из раннецветущих спирей в групповые посадки с позднецветущими видами.

Spiraea sericea Turcz. – кустарник до 1.5 м высотой с компактной кроной. Побеги прямостоящие, серо-бурые, с сильно шелушащейся корой. Листья овально-эллиптические, с немногими зубцами на вершине, 1-3 см длиной, с шелковистым опушением с обеих сторон. Соцветия зонтиковидные, от середины до верхушки покрывающие побеги. Цветки белые в небольших (2.5-3.5 см в диаметре) соцветиях. Цветет май-июнь. Коробочки зреют в июле-августе. Плодоношение ежегодное, массовое. Зимостойкость 7. Декоративность 3. Коэффициент перспективности 0.81, экологическая группа – мезофит (мезоксерофит), мезотроф (мезоолиготроф). Светолюбива. Область распространения – Восточная Сибирь, Дальний Восток, Ю-В Азия. Может быть рекомендована для живых изгородей и в групповые композиции длительного цветения.

Летнецветущие. *Spiraea betulifolia* Pall. – низкорослый кустарник до 60 см высоты. Побеги прямые, стебли слегка ребристые. Листья до 5 см длины, широкоовальные или эллиптические, почти от основания двояко-тройко пальчатые. Цветы формируются на побегах текущего года. Соцветия компактные, щитковидные, многоцветковые, до 7 см в диаметре, лепестки белые. Цветет в июне. Коробочки зреют в июле-августе. Плодоношение ежегодное, формирует единичные коробочки. Зимостойкость 6. Декоративность 3. Коэффициент перспективности 0.77. Экологическая группа – мезофит (мезоксерофит), мезотроф. Светолюбива, выносит притенение. Область распространения – Восточная Сибирь, Дальний Восток, Ю-В Азия. Высаживают моновидовыми или смешанными с другими видами спирей группами.

Spiraea x bumalda Burv. – кустарник до 70 см высоты. Побеги прямые, стебли слегка ребристые. Крона плотная, компактная, полусферическая. Листья до 6 см длиной, яйцевидно-ланцетные, голые, остро двоякопальчатые. Соцветия щитковидные, лепестки от бледно- до темно-розовых. Цветы формируются на побегах текущего года. Цветет июль-август. Коробочки зреют в сентябре. Плодоношение ежегодное, массовое. Зимостойкость 5. Декоративность 4. Коэффициент перспективности 0.93, экологическая группа – мезофит, мезотроф. Светолюбива. Декоративные

качества этого вида лучше проявляются в массовых посадках в бордюрах, при окаймлении групп других кустарников или солитеров.

Spiraea japonica L. – кустарник высотой от 1 м. Побеги прямые, мелкоребристые, голые, пурпурно-коричневые. Листья от яйцевидно-эллиптических до ланцетных, пильчато-зубчатые по краю. Соцветия щитковидные верхушечные на прямостоящих побегах, многоцветковые, лепестки розовые, иногда бледно-розовые. Цветет июнь-июль. Коробочки зреют в августе-сентябре. Плодоношение ежегодное, массовое. Зимостойкость 5.5. Декоративность 3. Коэффициент перспективности 0.88, экологическая группа – мезофит, мезотроф. Светолюбива. Область распространения – Япония, Китай, Корея. Используется для создания длительно цветущих композиций, невысоких живых изгородей и бордюров.

Spiraea japonica cv. *Gold flame* – невысокий кустарник с компактной округлой кроной до 0.7 м высоты. Цвет листьев меняется в течение вегетационного периода. Молодые листья оранжево-желтые с медным оттенком на концах, летом они становятся желто-зелеными, осенью медно-оранжевыми. Цветки мелкие малиново-розовые в некрупных соцветиях. Цветет июнь-июль. Коробочки зреют в августе-сентябре. Плодоношение ежегодное, массовое. Зимостойкость 6. Декоративность 4. Коэффициент перспективности 0.93, экологическая группа – мезофит, мезотроф. Светолюбива. Широко используется для живых изгородей и бордюров, как цветовой акцент в композициях длительного цветения.

Spiraea japonica cv. *Gold mound* – невысокий кустарник с плотной кроной до 0.6 м высоты. Цвет листьев меняется в течение вегетационного периода. Весной листья ярко желтого почти лимонного цвета, летом становятся желто-салатовые, осенью бронзоватого оттенка. Цветки мелкие розовые в небольших зонтиковидных соцветиях. Цветет июнь-июль. Коробочки зреют в августе-сентябре. Плодоношение ежегодное, массовое. Зимостойкость 6. Декоративность 3. Коэффициент перспективности 0.89, экологическая группа – мезофит, мезотроф. Светолюбива. Используется для создания живых изгородей и бордюров, как цветовой акцент в древесно-кустарниковых композициях.

Spiraea japonica cv. *Little princess* – кустарник высотой до 0,25 м с компактной округлой кроной. Листья мелкие 1.5 -3 см длиной, темно-зеленые, эллиптические, пильчатые по краю. Цветки сиренево-розовые в щитковидных соцветиях до 2.5-3.5 см в диаметре. Цветет июнь-июль. Коробочки зреют в августе-сентябре. Плодоношение ежегодное, слабое (единичные коробочки). Зимостойкость 6. Декоративность 3. Коэффициент перспективности 0.82, экологическая группа – мезофит, мезотроф. Светолюбива. Рекомендуются для первой линии миксбордеров, альпийских горок и рокариев.

Spiraea japonica cv. *nana* – невысокий густоветвистый кустарник с плотной полусферической кроной до 0.6 м высоты. Листья темно-зеленые 3-

4 см длиной, продолговато-яйцевидные, пильчатые по краю. Цветки розовые (иногда с малиновым оттенком) в многочисленных небольших в диаметре (3-4 см) щитковидных соцветиях. Цветет июнь-июль. Коробочки зреют в августе-сентябре. Плодоношение ежегодное, массовое. Зимостойкость 5.5. Декоративность 4. Коэффициент перспективности 0.95, экологическая группа – мезофит, мезотроф. Светолюбива. Хорошо подходит для живых изгородей, миксбордеров и рокариев.

Spiraea microgyna Nakai – кустарник до 1.5 м высотой с густой широкой (до 1.5 м в диаметре) кроной и прямостоящими побегами. Листья широкояйцевидные, длиной до 10 см, шириной до 6 см, дваждыпильчатые по краю, с заостренной вершиной. Соцветия щитковидные, на концах побегов, 7-15 см в диаметре, лепестки белые или бледно-розовые. Цветет в июне-июле. Коробочки зреют в августе-сентябре. Плодоношение ежегодное, массовое. Зимостойкость 7. Декоративность 4. Коэффициент перспективности 1.0, экологическая группа – мезофит, мезотроф. Светолюбива. Область распространения – Корея. Подходит для композиций с раннецветущими видами и как солитер.

Spiraea salicifolia L. – кустарник до 1.5 м высотой с компактной неширокой кроной. Побеги прямостоящие, гладкие, красновато-бурые. Листья удлинненно-ланцетные, пильчатые по краю, до 7 см длиной. Соцветия – пирамидальные метелки, расположены на концах побегов, 7-12 см длиной, цветки розовые. Цветет в июле. Коробочки зреют в августе-сентябре. Плодоношение ежегодное, массовое. Зимостойкость 7. Декоративность 3. Коэффициент перспективности 0.86, экологическая группа – гигрофит (мезогигрофит), эутроф (мезотроф). Светолюбива. Область распространения – Восточная Сибирь, Дальний Восток, Ю-В Азия. Подходит для живых изгородей и как цветовой акцент в композициях длительного цветения.

Spiraea x vanhouttei (Briot) Zbl. – кустарник до 2 м высотой с раскидистой кроной. Побеги дугообразно изогнутые, коричнево-бурые, гладкие. Листья обратнойцевидные, с тупыми зубцами на вершине, 3-4 см длины. Соцветия – многоцветковые зонтики, 6-8 см в диаметре, густо покрывающие весь побег; цветки белоснежные. Цветет в июне. Коробочки зреют в сентябре. Плодоношение ежегодное, массовое. Зимостойкость 7. Декоративность 4. Коэффициент перспективности 1.0, экологическая группа – мезофит, мезотроф. Светолюбива. Область распространения – Восточная Сибирь, Дальний Восток, Ю-В Азия. Хорошо подходит для живых изгородей, одиночных и групповых посадок.

Заключение. Анализ многолетних интродукционных исследований в питомниках и экспозиционных участках дендрария Горнотаежной станции ДВО РАН показал, что большинство изученных представителей спирей характеризуются высокими генеративными показателями, ежегодным обильным цветением и плодоношением (*S. x bumalda*, *S. japonica* и ее сорта, *S. microgyna*, *Spiraea salicifolia*, *S. x vanhouttei*). Наибольшую зимостойкость

проявили *S. media*, *S. microgyna*, *Spiraea pubescens*, *S. x cinerea 'Grefsheim'* и др. Высокая декоративность отмечена у гибридных спирей *Spiraea x cinerea* cv. **Grefsheim** и *Spiraea x vanhouttei*, *Spiraea microgyna*, культиваров *Spiraea japonica*. Экологическая пластичность как аборигенных, так и интродуцированных видов спирей достаточно высокая, большинство относятся к группе мезофит-мезотроф. Максимальные коэффициенты перспективности культивирования (0.8 – 1.0) установлены для 13 изученных видов спирей, что позволяет рекомендовать их к широкому использованию в зеленом строительстве и ландшафтном дизайне на юге Дальнего Востока.

Список литературы

1. Абрамчук, А.В. Декоративные особенности спирей (*Spiraea* L.) / А.В. Абрамчук, М.Ю. Карпухин // Аграрное образование и наука. – 2020. – № 1. – С. 3.
2. Асташина, С.И. Биологическая и декоративная оценка древесных кустарников из рода *Spiraea* L. / С.И. Асташина // Приоритетные направления регионального развития: Матер. конф.//Курган: КурганГАУ, 2020. – С. 617-620.
3. Гончарова, О.А. Жизнеспособность и декоративность растений рода *Spiraea* в Арктической зоне России (Кольский полуостров) / О.А. Гончарова, О.Е. Зотова, И.Н. Липпонен, Е.Ю. Полоскова // Бюлл. Государственного Никитского ботанического сада. – 2021. – № 138. – С. 119-127.
4. Древесные растения Главного ботанического сада АН СССР//М.: Наука, 1975. – 547 с.
5. Кучинская, Е.А. Эколого-биологические особенности голосеменных интродуцентов населенных пунктов Адыгеи / Е.А. Кучинская: Автореф. дис. на соиск. ученой степени к.б.н. – Ростов-на-Дону, 2006. – 24 с.
6. Лебедев, А.Н. Методические указания по прохождению учебной практики для студентов специальности 260500 “Садово-парковое и ландшафтное строительство” / А.Н. Лебедев, Е.В. Золотарева, М.Ф. Цой – Орел: ОрелГАУ, 2003. – 31 с.
7. Методика фенологических наблюдений в Казахстане//Алма-Ата: Наука, 1987. – С. 4-11.
8. Озеленение городов Приморского края// Владивосток: ДВО АН СССР, 1987. – 515 с.
9. Флора Центральной Сибири / Под ред. Л.И. Мальшева, Г.А. Пешковой - Новосибирск: Наука, 1979. - Т.1. - 532 с.
10. Khudonogova, E. et all. Seed germination of woody and shrubby introduced species. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IV scientific-technical conference —Forests of Russia: Policy, Industry, Science and Education, 2019, pp. 012021.

References

1. Abramchuk, A.V., Karpuhin M.Ju. Dekorativnye osobennosti spirei (*Spiraea* L.) [Decorative features of spirea (*Spiraea* L.)]. Agrarnoe obrazovanie i nauka, 2020, no. 1, p. 3.
2. Astashina, S.I. Biologicheskaja i dekorativnaja ocenka drevesnyh kustarnikov iz roda *Spiraea* L. [Biological and decorative evaluation of woody shrubs from the genus *Spiraea* L.]. Kurgan, 2020, pp. 617-620.
3. Goncharova, O.A. et all. Zhiznesposobnost' i dekorativnost' rastenij roda *Spiraea* v Arkticheskoj zone Rossii (Kol'skij poluostrov) [Viability and decorative value of plants of the genus *Spiraea* in the Arctic zone of Russia (Kola Peninsula)]. Bjul'ten' Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada, 2021, no. 138, pp. 119-127.

4. Drevesnye rastenija Glavnogo botanicheskogo sada AN SSSR [Woody plants of the Main Botanical Garden of the USSR Academy of Sciences]. Moscow: Nauka, 1975, 547 p.

5. Kuchinskaja, E.A. Jekologo-biologicheskie osobennosti golosemennyh introducentov naselennyh punktov Adygei [Ecological and biological features of gymnosperm introducers of Adygea settlements]. Cand. Dis. Thesis, Rostov-na-Donu, 2006, 24 p.

6. Lebedev, A.N. et all. Metodicheskie ukazaniya po prohozheniju uchebnoj praktiki dlja studentov special'nosti 260500 “Sadovo-parkovoe i landshaftnoe stroitel'stvo” [Guidelines for the educational practice for students of the specialty 260500 - "Gardening and landscape construction “]. Orel: OrelGAU, 2003, 31 p.

7. Metodika fenologicheskikh nabljudenij v Kazahstane [Methodology of phenological observations in Kazakhstan]. Alma-Ata: Nauka, 1987, pp. 4-11.

8. Ozelenenie gorodov Primorskogo kraja [Landscaping of the cities of Primorsky Territory]. Vladivostok: DVO AN SSSR, 1987, 515 p.

9. Flora Tsentral'noj Sibiri [Flora of central Siberia]. Novosibirsk: Nauka, 1979, vol. 1, 532 p.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Author's contribution. All authors of this study were directly involved in the planning, execution and analysis of this study. All authors of the article reviewed and approved the final version of the manuscript.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

История статьи/ Article history:

Дата поступления в редакцию/ Received: 14.07.2022

Поступила после рецензирования и доработки / Revised: 23.08.2022

Дата принятия к печати / Accepted: 26.09.2022

Сведения об авторе

Малышева Светлана Константиновна - кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории дендрологии. Область исследований - восточноазиатские виды растений природной и интродуцированной флор, редкие виды. Автор более 50 научных публикаций.

Контактная информация: Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, 690022, Россия, Приморский край, Владивосток; e-mail: malyshsveta@rambler.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2604-2893>

Information about authors

Svetlana K. Malysheva - Candidate of Biological Sciences, senior researcher of laboratory of dendrology, Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity of FEB RAS. She is Author of over 50 scientific publications. Research interests: East Asian plant species of natural and introduced flora, rare species.

