

ISSN 2221-9927

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ИНСТИТУТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БОТАНИКИ ИМЕНИ В. Ф. КУПРЕВИЧА
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ»

ОБЩЕСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «БОТАНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО»

БОТАНИКА

(ИССЛЕДОВАНИЯ)

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Выпуск 53

Издается с 1959 года

Входит в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований по биологической отрасли науки (ботаника, экология, физиология и биохимия растений)

Включен в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)

*Полнотекстовая электронная версия сборника размещается на сайте
<https://botany.by>*

Минск, 2024

Ботаника (исследования): сборник научных трудов / Национальная академия наук Беларуси, Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси, Ботаническое общество. – Минск, 2024. – Выпуск 53. – 332 с. – ISSN 2221-9927.

Научные редакторы:

академик НАН Беларуси, доктор биологических наук *Н. А. Ламан*
академик НАН Беларуси, доктор биологических наук *В. И. Парфенов*

Редакционная коллегия:

- Ламан Н. А.* – академик НАН Беларуси, доктор биологических наук,
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- Парфенов В. И.* – академик НАН Беларуси, доктор биологических наук,
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- Крестов П. В.* – член-корреспондент РАН, доктор биологических наук,
Ботанический сад-институт Дальневосточного отделения РАН (Владивосток, Россия)
- Лукина Н. В.* – член-корреспондент РАН, доктор биологических наук,
Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН (Москва, Россия)
- Прохоров В. Н.* – член-корреспондент НАН Беларуси, доктор биологических наук,
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- Титок В. В.* – член-корреспондент НАН Беларуси, доктор биологических наук,
Центральный ботанический сад НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- Аверина Н. Г.* – доктор биологических наук, профессор,
Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- Виноградова Ю. К.* – доктор биологических наук, профессор,
Главный ботанический сад имени Н. В. Цицина РАН (Москва, Россия)
- Гельтман Д. В.* – доктор биологических наук, профессор,
Ботанический институт имени В. Л. Комарова РАН (Санкт-Петербург, Россия)
- Гурина Н. С.* – доктор биологических наук, профессор,
Белорусский государственный медицинский университет (Минск, Беларусь)
- Родькин О. И.* – доктор биологических наук,
Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова БГУ
(Минск, Беларусь)
- Семенецков Ю. А.* – доктор биологических наук, профессор,
Брянский государственный университет имени акад. И. Г. Петровского (Брянск, Россия)
- Ситпаева Г. Т.* – доктор биологических наук,
Институт ботаники и фитоинтродукции Республики Казахстан (Алма-Аты, Казахстан)
- Груммо Д. Г.* – кандидат биологических наук, доцент,
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- Пугачевский А. В.* – кандидат биологических наук,
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- Цвирко Р. В.* – кандидат биологических наук,
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- Беломесяцева Д. Б.* – кандидат биологических наук,
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- Зеленкевич Н. А.* – кандидат биологических наук,
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)

Ответственный секретарь:

кандидат биологических наук *Т. А. Будкевич*

© Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси, 2024

УДК 60:364.737:581.557.24

Я. С. КАМЕЛЬЧУК¹, Н. А. ЛАМАН²**ВЛИЯНИЕ МИКОРИЗАЦИИ МИКРОКЛОНОВ *VACCINIUM CORYMBOSUM* L. НА ИХ АДАПТАЦИЮ К УСЛОВИЯМ *EX VITRO***¹Полесский государственный университет, Пинск, Беларусь, e-mail: yaninacamal@gmail.com²Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: nikolai.laman@gmail.com

Аннотация. Исследовано влияние микоризации регенерантов голубики высокой (*Vaccinium corymbosum* L.) на этапе адаптации к условиям *ex vitro* на морфометрические характеристики растений. Установлено, что у микроклонов голубики сортов Блюкроп и Патриот после инокуляции микоризными грибами *Phialocephala fortinii* и *Pezizula* sp. через 14 недель все показатели биопродукционных признаков обработанных регенерантов достоверно превышают показатели контрольных вариантов: увеличивается скорость роста, укоренение, жизнеспособность. У адаптантов благодаря образовавшейся микоризе возрастает стрессоустойчивость.

