



# ВЕСТНИК БАРГУ

# BARSU HERALD

**СЕРИЯ**

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**(ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ).**

**СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ**

**(АГРОНОМИЯ)**

**SERIES**

**BIOLOGICAL SCIENCES**

**(GENERAL BIOLOGY).**

**AGRICULTURAL SCIENCES**

**(AGRONOMY)**



**№ 2 (12) 2022**

# Вестник БарГУ

Научно-практический журнал

Издаётся с марта 2013 года

№ 2 (12), сентябрь, 2022

Серия «Биологические науки (общая биология).  
Сельскохозяйственные науки (агрономия)»

Учредитель: учреждение образования  
«Барановичский государственный университет».

Адрес редакции:  
ул. Войкова, 21, 225404 г. Барановичи.  
Телефон: +375 (163) 64 34 77.  
E-mail: vestnikbargu@gmail.com .

Подписные индексы: 00993 — для индивидуальных  
подписчиков; 009932 — для организаций.  
Свидетельство о регистрации средств массовой  
информации № 1533 от 30.07.2012, выданное  
Министерством информации Республики Беларусь.

В соответствии с приказом Высшей аттестационной  
комиссии Республики Беларусь от 21 января  
2015 г. № 16 научно-практический журнал «Вестник  
БарГУ» серия «Биологические науки (общая биология).  
Сельскохозяйственные науки (агрономия)» включён  
в Перечень научных изданий Республики Беларусь для  
опубликования результатов диссертационных  
исследований по биологическим наукам  
(общая биология), сельскохозяйственным наукам  
(агрономия).

Научно-практический журнал «Вестник БарГУ» вклю-  
чён в РИНЦ (Российский индекс научного цитирования),  
лицензионный договор № 06-1/2016.

Выходит на русском и английском языках.  
Распространяется на территории  
Республики Беларусь.

Заведующий редакционно-издательской  
группой А. Ю. Сидоренко  
Технический редактор Л. Н. Щербук  
Компьютерная вёрстка С. М. Глушак  
Корректор Н. Н. Колодко

Подписано в печать 15.09.2022. Формат 60 × 84 1/8.  
Бумага ксероксная. Печать цифровая.  
Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 11,25. Уч.-изд. л. 7,50.  
Тираж 100 экз. Заказ . Цена свободная.

Полиграфическое исполнение: Гродненское  
областное унитарное полиграфическое предприятие  
«Слонимская типография». Свидетельство  
о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/203 от 07.03.2014, № 2 от 25.02.2014.  
Адрес: ул. Хлюпина, 16, 231800 г. Слоним,  
Гродненская обл.

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**Кочурко В. И.** (гл. ред. журн.), доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик  
Белорусской инженерной академии, академик Международной академии технического  
образования, академик Международной академии наук педагогического образования,  
академик Академии экономических наук Украины, Почётный профессор БарГУ,  
профессор кафедры технического обеспечения сельскохозяйственного производства  
и агрономии (учреждение образования «Барановичский государственный университет»,  
Барановичи, Республика Беларусь).

**Климук В. В.** (зам. гл. ред. журн.), кандидат экономических наук, доцент,  
первый проректор учреждения образования «Барановичский государственный  
университет» (учреждение образования «Барановичский государственный университет»,  
Барановичи, Республика Беларусь).

**Рындевич С. К.** (гл. ред. сер.), кандидат биологических наук, доцент  
(учреждение образования «Барановичский государственный университет»,  
Барановичи, Республика Беларусь).

**Карпетова Е. Г.** (ред. текстов на англ. яз.), кандидат филологических наук,  
доцент (учреждение образования «Минский государственный лингвистический  
университет», Минск, Республика Беларусь).

**Земоглядчук А. В.** (отв. за направление «Общая биология»), кандидат биологических  
наук, доцент (учреждение образования «Барановичский государственный университет»,  
Барановичи, Республика Беларусь); **Ритвинская Е. М.** (отв. за направление  
«Агрономия»), кандидат сельскохозяйственных наук (учреждение образования  
«Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь).

**Александрович О. Р.**, доктор биологических наук, профессор (Поморская академия  
в Слупске, Слупск, Республика Польша); **Булавина Т. М.**, доктор сельскохозяйственных  
наук, профессор (республиканское унитарное предприятие «Научно-практический  
центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию», Жодино, Республика  
Беларусь); **Бушуева В. И.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (учреждение  
образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции  
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», Горки, Республика  
Беларусь); **Верхотуров В. В.**, доктор биологических наук, профессор (федеральное  
государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет», Калининград, Российская  
Федерация); **Гриб С. И.**, академик, доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
(республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной  
академии наук Беларуси по земледелию», Жодино, Республика Беларусь); **Гричик В. В.**,  
доктор биологических наук, профессор (Белорусский государственный университет,  
Минск, Республика Беларусь); **Джус М. А.**, кандидат биологических наук, доцент  
(Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь);  
**Кильчевский А. В.**, доктор биологических наук, академик (Национальная академия наук  
Беларуси, Минск, Республика Беларусь); **Лукашевич Н. П.**, доктор сельскохозяйственных  
наук, профессор (учреждение образования «Витебская ордена «Знак почёта»  
государственная академия ветеринарной медицины», Витебск, Республика Беларусь);  
**Прокин А. А.**, кандидат биологических наук (федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки «Институт биологии внутренних вод имени И. Д. Папанова Российской  
академии наук», п. Борок, Российская Федерация); **Сушко Г. Г.**, доктор биологических  
наук, профессор (учреждение образования «Витебский государственный университет  
имени П. М. Машерова», Витебск, Республика Беларусь); **Цзя Ф.**, доктор, профессор  
(Институт энтомологии, Университет имени Сунь Ятсена, Гуанчжоу, Китайская  
Народная Республика); **Янчуревич О. В.**, кандидат биологических наук, доцент  
(учреждение образования «Гродненский государственный университет имени  
Янки Купалы», Гродно, Республика Беларусь).