Contact information: Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity of FEB RAS, 690022, Russia, Primorsky territory, Vladivostok; e-mail: malyshsveta@rambler.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2604-2893>



DOI 10.51215/1999-3765-2022-111-118-129

Научная статья

УДК 632.937.31 (571.513)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТОДА КЛИМАТИЧЕСКИХ АНАЛОГОВ ПРИ ИНТРОДУКЦИИ ВИДОВ РОДА *PINUS* L. В ДЕНДРАРИИ ГОРНОТАЕЖНОЙ СТАНЦИИ

Е.Н. Репин

ФНЦ биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, г. Владивосток,
Россия

Аннотация. Метод климатических аналогов чаще всего применяется при подборе исходного материала для интродукции. Согласно его положениям, в дендрарии Горнотаежной станции за все время его существования было испытано 21 вид сосны, в том числе: из регионов Северной Америки – 7 видов, из Европы – 8 видов, из Азии – 4 вида. С целью выяснения степени соответствия ритмики сезонного развития интродуцентов сезонным изменениям климатической ситуации в новых для них условиях проводились фенологические наблюдения. Для выяснения возможных причин отрицательного результата интродукции был проведен анализ климата естественных ареалов растущих и выпавших из дендрария сосен. Различия между видами в сроках прохождения основных фенологических фаз в течение вегетационного периода можно признать не существенными, так как они укладываются в промежуток времени, ограниченный возможным наступлением поздних весенних и ранних осенних заморозков. В ходе работы нам не удалось обнаружить четкой закономерности между гибелью или сохранностью тех или иных видов в дендрарии и характеристиками климата их ареалов. Единственное объяснимое различие между погибшими и сохранившимися видами – отнесение первых к возрасту 5-7 лет. В аномально холодные зимы гибнут молодые растения этого возраста даже из ареалов с более суровым климатом, чем в месте интродукции. И, наоборот, виды из более мягкого климата, не попавшие в ювенильный период под воздействие критических факторов среды, успешно интродуцированы в дендрарии. Таким образом, первый полученный отрицательный результат интродукции вида, отобранного по методу климатических аналогов, нельзя считать окончательным. Рекомендуются повторная, возможно, не однократная интродукция выпавших видов с целью изучения пределов их генотипических возможностей.

Ключевые слова: интродукция, сосны, климатические аналогии, фенология, климатические пояса

Для цитирования: Репин Е.Н. Эффективность метода климатических аналогов при интродукции видов рода *Pinus* L. в дендрарии Горнотаежной станции. *Научно-практический журнал “Вестник ИрГСХА”*. 2022;4 (111):118-129. DOI: 10.51215/1999-3765-2022-111-118-129.

EFFICIENCY OF THE METHOD OF CLIMATIC ANALOGUES IN THE INTRODUCTION OF SPECIES OF THE GENUS PINUS L. IN THE ARBORETUM OF THE MOUNTAIN TAIGA STATION

Evgeny N. Repin

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity of FEB RAS, *Vladivostok, Russia*

Abstract. The method of climatic analogues is most often used when selecting the source material for introduction. According to its provisions, 21 species of pine have been tested in the arboretum of the Mountain Taiga Station for the entire time of its existence, including: from the regions of North America – 7 species, from Europe – 8 species, from Asia – 4 species. Phenological observations were carried out in order to determine the degree of correspondence between the rhythm of the seasonal development of introducers and seasonal changes in the climatic situation under new conditions for them. To find out the possible causes of the negative result of the introduction, an analysis of the climate of the natural habitats of growing and fallen pines from the arboretum was carried out. Differences between species in the timing of the passage of the main phenological phases during the growing season can be considered insignificant, since they fit into the time period limited by the possible onset of late spring and early autumn frosts. In the course of our work, we were unable to find a clear pattern between the death or preservation of certain species in the arboretum and the climate characteristics of their habitats. The only explainable difference between the dead and preserved species is the assignment of the former to the age of 5-7 years. In abnormally cold winters, young plants of this age die even from areas with a more severe climate than in the place of introduction. And vice versa, vitas from a milder climate, which did not fall under the influence of critical environmental factors in the juvenile period, were successfully introduced into arboretums. Thus, the first negative result of the introduction of a species selected by the method of climate analogues cannot be considered final. A repeated, perhaps more than one, introduction of the fallen species is recommended in order to study the limits of their genotypic possibilities.

Keywords: *introduction, pines, climatic analogues, phenology, climatic zones*

For citation: Repin E.N. Efficiency of the method of climatic analogues in the introduction of species of the genus Pinus L. in the arboretum of the mountain taiga station. *Scientific and practical journal “Vestnik IrGSHA”*. 2022; 4(111):118-129. DOI: 10.51215/1999 - 3765-2022-111-118-129.

Введение. При интродукции растений этап подбора ассортимента видов для испытания в новых природно-географических условиях очень важен. Произрастая в условиях интродукции, виды одновременно испытывают стрессовые воздействия со стороны климатических условий новых местообитаний и влияние фитоценологических факторов со стороны аборигенных растений, которые проявляются в виде конкуренции за свет, воду и минеральные вещества почвы. Поэтому, чтобы повысить степень адаптации растений в условиях интродукции, желательно на этапе подбора

исходного материала максимально возможно исключить потенциальное влияние негативных климатических факторов района интродукции.

Одним из часто применяемых и испытанных методов подбора исходного материала для интродукции является метод климатических аналогов Майера [11]. В общих чертах суть метода заключается в том, что в пределах выделенных климатических зон, или поясов, переселения растений возможны без какой-либо перестройки их природы. Этот метод был доработан и расширен А. Редером [12]. Дж.В.Райт[8] пришел к выводу, что климатическая выносливость большинства видов растений такова, что при планировании интродукции требуется учитывать только приблизительное сходство климатов. К.К.Калуцкий и Н.А.Болотов [5] относят климатические условия к верхнему иерархическому уровню, от степени адаптивности к которому зависит в первую очередь общая адаптация интродуцентов. Т.Н. Встовская [2] оценивает эффективность прогноза результатов интродукции по этому методу в условиях Сибири в среднем на уровне 75%. Согласно современным представлениям, метод климатических аналогов предполагает привлечение для интродукции видов не только с близкими климатическими условиями пункта испытания, но и виды из более холодных мест [3]. Предлагается использовать методы подбора перспективных интродуцентов через аналогию современного климата или климата прошлого, действительно обусловившего биологию конкретного таксона и его приспособление к динамике особенностей среды, в которой таксон выжил [10].

Комплексное изучение ареала-донора на предмет соответствия климатических факторов лимитирующим условиям региона интродукции, а также анализ эколого-биологических свойств видов, предполагаемых для интродукции, в значительной мере упростит и ускорит составление ассортимента видов для интродукции в конкретный регион [4, 6].

Цель – выяснить эффективность метода климатических аналогов при интродукции видов р. *Pinus L.*

Материалы и методы. Объектами наших исследований являлись растения живой коллекции дендрария Горнотаежной станции, которая расположена в 25км к востоку от г. Уссурийск на западных отрогах гор Пржевальского. Особенности роста и развития растений изучали на основе регулярных фенологических наблюдений по методике, разработанной в Главном ботаническом саду [7]. Общее представление о климате естественных ареалов сосен получено путем составления таблиц, данные для которых взяты из Агроклиматического атласа мира [1], а также в источниках из сети Интернет, имеющих в свободном доступе. При этом использовались такие показатели, как: средние температуры наиболее теплого и холодного месяцев, абсолютный минимум, средние даты и продолжительность безморозного периода, длина дня весной и летом, годовое количество осадков, средняя за сезон относительная влажность воздуха.

Результаты и обсуждение. Интродукция видов родового комплекса *Pinus* L. в дендрарии Горнотаежной станции ведется с 1936 года. За все время было испытано 21 вид сосны, в том числе:

из регионов Северной Америки – 7 видов: сосна скрученная *Pinus contorta* Loud. var. *latifolia* S. Wats, с. Банка *P. banksiana* Lamb., сосна веймутова *P. strobus* L., с. болотная *P. palustris* Mill., с. гибкая *P. flexilis* James., с. Сабина *P. sabiniana* Dougl., с. желтая *P. ponderosa* Dougl.

из Европы – 8 видов: с. горная *Pinus mugo* Turra, с. Палласа *P. pallasiana* Lamb., с. обыкновенная *P. silvestris* L., с. крючковатая *P. hamata* D. Sosn., с. итальянская *P. pinea* L., с. пицундская *P. pithyusa* Stev., с. приморская *P. pinaster* Sol., сосна европейская (кедр европейский) *P. cembra* L.

из Азии – 4 вида: с. сибирская (кедр сибирский) *P. sibirica* Du Tour, с. стланиковая (кедровый стланик) *P. pumila* (Pall.) Regel., с. гималайская *P. wallichiana* A.B.Jacks., с. густоцветковая *P. densiflora* Siebold et Zucc.

Часть указанных видов растет в настоящее время на участках дендрария, часть выпала из коллекции. Сведения о развитии утраченных видов взяты из архива Горнотаежной станции и ранее не публиковались [9].

На данный момент в дендрарии растут следующие виды сосны: сосна скрученная, горная, сибирская, Палласа, Банка, веймутова, густоцветковая, обыкновенная, крючковатая, кедровый стланик, черная.

С целью выяснения степени соответствия ритмики сезонного развития интродуцентов сезонным изменениям климатической ситуации в новых для них условиях проводились фенологические наблюдения. Своеобразным контролем служили одновременные наблюдения за местными соснами - корейской и могильной. Исследования выявили как сходства, так и различия в феноритмах разных видов (таблица 1). Выяснилось, что сроки наступления тех или иных фенофаз различается не только у разных видов в течение одной вегетации, но и у одного и того же вида в разные годы. Это объясняется индивидуальной реакцией каждого вида на воздействие комплекса климатических факторов.

Различия между видами в сроках прохождения основных фенологических фаз развития можно признать не существенными, так как они укладываются в период, ограниченный возможным наступлением поздних весенних и ранних осенних заморозков, которые являются одним из факторов, ограничивающих потенциальный перечень видов для интродукции. Продолжительность вегетации сосен в целом укладывается в среднемноголетнюю длительность вегетационного периода в южном Приморье (190 дней).

В начальный период создания дендрария ставилась задача как можно шире охватить потенциально возможные области привлечения исходного материала для интродукции. Поэтому исследователи изначально привлекли для изучения виды сосны, несколько выходящие за рамки ареалов, очерченных по методу климатических аналогов.

По данным ревизии 1972 г. число видов сосны в дендрарии было следующим: североамериканские - 9 видов, европейские - 4, из юго-восточной Азии - 2, из северо-восточной Азии - 3, Крыма, Кавказа - 3, Сибири - 1 вид. В том году сложились крайне неблагоприятные условия для перезимовки растений. По данным весенней ревизии 1973 г. [9] по этой причине оказались погибшими следующие виды сосны: болотная, длиннохвойная, Палласа, Сабина, итальянская, гималайская, желтая, гибкая, пицундская и приморская. Их возраст был в пределах 5-7 лет. Среди успешно перезимовавших видов оказались сосны веймутова, скрученная, обыкновенная, Банка, кедровая сибирская, крючковатая, румелийская и европейская кедровая. Их возраст был 10-12 лет.

Для выяснения возможных причин отрицательного результата данного этапа интродукции был проведен анализ климата ареалов привлеченных для интродукции видов сосны (таблицы 2, 3).

Температурные показатели. Учитывая то, что основным лимитирующим фактором интродукции в Приморском крае являются низкие зимние температуры, большое значение имеет анализ условий перезимовки и протяженности вегетационного периода.

По температурам самого холодного месяца и значению абсолютного минимума ареалы растущих на настоящий момент сосен характеризуются следующим образом: ареалы сосны сибирской, кедрового стланика и сосны Банка близки к условиям Приморья; условия произрастания сосны скрученной характеризуются низким значением абсолютного минимума, а средняя температура января там несколько выше, чем в Приморье. Климат естественного ареала сосны веймутовой еще менее суров.

Сосны крючковатая, черная и Палласа естественно растут в гораздо более теплых условиях с плюсовыми значениями самого холодного месяца. Величины этих показателей у сосен горной и густоцветной занимают положение между двумя предыдущими группами сосен.

Безморозный период в естественных ареалах, по сравнению с Приморским краем, раньше начинается и позже заканчивается у сосен горной, веймутовой и густоцветковой. Отсюда возникает опасность обмерзания однолетних побегов у этих видов в годы с большим значением отрицательных температур во время ранних осенних и поздних весенних заморозков.

Позже начинается и раньше заканчивается безморозный период в ареалах сосны сибирской, кедрового стланика и сосны Банка. У сосны скрученной он начинается в близкие к ареалу сосны корейской сроки, а заканчивается раньше.

Таблица 1 - Рост и развитие сосен в дендрарии

Table 1 – Growth and development of pines in the arboretum

Названия сосен	Набухание почек	Начало роста побегов	Появление хвои	Начало пыления	Окончание роста побегов	Формирование верхушечной почки	Полное одревеснение побегов	Сроки вегетации	Вегетация, дни	Рост побегов, дни	Годичный прирост, см
Скрученная	6.04	24.04	2.06	3.06	17.06	1.08	15.10	05.04-17.10	195	50	5.7
горная	20.04	10.05	4.06	14.06	20.06	25.07	13.10	20.04-17.10	180	43	8.5
сибирская	17.04	1.05	28.05	-	14.06	20.07	15.10	20.04-20.10	183	40	6.0
корейская	8.04	30.04	30.05	17.06	23.06	20.07	18.10	12.04-17.10	189	51	20.0
Палласа	5.04	25.04	28.05	29.05	17.06	25.07	15.10	05.04-12.10	190	56	17.0
Банкса	8.04	27.04	1.06	26.05	25.06	1.08	12.10	10.04-15.10	188	65	14.2
веймутова	25.04	10.05	6.06	22.06	27.06	9.08	14.10	26.04-15.10	174	53	14.0
густоцветковая	3.04	30.04	2.06	3.06	19.06	5.08	17.10	05.04-15.10	197	69	10.0
могильная	3.04	30.04	2.06	2.06	17.06	5.08	17.10	05.04-15.10	197	74	9.4
обыкновенная	14.04	18.04	28.05	31.05	25.06	25.07	12.10	15.04-15.10	178	55	23.0
крючковатая	14.04	18.04	31.05	1.06	27.06	25.07	12.10	15.04-14.10	178	60	29.0
Кедровый стланик	8.04	20.04	27.05	5.06	20.06	1.08	13.10	08.04-15.10	190	61	11.5
черная	18.04	6.05	4.06	14.06	20.06	25.07	13.10	18.04-17.10	174	43	9.0

Таблица 2 – Климатические показатели естественных ареалов, выпавших из коллекции дендрария сосен

Table 2 – Climatic indicators of natural habitats of pine trees that fell out of the arboretum collection

Виды сосен	Климатический пояс	Средняя Т°С		Абсолютный минимум, °С	Длина дня, час		Осадки, мм	Безморозный период		Влажность воздуха, %		
		январь	июль		весной	летом		даты	дни	зимой	летом	весной
болотная	1	+4	+26	-4	13	14	1100	-	-	65	68	60
длиннохвойная	2	-8	+22	-22	13	14	1500	15.05-05.10	142	55	75	47
гибкая	3	-5	+21	-39	13	14	818	12.05-25.09	138	57	39	41
Палласа	1	+0,6	+24	-18	14	15	475	-	-	80	74	58
Сабина	3	+2	+23	-20	12	13	2000	-	-	37	35	35
итальянская	1	+2	+16	-14	13	14	313	-	-	71	55	55
гималайская	4	-10	+22	-25	10	12	400	17.05-01.10	137	61	30	35
желтая	3	-5	+24	-37	10	12	570	12.05-25.09	138	57	39	42
пицундская	1	+5	+24	-13	13	14	1400	-	-	69	77	74
приморская	1	+6	+23	+4	13	14	700	-	-	81	58	58

Примечания: 1 – субтропический пояс; 2 – субэкваториальный высокогорный; 3 – умеренный; 4 – субтропический высокогорный; (-) – положительные температуры весь год

Таблица 3 - Климатические показатели естественных ареалов растущих в дендрарии сосен

Table 3 – Climatic indicators of natural habitats of pines growing in the arboretum

Виды сосен	Климатический пояс	Средняя Т°С		Абсолютный минимум, °С	Длина дня, час		Осадки, мм	Безморозный период		Влажность воздуха, %		
		январь	июль		весной	летом		даты	дни	зимой	летом	весной
Скрученная	3	-8,0	22,0	-20,0	13	14	500	10.05-05.10	147	80	60	42
горная	3	-5,0	17,6	-23,5	12	13	800	19.04-22.10	186	83	69	74
сибирская	3	-23,0	18,0	-45,0	15	16	400	10.06-15.09	96	76	49	49
Палласа	1	+0,6	24,0	-18,0	13	14	475	-	-	80	74	58
Банкса	3	-13,8	16,4	-46,7	16	17	416	05.06-26.08	79	81	61	62
Веймутова	3	-31,7	21,2	-31,7	14	15	768	24.04-22.10	181	79	64	58
густоцветковая	3	-6,2	20,6	-28,5	13	14	976	10.04-16.10	189	53	82	51
обыкновенная	3	-15,0	20,0	-40,0	15	16	500	01.06-10.09	101	76	52	52
крючковатая	3	+0,6	24,0	-18,4	13	14	475	-	-	80	74	58
Кедровый стланик	3	-23,4	16,2	-48,1	17	18	566	06.06-14.09	99	73	80	63
черная	1	+0,7	18,8	-16	13	14	850	-	-	81	66	74
европейская	3	-4,0	19	-17	14	15	850	19.04-22.10	185	76	78	65
Горнотаежная станция	3	-16,9	21,3	-40,2	14	15	716	14.05-29.09	136	68	83	56

По этим показателям климат естественных ареалов сосен скрученной, Банка, сибирской и кедрового стланика наиболее близок к климату Приморья. Сосны горная, веймутова и густоцветковая растут в несколько более мягком климате, хотя значения абсолютного минимума их ареалов находятся в пределах $-20-30^{\circ}\text{C}$, а средние температуры января ниже -5°C .