Ключевые слова: микоризные грибы, рост растений, адаптация, биотизация, микоризация, голубика высокая, микроклональное размножение, *ex vitro*.

YA. S. KAMELCHUK¹, N. A. LAMAN²**THE INFLUENCE OF MYCORIZATION OF *VACCINIUM CORYMBOSUM* L. MICROCLONES ON THEIR ADAPTATION TO *EX VITRO* CONDITIONS**¹Polesky State University, Pinsk, Belarus, e-mail: yaninacamal@gmail.com²V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus, e-mail: nikolai.laman@gmail.com

Annotation. The influence of mycorrhization of blueberry regenerants at the stage of adaptation to *ex vitro* conditions on the morphometric characteristics of plants was analyzed. It was established that in blueberry varieties Bluecrop and Patriot after inoculation with mycorrhizal fungi *Phialocephala fortinii* and *Pezizula* sp. at the adaptation stage after 14 weeks, all indicators of bioproduction characteristics significantly exceed those of the control variants in both blueberry varieties with two mushrooms: growth rate, rooting, viability increases, and also in adaptants, due to the formed mycorrhiza, stress resistance increases.

Keywords: mycorrhizal fungi, plant growth, adaptation, biotization, mycorrhization, high blueberry, microclonal propagation, *ex vitro*.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы в Беларуси производство ягод голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum*) значительно увеличилось, также, как и во многих регионах мира, включая США, Южную Америку, Европу [1–3].

При интенсивном возделывании голубики высокорослой питание и защита растений обеспечиваются в основном удобрениями и пестицидами. Эти агротехнические обработки могут привести к нарушению симбиоза растений с их аборигенной микробиотой. Удобрение растений избытком азота и фосфора может ингибировать рост микоризных грибов и концентрацию антиоксидантов в плодах, что приводит к снижению их питательной ценности. Голубика – один из самых богатых источников антиоксидантов среди свежих ягод, следовательно, уход за рас-

тениями при ее выращивании следует проводить с особой осторожностью. Чтобы обеспечить максимальную антиоксидантную активность ягод, использование пестицидов и удобрений должно быть сведено к минимуму. Кроме того, необходимы новые, более экологичные методы выращивания культур. Ключевым фактором на этапе адаптации растений *in vitro* к условиям роста *ex vitro* является взаимодействие растений и микроорганизмов. Для успешной адаптации необходимо возвращать микоризообразователи путем инокуляции саженцев или использовать биотизацию на этапах формирования зрелого растения [4].

Чтобы получить преимущество на рынке, фермеры ищут новые, проверенные методы выращивания растений, которые позволяют повы-

сильно урожайность и улучшить качество ягод. Экологические методы становятся все более популярными. Экологически безопасным методом является биотизация растений как биотехнологический подход, повышающий их продуктивность и устойчивость. Он основан на инокуляции растений соответствующими симбиотиче-

скими микроорганизмами, которые способствуют росту и стрессоустойчивости [5, 6].

Цель настоящего исследования – изучение влияния инокуляции микоризными эрикоидными грибами на биометрические и продукционные характеристики и адаптацию микроклональных регенерантов голубики высокорослой в условиях *ex vitro*.

ОБЪЕКТЫ (МАТЕРИАЛЫ) И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В эксперименте использованы регенеранты голубики высокорослой сортов Блюкроп и Патриот научно-исследовательской лаборатории клеточных технологий в растениеводстве Полесского государственного университета. Микоризные грибы *Phialocephala fortinii* и *Pezicula sp.* выделены из аборигенного вида черники (*Vaccinium myrtillus L.*) из естественной ценопопуляции, произрастающей в Барановичском районе, идентифицированы в лаборатории ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», депонированы в Белорусской коллекции непатогенных микроорганизмов ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси» под номерами БИМ F-772, БИМ F-773, а также в GeneBank NCBI под номерами MK356722.1 и MK356723.1. Для микоризации готовили грибной моноорганический инокулят по протоколам [7–9].