Baranovichi State University

## BarSU Herald

A scientific and practical journal

Published since March 2013

No. 2 (12), September, 2022

Series "Biological Sciences (General biology).  
Agricultural Sciences (Agronomy)"

Promoter: Baranovichi State University.

*Editorial address:*

21 Voykova Str., 225404 Baranovichi.  
Phone: +375 (163) 64 34 77.  
E-mail: vestnikbargu@gmail.com .

*Subscription indices:* 00993 — for individual subscribers;  
009932 — for companies.

The certificate of the registration of mass media no. 1533  
of 30.07.2012 issued by the Ministry of Information  
of Belarus.

*In accordance with the order of the board of the Higher  
Attestation Commission of the Republic of Belarus on  
January 21, 2015 no. 16 the scientific and practical  
journal "BarSU Herald", the series "Biological sciences  
(general biology). Agricultural sciences (agronomy)"  
was included in the list of the scientific publications of the  
Republic of Belarus for publishing the results of dissertation  
research in biological sciences (general biology),  
agricultural sciences (agronomy).*

The scientific and practical journal "BarSU Herald" is  
included in RSCI (Russian Science Citation Index),  
license agreement no. 06-01/2016.

Issued in Russian and English. The journal is distributed  
on the territory of the Republic of Belarus.

*Managing editor* A. Y. Sidorenko  
*Technical editor* L. N. Scherbuk  
*Desktop Publishing* S. M. Glushak  
*Proofreader* N. N. Kolodko

Signed print 15.09.2022. Format 60 × 84 1/8. Paper xerox.  
Digital printing. Headset Times. Conv. pr. s. l. 11,25.  
Acc.-pub. s. l. 7,50. Circulation of 100 copies.  
Order . Free price.

Printing performance: Grodno Regional Printing Unitary  
Enterprise "Slonim printing establishment". The state  
registration certificate of the publisher, manufacturer and  
publications distributor no. 1/203 of 07.03.2014, no. 2  
of 25.02.2014. Address: 16 Hlyupin Str., 231800 Slonim,  
Grodno region.

### EDITORIAL BOARD

**Kochurko V. I.** (*editor-in-chief*), DSc in Agriculture, Professor, Academician of the Belarusian Academy of Engineering, Academician of the International Academy of Technical Education, Academician of the International Academy of Pedagogical Education, Academician of the Academy of Economic Sciences of Ukraine, Honorary Professor of BarSU, Professor of the Department of Technical Supply of Agricultural Production and Agronomy (Education Institution "Baranovichi State University", Baranovichi, the Republic of Belarus).

**Klimuk V. V.** (*deputy editor-in-chief*), PhD in Economics, Associate Professor, first vice-rector (Education Institution "Baranovichi State University", Baranovichi, the Republic of Belarus).

**Ryndevich S. K.** (*the series editor-in-chief*), PhD in Biology, Associate Professor (Education Institution "Baranovichi State University", Baranovichi, the Republic of Belarus).

**Karapetova Ye. G.** (*English text editor*), PhD in Philology, Associate Professor (Education Institution "Minsk State Linguistic University", Minsk, the Republic of Belarus).

**Zemoglyadchuk A. V.** (*responsible for the topic area "General Biology"*), PhD in Biology, Associate Professor (Education Institution "Baranovichi State University", Baranovichi, the Republic of Belarus); **Ritvinskaya E. M.** (*responsible for the topic area "Agronomy"*), PhD in Agriculture (Education Institution "Baranovichi State University", Baranovichi, the Republic of Belarus).

**Alexandrovich O. R.**, DSc in Biology, Professor (Pomorsk Academy in Slupsk, Slupsk, the Republic of Poland); **Bulavina T. M.**, DSc in Agriculture, Professor (the Republican Unitary Enterprise "Scientific-and-Practical Centre of the National Academy of Sciences of Belarus for Agriculture", Zhodino, the Republic of Belarus); **Bushueva V. I.**, DSc in Agriculture, Professor (Education Institution "the Belarusian State of the Orders of the October Revolution and the Order of the Labour Red Banner Agricultural Academy", Gorki, the Republic of Belarus); **Verkhoturov V. V.**, DSc in Biology, Professor (Federal State Budgetary Education Institution of Higher Education "Kaliningrad State Technical University", Kaliningrad, the Russian Federation); **Grib S. I.**, Academician, DSc in Agriculture (National Academy of Sciences of Belarus, Zhodino, the Republic of Belarus); **Grichik V. V.**, DSc in Biology, Professor (Minsk, Belarusian State University, the Republic of Belarus); **Dzhus M. A.**, PhD in Biology, Associate Professor (Belarusian State University, Minsk, the Republic of Belarus); **Kilchevskiy A. V.**, DSc in Biology, Academician (Minsk, the Republic of Belarus); **Lukashevich N. P.**, DSc in Agriculture, Professor (Education Institution "Vitebsk of the Badge of Honor Order State Academy of Veterinary Medicine", Vitebsk, the Republic of Belarus); **Prokin A. A.**, PhD in Biology (Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences, Borok, the Russian Federation); **Sushko G. G.**, DSc in Biology, Professor (Education Institution "Vitebsk State University named after P. M. Masherov", Vitebsk, the Republic of Belarus); **Jia F.**, PhD in Biology (Institute of Entomology, School of Life Sciences, Sun Yat-sen University, Guangzhou, China); **Yanchurevich O. V.**, PhD in Biology, Associate Professor (Education Institution "Grodno State University named after Yanka Kupala", Grodno, the Republic of Belarus).