Сосны крючковатая, черная и Палласа растут в еще более теплом климате со слабо положительными температурами января.

По температурам самого холодного месяца и значению абсолютного минимума ареалы выпавших из коллекции дендрария сосен характеризуются следующим образом: по значению абсолютного минимума к климату Приморского края наиболее близки ареалы сосен гибкой и желтой. Кроме них, отрицательными значениями зимних температур характеризуются ареалы сосен длиннохвойной и гималайской. Для остальных видов характерны слабо положительные зимние температуры. Соответственно, у них отсутствует такой параметр, как “протяженность безморозного периода”, который в ареалах сосен длиннохвойной, гибкой, гималайской, желтой длиннее, чем в регионе нахождения дендрария.

По поводу приуроченности ареалов к тому или иному климатическому поясу следует сказать следующее. Сосны гибкая, Сабина, желтая либо целиком произрастают в умеренном поясе, либо встречаются в северной его части. Согласно положению метода климатических аналогов, их интродукция в южную часть Приморского края не должна вызывать затруднений. И тем не менее они не пережили зиму с условиями, сложившимися в 1973 году. Сосна гималайская, произрастающая в суровых условиях высокогорья со средней температурой января – 10° и абсолютным минимумом – 25° также не сохранилась. И, напротив, в настоящее время в дендрарии растут сосны черная и Палласа из субтропического пояса.

У с л о в и я у в л а ж н е н и я. Как и температурные условия, уровни обеспеченности влагой ареалов сосен заметно различаются (табл. 2, 3). Меньше всего осадков выпадает в местах естественного распространения сосен Банка, Палласа, крючковатой, гималайской, итальянской и сибирской. Большее влагообеспечение характерно для ареалов сосен болотной, длиннохвойной, Сабина и пицундской. Остальные виды занимают промежуточное положение между этими группами.

Наиболее благоприятная относительная влажность воздуха для жизнедеятельности большинства растений находится в пределах 70%. С уменьшением влажности воздуха его водоотнимающая сила увеличивается, особенно при повышении его температуры. В таких условиях транспирация достигает величины, превышающей поступление воды из почвы, ростовые процессы замедляются, как и процесс фотосинтеза, по причине закрытия устьиц и нарушения газообмена. В Приморском крае наиболее критический период в этом отношении наблюдается весной, когда одновременно

фиксируется низкая относительная влажность воздуха, высокая инсоляция и еще холодная не прогретая почва.

С этой точки зрения в менее благоприятных условиях естественных ареалов относительно климата юга Приморского края находятся сосны горная, банкса, черная, пицундская, болотная и кедровый стланик. К видам, генотип которых адаптирован в естественных ареалах к низкой влажности воздуха в весенний период, относятся сосны скрученная, сибирская, гибкая, Сабина, гималайская и желтая. Можно предположить, что виды, генотипы которых адаптированы к высокой водообеспеченности в течение вегетационного периода, будут испытывать периодическое угнетение ростовых процессов из-за напряженности водного баланса, проявляющиеся весной в возможном повреждении надземной части интродуцируемых растений, выражающиеся в иссушении побегов и солнечных ожогах. Пожелтение и дальнейшее опадение хвои весной часто наблюдается в условиях интродукционного питомника Горнотаежной станции. Растения, восстановившиеся за счет живых, хорошо перезимовавших почек, тем не менее отстают в росте от не теряющих в этот период хвою саженцев.

Заключение. Климат естественных ареалов отобранных для интродукции видов сосны имеет как сходства, так и различия с климатом региона расположения дендрария. Эти различия касаются условий перезимовки растений, обеспеченности вегетационного периода теплом и влажностью. Однако нам не удалось отследить четкой закономерности между выпадением или сохранностью тех или иных видов и характеристиками климата их ареалов. Так, сосны гибкая и желтая из умеренного климатического пояса, а также сосна гималайская из суровых условий высокогорья выпали из коллекции дендрария. И вместе с тем сосны Палласа и черная из субтропического климатического пояса здесь успешно растут и продуцируют всхожие семена. Сосны Палласа и европейская, выпавшие из коллекции на начальном этапе создания коллекции хвойных, в настоящее время растут в дендрарии после повторной их интродукции. Примечательно, что погибшие в 1973 году растения сосны были в возрасте 5-7 лет, растения старше 10 лет не получили критических повреждений и сохранились.

Таким образом, полученный отрицательный результат интродукции вида, отобранного по методу климатических аналогов, нельзя считать окончательным после первой же неудачи. Максимально критические значения лимитирующих интродукцию климатических факторов в конкретном регионе отмечаются не часто, их периодичность может иметь интервал 10 и более лет. Чем старше становятся растения, тем более развитыми становятся у них защитные ткани ствола, ветвей и корней. Взрослые растения сосны, даже из более южных регионов по сравнению с местом интродукции, практически без повреждений переносят периодически возникающие пиковые критические условия среды. Поэтому разумным

решением будет повторная интродукция выпавших видов, возможно даже многократная.

Список литературы

1. Агроклиматический атлас мира. М.-Л.: Гидрометеиздат, 1972. - 128 с.
2. Встовская, Т.Н. Научные основы подбора древесных растений для интродукции в Сибири /Т.Н. Встовская // Тезисы докладов всесоюз. конф. по теоретическим основам интродукции растений// М.: МГУ, 1981. - 39 с.
3. Встовская, Т.Н. Интродукция древесных растений в Сибири / Т.Н. Встовская, И.Ю. Коропачинский, Т.И. Киселева, А.Б. Горбунов, А.В. Караулов, Н.П. Лаптева - Новосибирск: ГЕО, 2017. - 716 с.
4. Иманбаева, А.А. Комбинированный биоэкологический подход к интродукции древесных растений на основе применения метода родовых комплексов в аридной зоне/ А.А.Иманбаева, И.Ф. Белозеров // Роль ботанических садов и дендрариев в сохранении, изучении и устойчивом использовании разнообразия растительного мира// Матер. Международ. науч. конф.// Минск: Медисонт, 2017. - С. 109-113.
5. Калущкий, К.К. Биоэкологические особенности лесной интродукции/ К.К. Калущкий, Н.А. Болотов // Лесная интродукция //Воронеж: Книжн. изд-во, 1983. - С. 4-14.
6. Кравцова, Л.П. Критерии привлечения растений для интродукции в степную зону / Л.П. Кравцова, С.А. Сая// Бюлл. Гос. Никитского бот. сада. - 2020. - № 136. - С. 33-41
7. Лапин, П.И. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений / П.И. Лапин. С.В. Сиднева// Опыт интродукции древесных растений// М.: ГБС АН СССР, 1973. - С. 7-30.
8. Райт Дж.В. Введение в лесную генетику/ Дж.В. Райт - М.: Лесная промышленность, 1978. - 471 с.
9. Самойлова, Т.В. Интродукция и акклиматизация древесно-кустарниковых пород и изучение их биологических особенностей в условиях Южного Приморья: Промежуточный отчет за 1973 г. /Т.В. Самойлова// Фонды ГТС ДВО РАН. 1973. - 62 с.
10. Урусов, В. М. Синтез методов климатических аналогов и эколого-исторического анализа флор - перспективная точка роста развития теории интродукции растений В.М. Урусов, Б.С. Петропавловский// Вестник КрасГАУ. - 2010. - № 1(40). - С. 84-88.
11. Mayer, H. *Walbau dur naturgeschichtlicher jrundlage*. Berlin, 1909. - 565 p.
12. Rehder, A. *Manual of cultivated trees and shrubs hardy in North America*. N.Y.: MacMillian, 1949. - 930 p.

References

1. Agroklimaticheskij atlas mira [Agro-climatic atlas of the world]. Moscow-Leningrad: Gidrometeoizdat, 1972, 128 p.
2. Vstovskaya T.N. Nauchnye osnovy podbora drevesnyh rastenij dlya introdukcii v Sibiri [Scientific basis for the selection of woody plants for introduction in Siberia]. Moscow, 1981, 39 p.
3. Vstovskaya, T.N. et all. Introdukciya drevesnyh rastenij v Sibiri [Introduction of woody plants in Siberia]. Novosibirsk: GEO, 2017, 716 p.
4. Imanbaeva A.A., Belozеров I.F. Kombinirovannyj bioekologicheskij podhod k introdukcii drevesnyh rastenij na osnove primeneniya metoda rodovyh kompleksov v aridnoj zone [Combined bioecological approach to the introduction of woody plants based on the use of the method of generic complexes in the arid zone]. Minsk, Belarus': Medisont, 2017, pp. 109-113
5. Kaluckij, K.K., Bolotov, N.A. Bioekologicheskie osobennosti lesnoj introdukcii [Bioecological features of forest introduction]. Voronezh, 1983, pp. 4-14.

6. Kravcova, L. P., Saya, S.A. Kriterii privlecheniya rastenij dlya introdukcii v stepnyuyu zonu [Criteria for attracting plants for introduction into the steppe zone]. Byulleten' Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada, 2020, no. 136, pp. 33-41

7. Lapin P.I., Sidneva S.V. Ocenka perspektivnosti introdukcii drevesnyh rastenij po dannym vizual'nyh nablyudenij [Evaluation of the prospects for the introduction of woody plants based on visual observations] Opyt introdukcii drevesnyh rastenij. Moscow: GBS AN SSSR, 1973, pp. 7-30.

8. Rajt Dzh.V. Vvedenie v lesnyuyu genetiku [Introduction to forest genetics]. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1978, 471 p.

9. Samojlova T.V. Introdukciya i akklimatizaciya drevesno-kustarnikovyh porod i izuchenie ih biologicheskikh osobennostej v usloviyah YUzhnogo Primor'ya: Promezhutochnyj otchet za 1973 g. [Introduction and acclimatization of tree and shrub species and the study of their biological characteristics in the conditions of Southern Primorye: Interim report for 1973]. Fondy GTS DVO RAN. 1973, 62 p.

10. Urusov, V.M., Petropavlovskij, B.S. Sintez metodov klimaticheskikh analogov i ekologo-istoricheskogo analiza flor - perspektivnaya tochka rosta razvitiya teorii introdukcii rastenij [Synthesis of methods of climatic analogues and ecological-historical analysis of flora is a promising point of growth in the development of the theory of plant introduction]. Vestnik KrasGAU. 2010, no.1(40), pp. 84-88.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Author's contribution. All authors of this study were directly involved in the planning, execution and analysis of this study. All authors of the article reviewed and approved the final version of the manuscript.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

История статьи / Article history:

Дата поступления в редакцию / Received: 30.07.2022

Поступила после рецензирования и доработки / Revised: 14.08.2022

Дата принятия к печати / Accepted: 26.09.2022

Сведения об авторе

Репин Евгений Николаевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории дендрологии. Область исследований - интродукция и реинтродукция хвойных растений в условиях Приморского края. Автор 56 научных работ

Контактная информация: Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, 690022, Россия, г. Владивосток, проспект 100-летия, 165, e-mail: revnik59@yandex.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0993-4881>

Information about author

Evgeny N. Repin – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Senior Researcher at the Laboratory of Dendrology Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences. The field of research is the introduction and reintroduction of coniferous plants in the conditions of Primorsky. Author of 56 scientific papers.

Contact information: Federal Research Center for Biodiversity of Terrestrial Biota of East Asia, Prospekt Stoletiya Vladivostoka, 159, Vladivostok, 690022 Russia, e-mail: revnik59@yandex.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0993-4881>



DOI 10.51215/1999-3765-2022-111-130-141

УДК 581.9 (476)

Научная статья

ИЗУЧЕНИЕ БИОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕДКИХ И МАЛОРАСПРОСТРАНЕННЫХ ВИДОВ РОДА *FRITILLARIA* (LILIACEAE) В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЮЖНОГО УРАЛА

А.А. Реут, И.Н. Аллаярова, А.Р. Биглова

Южно-Уральский ботанический сад-институт – обособленное структурное подразделение
Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского
федерального исследовательского центра РАН, г. Уфа, Республика Башкортостан,
Россия

Аннотация. Приведены результаты интродукционного исследования, направленные на изучение редких и малораспространенных видов растений двух представителей рода *Fritillaria* L. (*F. michailovskyi*, *F. meleagris*) в Южно-Уральском ботаническом саду-институте УФИЦ РАН. По ритму сезонного развития исследуемые виды относятся к группе ранневесенних быстро цветущих эфемероидов, характеризующихся ранним цветением, коротким периодом надземной вегетации и летним периодом покоя. Установлено, что низкий уровень индивидуальной изменчивости характерен для *F. michailovskyi* по количеству генеративных побегов, длине и ширине коробочки, длине семян и их массы, периоду созревания семян; для *F. meleagris* – по диаметру цветка. Изучена ультраструктура поверхности, цвет, форма и размер семян *F. michailovskyi*. Семена уплощенные конусовидной формы, с окаймленным крылом, среднего размера; семенная кожура – голая; скульптура поверхности семян на основе микроскопического изучения ультраструктуры – ячеистая с блеском. Зародыш маленький, линейной формы. Положение зародыша в семени базальное. Согласно результатам оценки успешности интродукции *F. michailovskyi* набрал шесть баллов – регулярно и массово цветет, плодоносит, дает единичный самосев или размножается вегетативно. Данный вид обладает высокой устойчивостью к местным климатическим условиям. *F. meleagris* был оценен пятью баллами, также является устойчивым, но в условиях Южного Урала не завязывает плоды. Установлено, что *F. michailovskyi* и *F. meleagris* успешно прошли интродукционные испытания в условиях Южного Урала. Благодаря высокой декоративности и неприхотливости, они рекомендуются к широкому использованию в фитодизайне для создания генетического банка редких видов в связи с перспективами их практического использования и вопросам охраны.

Ключевые слова: *Fritillaria meleagris* L., *Fritillaria michailovskyi* Fomin, фенология, биометрические показатели, редкий вид

Для цитирования: Реут А.А., Аллаярова И.Н., Биглова А.Р. Изучение биоэкологических особенностей редких и малораспространенных видов рода *Fritillaria* (Liliaceae) в лесостепной зоне Южного Урала. *Научно-практический журнал «Вестник ИрГСХА»*. 2022;4 (111):130-141. DOI: 10.51215/1999-3765-2022-111-130-141.