Для изучения влияния биотизации микоризными эрикоидными грибами на адаптацию микроклонов *Vaccinium corymbosum L.* к условиям *ex vitro* брали стерильные укорененные регенеранты голубики, внешне одинаковые по размеру, отмывали их от остатков питательной среды, замачивали в приготовленном инокулюме и высаживали в кассеты, заполненные увлажненным верховым торфом. В качестве контроля использовали регенеранты, не замоченные в инокулюме. Кассеты с адаптантами накрывали полиэтиленовой пленкой, создавая условия повышен-

ной влажности до появления молодых листочков. За регенерантами *ex vitro* осуществляли ежедневный уход – ежедневные трехкратные полив / опрыскивание и двукратное проветривание на протяжении не более 1 часа.

Учет анализируемых показателей – высоты адаптантов, количества междоузлий, количества побегов, длину корня, прирост биомассы проводили через 14 недель адаптации на стеллажах световой установки адаптационного помещения биотехнологической лаборатории при температуре +25°C, фотопериоде день/ночь – 16ч / 8ч, освещенности 3000 лк (люминесцентные лампы OSRAM L36W/76 Natura), относительной влажности воздуха 70%.

Количество укорененных регенерантов для адаптации в каждом варианте опыта и в контроле составляло 50 шт., повторность опыта – 5-кратная.

Статистическую обработку (табл. 1–3) проводили в программе Statistica 10.0, используя ANOVA и Критерий Дункана ($p < 0.01$) для сравнения средних значений ($n=5$). [10]. В табл. 1, 3 данные приведены в виде среднего значения \pm средняя статистическая ошибка. Для дисперсионного анализа данных и расчета доли влияния факторов на рост и развитие растений использовали программу статистического анализа AB-Stat 1.0, разработанную в Институте генетики и цитологии НАН Беларуси (см. табл. 2) [11].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных исследований установлено, что через 14 недель у растений голубики высокой обоих сортов после биотизации микоризными грибами *Phialocephala fortinii* и *Pezicula sp.*, все показатели исследуемых нами признаков достоверно превышают показатели контрольных вариантов (см. табл. 1).

Высота молодых растений каждого из вариантов опыта с применением моноинокулята *Phialocephala fortinii* достоверно (при $p < 0,01$) превышала высоту контрольных растений и достигла у сорта Bluecrop 126 мм (186,2% к контролю), у сорта Patriot – 105 мм (150,4%). Также высота молодых растений с применением *Pezicula sp.* у

сорта Bluecrop достигла 105 мм (155,5%), у сорта Patriot – 95 мм (135,1%) (см. табл. 1).

Инокуляция адаптантов привела к увеличению количества междоузлий у растений обоих сортов голубики, при этом у сорта Bluecrop значения были выше, чем у сорта Patriot как с *Phialocephala fortinii*, так и с *Pezicula sp.* (см. табл. 1). Количество междоузлий с *Phialocephala fortinii* у сорта Bluecrop составило 16 штук, что по сравнению с контролем на 51% больше, с *Pezicula sp.* – 14 (138,5%). У сорта Patriot количество междоузлий было равным как с *Phialocephala fortinii*, так и с *Pezicula sp.* – 17, но больше, чем у контрольных растений (130%) (см. табл. 1).

Таблица 1. Биопродукционные показатели инокулированных микоризными грибами адаптантов *Vaccinium corymbosum* L. в условиях *ex vitro***Table 1.** Bioproduction parameters of *Vaccinium corymbosum* L. adaptants, inoculated with mycorrhizal fungi, under *ex vitro* conditions

Штамм	Сорт	ВР, мм	КМ, шт.	ДК, мм	ПБ, г
Контроль	Bluecrop	67,4±4,7	10,4±0,6	30,7±1,79	0,049±0,005
<i>Phialocephala fortinii</i>		125,5±2,9**	15,7±0,3**	41,2±0,6**	0,251±0,022**
<i>Pezicula sp.</i>		104,8±1,4**	14,4±0,2**	39,1±0,6**	0,150±0,037**
НСР _{0,05}		6,6	1,1	1,6	0,03
НСР _{0,01}		8,9	1,5	2,2	0,04
Контроль	Patriot	70,0±3,03	13,0±0,5	29,6±1,1	0,068±0,005
<i>Phialocephala fortinii</i>		105,3±1,2**	17,1±0,2**	39,7±0,3**	0,200±0,009**
<i>Pezicula sp.</i>		94,6±1,1**	16,7±0,2**	38,2±0,4**	0,129±0,009**
НСР _{0,05}		8,1	1,3	1,9	0,04
НСР _{0,01}		10,9	1,8	2,7	0,05