## СОДЕРЖАНИЕ

### БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ Общая биология

- Лукашеня М. А.** Жесткокрылые-мицетофаги (Insecta: Coleoptera) обитатели плодовых тел трутовика серно-желтого (*Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murril, 1920) Национального парка «Беловежская пуца» (Беларусь)
- Лукашук А. О.** Первая регистрация представителей семейства Dipsosoridae Dohrn (Hemiptera: Heteroptera) в Республике Беларусь
- Лукин В. В., Дерунков А. В., Жданович С. А.** Структура сообщества сапроксильных жуков стафилинид (Coleoptera: Staphylinidae) в условиях различных режимов ведения лесного хозяйства (на примере Национального парка «Беловежская пуца», Беларусь)
- Лундышев Д. С.** Таксономический состав и экологическая структура жесткокрылых насекомых надсемейства Histeroidea (Coleoptera) республиканского ландшафтного заказника «Стронга»
- Лянь У.** Влияние пестицидов на таксономическую и трофическую структуры сообществ жесткокрылых (Coleoptera) на полях рапса
- Рындевич С. К., Хворик Ю. А., Лукашук А. О., Земоглядчук А. В., Лукашеня М. А.** Таксономическая и экологическая структура клопов (Hemiptera: Heteroptera) и жуков (Coleoptera) ненарушенных пойменных экосистем Беларуси
- Салук С. В.** Новые и малоизвестные для фауны Беларуси виды жуков-усачей (Insecta: Coleoptera: Cerambycidae)
- Салук С. В., Рындевич С. К.** Дополнение к списку жуков-усачей (Insecta: Coleoptera: Cerambycidae) заказника «Стронга» (Беларусь)

#### Памяти ученого

- Гилев А. В.** Энтомологические исследования С. Д. Вершининой (1961—2021)

### СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ Агрономия

- Бондарук Р. С., Бученков И. Э., Чернецкая А. Г.** Экологическая пластичность можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.) в условиях городской среды
- Зубкович А. А., Абраскова С. В., Ярота А. А., Трошин Д. И.** Изменение кормовой ценности ярового ячменя в зависимости от сортовых различий и фенологических фаз

#### Сведения об авторах

## CONTENTS

### BIOLOGICAL SCIENCES General biology

- 4 Lukashenia M. A.** Sulphur-yellow polypore (*Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murril, 1920) fruiting bodies-inhabiting mycetophaga beetles (Insecta: Coleoptera) of Belovezhskaya Pushcha National park (Belarus)
- 10 Lukashuk A. O.** The first registration of specimens of the family Dipsosoridae Dohrn (Hemiptera: Heteroptera) in the Republic of Belarus
- 15 Lukin V. V., Derunkov A. V., Zhdanovich S. A.** The structure of saproxylic rove beetle community (Coleoptera: Staphylinidae) under conditions of different types of forest management (on the example of the National park "Belovezhskaya pushcha", Belarus)
- 22 Lundyshev D. S.** Taxonomic composition and ecological structure of superfamily Histeroidea (Coleoptera) of republican the landscape reserve "Stronga"
- 28 Lian W.** The effect of pesticides on the taxonomic and trophic structures of beetle communities (Coleoptera) in rapeseed fields
- 38 Ryndevich S. K., Khvorik Yu. A., Lukashuk A. O., Zemoglyadchuk A. V., Lukashenia M. A.** Taxonomic and ecological structure of true bugs (Hemiptera: Heteroptera) and beetles (Coleoptera) in intact floodplain ecosystems of Belarus
- 50 Saluk S. V.** New and little-known species of longhorn beetles (Insecta: Coleoptera: Cerambycidae) for the fauna of Belarus
- 56 Saluk S. V., Ryndevich S. K.** Addition to the list of longhorn beetles (Insecta: Coleoptera: Cerambycidae) of the reserve "Stronga" (Belarus)

#### Commemorating researcher

- 63 Gilev A. V.** Entomological studies by S. D. Vershinina (1961—2021)

### AGRICULTURAL SCIENCES Agronomy

- 72 Bondaruk R. S., Butchenkov I. E., Chernetskaya A. G.** Ecological plasticity of juniper (*Juniperus communis* L.) in urban environment
- 81 Zubkovich A. A., Abraskova S. V., Yarota A. A., Troshin D. I.** Changes of forage value of spring barley depending on variety differences and phenological phases

#### Information about authors

# СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

## АГРОНОМИЯ

### AGRICULTURAL SCIENCES

#### AGRONOMY

УДК 581.5

**Р. С. Бондарук, И. Э. Бученков, А. Г. Чернецкая**

Учреждение образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, ул. Долгобродская, 23/1, 220070 Минск, Республика Беларусь, butchenkow@mail.ru

### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ МОЖЖЕВЕЛЬНИКА ОБЫКНОВЕННОГО (*JUNIPERUS COMMUNIS* L.) В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Городская среда отличается своеобразием экологических факторов, специфичностью техногенных воздействий, приводящих к значительной трансформации окружающей среды. Растения являются основным фактором экологической стабилизации городской среды благодаря своей жизнедеятельности и, прежде всего, фотосинтезу и способности к аккумуляции загрязняющих веществ.

Цель работы — изучение биоэкологических особенностей можжевельника обыкновенного в условиях городской среды. В ходе исследований установлено, что на урбанизированных территориях у *J. communis* спектр жизненных форм более разнообразен, чем в природных условиях. Наряду с одноствольными деревьями, преобладающими в естественной природной среде, формируются геоксильные мало- и многоствольные деревья и аэроксильные деревья-кусты. В условиях г. Минска у *J. communis* выделены три категории жизненного состояния: здоровые, угнетенные и сильно угнетенные растения. Основными факторами, определяющими жизненное состояние можжевельника обыкновенного, являются рекреационная нагрузка и в меньшей степени загрязнение атмосферного воздуха.

**Ключевые слова:** городская среда; можжевельник обыкновенный; жизненное состояние; жизненная форма; экологическая пластичность.

Рис. 1. Табл. 4. Библиогр.: 8 назв.

**R. S. Bondaruk, I. E. Butchenkov, A. G. Chernetskaya**

International state ecological Institute named after A. D. Sakharov, Belarusian state University, 23/1 Dolgobrodskaya Str., 220070 Minsk, the Republic of Belarus, butchenkow@mail.ru

### ECOLOGICAL PLASTICITY OF JUNIPER (*JUNIPERUS COMMUNIS* L.) IN URBAN ENVIRONMENT

Urban environment is characterized by uniqueness of environmental factors, specificity of man-made effect, leading to significant transformation of the environment. Plants are the main factor in the ecological stabilization of urban environment due to their vital activity, and, above all, photosynthesis and the ability to accumulate pollutants.