STUDY OF BIOECOLOGICAL FEATURES OF RARE AND UNCOMMON SPECIES OF THE GENUS *FRITILLARIA* (LILIACEAE) IN THE FOREST-STEPPE ZONE OF THE SOUTHERN URAL

Antonina A. Reut, Irina N. Allayarova, Aigul R. Biglova

South Ural Botanical Garden-Institute of Ufa Federal Research Center of Russian Academy of Sciences, Ufa, Republic of Bashkortostan, Russia

Annotation. The results of an introduction study aimed at studying rare plant species of two representatives of the genus *Fritillaria* L. (*F. michailovskyi*, *F. meleagris*) in the South-Ural Botanical Garden-Institute UFRC RAS are presented. According to the rhythm of seasonal development, the studied species belong to the group of early spring fast-flowering ephemeroïds, characterized by early flowering, a short period of above-ground vegetation and a summer dormant period. It has been established that a low level of individual variability is characteristic of *F. michailovskyi* in terms of the number of generative shoots, the length and width of the boll, the length of the seeds and their weight, and the period of seed maturation; for *F. meleagris*, according to the diameter of the flower. The surface ultrastructure, color, shape and size of *F. michailovskyi* seeds were studied. Seeds are flattened, cone-shaped, with a bordered wing, of medium size; seed coat – naked; sculpture of the surface of seeds based on microscopic study of the ultrastructure – cellular with gloss. The embryo is small, linear in shape. The position of the embryo in the seed is basal. According to the results of assessing the success of the introduction, *F. michailovskyi* scored six points – it regularly and massively blooms, bears fruit, gives a single self-sowing or propagates vegetatively. This species is highly resistant to local climatic conditions. *F. meleagris* was rated 5 points, it is also resistant, but does not set fruit in the conditions of the Southern Ural. It was established that *F. michailovskyi* and *F. meleagris* successfully passed introduction tests in the conditions of the Southern Ural. Due to their high decorativeness and unpretentiousness, they are recommended for wide use in phytodesign to create a genetic bank of rare species in connection with the prospects for their practical use and protection issues.

Keywords: *Fritillaria meleagris* L., *Fritillaria michailovskyi* Fomin, phenology, biometrics, rare species

For citation: Reut A.A., Allayarova I.N., Biglova A.R. Study of bioecological features of rare and uncommon species of the genus *Fritillaria* (Liliaceae) in the forest-steppe zone of the Southern Ural. *Scientific and practical journal “Vestnik IrGSHA”*. 2022; 4(111):130-141. DOI: 10.51215/1999 - 3765-2022-111-130-141.

Введение. Среди приоритетных направлений стратегии сохранения редких видов является территориальная охрана “*in situ*”, которая существует благодаря развитию и совершенствованию сетей особо охраняемых природных территорий [19, 25]. На Южном Урале многолетние научные исследования, направленные на изучение редких и малораспространенных видов растений, ведутся в Южно-Уральском ботаническом саду-институте УФИЦ РАН на территории Республики Башкортостан.

Рябчик, или Фритиллярия (*Fritillaria*) – род луковичных многолетников, относящийся к трибе Lloydieae семейства Лилейные (Liliaceae Juss.), растения с поникающими цветками, издающими своеобразный запах [8, 22]. Название происходит от латинского слова «fritillus» – шахматная доска; дано за перистую окраску цветков некоторых видов, напоминающих шахматную доску. Род насчитывает около 100 видов травянистых растений, произрастающих в Центральной Европе, Северной Африке, Северной Америке, Средней Азии [26]. В России и сопредельных странах встречается 26 видов, чаще на Кавказе и в Средней Азии, а также в европейской части России (лесостепь и степь), Западной Сибири и на Дальнем Востоке [16, 20]. В европейской России дико растут три вида рябчика (*F. ruthenica* Wikstr., *F. orientalis* Adams, *F. meleagris* L.): из них наиболее обыкновенен рябчик шахматный.

Цветки рябчика протогиничные, опыляются шмелями, осами, мелкими мухами [23]. Используют их как декоративные и лекарственные растения [7]. Многие виды ядовиты, так как содержат алкалоиды (пропеймин, вертицин, пеймин, пеймифин, пеймитидин, пеймидин, пеймизин, пейминин), стероидный алкалоид и гликозиды (зебейнинозид, пейминозид) [27]. Помимо этого, в луковицах найдены органические кислоты, витамины группы В, фитостеролы и терпеноиды. Несмотря на горечь, луковицы некоторых видов съедобны. В древности камчадалы выкапывали луковицы мотыгой и сушили чешуи луковиц, затем продавали индейцам, которые называли их «северо-западным рисом» [20]. Луковицы рябчика шахматного применяются в китайской и тибетской медицине и являются предметом экспорта в Китай. В китайской медицине препараты из луковиц рябчиков назначаются при лечении лёгочных заболеваний, кашля. Из измельчённых луковиц рябчиков готовят порошки и настойки, которые в тибетской медицине используются как средства от малокровия, простуды и других болезней, и пластыри, применяемые при заражениях и нарывах.

Вид *F. meleagris* занесен в Красные книги многих регионов РФ, таких как Республика Алтай [15], Брянская область [9], Владимирская область [10], Воронежская область [11], Калужская область [12], Курская область [13], Московская область [14] и др.

Изучение и выращивание рябчиков в культуре позволяет не только расширить региональный ассортимент цветочно-декоративных растений, но и является одним из путей сохранения биоразнообразия. Отмечена низкая публикационная активность российских и зарубежных исследователей по вопросам охраны и интродукции исследуемых видов рода *Fritillaria* L.

Цель - изучение сезонного ритма роста и развития, биоморфологических параметров, оценка успешности интродукции редкого вида *Fritillaria meleagris* L. и малораспространенного в культуре вида *Fritillaria michailovskyi* Fomin в Южно-Уральском ботаническом саду-институте УФИЦ РАН на территории Республики Башкортостан.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в Южно-Уральском ботаническом саду-институте УФИЦ РАН с 2007 по 2018 года.

F. meleagris – растет по сырым местам, на лугах, по опушкам широколиственно лесной, степной и средиземноморской областей Западной Сибири; в горах поднимается до среднегорного пояса [20]. Ареал вида охватывает почти всю Европу за исключением крайних северных и крайних южных районов [5]. В России встречается в центральных районах европейской части – Брянской, Владимирской, Калужской, Московской, Тульской, Орловской, Липецкой, Курской областях (везде встречается сравнительно редко) [5, 6]. В культуре с 1519 года. Стебель средней длины, несет 2-6 линейных сизоватых листьев. Околоцветник красновато-коричневый, с шахматным рисунком. Луковица сплюснутая. Опыляется в основном шмелями [28].

F. michailovskyi – произрастает в Армении и северо-восточной Турции (Курдистан). В природе встречается на каменистой почве, на склонах гор. Этот вид, описанный в 1904 году Михайловским, стал по-настоящему популярным только после того, как его в 1983 году вторично открыли в Турции англичане. С тех пор широко встречается в культуре [21]. Стебель невысокий, бороздчатый. Все листья очередные, их количество от трёх до пяти; нижние сближенные, иногда почти супротивные, эллиптически-ланцетные, полустеблеобъемлющие, суженные к обоим концам, тупые; верхние узко-ланцетные и линейные, заострённые. Околоцветник колокольчатый, доли его продолговато-эллиптические, туповатые, на верхушке реснитчатые. Нижняя часть тёмно-красно-фиолетовая, верхняя ярко-жёлтая; граница между частями резкая. Луковица белая, состоит из двух мясистых чешуй, мелкая.

Изученные виды по жизненной форме принадлежат к группе геофитов [22].

Климат Республики Башкортостан характеризуется, как умеренно-континентальный, со среднегодовой температурой воздуха +2.8°C, с суммой осадков – 586 мм. Среднемесячная температура воздуха колеблется летом от +16.9°C до +20°C; зимой – от -12°C до -17°C. Весной и в начале лета часто дуют сухие юго-западные ветры. Безморозный период продолжается в среднем 142 суток. Основные типы почв составляют темно-серые и серые лесные [1].

Фенологические наблюдения проводили согласно методике Главного ботанического сада РАН [18]. Отмечали даты начала вегетации, бутонизации, начала и конца цветения, образования плодов и семян. За продолжительность вегетации принят период от начала вегетации до образования плодов. Изучение морфометрических параметров проводили в фазе массового цветения. При анализе количественных показателей использовали стандартные показатели: средние арифметические (M),

ошибки средней арифметической (m), коэффициент вариации (Cv). При оценке амплитуды изменчивости использовали эмпирическую шкалу уровней изменчивости морфометрических параметров, разработанной С.А. Мамаевым для древесных, но используемая и для травянистых растений [17]. Коэффициент плодоцветения определяли по методике Л.И. Томиловой [24]. Были изучены качественные признаки (форма семян, цвет, поверхность и ультраструктура семенной кожуры) и количественные (ширина, длина и толщина, мм) показатели семян. В анализе использовали 30 шт. семян. Изучение параметров семян проводили при помощи цифрового штангенциркуля ШЦЦ-I-150-0,01 “Эталон”, цифрового микроскопа “Levenhuk DTX 90”, с компьютерной микрофотосъемкой (300×). Микроскопические исследования и фотографирование проводили под микроскопом “Микмед-5”. Морфологическая характеристика семян и коробочек дана на основании Атласа по описательной морфологии высших растений [2, 3]. Для оценки успешности интродукции рябчиков была использована рабочая шкала баллов, разработанная в Донецком ботаническом саду [4]. Каждый балл представляет собой цифровое выражение степени успешности интродукции растений в новые для них условия. Более высокий порядковый номер балла означает более высокую степень успешности интродукции вида.

Результаты и их обсуждение. По ритму сезонного развития исследуемые виды относятся к группе ранневесенних быстро цветущих эфемероидов, характеризующихся ранним цветением, коротким периодом наземной вегетации (69 суток) и летним периодом покоя.

По результатам наблюдений за сезонным ритмом развития рябчика выявлено, что весеннее отрастание начинается во второй декаде апреля, фаза бутонизации – в третьей декаде того же месяца и составляет 10 суток. Начало цветения наблюдается в конце апреля–начале мая. Продолжительность этой фазы варьирует от 10 до 13 суток. Полное созревание семян у *F. michailovskyi* отмечается в конце июня. Период от завязывания плодов до их полного созревания составил 44 ± 3 суток.

Биометрические показатели изученных видов рябчика представлены в таблице 1. Количество цветков, листьев и диаметр стебля у изученных видов практически одинакова. Высота растений, длина листа, количество генеративных побегов в 2 раза больше у *F. meleagris*; ширина листа – у *F. michailovskyi*. Цветки крупнее у *F. meleagris* (таблица 1).

Выявлено, что уровень индивидуальной изменчивости биометрических показателей у рябчиков значительно различается. Длина листа и диаметр стебля у изученных видов характеризуются средней степенью изменчивости ($Cv=16-18\%$). Изменчивость вариационного ряда очень низкая у *F. michailovskyi* по количеству генеративных побегов; у *F. meleagris* – по диаметру цветка ($Cv=0-5\%$), что предположительно может указывать на их видовую специфичность и в дальнейшем использовано при уточнении

таксономической принадлежности определенного вида к той или иной группе, категории. Изменчивость вариационного ряда средняя у *F. michailovskyi* для числа листьев и цветков, высоты цветка ($C_v=13-20\%$); у *F. meleagris* – для высоты растения, по количеству генеративных побегов ($C_v=16-18\%$).

Таблица 1 – Биометрические показатели представителей рода *Fritillaria*

Table 1 – Biometric indicators of representatives of the genus *Fritillaria*

Параметры	<i>F. michailovskyi</i>		<i>F. meleagris</i>	
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
Высота растения, см	15.50±3.30	21	32.6±6.00	18
Число листьев, шт.	8.90±1.40	15	6.80±2.00	30
Длина листа, см	8.50±1.30	16	15.5±2.70	17
Ширина листа, см	2.12±0.56	26	1.15±0.35	31
Количество генеративных побегов, шт.	1.00±0.00	0	2.00±0.32	16
Диаметр стебля у основания, см	0.31±0.05	18	0.31±0.05	16
Число цветков, шт.	2.38±0.48	20	1.80±0.50	29
Высота цветка, см	2.27±0.28	13	3.57±0.81	23
Диаметр цветка, см	2.13±0.53	25	3.27±0.15	5

Примечание: M – среднее значение параметра; m – ошибка среднего значения параметра; Cv – коэффициент вариации

Повышенный уровень изменчивости выявлен у *F. michailovskyi* для высоты растения, ширины листа и диаметра цветка ($C_v=21-26\%$); у *F. meleagris* для числа листьев и цветков, высоты цветка ($C_v=23-30\%$). Высокую изменчивость вариационного ряда имеет *F. meleagris* для ширины листа ($C_v=31\%$).

Плод – сухая ценокарпная трехгнездная многосемянная прямостоячая трёхгранная, наверху притуплённая коробочка высотой 2.10 ± 0.15 см, шириной 1.51 ± 0.10 ; формирующаяся из верхней завязи и вскрывающаяся на верхушке продольно. Консистенция околоплодника бумажистая, поверхность коробочки голая. Диссеминация происходит по типу механо-автохории. Семена уплощенные конусовидной формы, с окаймленным крылом, среднего размера: 5.85 ± 0.36 мм длиной, 4.54 ± 0.46 мм шириной и 0.30 ± 0.07 мм толщиной, семенная кожура – голая, окраска по шкале КОС greyed-orange group 166(c), скульптура поверхности семян на основе микроскопического изучения ультраструктуры – ячеистая с блеском. Зародыш маленький: 0.18-0.2 см длиной, 0.03-0.05 шириной, линейной формы. Положение зародыша в семени базальное. Семенная продуктивность растения составила 39.67 ± 3.31 шт. семян. Среднее количество коробочек на побеге – 0.90 ± 0.31 шт. Коэффициент плодоцветения – 28%. В коробочках *F. michailovskyi* закладывалось 97.00 ± 18.78 шт. семязачатков. Из них 61%

образовали выполненные семена (59.50 ± 4.95). Масса 1000 шт. семян – 2.44 ± 0.05 г.

Анализ коэффициента вариации показал, что уровень индивидуальной изменчивости очень низкий у длины и ширины коробочки ($Cv=7\%$), длины семян ($Cv=6\%$) и их массы ($Cv=2\%$), периода созревания семян ($Cv=7\%$). Изменчивость вариационного ряда низкая у ширины семян ($Cv=10\%$), РСР в коробочке и растения ($Cv=8\%$); средняя – у РСР в коробочке; повышенная – у толщины семян ($Cv=23\%$); высокая – у среднего количества коробочек на побеге ($Cv=35\%$). Выявлено отсутствие достоверной корреляционной взаимосвязи между параметрами длины и ширины ($r = -0.05$), длины и толщины ($r = 0.24$), ширины и толщины ($r = -0.01$) семян *F. michailovskyi*, при уровне значимости – $p\text{-level} < 0.05$.

Согласно результатам оценки успешности интродукции по шкале Донецкого ботанического сада *F. michailovskyi* набрал шесть баллов – регулярно и массово цветет, плодоносит, дает единичный самосев или размножается вегетативно (табл. 2). Данный вид обладает высокой устойчивостью к местным климатическим условиям. *F. meleagris* был оценен пятью баллами, также является устойчивым, но в условиях Южного Урала не завязывает плоды. Возможно, поэтому данный вид имеет статус редкого некоторых регионах РФ и не встречается во флоре Республики Башкортостан.