Примечание. Признаки: ВР – высота растений; КМ – количество междоузлий; ДК – длина корня; ПБ – прирост биомассы; Штамм (контроль – отсутствие инокулята). НСР_{0,05} – наименьшая существенная разница при $p < 0,05$; НСР_{0,01} – наименьшая существенная разница при $p < 0,01$. Полу жирным шрифтом выделены значения, достоверно отличающиеся от значения в контроле: * – достоверно отличается от контроля при $p < 0,05$; ** – при $p < 0,01$.

Таблица 2. Двухфакторный дисперсионный анализ биопродукционных показателей адаптантов *Vaccinium corymbosum* L., инокулированных микоризными грибами, в условиях *ex vitro***Table 2.** Two-factor analysis of variance of bioproduction parameters of blueberry adaptants *Vaccinium corymbosum* L. under *ex vitro* conditions inoculated with mycorrhizal fungi

ИВ	df	ВР		КМ		ДК		ПБ	
		СК	ДВ,%	СК	ДВ,%	СК	ДВ,%	СК	ДВ,%
Общее	29	503,264	100,000	7,206	100,000	22,624	100,000	0,007	100,000
Фактор А	1	645,424**	4,423	34,197**	16,364	3,201	0,488	0,002	1,190
Фактор В	2	5647,278**	77,388	61,914**	59,256	277,118**	84,474	0,070**	73,681
АхВ	2	328,808*	4,506	0,944	0,904	0,977	0,298	0,003	3,209
Повторности	4	126,830	3,476	2,529	4,840	1,380	0,841	0,003	5,340
Случайные отклонения	20	74,487	10,207	1,947	18,636	4,560	13,899	0,002	16,580

Примечание. ИВ – источник варьирования; df – число степеней свободы; СК – средний квадрат; ДВ – доля влияния фактора; фактор А – сорта голубики высокой (Bluecrop, Patriot); фактор В – грибной инокулюм (*Phialocephala fortinii*, *Pezicula sp.*, контроль); ВР – высота растений; КМ – количество междоузлий; ДК – длина корня; ПБ – прирост биомассы. Полу жирным шрифтом выделены значения, достоверно отличающиеся от значения в контроле: * – достоверно отличается от контроля при $p < 0,05$; ** – при $p < 0,01$.

Таблица 3. Воздействие инокуляции микоризными эрикоидными грибами на побегообразование регенерантов *Vaccinium corymbosum* L.**Table 3.** Effect of inoculation on *Vaccinium corymbosum* L. shoot formation

Число побегов	Контроль	Грибной инокулюм	
		<i>Phialocephala fortinii</i>	<i>Pezicula sp.</i>
Сорт Bluecrop			
Нет побегов	61%	6%**	41%**
1	39%	72%**	50%**
2	-	20%**	9%**
3	-	1%**	-
4	-	1%**	-
Сорт Patriot			
Нет побегов	50%	10%**	36%*
1	43%	69%**	51%*
2	7%	20%**	12%*
3	-	1%**	1%**
4	-	-	-

Примечание: полу жирным шрифтом выделены значения, достоверно отличающихся от значения в контроле: * – достоверно отличаются от контроля при $p < 0,05$; ** – при $p < 0,01$.

Положительное влияние инокуляция оказала на корневую систему адаптантов. Отмечено увеличение длины корня у сортов Bluecrop и Patriot как с применением инокулята на основе эрикоидного гриба *Phialocephala fortinii*, так и с инокулятом из *Pezicula sp.* У сорта Bluecrop с *Phialocephala* длина корня достигла 41 мм (134,2%), с *Pezicula sp.* – 39 мм (127,4%). У сорта Patriot длина корня с *Phialocephala* составила 40 мм (134,1%), с *Pezicula sp.* – 38 мм (129,1%). Все показатели достоверны при $p < 0,01$ (см. табл. 1).