The aim of the work is to study bio-ecological features of the common juniper in urban environment. In the course of the research, it was found out, that in urbanized areas the spectrum of life forms in *J. communis* is more diverse than in natural conditions. Along with single-stemmed trees that predominate in natural environment, small and multi-stemmed geoxyl trees and aeroxyl tree-bush are formed. In the conditions of the city of Minsk *J. communis* has 3 categories of life conditions: healthy, oppressed and severely oppressed plants. The main factors that determine the vital state of the common juniper are recreational load, and, to a lesser extent, the atmospheric air pollution.

**Key words:** urban environment; common juniper; vital condition; life form; ecological plasticity.

Fig. 1. Table 4. Ref.: 8 titles.

**Введение.** Городская среда отличается своеобразием экологических факторов, специфичностью техногенных воздействий, приводящих к значительной трансформации окружающей среды. Растения хотя и подвергаются комплексному химическому, физическому, биогенному воздействию вследствие загрязнения атмосферы, поверхностных и грунтовых вод, но тем не менее остаются основным фактором экологической стабилизации городской среды благодаря своей жизнедеятельности и, прежде всего, фотосинтезу и способности к аккумуляции загрязняющих веществ [1; 2].

В крупных городах складывается особый температурный режим, характеризующийся повышенными температурами. Его формирование обусловлено усиленным притоком антропогенного тепла (работа промышленных предприятий, транспорт, отопительные системы жилых массивов, а также дополнительные источники теплового излучения — искусственные покрытия улиц и площадей, крыши и стены зданий) [2]. Трансформация теплового баланса городской территории является причиной возникновения над городом слоя теплого воздуха. По этой причине температура воздуха в городе в среднем на 0,5—5,0 °С выше по сравнению с пригородной зоной, а безморозный период продолжительнее на несколько дней [3].

Важное экологическое значение имеет понижение относительной влажности воздуха в городе, что особенно заметно в летний период, когда разница между городом и пригородом по этому показателю достигает 7—15 %, а в центре — 20—22 % [2].

В городских условиях наблюдается нивелирование ветров, усиление турбулентности воздушных потоков. Наличие своеобразного «острова тепла» над центром города вызывает образование системы ветров, дующих от периферии к центру. Это приводит к ослаблению вентилируемости центральных районов города и скоплению вредных атмосферных примесей [1].

Задымление, запыленность воздуха и частая повторяемость туманов задерживают 18—20 % солнечной радиации (в сильно загрязненных районах — до 50 %, для коротковолновой ультрафиолетовой радиации — до 80 %). В районах с многоэтажной застройкой растения нередко испытывают недостаток света из-за прямого затенения [2].

Особенностью светового режима в урбанозекосистемах является дополнительное освещение улиц, искусственно продлевающее световой день, которое не влияет на процессы фотосинтеза (из-за низкой интенсивности), что сказывается на фотопериодических реакциях растений и нарушает естественные биологические ритмы поведения насекомых-фитофагов, вызывая их перераспределение и скопление в отдельных частях насаждений [3].

В городах сильной трансформации подвергаются почвы, испытывающие комплексное антропогенное воздействие. Естественные почвы часто оказываются погребенными под слоем насыпного грунта, в том числе с примесью строительного мусора, и на профиле с трудом выделяются горизонты. В результате угнетается рост деревьев, появляются признаки сухостершинности, происходит частичное или полное исчезновение травянистого покрова. Внесение гололедных солевых смесей, вызывающее засоление и формирование солонцеватости почв, способствует формированию условий «физиологической» сухости для растений.

Вследствие высокой теплопроводности асфальтового покрытия годовой перепад температур в корнеобитаемых горизонтах почв в городах составляет 40 °С (в естественных условиях — не более 20—25 °С). В результате летом почва под асфальтом перегревается и иногда достигает 50—55 °С, а зимой, наоборот, сильно промерзает (до 10—13 °С), в итоге верхние слои почв не содержат живых корней [2].

Ежегодная уборка опавшей листвы, скашивание газонных трав изменяют элементный состав почв, что может привести к размыканию естественных биогеохимических циклов. Кроме того, происходит подщелачивание городских почв, что снижает доступность элементов питания. Плодородие почв во многом определяется деятельностью почвенной микрофлоры и мезофауны, но по указанным ранее причинам городские почвы практически стерильны [4].

Содержание органического углерода в почвах не имеет прямого отношения к гумусу и не может служить показателем плодородия почв. В почвах промышленных центров также отмечается загрязнение тяжелыми металлами.

В последние годы происходит значительное увеличение антропогенной нагрузки на урбанизированные экосистемы. В этих условиях важным свойством живых организмов является способность сочетать устойчивость (гомеостаз) и приспособления (адаптации) к изменяющимся условиям среды, что дает возможность выжить в условиях нарастающего антропогенного стресса.

Значительную роль в создании благоприятной для людей среды обитания играют древесные растения. В городских ландшафтах они выполняют важнейшие средообразующие и средозащитные функции, связанные с выделением кислорода и фитонцидов, ионизацией воздуха, формированием своеобразного микроклимата. В то же время насаждения, произрастающие на урбанизированных территориях, испытывают на себе постоянное влияние техногенного загрязнения. В связи с этим большое значение приобретает проблема изучения резистентности различных видов растений к городским условиям. Оценка экологической пластичности растений и определение их адаптивного потенциала позволяют решать разнообразные экологические и прикладные задачи, а также прогнозировать поведение видов при климатических изменениях и антропогенных воздействиях.

Особую ценность в улучшении качества городской среды представляют хвойные растения. Большинство из них являются вечнозелеными, что повышает их роль в озеленении городов, особенно расположенных в зоне умеренного климата, так как они участвуют в очистке воздуха от пыли и вредных газов даже в зимнее время.

Использование хвойных растений в озеленении городов зачастую затруднено их высокой чувствительностью к ряду загрязняющих веществ, что определяется преимущественно значительной продолжительностью жизни хвои. Но все же некоторые виды хвойных отличаются значительной устойчивостью к техногенному загрязнению. Среди них можно отметить виды рода можжевельник (*Juniperus* L.), которые не только обладают высокими декоративными качествами, но и по сравнению с другими хвойными растениями способны максимально противостоять действию токсичных газов.