Таблица 2 – Градация оценок успешности интродукции рябчиков в открытом грунте по 7-балльной шкале

Table 2 – Grading of assessments of the success of the introduction of hazel grouse in the open field on a 7-point scale

Критерии		<i>F. michailovskyi</i>	<i>F. meleagris</i>
Развитие вегетативных органов		+	+
Наличие регулярного	цветения	+	+
	плодоношения	+	-
Зимостойкость		+	+
Засухоустойчивость		+	+
Способность к саморасселению	единично	+	+
	массово	-	-
Баллы		6	5

Заключение. Установлено, что низкий уровень индивидуальной изменчивости характерен для *F. michailovskyi* по количеству генеративных побегов, длине и ширине коробочки ($Cv=7\%$), длине семян ($Cv=6\%$) и их массы ($Cv=2\%$), периоду созревания семян ($Cv=7\%$); для *F. meleagris* – по диаметру цветка ($Cv=0-5\%$), что предположительно может указывать на их видовую специфичность и в дальнейшем использовано при уточнении таксономической принадлежности определенного вида к той или иной

группе, категории. Остальные изученные биометрические показатели характеризуются лабильностью признаков, что указывает на их высокую гетерогенность морфометрических параметров, как проявление высоких адаптивных свойств.

Таким образом, установлено, что *F. michailovskyi* и *F. meleagris* успешно прошли интродукционные испытания в условиях Южно-Уральского ботанического сада-института УФИЦ РАН (Республика Башкортостан), характеризуются стабильностью ритмических процессов и их приспособленностью к почвенно-климатическим условиям. Благодаря высокой декоративности и неприхотливости к условиям выращивания изученные виды рода *Fritillaria* рекомендуются использовать в фитодизайне для создания генетического банка редких видов в связи с перспективами их практического использования и вопросам охраны.

Благодарности. Работа выполнена в рамках государственного задания ЮУБСИ УФИЦ РАН по теме № АААА-А18-118011990151-7.

Список литературы

1. Абрамова, Л.М. Растения Южно-Уральского ботанического сада-института УФИЦ РАН / Л.М. Абрамова, И.Е. Анищенко, Р.В. Вафин, Я.М. Голованов, О.Ю. Жигунов, А.А. Зарипова, Г.Г. Кашаева, М.В. Лебедева, Н.В. Полякова, А.А. Реут, З.Х. Шигапов – Уфа: Мир печати, 2019. – 304 с.
2. Артюшенко, З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Семя / З.Т. Артюшенко, А.А. Федоров, М.Э. Кирпичников – Л.: Наука, 1990. – 204 с.
3. Артюшенко, З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Плод / З.Т. Артюшенко, А.А. Федоров – Л.: Наука, 1986. – 392 с.
4. Баканова, В.В. Цветочно-декоративные многолетники открытого грунта / В.В. Баканова. – Киев: Наукова Думка, 1984. – 156 с.
5. Губанов, И.А. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Т. 1. Папоротники, хвощи, плауны, голосеменные, покрытосеменные (однодольные) / И.А. Губанов, К.В. Киселева, В.С. Новиков, В.Н. Тихомиров – М.: Наука, 2002. – 456 с.
6. Казакова, М.В. Изучение популяции рябчика шахматного (*Fritillaria meleagris* L.) в долине р. Чармус / М.В. Казакова, Н.А. Соболев, Н.С. Орлова, М.А. Сергеев // Матер. II Межрегион. науч.-практ. конф. ”Мониторинг и сохранение особо ценных природных территорий и объектов Владимирской области и сопредельных регионов: проблемы, опыт и перспективы” // Владимир: Книж.изд-во, 2012. – С. 61–66.
7. Косарева, Л.В. Декоративные качества видов и сортов рябчиков в условиях климата Республики Марий Эл / Л.В. Косарева, Л.П. Ефремова, М.А. Окач // Биологические науки. - 2019. – № 12-1 (39). – С. 6–8.
8. Косарева, Л.В. Размножение видов и сортов рябчиков в условиях Среднего Поволжья / Л.В. Косарева, Л.П. Ефремова // Вестник ландшафтной архитектуры. - 2018. Вып. 16. – С. 32–35.
9. Красная книга Брянской области // Брянск: Книж.изд-во, 2016. – 432 с.
10. Красная книга Владимирской области // Владимир: Книж.изд-во, 2008. – 399 с.
11. Красная книга Воронежской области. Т. 1. Растения. Лишайники. Грибы // Воронеж: Книж.изд-во, 2018. – 416 с.
12. Красная книга Калужской области. Т. 1. Растительный мир // Калуга: Книж.изд-во, 2015. – 536 с.

13. Красная книга Курской области: редкие и исчезающие виды животных, растений и грибов. – Калининград-Курск: Книж.изд-во Книж.изд-во, 2017. – 380 с.
14. Красная книга Московской области //М.: Книж.изд-во, 2018. – 812 с.
15. Красная книга Республики Алтай: растения//Горно-Алтайск: Книж.изд-во 2017. – 267 с.
16. Лозина-Лозинская, А.С. Рябчик – *Fritillaria*. Флора СССР. Т. 4 / А.С. Лозина-Лозинская – Л.: Наука, 1935. – 760 с.
17. Мамаев, С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений / С.А. Мамаев – М.: Наука, 1972. – 283 с.
18. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах//М.: Наука, 1972. – 135 с.
19. Миркин, Б.М. Охрана биологического разнообразия Башкортостана: современное состояние исследований и их перспективы / Б.М. Миркин, А.А. Мулдашев, В.Б. Мартыненко, Н.В. Маслова // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. - 2004. – Вып. 9 (1). – С. 38–47.
20. Миронова, Л.Н. Итоги интродукции и селекции декоративных травянистых растений в Республики Башкортостан / Л.Н. Миронова, А.А. Реут, И.Е. Анищенко, Г.С. Зайнетдинова, Ю.А. Царева – М.: Наука, 2007. – 126 с.
21. Миронова, Л.Н. Таксономический состав декоративных травянистых растений культурной флоры Башкирии / Л.Н. Миронова, А.А. Реут, А.Ф. Шайбаков, Г.В. Шипаева // Известия Уфимского НЦ РАН. - 2014. – № 1. – С. 43–49.
22. Седельникова, Л.Л. Биоморфология геофитов в Западной Сибири / Л.Л. Седельникова – Новосибирск: Наука, 2002. – 308 с.
23. Тахтаджян, А.Л. Жизнь растений. Цветковые растения / А.Л. Тахтаджян – М.: Наука, 1982. – 543 с.
24. Томилова, Л.И. Возрастные изменения семенной продуктивности уральских эндемичных гвоздик при интродукции на Среднем Урале / Л.И. Томилова // Биология семян интродуцированных растений//М.: Наука, 1985. – 158 с.
25. Викторов, В.П. Стратегии сохранения редких видов растений / В.П. Викторов // Вестник Тверского государственного ун-та. - 2018. – № 3. – С. 106–129.
26. Kranjčev, R. A revision of the genus *Fritillaria* (Liliaceae) in Croatia / R. Kranjčev, D. Šešok // *Natura Croatica*. 2016. – No. 25 (2). – Pp. 185–212. <https://doi.org/10.20302/NC.2016.25.16>
27. Yan, Wang. A new steroidal alkaloid from *Fritillaria michailovskyi* Fomin / Yan Wang, Muhammad Amer, Meral Aslay, Bilge Sener, Farooq-Ahmad Khan, Atia-tul Wahab, Atta-ur Rahman, Muhammad Iqbal Choudhary // *Natural Product Research*. 2020. – Pp. 1–6. <https://doi.org/10.1080/14786419.2020.1786828>
28. Zych, M. The most effective pollinator revisited: pollen dynamics in a spring-flowering herb / M. Zych, J. Goldstein, K. Roguz, M. Stpiczyńska // *Arthropod-Plant Interactions*. 2013. – No. 7 (3). – Pp. 315–322. <https://doi.org/10.1007/s11829-013-9246-3>

References

1. Abramova, L.M. et all., Rasteniya Yuzhno-Ural'skogo botanicheskogosada-institutata UFIC RAN [Plants of the South-Ural Botanical Garden-Institute UFRC RAS]. Ufa: Mir pechati, 2019, 304 p.
2. Artyushenko, Z.T. et all. Atlas po opisatelnoy morfologii vysshikh rasteniy. Semya [Atlas on the descriptive morphology of higher plants: Seed]. Leningrad: Nauka, 1990, 204 p.
3. Artyushenko, Z.T, Fedorov, A.A. Atlas po opisatelnoy morfologii vysshikh rasteniy. Plod [Atlas on the descriptive morphology of higher plants: Fetus]. Leningrad: Nauka, 1986, 392 p.

4. Bakanova, V.V. Tsvetochno-dekorativnyye mnogoletniki otkrytogo grunta [Flower-decorative perennials of open ground]. Kiev: Naukova Dumka, 1984, 156 p.

5. Gubanov, I.A. et al. Illyustrirovannyi opredelitel rasteniy Sredney Rossii. T. 1. Paprotniki. khvoshchi. plauny. golosemennyye. pokrytosemennyye (odnodolnyye) [Illustrated key of plants of middle Russia. V. 1. Ferns, horse-tails, club-mosses, gymnosperms angiosperms (Monocotyledons)]. Moscow, 2002, 526 p.

6. Kazakova, M.V. et al. Izucheniye populyatsii ryabchika shakhmatnogo (*Fritillaria meleagris* L.) v doline r. Charmus [Study of the population of hazel grouse (*Fritillaria meleagris* L.) in the valley of the river Charmus]. Vladimir, 2012, pp. 61–66.

7. Kosareva, L.V. et al. Dekorativnyye kachestva vidov i sortov ryabchikov v usloviyakh klimata Respubliki Mariy El [Decorative qualities of species and varieties of girobins in the conditions of climate of the republic of Mari El]. Vestnik landshaftnoy arkhitektury, 2019, no. 12-1 (39), pp. 6–8.

8. Kosareva, L.V., Yefremova, L.P. Razmnozheniye vidov i sortov ryabchikov v usloviyakh Srednego Povol'zh'ya [Reproduction of species and varieties of hazel grouse in the conditions of the Middle Volga region]. Vestnik landshaftnoy arkhitektury, 2018, no. 16, pp. 32–35.

9. Krasnaya kniga Bryanskoj oblasti [Red Data Book of the Bryansk Region]. Bryansk, 2016, 432 p.

10. Krasnaya kniga Vladimirskoy oblasti [Red Data Book of the Vladimir Region]. Vladimir, 2008, 399 p.

11. Krasnaya kniga Voronezhskoy oblasti. Vol. 1. Rasteniya. Lishayniki. Griby [Red Data Book of the Voronezh Region. Plants. Lichens. Mushrooms]. Voronezh, 2018, 416 p.

12. Krasnaya kniga Kaluzhskoy oblasti. Vol. 1. Rastitel'nyy mir [Red Data Book of the Kaluga Region. Plant world]. Kaluga, 2015, 536 p.

13. Krasnaya kniga Kurskoj oblasti: redkiye i ischezayushchiye vidy zhivotnykh, rasteniy i gribov [The Red Data Book of the Kursk Region: rare and endangered species of animals, plants and fungi]. Kaliningrad-Kursk, 2017, 380 p.

14. Krasnaya kniga Moskovskoy oblasti [Red Data Book of the Moscow Region]. Moscow, 2018, 812 p.

15. Krasnaya kniga Respubliki Altay: rasteniya [Red Data Book of the Altai Republic: Plants]. Gorno-Altaysk, 2017, 267 p.

16. Lozina-Lozinskaya, A.S. Ryabchik – *Fritillaria*. Flora SSSR [Fritillaria. Flora URSS]. Vol. 4. Leningrad, 1935, 760 p.

17. Mamayev, S.A. Formy vnutrividovoy izmenchivosti drevesnykh rasteniy [Forms of intraspecific variability of woody plants]. Moscow, 1972, 283 p.

18. Metodika fenologicheskikh nablyudeniy v botanicheskikh sadakh [Methodology for phenological observations in botanical gardens]. Moscow, 1972, 135 p.

19. Mirkin, B.M. et al. Okhrana biologicheskogo raznoobraziya Bashkortostana: sovremennoye sostoyaniye issledovaniy i ikh perspektivy. [Conservation of the biological diversity of Bashkortostan: the current state of research and their prospects]. Vestnik Akademii nauk Respubliki Bashkortostan, 2004, vol. 9 (1), pp. 38–47.

20. Mironova, L.N. et al. Itogi introduktsii i selektsii dekorativnykh travyanistykh rasteniy v Respubliki Bashkortostan. [Results of the introduction and selection of ornamental herbaceous plants in the Republic of Bashkortostan]. Moscow, 2007, 126 p.

21. Mironova, L.N. et al. Taksonomicheskii sostav dekorativnykh travyanistykh rasteniy kulturnoy flory Bashkirii [Taxonomic composition of ornamental herbaceous plants of cultural flora of Bashkiria]. Izvestiya Ufimskogo nauchnogo tsentra RAN, 2014, no. 1, pp. 43–49.

22. Sedel'nikova, L.L. Biomorfologiya geofitov v Zapadnoy Sibiri [Biomorphology of Geophytes in Western Siberia]. Novosibirsk, 2002, 308 p.

23. Takhtadzhyan, A.L. Zhizn' rasteniy. Tsvetkovyye rasteniya [Plant life. Flowering plants]. Moscow, 1982, Vol. 6, 543 p.

24. Tomilova, L.I. Vozrastnyye izmeneniya semennoy produktivnosti ural'skikh endemichnykh гвоздик pri introduktsii na Srednem Urale [Age-related changes in seed productivity of the Ural endemic carnations during the introduction in the Middle Urals]. *Biologiya semyan introdutsirovannykh rasteniy*. Moscow, 1985, 158 p.

25. Viktorov, V.P. Strategii sokhraneniya redkikh vidov rasteniy [Conservation Strategies for Rare Plant Species]. *Vestnik Tverskogo gos. un-ta*, 2018, no. 3, pp. 106–129.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Author's contribution. All authors of this study were directly involved in the planning, execution and analysis of this study. All authors of the article reviewed and approved the final version of the manuscript.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

История статьи / Article history:

Дата поступления в редакцию / Received: 30.07.2022

Поступила после рецензирования и доработки / Revised: 14.08.2022

Дата принятия к печати / Accepted: 26.09.2022

Сведения об авторах

Аллаярова Ирина Нагимовна – кандидат биологических наук, младший научный сотрудник лаборатории интродукции и селекции цветочных растений. Область исследований – биология, экология, интродукция и селекция многолетних цветочно-декоративных растений. Автором 39 научных публикаций.

Контактная информация: Южно-Уральский ботанический сад-институт – обособленного структурного подразделения - Федеральный государственный бюджетный научный учреждения Уфимского федерального исследовательского центра РАН, e-mail: AllayarowaIrina@yandex.ru; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4575-7301>

Биглова Айгуль Радиковна – инженер I категории лаборатории интродукции и селекции цветочных растений. Область исследований – биология, экология, интродукция и селекция многолетних цветочно-декоративных растений. Автор 25 научных публикаций.

Контактная информация: Южно-Уральский ботанический сад-институт – обособленного структурного подразделения - Федеральный государственный бюджетный научный учреждения Уфимского федерального исследовательского центра РАН, e-mail: ajgul.biglova@mail.ru; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-5729-8261>

Реут Антонина Анатольевна – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории интродукции и селекции цветочных растений. Область исследований – биология, экология, интродукция и селекция многолетних цветочно-декоративных растений. Автор более 400 научных публикаций.