У исследуемых сортов голубики в вариантах с обоими грибами обнаружены статистически достоверные при $p < 0,01$ различия по приросту биомассы, которые составили у сорта Bluecrop с *Phialocephala* 0,25 г, что в 5 раз выше, чем у контрольных растений, с *Pezicula sp.* – 0,15 г (в 3 раза больше контроля). У сорта Patriot отмечена такая же тенденция в увеличении биомассы – с *Phialocephala* 0,2 г (в 3 раза больше контрольных растений) и с *Pezicula sp.* – 0,13 г (в 1,8 раза больше контроля) (см. табл. 1).

Двухфакторный дисперсионный анализ показал высоко достоверное (при $p < 0,01$) влияние грибов на изменчивость всех четырех исследуемых показателей, с долей влияния 59,3–84,5% (см. табл. 2).

Двухфакторный дисперсионный анализ выявил достоверное (чаще при $p < 0,01$) влияние исследуемых факторов – сорта голубики и штамма грибов-микоризообразователей, а также достоверное при $p < 0,05$ влияние сочетания данных

факторов на изменчивость показателей «высота растений» (см. табл. 2). Доля влияния фактора «штамм грибов-микоризообразователей» при этом превалировала и составляла 77,4%. На изменчивость показателей «количество междоузлий» достоверное влияние (при $p < 0,01$) оказывали два фактора, при этом доля их влияния составила 16,4% и 59,3% соответственно. Также выявлено, что на изменчивость показателей «длина корней» и «прирост биомассы» существенное влияние оказывает фактор «штамм грибов-микоризообразователей». Доля его влияния составила 84,5% и 73,7%, при этом наибольшее воздействие этого фактора на изменчивость количественных признаков у адаптантов установлена для показателя «длина корней» (см. табл. 2).

Анализ побегообразования у адаптантов указывает на то, что инокуляция при переводе растений в условия *ex vitro* стимулирует этот процесс по сравнению с контрольными растениями. В контрольных вариантах отмечен самый низкий процент побегообразования: у черенков сорта Bluecrop – 39%, у сорта Patriot – 43% (см. табл. 3).

Наиболее эффективное влияние на образование побегов при инокуляции оказывает гриб *Phialocephala*, стимулируя у регенерантов обоих сортов голубики образование до четырех побегов. При этом все значения имели существенное и достоверное (при $p < 0,01$) увеличение побегообразования по сравнению с контрольными растениями (см. табл.3).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ полученных экспериментальных результатов показал, что биотизация голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum*) путем инокуляции микромицетами *Phialocephala fortinii* и *Pezicula sp.*, представляющих собой грибы с высокой микоризообразовательной способностью, на этапе перехода к условиям *ex vitro* существенно улучшила ростовые показатели растений. У адаптантов сорта Bluecrop и

Patriot, инокулированных микоризными грибами, лучше развиваются корни, стимулируется побегообразование, а вместе с этим повышается устойчивость и развитие растений. Полученные данные представляют практический интерес в плане создания на основе изученных штаммов грибов биопрепаратов для микоризации посадочного материала ягодных культур семейства Вересковые.

ЛИТЕРАТУРА

1. Возделывание голубики на торфяных выработках Припятского Полесья: монография / Ж. А. Рупасова [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2016. – 243 с.
2. Strik, B. C. Blueberry production trends in North America, 1992 to 2003, and predictions for growth / B. C. Strik, D. Yarborough // HortTechnology horttech. – 2008. - Vol. 15(2). – P. 391–398.
3. DeVetter, L. W. Opportunities and Challenges of Organic Highbush Blueberry Production in Washington State / L.W. DeVetter, D. Granatstein, E. Kirby // HortTechnology horttech. – 2015. – Vol. 25(6). – P.796–804.
4. Biotization of microplants for improved performance / Gianinazzi, S. [et al.] // Biotechnology in horticultural crop improvement: Achievements, opportunities and limitations: XXVI International Horticultural Congress, Toronto, Canada, 11–17 August, 2002 / Canadian Society for Horticultural Science, International Society for Horticultural Science; Conveners and editors F. A. Hammerschlag, P. Saxena. – Toronto, 2002. – P. 165–172.