В связи с этим изучение эколого-биологических особенностей видов рода можжевельник в районах г. Минска с различной антропогенной нагрузкой позволяет проводить оценку перспективности применения данного растения и различных его форм и сортов для улучшения качества окружающей среды. В связи с этим целью наших исследований было выявление биоэкологических особенностей сортов и жизненных форм можжевельника обыкновенного в условиях городской среды.

**Материалы и методы исследования.** Исследования проводили с 2018 по 2020 год в различных по экологическим условиям районах г. Минска. Объект исследований — насаждения можжевельника (сорта и жизненные формы) в составе зеленых насаждений г. Минска. Предмет исследования — биоэкологические особенности сортов и жизненных форм можжевельника обыкновенного в различных с точки зрения экологических условий районах г. Минска.

Согласно методике, предложенной С. Н. Краснощековой [5], в качестве зон условного контроля в г. Минске выбраны: территории Центрального ботанического сада (ЦБС) НАН Беларуси, Лошицкого парка, улицы, парки и скверы Партизанского района. Жизненные формы определяли по классификации И. Г. Серебрякова (1962) «Жизненные формы покрытосеменных и хвойных» [6].

Определение загрязняющих веществ в атмосферном воздухе районов исследований проводили фотометрическим методом ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ) и методом реакционной газовой хро-

матографии (СО) [6]. Лабораторные исследования по определению содержания тяжелых металлов в осажденном осадке и в почве проводили полуколичественным эмиссионным спектральным анализом на приборе ЛАС-8-2.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Ботанический сад и Лошицкий парк расположены в зоне с пониженным значением комплексного индекса загрязнения атмосферы и почвы, а микрорайон Минского тракторного завода (МТЗ) — с повышенным индексом загрязнения атмосферы и почвы (таблицы 1, 2).

Одним из важнейших признаков, определяющих приспособленность растений к среде обитания, является жизненная форма. Разнообразие жизненных форм (морфологическая поливариантность) у одного вида в разных условиях отражает степень экологической пластичности и возможности растений использовать разнообразные местообитания внутри сообщества. Виды с большим разнообразием жизненных форм характеризуются лучшим выживанием в неблагоприятных условиях и отличаются более широкими возможностями в обеспечении непрерывного оборота поколений. Таким образом, один и тот же вид в различных частях своего ареала или в разных экологических условиях нередко принимает различные жизненные формы, иногда значительно отличающиеся друг от друга.

Анализ литературных данных показал, что при описании жизненной формы *J. communis*, как правило, указывается, что это дерево или кустарник [2; 3]. В соответствии с классификацией жизненных форм покрытосеменных и хвойных растений данный вид относится к типу дерева, классу кронеобразующие с полностью одревесневшими удлиненными побегами, подклассу наземные, группе с подземными корнями, подгруппе прямостоячие, секциям одноствольные (лесного типа) и кустовидные, или немногоствольные (плейокормные) деревья (субарктического и субальпийского типа) [5].

Т а б л и ц а 1. — Содержание тяжелых металлов в снежном покрове, мкг / л

T a b l e 1. — Content of heavy metals in snow cover, µg / l

Место отбора проб	Содержание элементов, мкг / л						pH талой воды
	Cu	Cd	Pb	Zn	Mo	Ni	
ЦБС НАН Беларуси	4,23 ± 0,09	6,02 ± 1,11	1,12 ± 0,04	12,66 ± 2,22	0,18 ± 0,01	1,07 ± 0,02	5,92 ± 0,02
Лошицкий парк	14,65 ± 2,42	15,67 ± 1,27	6,30 ± 1,67	82,33 ± 11,67	2,88 ± 0,38	13,07 ± 1,41	5,10 ± 0,01
Зеленые насаждения микрорайона МТЗ	18,37 ± 2,33	18,87 ± 0,19	7,55 ± 0,01	102,27 ± 13,11	3,28 ± 0,56	17,00 ± 4,33	7,16 ± 0,06

Т а б л и ц а 2. — Среднегодовая концентрация загрязняющих веществ в атмосферном воздухе районов исследования

T a b l e 2. — Average annual concentration of pollutants in the atmospheric air of the study areas

Место отбора проб	Концентрация, мг / г <sup>3</sup>				
	Пыль	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NH <sub>3</sub>
ЦБС НАН Беларуси	0,06 ± 0,02	0,03 ± 0,01	0,04 ± 0,01	1,32 ± 0,02	0,015 ± 0,01
Лошицкий парк	0,09 ± 0,03	0,05 ± 0,01	0,07 ± 0,02	1,64 ± 0,04	0,037 ± 0,002
Зеленые насаждения микрорайона МТЗ	1,27 ± 0,06	0,08 ± 0,01	0,15 ± 0,04	2,27 ± 0,06	0,082 ± 0,004

Вместе с тем, по нашим наблюдениям, некоторые особи *J. communis* совмещают признаки, характерные для деревьев и кустарников, так как на некоторой высоте от поверхности земли наблюдается ветвление главного побега. Растения, совмещающие признаки, характерные для деревьев (большая продолжительность жизни осей) и кустарников (многоствольность), относят к таким жизненным формам, как аэроксильное дерево (для особей с наземным формированием скелетных осей) или геоксильное мало- и многоствольное дерево (растения, у которых скелетные оси образуются подземно).

Как показали результаты наших наблюдений, у *J. communis* в условиях городской среды г. Минска можно выделить следующие жизненные формы: одноствольное дерево, геоксильное многоствольное дерево, аэроксильное дерево-куст. Кроме того, установлено, что скелетные оси геоксильных деревьев могут иметь надземное ветвление (аналогичное аэроксильным).

В посадках г. Минска было проведено исследование количественного соотношения жизненных форм *J. communis*. Из общего числа особей (383) максимальная встречаемость была у многоствольных растений (около 73 %), одноствольных деревьев выявлено 12 %, а к жизненной форме аэроксильное дерево-куст можно отнести почти 15 % изученных растений.