Контактная информация: Южно-Уральский ботанический сад-институт – обособленного структурного подразделения - Федеральный государственный бюджетный научный учреждения Уфимского федерального исследовательского центра РАН, e-mail: cvetok.79@mail.ru; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4809-6449>

Information about authors

Irina N. Allayarova – Candidate of Biological Sciences, Junior Researcher at the Laboratory of Introduction and Breeding of Flower Plants. The area of research is biology, ecology,

introduction and selection of perennial flower and ornamental plants. Author of 39 scientific publications.

Contact information: South-Ural Botanical Garden-Institute of Ufa Federal Research Center of Russian Academy of Sciences, e-mail: AllayarowaIrina@yandex.ru; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4575-7301>

Aigul R. Biglova – engineer of the 1st category of the laboratory of introduction and selection of flowering plants. Author 25 scientific publications. The area of research is biology, ecology, introduction and selection of perennial flower and ornamental plants.

Contact information: South-Ural Botanical Garden-Institute of Ufa Federal Research Center of Russian Academy of Sciences, e-mail: ajgul.biglova@mail.ru; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-5729-8261>

Antonina A. Reut– Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Introduction and Breeding of Flower Plants. Author of more than 400 scientific publications. The area of research is biology, ecology, introduction and selection of perennial flower and ornamental plants.

Contact information: South-Ural Botanical Garden-Institute of Ufa Federal Research Center of Russian Academy of Sciences, e-mail: cvetok.79@mail.ru; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4809-6449>



DOI 10.51215/1999-3765-2022-111-142-153

УДК 57.084.1

Научная статья

К МЕТОДИКЕ РАСЧЕТА СУТОЧНЫХ ПИЩЕВЫХ РАЦИОНОВ У БАЙКАЛЬСКИХ БЕНТОСОЯДНЫХ РЫБ

¹Ю.П. Толмачева, ¹И.А. Небесных, ²Е.В. Дзюба

¹Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
Молодёжный, Иркутский р-он, Иркутская область, Россия

²ФГБУН Лимнологический институт СО РАН, г.Иркутск, Россия

Аннотация. Определение суточного пищевого рациона у гидробионтов сопряжено с проблемой определения стадий переваривания различных компонентов. Широко используемая в ихтиологической практике стандартная пятибалльная шкала универсальна, но требует внесения ряда уточнений и детализации в каждом конкретном случае. В связи с этим, цель данной работы - разработка и тестирование дробной модифицированной схемы определения стадий переваренности пищи для расчета суточных рационов бентосоядных рыб озера Байкал. Материалом для исследования послужили ихтиологические сборы на стационарном полигоне у мыса Березовый (Южный Байкал) в весенний и летний периоды с 2002 по 2004 гг. Исследование спектров питания и расчеты суточных пищевых рационов проводились в соответствии со стандартными количественно-весовыми методами, принятыми в ихтиологии. В результате проведенных исследований была разработана дробная схема определения стадий переваривания пищи, с учетом особенностей основных кормовых организмов байкальских бентосоядных рыб. Установлено, что корректная идентификация различных групп кормовых объектов до родового и видового уровня возможна до III-IV стадии переваренности и зависит от размеров жертвы и прочности ее наружных покровов. Соответственно, наиболее быстрая деструкция тела характерна для амфипод, наименьшая для моллюсков и личинок ручейников. Полученная схема была протестирована для расчета рациона большеголовой широколобки *Batrachocottus baicalensis* Dybowski, 1874, который относится к эврифагам и является одним из массовых видов литорали оз. Байкал. В результате произведенных расчетов отмечено снижение интенсивности питания рыб в нерестовый период. В нагульный период интенсивность питания возрастает, что согласуется с литературными данными по биологии и питанию данного вида в литорали Байкала. В целом, показано, что модифицированная схема может служить для дальнейшего расчета рационов различных видов керчаковых рыб озера Байкал и сопредельных водоемов.

Ключевые слова: *суточный пищевой рацион, Cottoidei, бентосоядные рыбы, стадия переваренности, Байкал*

Для цитирования: Толмачева Ю.П., Небесных И.А., Дзюба Е.В. К методике расчета суточных пищевых рационов у байкальских бентосоядных рыб. *Научно-практический журнал “Вестник ИрГСХА”*. 2022;4 (111):142-153. DOI: 10.51215/1999-3765-2022-111-142-153.

ON THE METHOD OF CALCULATING THE DAILY FOOD RATION IN THE BAIKAL BENTHOPHAGIC FISH

¹Yulia P. Tolmacheva, ¹Ivan V. Nebesnykh, ²Elena V. Dzyuba

¹Irkutsk State Agrarian University named after A. A. Ezhevsky, *pos. Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia*

²Limnological Institute SB RAS, *Irkutsk, Russia*

Abstract. Determination of the daily food ration in hydrobionts is associated with the problem of determining the stages of digestion of various components. The standard five-point scale, widely used in ichthyological practice, is universal but requires a number of clarifications and details in each specific case. In this regard, the purpose of this work is to develop and test a fractional modified scheme for determining the stages of food digestion for calculating the daily rations of the benthophagic fish of Lake Baikal. The material for the study was ichthyological collections at a stationary site near Cape Berezovy (Southern Baikal) in the spring and summer periods from 2002 to 2004. The study of nutrition spectra and calculations of daily food rations were carried out in accordance with standard quantitative and weight methods adopted in ichthyology. As a result of the conducted research, a fractional scheme for determining the stages of food digestion was developed, taking into account the characteristics of the main forage organisms of the Baikal benthophagic fish. It has been established that the correct identification of various groups of forage objects up to the generic and species level is possible up to the III-IV stage of digestion and depends on the size of the victim and the strength of its outer coverings. Accordingly, the most rapid destruction of the body is characteristic of amphipods, the least for mollusks and larvae of Trichoptera. The resulting scheme was tested to calculate the diet of the bighead sculpin *Batrachocottus baicalensis* Dybowski, 1874, which belongs to the euryphages and is one of the mass species of the littoral of the lake Baikal. As a result of the calculations, a decrease in the intensity of fish feeding during the spawning period was noted. During the feeding period, the intensity of nutrition increases, which is consistent with the literature data on the biology and nutrition of this species in the littoral of Lake Baikal. In general, it is shown that the modified scheme can serve for further calculation of the food rations of various species of Cottidae fish of Lake Baikal and adjacent reservoirs.

Keywords: *daily food ration, Cottoidei, benthophagic fish, stage of digestion, Baikal*

For citation: Tolmacheva Yu.P., Nebesnykh I.V., Dzyuba E.V. On the method of calculating the daily food ration in the baikal benthophagic fish. *Scientific and practical journal “Vestnik IrGSHA”*. 2022; 4(111):142-153. DOI: 10.51215/1999 - 3765-2022-111-142-153.

Введение. Количественная оценка питания гидробионтов необходима для познания экологии видов их жизненных циклов и рационального использования промысловых запасов в хозяйственной деятельности. О реальной степени напряженности конкурентных пищевых связей между гидробионтами без конкретного знания суточных пищевых рационов судить невозможно. Основные способы расчета рационов представлены в ряде исследований [1, 4, 7, 15, 16, 17, 18].

На точность расчета рационов во времени большое значение оказывает

правильность определения стадий переваривания (разрушения) кормовых объектов. В мировой практике при описании категорий состояния кормовых объектов в пищеварительных трактах рыб используются различные модификации шкал: из 6 стадий от 1 – пустой желудок до 6 – объекты не поддающиеся идентификации [24] или 7 стадий от 1 – представлены минимально поврежденные (только что проглоченные) кормовые объекты до стадии 7 – содержимое не поддается идентификации [20, 23, 25]. При этом приводятся подробные описания состояния каждой группы кормовых организмов (рыбы, моллюски, ракообразные и др.) по отдельности для конкретных стадий шкалы [22, 23, 25].

В России для оценки стадии переваренности кормовых объектов наиболее широко используется стандартная пятибалльная шкала: 1 – организмы хорошей сохранности, без признаков разрушения; 2 – организмы слегка переваренные; 3 – полупереваренные организмы; 4 – сильно переваренные и разрушенные организмы, но определение иногда возможно по сохранившимся фрагментам; 5 – неопределимая масса [6, 9, 13, 14, 18]. Ранее, на основе уже имеющихся шкал [6, 14] и собственных исследований, сотрудники ТИПРО-центра разработали дробную шкалу определения стадий переваренности пищи [17]. Данная шкала адаптирована непосредственно для хищных и бентосоядных морских видов рыб.

Пищевой спектр байкальских прибрежных видов *Cottoidei* состоит преимущественно из амфипод, гастропод, личинок ручейников и рыб [12]. Прочность хитинового покрова ракообразных и раковин моллюсков, обитающих в озере Байкал, существенно различаются от таковых у морских видов животных – кормовых объектов рыб. Например, одной из особенностей байкальских видов моллюсков является крайняя тонкостенность их раковины [3]. С учетом этих особенностей, а также наличием в пище байкальских рыб групп животных, отсутствующих в пище морских рыб, таких как личинки ручейников, становится необходимой адаптация существующих шкал.

Цель – модификация схемы определения стадий переваренности пищи для расчета суточных рационов бентосоядных рыб литорали озера Байкал.

Материал и методы исследований. Сбор материала проводили на стационарном полигоне севернее мыса Березовый (Южный Байкал) в весенний и летний периоды с 2002 по 2004 гг. Рыб отлавливали жаберными сетями (ячея 14-24 мм) на глубинах 0,5-8 м. Первичную и камеральную обработку рыб проводили по общепринятым методикам [10, 15].

Материалы по питанию рыб обрабатывали в соответствии со стандартными количественно-весовыми методами [11].

Всего было исследовано содержимое желудков 268 половозрелых особей большоголовой широколобки - *Batrachocottus baicalensis* Dybowski, 1874. Относительное значение отдельных групп кормовых организмов в спектрах питания выражали в долях массы отдельных компонентов от их общего значения и внутри каждой группы. Определяли среднюю долю (%) разрушения

кормовых объектов на различных стадиях переваренности [2, 6, 11, 13, 14, 18]. При описании общего состояния кормовые объекты из желудков рыб были проанализированы по группам: амфиподы, гастроподы, личинки ручейников и рыбы. Рассчитывали индексы наполнения желудков ($^0/_{000}$). Для реконструкции индексов наполнения использовали литературные данные по восстановленной массе для каждой группы кормовых объектов [5, 21]. Тестовый расчет суточных рационов для большеголовой широколобки выполняли с использованием стандартных методов [7, 18], принимая во внимание, что время полного переваривания пищи у данного вида составляет 48-52 часа [19].

Результаты и их обсуждение. Пищевой спектр большеголовой широколобки состоит преимущественно из амфипод, гастропод, личинок ручейников и рыб [12]. В желудке одной особи большеголовой широколобки, как правило, одновременно присутствуют жертвы на разных стадиях переваренности. Исследование питания всех рыб показало, что у более 45% рыб в желудках встречаются жертвы от I^a до V^b стадии.

Данные определения степени разрушения и переваривания кормовых объектов (табл. 1) были использованы для тестового расчета суточных пищевых рационов (СПР) по следующему алгоритму:

1. по шкале стадий перевариваемости устанавливается степень разрушения кормового объекта в долях (%) к первоначальной массе;
2. восстанавливается реконструированная масса кормового объекта в процецемилях ($^0/_{000}$);
3. на основе данных о скорости переваривания для данного вида [19], определяется реконструированная масса пищи по каждой группе кормовых объектов, прошедшая через желудок за сутки;
4. определяется суммарная реконструированная масса пищи и СПР рыб.

Результаты тестового расчета СПР большеголовой широколобки в нерестовый (апрель-май) и нагульный (июль-август) периоды представлены в таблицах 2 и 3.

При заглатывании жертвы большеголовой широколодкой не подвергаются внутриротовой обработке, как например, у карповых рыб и на стадии I^a не имеют механических повреждений.

Прочность хитинового покрова ракообразных и раковин моллюсков, обитающих в озере Байкал, существенно различаются от таковых у морских видов животных. Корректная идентификация амфипод до вида возможна до стадии II^b, а до рода - III^b. На скорость переваривания амфипод влияет прочность их хитинового покрова, кроме этого, значительную роль играют наличие вооружения и размеры особей. Например, после стадии II^b достаточно затруднительно определить видовую принадлежность у гладких особей рода *Eulimnogammarus*, в то время как у вооруженных видов амфипод pp. *Pallasea* и *Brandtia* идентифицируются вплоть до стадии III^a.

Таблица 1 - Модифицированная схема определения стадий переваренности пищи для расчета суточных рационов бентосоядных рыб литорали озера Байкал

Table 1 - Modified scheme for determining the stages of food digestion for calculating the daily food rations of benthophagic fish in the littoral of Lake Baikal

Стадия	Степень разрушения, %	Описание состояния кормового объекта			
		Моллюски	Амфиподы	Рыба	Личинки ручейников
1	2	3	4	5	6
I ^a	0	Структура нарушена	Структура не нарушена	Структура не нарушена	Структура не нарушена
I ^b	1-6, в среднем – 4	Нарушение прижизненной пигментации	Нарушение прижизненной пигментации. Покраснение антенн и перепод	Голова, тело, плавники целые. Нарушение прижизненной пигментации. Незначительное повреждение или отсутствие кожи и/или отдельных волокон	Структура не нарушена
II ^a	7-12, в среднем – 9	Тело выпячивается из устья раковины, внутренние ткани не повреждены	В задней трети части тела со спинной стороны хитин размягчен	Голова мягкая, но легко различимая, глаза целы. Кожа и плавники разваливаются или отсутствуют. Плоть прикреплена к позвоночнику	Тело личинок набухает, размягчается и выпячивается из домика
II ^b	12-15, в среднем – 13.5	Тело частично переварено, раковины деформированы у устья. Встречаются отдельные оперкулы (крышечки, прикрывавшие устье раковины брюхоногих моллюсков)	Экзоскелет брюшной области начинает размягчаться. Ткани утрачивают прозрачность. Некоторые придатки отсутствуют или сломаны	Грудные плавники переварены полностью, хвостовой плавник слегка разрушен, кожные покровы по всей поверхности тела сильно повреждены	Более склеротизированные голова и 1-й сегмент тела сохраняют форму, брюшко полупереварено. Домики сохраняют форму
III ^a	16-33, в среднем – 28.5	Поверхность раковин истончена и перфорирована, мягкие ткани почти полностью переварены	Хитин размягчен по всей поверхности тела	Хвостовой плавник полностью разрушен, брюшные стенки отсутствуют, часть внутренностей переварена, также затронуты мышцы тела	Мягкие ткани тела представлены белесоватыми фрагментами с легко распадающимися склеритами. Головная капсула деформирована и отделена от тела. Конечности отделены от тела. Домики деформированы

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
III ^б	34-50, в среднем – 43	Раковины истончены, перфорированы и начинают разрушаться	Хитин почти полностью переварен, происходит отделение конечностей. Голова деформирована. Сегменты тела распадаются. Большинство придатков сломано или отсутствует. Антенны сломаны или отсутствуют	Кости головы рыб сильно разрушены, но еще соединены с позвоночником, брюшные стенки тела и внутренности сильно разрушены	Мягкие ткани полностью переварены, остаются конечности, головные капсулы разрушены, мандибулы и домики
IV ^а	51-62, в среднем – 55.5	Обломки раковин, встречаются отдельные столбики (колюмелла)	Голова и переон представлены только сегментами или фрагментами. Присутствуют некоторые внутренние ткани	Тушки с остатками костей черепа на позвоночнике	Встречаются отдельные склериты. Домики пустые и деформированные
IV ^б	63-75, в среднем – 68.5	Мелкие обломки раковин истонченные и хрупкие	Фрагменты экзоскелета и придатков с небольшим количеством внутренних тканей или без них	Голова отсутствует, Тело в виде фрагментов позвоночника с остатками мышц	Домики частично разрушены, встречаются отдельные фрагменты домиков
V ^а	75-95, в среднем – 88.5	Единичные фрагменты раковин и колюмелла	Неопределимая масса, фрагменты хитина	Тела позвонков без остистых отростков, костная ткань размягчена, встречаются отдельные отолиты	Домики представлены отдельными фрагментами, присутствует строительный материал
V ^б	96-100	Неопределимая масса, фрагменты раковин	Неопределимая масса, слизь	Неопределимая масса, отолиты и размягченные кости	Неопределимая масса и песок

Таблица 2 - Расчет СПР большоголовой широколобки, Южный Байкал (м. Березовый), апрель-май 2002-2004 гг.

Table2 - Calculation of the daily food rations (DFR) of the bighead sculpin, Southern Baikal (cape Berezovyy), April-May 2002-2004

Состав пищи	Стадии переваренности	Частный индекс наполнения, ‰	Разрушение, %	Реконструированный индекс наполнения, ‰	Реконструированная суточная масса пищи, ‰
Амфиподы	I ^a	34.17	0	34.17	11.38
	I ^b	35.54	4	37.02	12.34
	II ^a	75.33	9	82.78	27.59
	II ^b	51.04	14	59.35	19.78
	III ^a	34.08	28	47.33	15.78
	III ^b	28.60	43	50.18	16.73
	IV ^a	40.04	55	88.98	29.66
	IV ^b	58.91	69	190.03	63.34
Моллюски	V ^a	97.83	88	815.25	271.75
	II ^a	0.97	9	1.07	0.36
Личинки ручейников	II ^b	2.46	14	2.86	0.95
Рыба	II ^b	70.02	14	79.82	26.61
	III ^a	122.09	28	156.28	52.09
	V ^a	16.41	69	27.73	9.24
Итого, ‰					239.77
Суточный рацион, г					2.40

Одной из особенностей байкальских видов моллюсков является крайняя тонкостенность их раковины [3]. Определение моллюсков до вида или до рода осуществимо только до стадии III^b, при условии, что раковина сохраняет свою форму. Идентификация личинок ручейников возможна при условии сохранности домика, т.е. до стадии IV^a. Идентификация рыб из содержимого желудков большоголовой широколобки осуществляется до стадии V^b, особенно при наличии отолитов.

Заключение. Определение суточного пищевого рациона у гидробионтов сопряжено с проблемой определения стадий переваривания различных компонентов. Широко используемая в ихтиологической практике стандартная пятибалльная шкала универсальна, но требует внесения ряда уточнений и детализации в каждом конкретном случае. Предложенная нами дробная шкала протестирована и может служить основой для дальнейшего расчета рационов бентосоядных рыб озера Байкал и сопредельных водоемов. Результаты расчета СПР у большоголовой широколобки согласуются с литературными данными по его биологии и питанию в литорали Южного Байкала.

Таблица 3 - Расчет СПР большеголовой широколобки, Южный Байкал (м. Березовый), июль-август 2002-2004 гг.

Table 3 - Calculation of the daily food rations (DFR) of the bighead sculpin, Southern Baikal (cape Berezovy), April-May 2002-2004

Состав пищи	Стадии переваренности	Частный индекс наполнения, ‰	Разрушение, %	Реконструированный индекс наполнения, ‰	Реконструированная суточная масса пищи, ‰
Амфиподы	I ^a	34.17	0	34.17	11.38
	I ^b	35.54	4	37.02	12.34
	II ^a	75.33	9	82.78	27.59
	II ^b	51.04	14	59.35	19.78
	III ^a	34.08	28	47.33	15.78
	III ^b	28.60	43	50.18	16.73
	IV ^a	40.04	55	88.98	29.66
	IV ^b	58.91	69	190.03	63.34
Моллюски	V ^a	97.83	88	815.25	271.75
	II ^a	0.97	9	1.07	0.36
	II ^b	0.70	14	0.81	0.27
	III ^a	0.35	28	0.49	0.16
Личинки ручейников	IV ^b	0.79	69	2.55	0.85
	I ^a	1.40	0	1.40	0.47
	II ^b	2.46	14	2.86	0.95
Рыба	III ^b	0.88	43	1.54	0.51
	II ^a	39.22	9	43.09	14.37
	II ^b	21.03	14	24.45	8.15
	III ^a	19.71	28	27.38	9.13
	III ^b	13.64	43	23.93	7.98
	IV ^b	41.80	55	92.89	30.96
Итого, ‰	V ^a	13.64	69	44.00	14.67
Суточный рацион, г					5.46

Для половозрелых особей характерно снижение интенсивности питания в нерестовый период, в нагульный период интенсивность питания возрастает. В целом, полученные данные свидетельствуют о пригодности применения модифицированной шкалы для расчета рационов бентосоядных рыб озера Байкал.

Благодарность. Работа выполнена в рамках государственного задания ЛИН СО РАН № 0279-2021-0005.

Список литературы

1. Дука, Л.А. Руководство по изучению питания личинок и мальков морских рыб в естественных и экспериментальных условиях/ Л.А. Дука, В.И. Синюкова - Киев: Наукова думка, 1976. - 134 с.

2. Карпевич, А.Ф., Бокова Е.Н. Темп переваривания у морских рыб / А.Ф. Карпевич, Е.Н. Бокова // Зоол. журн. - 1936. - Т. 1. - № 15. - С. 25-34.
3. Кожов, М.М. Биология озера Байкал / М.М. Кожов - М.: Изд-во АН СССР, 1962. - 314 с.
4. Липская, Н.Я. Методические рекомендации по изучению питания личинок рыб / Н.Я. Липская - М.: ВНИРО, 1985. - 21 с.
5. Максимова, Н.В. Рост байкальской эндемичной улитки *Maackia herderiana* (Lindholm, 1909) (Caenogastropoda: Baicaliidae) / Н.В. Максимова, Т.Я. Ситникова, И.Б. Мизандронцев // Зоология беспозвоночных. - 2007. - Т. 1. - № 4. - С. 45-63.
6. Мантейфель, Б.П. Суточные ритмы питания и двигательной активности некоторых промысловых хищных рыб / Б.П. Мантейфель, И.И. Гирса, Т.С. Лещёва, Д.С. Павлов // Питание хищных рыб и их взаимоотношения с кормовыми организмами // М.: Наука, 1965. - С. 3-81.
7. Методическое пособие по изучению питания рыб в естественных условиях // М.: Наука, 1974. - 254 с.
8. Напазаков, В.В. Пищевые рационы и трофический статус массовых видов рогатковых рыб (Cottidae) в западной части Берингова моря в осенний период / В.В. Напазаков, В.И. Чучукало // Вопросы ихтиологии. - 2003. - Т. 43. - № 2. - С. 200-208.
9. Плотников, Г.К. и др. Основы ихтиологии. Сб. клас. методов ихтиол. Исслед. для использования в аквакультуре // Академическое изд-во Даугавпилсского ун-та “Сауле”, 2018. - 253 с.
10. Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И.Ф. Правдин - М.: Пищевая промышленность, 1966. - 376 с.
11. Руководство по изучению питания рыб в естественных условиях // М.: Изд-во АН СССР, 1961. - 262 с.
12. Толмачева, Ю.П. и др. Сезонная динамика роста и питания большеголовой широколобки *Batrachocottus baicalensis* (Dyb., 1874) на литорали Южного Байкала / Ю.П. Толмачева // Вопросы ихтиологии. - 2008. - Т.48. - № 2. - С. 203-210.
13. Фортунатова, К.Р. Биология питания морского ерша / К.Р. Фортунатова // Тр. Севастопольской биол. станции. -1949. - Т.7. - С. 193-235.
14. Фортунатова К.Р. К методике количественного изучения питания рыб / К.Р. Фортунатова // Доклады АН СССР. - 1940. - Т.3. - № 29. - С. 85-93.
15. Чугунова, Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб / Н.И. Чугунова - М.: Изд-во АН СССР 1959. 164 с.
16. Чучукало, В.В. Руководство по изучению питания рыб / В.В. Чучукало, А.Ф. Волков - Владивосток: ТИНРО, 1986. - 32 с.
17. Чучукало, В.И. Питание и пищевые отношения nektona и nektoбентоса в дальневосточных морях / В.В. Чучукало - Владивосток: ТИНРО-центр, 2006. - 484 с.
18. Чучукало, В.И. К методике определения суточных рационов питания и скорости переваривания пищи у хищных и бентосоядных рыб / В.В. Чучукало, В.В. Напазаков // Изв. ТИНРО. - 1999. - Т. 126. - С. 160-171.
19. Широбоков, И.И. Экологические особенности избирательности корма и пищеварения у *Batrachocottus baicalensis* и *Paracottus knerii* / И.И. Широбоков, В.Г. Сиделева, Т.А. Насников, В.А. Остроумов // Проблемы экологии // Новосибирск: Наука 1995. - С. 119-122.
20. Amundsen, P.-A., Sánchez-Hernández, J. Feeding studies take guts – critical review and recommendations of methods for stomach contents analysis in fish // J Fish Biol. 2019. V. 95. P. 1364–1373. DOI: 10.1111/jfb.14151
21. Blokhina, A.V. et all. Phenological peculiarities and evolution of *Baicalina bellicosa* Mart. (Trichoptera, Apataniidae) – an endemic species of Lake Baikal // Hydrobiologia. 2006. V. 568. P. 103-106. DOI: 10.1007/s10750-006-0326-6

22. Bo Q-K, Zheng X-D, Chen Z-W Feeding intensity and molecular prey identification of the common long-armed octopus, *Octopus minor* (Mollusca: Octopodidae) in the wild. *PLoS ONE* 15(1): e0220482. DOI: 10.1371/journal.pone.0220482
23. Buckland, A. et al. Standardising fish stomach content analysis: The importance of prey condition // *Fisheries Research*. 2017. V. 196. P. 126-140. DOI: 10.1016/j.fishres.2017.08.003
24. Manko, P. Stomach content analysis in freshwater fish feeding ecology. Prešov: University of Prešov, 2016. 114 p.
25. Tae-Ho Yoon et al. Metabarcoding analysis of the stomach contents of the Antarctic Toothfish (*Dissostichus mawsoni*) collected in the Antarctic Ocean. *PeerJ* 5:e3977; DOI: 10.7717/peerj.3977

References

1. Duka L.A., Siniukova V.I. Rukovodstvo po izucheniiu pitaniia lichinok i malkov morskikh ryb v estestvennykh i eksperimentalnykh usloviakh. [Guidelines for studying the nutrition of larvae and fry of marine fish in natural and experimental conditions] Kiev: Naukova dumka, 1976, 134 p.
2. Karpevich A.F., Bokova E.N. Temp perevarivaniia u morskikh ryb [The rate of digestion in marine fish]. *Zoologicheskii zhurnal*, 1936, vol. 1, no. 15, pp. 25-34.
3. Kozhov M.M. *Biologiya ozera Baikal* [Biology of Lake Baikal]. Moscow: Izd-vo AN SSSR, 1962. 314 s.
4. Lipskaia, N.Ia. Metodicheskie rekomendatsii po izucheniiu pitaniia lichinok ryb. [Methodological recommendations for studying the nutrition of fish larvae]. Moscow: VNIRO, 1985, 21 p.
5. Maksimova, N.V. et al. Rost baikalskoi endemichnoi ulitki *Maackia herderiana* (Lindholm, 1909) (Caenogastropoda: Baicaliidae) [The growth of the Baikal endemic snail *Maackia herderiana* (Lindholm, 1909) (Caenogastropoda: Baicaliidae)]. *Zoologiya bespozvonochnykh*, 2007, vol. 1, no. 4, pp. 45-63.
6. Manteifel, B.P. et al. Sutochnye ritmy pitaniia i dvigatelnoi aktivnosti nekotorykh promyslovykh khishchnykh ryb. Pitanie khishchnykh ryb i ikh vzaimootnosheniia s kormovymi organizmami [Diurnal rhythms of nutrition and motor activity of some commercial predatory fish]. Moscow: Nauka, 1965, pp. 3-81.
7. Metodicheskoe posobie po izucheniiu pitaniia ryb v estestvennykh usloviakh [Methodological guide for the study of fish nutrition in natural conditions]. Moscow: Nauka, 1974, 254 p.
8. Napazakov, V.V., Chuchukalo, V.I. Pishchevye ratsiony i troficheskii status massovykh vidov roгатkovykh ryb (Cottidae) v zapadnoi chasti Beringova moria v osennii period [Food rations and trophic status of mass species of Cottidae fish in the western part of the Bering Sea in the autumn period]. *Voprosy ikhtiologii*, 2003, vol. 43, no. 2, pp. 200-208.
9. Plotnikov, G.K. et al. Osnovy ikhtiologii. Sbornik klassicheskikh metodov ikhtiologicheskikh issledovaniia dlia ispolzovaniia v akvakulture [Fundamentals of Ichthyology. Collection of classical methods of ichthyological research for use in aquaculture]. Akademicheskoe izdatelstvo Daugavpilsskogo universiteta “Saule”, 2018, 253 p.
10. Pravdin, I.F. Rukovodstvo po izucheniiu ryb (preimushchestvenno presnovodnykh) [Guide to the study of fish (mainly freshwater)]. Moscow: Pishchevaia promyshlennost, 1966, 376 p.
11. Rukovodstvo po izucheniiu pitaniia ryb v estestvennykh usloviakh [Guide to the study of fish nutrition in natural conditions]. Moscow: Izd-vo AN SSSR, 1961, 262 p.
12. Tolmacheva, Iu.P. et al. Sezonnaia dinamika rosta i pitaniia bolshegolovoi shirokolobki *Batrachocottus baicalensis* (Dyb., 1874) na litorali Iuzhnogo Baikala [Seasonal dynamics of growth and nutrition of bighead sculpin *Batrachocottus baicalensis* (Dyb., 1874) in

the littoral of Lake Baikal]. *Voprosy ikhtiologii*, 2008, vol. 48, no. 2, pp. 203-210.

13. Fortunatova, K.R. *Biologiya pitaniia morskogo ersha [Biology of sea ruff nutrition]* Trudy Sevastopolskoi biologicheskoi stantcii, 1949, vol. 7, pp. 193-235.

14. Fortunatova, K.R. К методике количественного изучения питания рыб [On the methodology of quantitative study of fish nutrition]. *Doklady AN SSSR*, 1940, vol. 3, no. 29. S. 85-93.

15. Chugunova, N.I. *Rukovodstvo po izucheniiu vozrasta i rosta ryb [Guide to the study of the age and growth of fish]*. Moscow: Izd-vo AN SSSR, 1959, 164 p.

16. Chuchukalo, V.V., Volkov, A.F. *Rukovodstvo po izucheniiu pitaniia ryb [Guide to the study of fish nutrition]*. Vladivostok: TINRO, 1986, 32 p.

17. Chuchukalo, V.I. *Pitanie i pishchevye otnosheniia nektona i nektobentosa v dalnevostochnykh moriakh [Nutrition and food relations of necton and nectobenthos in the Far Eastern seas]*. Vladivostok: TINRO-tcentr, 2006, 484 p.

18. Chuchukalo V.I., Napazakov, V.V. К методике определения суточных рационов питания и скорости переваривания пищи у хищных и бентосоядных рыб [On the methodology for determining daily diets and the rate of digestion of food in predatory and benthophagic fish]. *Izvestiia TINRO*, 1999, vol. 126, pp. 160-171.