Из литературных данных известно, что в естественных условиях произрастания *J. communis* представлен преимущественно одноствольными деревьями. Это связано с преобладанием семенного размножения у данного вида в природе; при вегетативном размножении образуются преимущественно многоствольные деревья. Так как в культуре *J. communis* размножают черенкованием, то возможно, что преобладание в посадках г. Минска растений жизненной формы многоствольного дерева обусловлено именно вегетативным способом размножения.

По мнению А. В. Богачева (1974), «...соотношение различных морфометрических признаков является показателем особенностей формирования кроны деревьев» [8]. В связи с этим нами был проведен корреляционный анализ некоторых морфометрических параметров у *J. communis*. В результате исследований установлено, что у растений *J. communis* всех изученных жизненных форм в генеративном периоде развития существует положительная зависимость между высотой растений и длиной кроны. Коэффициент корреляции составил 0,48—0,82 (таблица 3).

У одноствольных деревьев и аэроксильных деревьев-кустов также отмечена положительная корреляция между диаметром ствола и длиной кроны ( $r = 0,75$  и  $r = 0,65$ ), тогда как у многоствольных деревьев в средневозрастном генеративном состоянии наблюдалась отрицательная зависимость между данными признаками ( $r = -0,51$ ).

Т а б л и ц а 3. — Коэффициент корреляции ( $r$ ) морфометрических параметров *J. communis* разных жизненных форм

T a b l e 3. — Correlation coefficient ( $r$ ) of morphometric parameters of *J. communis* of different life forms

Пара признаков	Одноствольные деревья	Аэроксильное дерево-куст	Многоствольные деревья
Высота дерева и диаметр ствола	0,77***	0,11***	-0,61***
Высота дерева и длина кроны	0,48**	0,82**	0,58**
Высота дерева и диаметр кроны	0,62**	0,44**	0,15**
Диаметр ствола и длина кроны	0,75*	0,65*	-0,51*
Диаметр ствола и диаметр кроны	0,44*	0,24*	-0,48*
Длина кроны и диаметр кроны	0,29*	0,14*	0,11*

Примечание. \* —  $P < 0,05$ ; \*\* —  $P < 0,01$ ; \*\*\* —  $P < 0,001$ .

В результате визуального обследования насаждений можжевельника обыкновенного, проведенного в исследуемых районах г. Минска, установлено, что растения в основном имеют хорошее или удовлетворительное состояние (категории: без признаков ослабления, ослабленные и сильно ослабленные). Растения в неудовлетворительном состоянии (т. е. категория усыхающих), выявлены в ограниченном количестве.

На основе изученных морфометрических показателей определяли жизненное состояние растений *J. communis* как показатель устойчивости данного вида при произрастании на урбанизированной территории. Так как подходы к изучению жизнеспособности особей выбирают в зависимости от жизненной формы растений и цели исследований, то при исследовании древесных растений чаще всего оказывается достаточным выделение трех уровней жизнеспособности.

При изучении виталитета растений *J. communis* в насаждениях г. Минска обнаружено, что исследуемые деревья различаются по характеру роста, развития и морфологическим особенностям строения вегетативных органов. Эти показатели оказывают значительное влияние на декоративность растений и позволяют оценить их состояние по характеристике кроны, основываясь на шкале жизнеспособности. Данная шкала приемлема для классификации хвойных и лиственных деревьев как в разновозрастных, так и в одновозрастных древостоях.

Результаты наших исследований показали, что среди растений различных онтогенетических состояний, встречающихся на территории г. Минска, дифференциация по жизнеспособности наблюдается преимущественно у особей в генеративном периоде развития. Вероятно, это связано с тем, что растения в целях озеленения города высаживались преимущественно в виргинильном состоянии и характеризовались одинаковой жизнеспособностью. В дальнейшем под влиянием генотипических и экотопических факторов к средневозрастному генеративному состоянию у растений можжевельника обыкновенного стали проявляться значительные различия во внешнем облике, что послужило основой для выделения нами нескольких классов виталитета.

Анализируя биометрические и морфологические параметры генеративных растений *J. communis* в различных насаждениях г. Минска (таблица 4), нами было выделено три класса по шкале категорий жизнеспособного состояния деревьев.

1. Здоровое растение — не имеет внешних признаков угнетения, повреждений кроны и ствола. Крона хорошо развитая, симметричная, густая. Мертвые и отмирающие побеги единичны, приурочены к нижней части кроны. Образование семян обильное, равномерное по всей кроне.

Т а б л и ц а 4. — Морфометрические признаки *J. communis* различных жизненных состояний

T a b l e 4. — Morphometric features of *J. communis* of different life states

Морфометрический показатель	Класс жизнеспособности растения					
	Здоровое		Угнетенное		Сильно угнетенное	
	одностовольное	многоствольное	одностовольное	многоствольное	одностовольное	многоствольное
Высота, м	5,5 ± 0,40	5,0 ± 0,12	5,3 ± 0,33	5,1 ± 0,12	4,8 ± 0,16	4,9 ± 0,35
Диаметр ствола, см	9,4 ± 0,93	6,7 ± 0,21	7,5 ± 0,21	6,2 ± 0,21	5,4 ± 0,49	3,2 ± 0,25
Крона						
длина, м	5,0 ± 0,46	4,5 ± 0,13	4,7 ± 0,34	4,8 ± 0,13	1,6 ± 0,18	2,2 ± 0,38
диаметр, м	2,6 ± 0,13	2,9 ± 0,18	2,2 ± 0,08	2,6 ± 0,18	1,0 ± 0,17	1,9 ± 0,07
Побегов второго порядка, шт.						
живые	60,5 ± 1,41	43,4 ± 1,69	47,2 ± 1,94	42,7 ± 1,69	31,3 ± 1,21	20,7 ± 1,61
отмершие	2,1 ± 0,17	1,7 ± 0,99	14,6 ± 1,40	13,8 ± 0,99	17,3 ± 1,45	26,4 ± 1,64
Прирост, см	11,5 ± 0,91		7,7 ± 0,12		4,5 ± 0,26	
Хвоинок на 10 см побега	102,0 ± 4,11		118,0 ± 2,66		121,0 ± 6,35	

2. Угнетенное растение — крона устремлена вверх, но зачастую асимметрична, сдавлена с одной стороны. Диаметр кроны и ее длина несколько меньше, чем у здоровых деревьев, хотя высота растения может иметь незначительные отличия. Число мертвых и усыхающих побегов кроны — до 30 %. Образование семян обильное, преимущественно на южной стороне кроны.