19. Shirobokov, I.I. et all. *Ekologicheskie osobennosti izbiratel'nosti korma i pishchevareniiia u Batrachocottus baicalensis i Paracottus knerii [Ecological features of feed selectivity and digestion in Batrachocottus baicalensis and Paracottus knerii]*. Problemy ekologii. Novosibirsk: VO "Nauka", 1995, pp. 119-122.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в **Author's contribution**. All authors of this study were directly involved in the planning, execution and analysis of this study. All authors of the article reviewed and approved the final version of the manuscript.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

История статьи / Article history:

Дата поступления в редакцию / Received: 18.07.2022

Поступила после рецензирования и доработки / Revised: 20.07.2022

Дата принятия к печати / Accepted: 26.09.2022

Сведения об авторах

Дзюба Елена Владимировна - кандидат биологических наук старший научный сотрудник лаборатории ихтиологии, ФГБУН Лимнологический институт СО РАН. Область научных исследований – рыбное население Восточной Сибири. Автор и соавтор ряда публикаций (свыше 100 публикаций) по питанию и трофическим взаимоотношениям рыб озера Байкал и сопредельных водоемов

Контактная информация: ФГБУН Лимнологический институт СО РАН. 664033, Россия, Иркутская область, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3; e-mail: e_dzuba@lin.irk.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0769-694X>

Небесных Иван Александрович - кандидат биологических наук, доцент кафедры общей биологии и экологии, Институт управления природными ресурсами. Область научных исследований – рыбное население Восточной Сибири. Автор и соавтор ряда публикаций (свыше 50 публикаций) по питанию и трофическим взаимоотношениям рыб озера Байкал и сопредельных водоемов

Контактная информация: ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ. ИУПР-факультет охотоведения

им. В.Н. Скалона. 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный; e-mail: canis-87@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2631-4724>

Толмачева Юлия Петровна - кандидат биологических наук, доцент кафедры общей биологии и экологии, Институт управления природными ресурсами. Область научных исследований – рыбное население Восточной Сибири. Автор и соавтор ряда публикаций (свыше 50 публикаций) по питанию и трофическим взаимоотношениям рыб озера Байкал и сопредельных водоемов

Контактная информация: ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ. ИУПР-факультет охотоведения им. В.Н. Скалона. 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный; e-mail: tjul78@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0316-8429>

Information about authors

Dzyuba Elena Vladimirovna - Candidate of Biological Sciences, Head of the Ichthyology Laboratory, Limnological SB RAS. The field of scientific research is the fish population of Eastern Siberia. Author and co-author of a number of publications (over 100 publications) on nutrition and trophic relationships of the fish of Lake Baikal and adjacent reservoirs

Contact information: Limnological Institute SB RAS. 3, Ulan-Batorskaya, Irkutsk, 664033, Russia; e-mail: e_dzyuba@lin.irk.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0769-694X>

Nebesnykh Ivan Alexandrovich - Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of General Biology and Ecology, Institute of Natural Resources Management. The field of scientific research is the fish population of Eastern Siberia. Author and co-author of a number of publications (over 50 publications) on nutrition and trophic relationships of the fish of Lake Baikal and adjacent reservoirs

Contact information: FSBEI HE Irkutsk SAU. Institute of Natural Resources Management - Faculty of Game Management named after V.N. Skalon. 664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, pos. Molodezhny; e-mail: canis-87@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2631-4724>

Tolmacheva Yulia Petrovna - Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of General Biology and Ecology, Institute of Natural Resources Management. The field of scientific research is the fish population of Eastern Siberia. Author and co-author of a number of publications (over 50 publications) on nutrition and trophic relationships of the fish of Lake Baikal and adjacent reservoirs

Contact information:

FSBEI HE Irkutsk SAU. Institute of Natural Resources Management - Faculty of Game Management named after V.N. Skalon. 664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, pos. Molodezhny; e-mail: tjul78@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0316-8429>

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 оплата за каждую статью в размере: доктор наук - 1000 руб., кандидат – 750, автор(ы), не имеющие ученую степень – 500. Студенты, магистранты, аспиранты любой формы обучения имеют право опубликовать статьи бесплатно при предоставлении соответствующего документа.

4. Объем статьи от 8 до 12 страниц. Число авторов в статье от 1-го до 5 -ти.

5. Автор может опубликовать две статьи в год самостоятельно или в соавторстве. Сотрудники университета и члены редколлегии могут опубликовать три статьи.

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).

Банковские реквизиты Иркутского ГАУ для оплаты статей

ИНН 3811024304 КПП 382701001

ПОЛУЧАТЕЛЬ: УФК ПО ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ (ФГБОУ ВО ИРКУТСКИЙ ГАУ Л/СЧ 20346Х05770)

БАНК: ОТДЕЛЕНИЕ ИРКУТСК БАНКА РОССИИ/УФК ПО ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ Г.ИРКУТСК

Р/СЧ 03214643000000013400

К/СЧ 40102810145370000026

БИК 012520101

КБК 0000000000000000130

Правила оформления статьи

1. Статья направляется в редакцию журнала по адресу: 664038, Иркутская область, Иркутский район, п. 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 – TimesNewRoman, курсив, размер – 12 пт.).

7. Далее: пункты 1, 2, 3, 4, 5, 6 дублируются на английском языке.

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 – 12 кегль, название таблицы полужирным шрифтом.

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 (по алфавиту) на русском языке, 12 кегль, межстрочный интервал – 1.0; в тексте указывается ссылка с номером.

13. Далее – транслитерация всего списка литературы.

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) на имя главного редактора научно-практического журнала «Вестник ИрГСХА или в редакцию научно-практических журналов Иркутского ГАУ.

2. На каждую статью обязательны 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.

3. 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).

4. 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».

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. Научные статьи, поступившие в редакцию, проходят рецензирование.

2. Формы рецензирования статей:

– внутренняя (рецензирование рукописей статей членами редакционной коллегии);

– внешняя (направление на рецензирование рукописей статей ведущим специалистам в соответствующей отрасли).

3. 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.

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 завершаются 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 (август) – 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)2990660, 89500885005.

Requirements for articles published in “East Siberian Journal of Biosciences”

Article publication conditions

1. Articles should contain the results of scientific research, theoretical, practical (innovative) developments, ready for use and are relevant (in demand) at the present stage of scientific development, or be of scientific and cognitive interest, correspond to the main directions of the journal.
2. Comply with the applicable design rules.
3. For authors, except for full-time and part-time students, postgraduates and undergraduates, the condition for the publication of articles is an annual subscription - 1500 rubles, while the volume of the article should not exceed 8 pages. The number of authors in an article is no more than five.
4. The author can publish two articles per year independently or in co-authorship.
5. Articles received and accepted for publication will not be returned. The editorial board assumes anonymous reviewing, has the right to reject articles that do not meet the above requirements and the main scientific areas of the journal.
6. Authors bear legal and other responsibility for the factual side of the articles.

A separate page provides information about the author: surname, name, patronymic (in full) in Russian, surname and initials in English, academic degree, academic title, position, telephone, e-mail and address of the organization (indicating the postal code).

Article design rules

1. The article is sent to the editorial office of the journal at the following address: 664038, Irkutsk region, Irkutsk region, Molodezhny, Irkutsk State Agricultural University named after A. A. Ezhevsky”, “Editorial office of the “Journal of Bio-Sciences” or by e-mail: nikulina@igsha.ru, tel. 8(3952)237330, 89500885005.
 2. The article is submitted in paper form and on electronic media (by e-mail or on electronic media) in Microsoft Word format. The paper version must fully correspond to the electronic one. When typing an article, consider the following: width formatting; margins: left and right - 23 mm each, the rest - 20 mm, paragraph indent - 10 mm.
 3. The text of the article must be carefully read and signed by the author, who is responsible for the scientific and theoretical level of the published material.
 4. Page numbering is required.
- Article structure:
1. The universal decimal code (UDC) is located in the upper left corner: bold, size - 12 pt.
 2. Title of the article (IN CAPITAL LETTERS), bold font, 14 point size, line spacing - 1.0.
 3. Surname, name, patronymic of the author, bold, 12 point size.
 4. The name of the organization, department, 12 point size, line spacing - 1.0.
 5. The abstract of the article should reflect the main provisions of the work and contain from 200 to 250 words, approximately 2000 characters (font - Times New Roman, size - 12 pt, spacing - 1.0).
 6. After the annotation there are keywords (font - TimesNewRoman, italic, size - 12 pt.).
 7. Further: points 1, 2, 3, 4, 5, 6 are duplicated in English.
 8. The main text of the article - font Times New Roman, size - 14 pt., Line spacing - 1.0 pt. In the text of the article, the author concisely and clearly states the current state of the issue, a description of the research methodology and a discussion of the results obtained; the title of the article must fully reflect its content; the main text of experimental articles should be structured using the subheadings of the corresponding sections: objects and methods, experimental part, results and their discussion, conclusions.
 9. Illustrations to the article (if any) are provided in electronic form, included in the text, in standard graphic formats with a mandatory caption title.
 10. Tables are typed in the WORD editor - 12 point size, the name of the table in bold.
 11. Formulas and special symbols are typed using the Symbol menu item and the MS-Equation 5.0 formula editor.
 12. At the end of the article there is a list of references (in alphabetical order) in Russian, 12 point size, line spacing - 1.0; the text contains a link with a number.
 13. Further - transliteration of the entire list of references.
 14. Literature references are given in the text in square brackets.
 15. Acknowledgments (s) or indication (s) for what funds the research was carried out are given at the end of the main text after the conclusions (font Times New Roman, size - 12 pt.).
 16. Drawing up graphs and tables according to the standard (GOST 7.1 - 2003).
 17. Information about the author (s): last name, first name, patronymic (in full), academic degree, academic rank, position, place of work (place of study or application), contact phones, e-mail, postal code and address of the institution.

Accompanying documents to the article

1. Application on behalf of the author(-s) addressed to the editor-in-chief "Journal of Bio-Sciences", or to the editorial board of the scientific-practical journals of the Irkutsk State Agricultural University.

2. For each article, two reviews (internal and external) are required, compiled by a doctor or candidate of sciences in the direction of the author's research. The reviews substantiate the novelty and relevance of the scientific article, the logic and scientific nature of the presentation of the text, the validity of the conclusions and conclusions, and includes the recommendations of the reviewer in relation to the article. The reviews are certified by the seal of the relevant institution (organization), the signatures of the reviewers are confirmed by the head of the personnel department and contains the date of its writing.

3. Conclusion of the organization where the author(-s) work(-s) on the possibility of publishing materials in the open press in "Journal of Bio-Sciences", certified by the seal and signed by the person (head) of the organization where the author(-s) work.

4. For graduate students and applicants for the degree of candidate of sciences, a recommendation signed by a person with a degree and certified by the seal of the institution is required. The recommendation reflects the relevance of the problem being disclosed, the scientific level of the presented material is assessed and conclusions are drawn about the possibility of publishing the article in "Journal of Bio-Sciences".

5. All of the above documents in scanned form are submitted to the editorial office by e-mail: *nikulina@jgsha.ru*.

Registration of articles

1. The received article is registered in the general list by the date of receipt.

2. The author(-s) are notified by e-mail or by contact phone about the publication of the article(-s) in the corresponding issue.

3. Deputy the editor-in-chief within 7 days notifies the author(-s) of the receipt of the article.

The procedure for reviewing articles

1. Scientific articles submitted to the editorial office are reviewed.

2. Forms of reviewing articles:

- internal (reviewing of manuscripts of articles by members of the editorial board);

- external (referral for reviewing manuscripts of articles to leading experts in the relevant industry).

3. Deputy the editor-in-chief determines the correspondence of the article to the journal's profile, design requirements and sends it for reviewing to a specialist (doctor or candidate of sciences) who has the scientific specialization closest to the topic of the article.

4. Terms of reviewing in each case are determined by the deputy. editor-in-chief, taking into account the creation of conditions for the fastest possible publication of the article.

5. The review should cover the following issues:

- whether the content of the article corresponds to the topic stated in the title;

- how much the article corresponds to modern achievements of scientific and theoretical ideas;

- whether the article is available to readers for whom it is designed in terms of language, style, location of the material, visibility of tables, diagrams, figures, etc.;

- is it expedient to publish the article taking into account the scientific literature previously released on this issue;

- what exactly are the positive aspects, as well as disadvantages; what corrections and additions should be made by the author;

- conclusion about the possibility of publication of this manuscript in the journal: "recommended", "recommended taking into account the correction of the deficiencies noted by the reviewer" or "not recommended".

6. Reviews are certified in accordance with the procedure established by the institution where the reviewer works.

7. In case of rejection of the article from publication, the editorial staff sends the author a reasoned refusal.

8. An article not recommended by the reviewer for publication will not be accepted for reconsideration. The text of the negative review is sent to the author by e-mail, fax or regular mail.

9. The presence of a positive review is not a sufficient reason for the publication of the article. The final decision on the expediency of publication is made by the editorial board.

10. After the editorial board has made a decision on the admission of the article to publication, Deputy. the editor-in-chief informs the author about this and indicates the publication time

11. Reviews are stored for at least 5 years in paper and electronic versions and can be provided to the Ministry of Education and Science of the Russian Federation upon request.

The order of consideration of articles

1. By submitting an article for publication, the author thereby agrees to post its full text on the Internet on the official websites of the scientific electronic library (www.elibrary.ru) and “Journal of Bio-Sciences”.

2. Articles are accepted according to the established schedule:

- in No. 1 (February) - until November 1 of the current year;
- in No. 2 (April) - until December 1 of the current year;
- in No. 3 (June) - until February 1 of the current year;
- in No. 4 (August) - until March 1 of the current year;
- in No. 5 (October) - until April 1 of the current year;
- in No. 6 (December) - until May 1 of the current year.

In exceptional cases, by agreement with the editorial board, the deadline for submitting an article to the next issue may be extended by no more than three weeks.

3. Received articles are considered by the editorial board within a month.

4. The editorial board is authorized to send the article for additional reviewing.

5. The editorial board is authorized to carry out scientific and literary editing of the received materials, if necessary, reduce them in agreement with the author, or, if the subject of the article is of interest to the journal, send the article to the author for revision.

6. The editorial board reserves the right to reject an article that does not meet the established design requirements or the subject of the journal.

7. In case of rejection of the submitted article, the editorial board gives the author a reasoned opinion.

8. The author(-s) within 7 days receive a notification about the received article. A month after the registration of the article, the editorial office informs the author(-s) about the results of the review and about the plan for publishing the article.

Detailed information on the design of articles can be obtained by e-mail: nikulina@igsha.ru tel. 8 (3952) 2990660, 89500885005.

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

“ВЕСТНИК ИргСХА”

Выпуск 4 (111)

октябрь

Технический редактор – М.Н. Полковская

Литературный редактор – В.И. Тесля

Перевод – С.В. Швецовой

Лицензия на издательскую деятельность

ЛР № 070444 от 11.03.98 г.

Дата выхода: 08.11.2022

Подписано в печать 26.10.2022

Усл. печ. л. 10.

Тираж 300. Заказ № 3195.

Цена свободная.

Адрес редакции, издателя, типографии:

664038, Иркутская обл., Иркутский р-н, п. Молодежный,

Главный корпус ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ.

Научно-практический журнал «Вестник ИрГСХА» ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

Приглашаем к сотрудничеству ученых высшей школы и научно-исследовательских институтов, руководителей и специалистов организаций, работающих в агропромышленном комплексе и областях, связанных с агрономией, мелиорацией, биологией, охраной окружающей среды, ветеринарной медициной, зоотехнией.

Ждем от вас статей, в которых рассматриваются вопросы, связанные с проблемами в агрономии и мелиорации, биологии и охране природы, зоотехнии и ветеринарной медицине.

По вопросам, связанным с изданием Научно-практического журнала «Вестник ИрГСХА» ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, обращаться:

664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский район, п. Молодежный
т. 8(3952)237330, 89500885005, e-mail: nikulina@igsha.ru