3. Сильно угнетенное растение — внешне ярко выражено угнетение, крона сильно повреждена, более половины побегов второго порядка отмершие, значительное количество отмерших побегов третьего, четвертого порядков. Диаметр побегов второго порядка значительно меньше, чем у здоровых деревьев. Ветви расположены на главном стволе близко друг к другу, что указывает на слабую интенсивность роста дерева. Кора имеет трещины не только на стволе, но и у основания нижних побегов второго порядка. Образование семян нерегулярное. В базальной части ствола из спящих почек появляются новые побеги, но довольно ослабленные.

Известно, что существенное влияние на жизненность *J. communis* оказывают условия освещения, конкуренция с другими видами, почвенные условия. Так, сильно кислые почвы замедляют рост можжевельника почти в 1,5 раза, а произрастание под пологом лиственных пород приводит к угнетению и даже гибели растений. Результаты наших исследований показали, что растения *J. communis* высокой жизненности встречались в более открытых местообитаниях, преимущественно без рекреационной нагрузки. Растения можжевельника, находившиеся под пологом более быстрорастущих лиственных пород и оказывающих на *J. communis* подавляющее действие, характеризовались пониженным уровнем жизненности, что зарегистрировано в местах сильного рекреационного воздействия, например, на придорожной и парковой территориях микрорайона МТЗ. Угнетение растений происходит преимущественно вследствие постоянных механических повреждений и уплотнения почвы. Поэтому, несмотря на относительно высокую устойчивость к загазованности атмосферы и теневыносливость, *J. communis* не рекомендуется использовать в смешанных насаждениях с лиственными деревьями и вблизи дорог, так как при этом значительно снижается не только жизненность, но и декоративность посадок. Можно отметить, что внешний облик посадок *J. communis* напрямую зависит от жизненного состояния деревьев, следовательно, для получения качественных декоративных насаждений необходимо учитывать все факторы, оказывающие влияние на их жизненность.

Ухудшение жизненного состояния растений происходит в зависимости от концентрации загрязняющих веществ в атмосфере. Так, при слабом атмосферном загрязнении выраженное ухудшение жизненного состояния наблюдается лишь у отдельных растений, индивидуально наиболее чувствительных или максимально подверженных действию токсикантов из-за своего возраста или положения в древостое. В условиях высокого загрязнения среды наблюдается резкое ухудшение жизненного состояния растений, особенно хвойных, выражающееся в сильном изреживании хвои и отмирании значительной части побегов.

При исследовании прироста боковых побегов *J. communis* было установлено, что растения, отнесенные к категории здоровых, характеризовались величиной прироста  $11,5 \pm 0,91$  см / год. Несколько меньшие значения присущи второй группе — угнетенные растения ( $7,7 \pm 0,12$  см / год). Прирост сильно угнетенных деревьев был минимален и составлял  $4,5 \pm 0,26$  см / год (рисунок 1).

Наиболее наглядно о жизненном состоянии конкретного растения свидетельствуют характер развития ассимиляционного аппарата и его морфометрические показатели.

Анализ параметров хвои у *J. communis* в изученных местообитаниях позволил выявить некоторые особенности растений разной жизненности. При определении длины и плотности расположения хвоинок на побеге можжевельника обыкновенного было установлено, что при угнетении происходит уменьшение длины хвоинок (с 6 до 4 мм) и, как следствие, увеличение их количества на побеге.

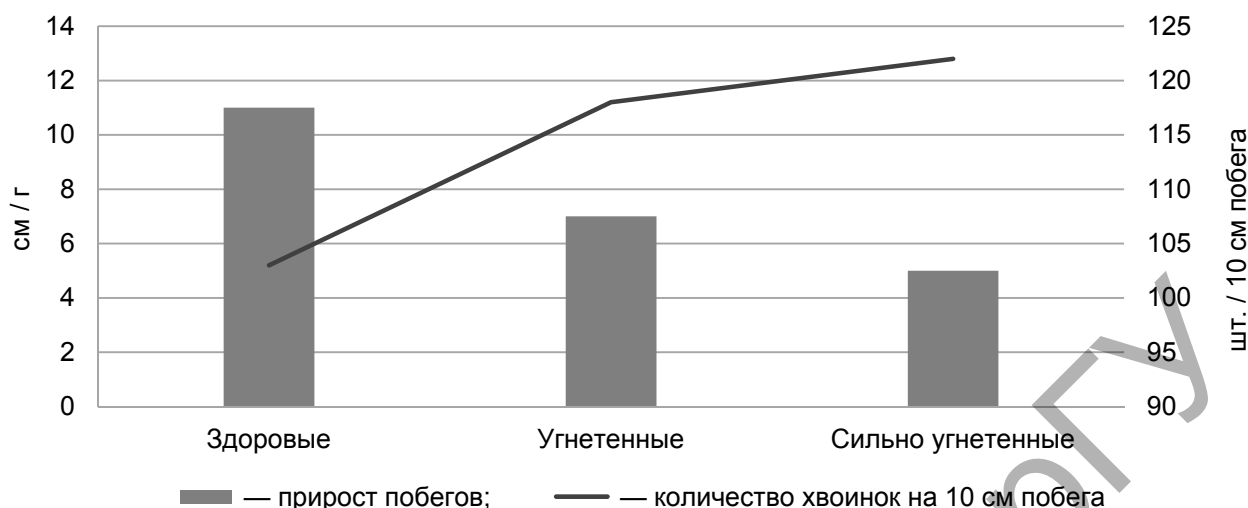


Рисунок 1. — Изменение морфологических параметров у можжевельника обыкновенного различных уровней жизнеспособности

Figure 1. — Variation of morphological parameters in juniper of different vitality levels

Так, число хвоинок на 10 см побега у здоровых растений равнялось в среднем 102, а при угнетении сближенность хвоинок возрастала на 11,5 % (до 118). У сильно угнетенных особей число хвоинок на 20 % больше, чем у здоровых, и составляло 121 хвоинку на 10 см побега (см. рисунок 1).

Корреляционный анализ изученных морфологических параметров показал, что между приростом и количеством хвоинок на 10 см побега существует отрицательная зависимость (коэффициент корреляции равен  $-0,76$  при  $P < 0,05$ ). Уменьшение размеров хвоинок свидетельствует об усилении в условиях городской среды у *J. communis* ксероморфных признаков.

**Заключение.** В условиях города жизненные формы *J. communis* более разнообразны по сравнению с природным ареалом, что вызывает широкие адаптивные возможности и позволяет данному виду максимально приспосабливаться к условиям городской среды. Наряду с одноствольными деревьями, преобладающими в естественной природной среде, в городских условиях формируются новые геоксильные мало- и многоствольные деревья и аэроксильные деревья-кусты.

В условиях г. Минска у *J. communis* выделены три категории жизненного состояния: здоровые, угнетенные и сильно угнетенные растения. Основными факторами, определяющими жизненное состояние можжевельника обыкновенного, являются рекреационная нагрузка и в меньшей степени загрязнение атмосферного воздуха и почвы.

Угнетенные и сильно угнетенные растения *J. communis* отличаются от здоровых значительным снижением прироста боковых побегов.

#### Список цитируемых источников

1. Бухарина, И. Л. Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде : монография / И. Л. Бухарина, Т. М. Поварничина, К. Е. Ведерников. — Ижевск : ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2007. — 216 с.
2. Герасимов, А. О. Устойчивость хвойных пород в уличных посадках Санкт-Петербурга : дис... канд. биол. наук. / А. О. Герасимов. — СПб., 2003. — 181 л.

3. Горышина, Т. К. Растение в городской среде / Т. К. Горышина. — Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1991. — 152 с.
4. Карасев, В. Н. Эколого-физиологическая диагностика состояния городских зеленых насаждений / В. Н. Карасев, М. А. Карасева., А. А. Маторкин // Глобальные проблемы национальной безопасности России в 21 веке: Седьмые Вавиловские чтения : материалы Всерос. междисциплин. конф. — Йошкар-Ола, 2003. — Ч. 2. — С. 201—203.
5. Краснощекова, Н. С. Эколого-экономическая эффективность зеленых насаждений : обзор. информ. / Н. С. Краснощекова. — М. : ЦЕНТИ Минжилкомхоза РСФСР, 1987. — 44 с.
6. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве : утв. 15 мая 1990 г., № 5174-90 / разработ.: Б. А. Ревич, Ю. Е. Сагет, Р. С. Смирнова. — М. : ИМГРЭ, 1990.
7. Серебряков, И. Г. Экологическая морфология растений: Жизненные формы покрытосеменных и хвойных / И. Г. Серебряков. — М. : Высш. шк., 1962. — 380 с.
8. Уткин, А. И. Площадь поверхности лесных растений: сущность, параметры, использование / А. И. Уткин, Л. С. Ермолова, И. А. Уткина ; Ин-т лесоведения РАН. — М. : Наука, 2008. — 292 с.

### References

1. Buharina I. L., Povarnicina T. M., Vedernikov K. E. [Ecological and biological features of woody plants in urbanized environment. Monografiya]. Izhevsk, FGOU VPO Izhevskaya GSKHA, 2007, 216 p.
2. Gerasimov A. O. [Stability of conifers in street plantings of St. Petersburg]. Doctor's degree dissertation. Saint Petersburg, 2003, 181 p.
3. Goryshina T. K. [Plant in the urban environment]. Leningrad, Leningradskii universitet, 1991, 152 p.
4. Karasev V. N., Karaseva M. A., Matorkin A. A. [Ecological and physiological diagnosis of urban green spaces condition]. *Global'nye problemy nacional'noj bezopasnosti Rossii v 21 veke. Sed'mye Vavilovskie chteniya. Materialy Vseros. mezhdisciplinarnoj konferencii*. Yoshkar-Ola, 2003, part 2, pp. 201—203.
5. Krasnoshchekova N. S. [Ecological and economic efficiency of green spaces: Review information]. Moscow, CENTI Minzhilkomhoza RSFSR, 1987, 44 p.
6. Revich B. A., Saet Yu. E., Smirnova R. S. [Methodological recommendations for assessing the degree of pollution of atmospheric air in populated areas by metals in snow and soil]. Moscow, IMGRE, 1990.
7. Serebryakov I. G. [Ecological morphology of plants. Life forms of overgrowths and conifers]. Moscow, Vysshaya shkola, 1962, 380 p.
8. Utkin A. I., Ermolova L. S., Utkina I. A. [Surface area of forest plants: essence, parameters, use]. Institut lesovedeniya RAN. Moscow, Nauka, 2008, 292 p.

Conifers are of particular value in improving the quality of urban environment. Most of them are evergreens, which increases their role in landscaping of cities, especially located in the temperate zone, as they participate in purification of the air from dust and harmful gases. At the same time some species of conifers are highly resistant to technogenic pollution, such as juniper (*Juniperus* L.), which not only has high ornamental qualities, but also, compared with other conifers, are able to withstand the action of toxic gases to the maximum extent.

As a result of the study of ecological plasticity of plants *Juniperus communis* in an urbanized area by the example of Minsk, it was established that under the conditions of the city life forms of *J. communis* are more diverse than in the natural habitat, which causes a wide adaptive capacity and allows this species to adapt to the conditions of urban environment. Under the conditions of the city of Minsk, *J. communis* has 3 categories of vital state: healthy, oppressed, and severely oppressed plants. The main factors determining the vital state of *Juniperus communis* are recreational load, and, to a lesser extent, pollution of the atmospheric air and soil.

Поступила в редакцию 14.04.2022.