5. Scagel, C. F. Inoculation with ericoid mycorrhizal fungi alters fertilizer use of highbush blueberry cultivars / C. F. Scagel // HortScience. – 2005. – Vol. 40. – P.786–794.
6. Influence of arbuscular mycorrhizae on photosynthesis and water status of maize plants under salt stress / M. Sheng [et al.] // Mycorrhiza. – 2008. – Vol. 18. – P. 287–296.
7. Литвинов, М. А. Методы изучения почвенных микроскопических грибов / М. А. Литвинов. – Л.: Наука. – 1969. – 121 с.
8. Звягинцев, Д. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Д. Г. Звягинцев. – М.: МГУ. – 1991. – 302 с.
9. Камельчук, Я. С. Особенности выделения и культивирования *in vitro* эндомикоризных грибов из корней представителей семейства вересковых (*Ericaceae* Juss.) / Я. С. Камельчук, Н. А. Ламан // Ботаника (исследования): сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси [и др.]. – Минск, 2018. – Вып. 47. – С. 110–115.
10. Боровиков, В. П. STATISTICA: Искусство анализа данных на компьютере / В. П. Боровиков. – СПб., 2001. – 650 с.
11. Анощенко, Б. Ю. Программы анализа и оптимизации селекционного процесса растений / Б. Ю. Анощенко // Генетика. – М.: Наука, 2004. – Т. 30. – Приложение. – С. 8–9.

Поступила в редакцию 30.01.2024 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ФЛОРА И СИСТЕМАТИКА

- В. Н. Петров*
Таксономическая и эколого-географическая структура комплексов диатомовых водорослей бентоса дистрофных озер Белорусского Поозерья 11
- К. Л. Савицкая*
Структура флоры водоемов и водотоков Пуховичской равнины 28
- К. Л. Савицкая, М. А. Джус*
Роголистник полупогруженный (*Ceratophyllum submersum* L., Ceratophyllaceae) в Беларуси: история изучения, распространение, фитоценологическая приуроченность 38
- В. Г. Ярмош, В. Б. Звягинцев*
Состояние старовозрастных древесных насаждений в исторических парках Белорусского Полесья . 50

ФИТОЦЕНОЛОГИЯ

- И. Н. Вершицкая, А. В. Пугачевский, М. В. Ермохин, В. В. Лукин, Т. Л. Барсукова, Н. В. Кныш, С. А. Комар, Я. К. Игнатьев*
Редкие лесные биотопы Беларуси: особенности структуры и распространения 59
- Д. Г. Груммо*
Научные основы, методология и результаты пространственного изучения растительного покрова Беларуси с использованием данных дистанционного зондирования и ГИС-технологий 72
- Н. В. Гудная, А. Н. Мяслик, Т. Г. Кулагина, В. В. Туток*
Генетическое разнообразие популяций пыльцеголовника длиннолистного (*Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch) в Беларуси 114
- А. Ю. Комар, М. В. Ермохин, А. У. Суднік*
Сукцэсія і стан фітацэнозаў хвой звычайнай (*Pinus sylvestris* L.) у межах лясных асушальных сістэм (на прыкладзе заказніка «Налібоцкі») 123
- Е. В. Мойсейчик*
Растительность класса *Lemnetea* трансформированных малых водотоков бассейна р. Припять 139
- М. М. Мотыль, С. К. Бакей*
Риск расширения инвазионного ареала робинии лжеакации (*Robinia pseudoacacia* L.) в средней части Беларуси 152

ЭКОЛОГИЯ ПРИРОДНО-РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

- Ю. И. Высоцкий, Л. М. Мерзвинский, А. Б. Торбенко, И. М. Морозов, С. Э. Латышев, В. В. Латышева*
Инвазия *Heracleum sosnowskyi* Manden. В Браславском районе Витебской области 159
- Н. Д. Грищенкова, И. А. Рудаковский*
Экологическое состояние озер в заказнике республиканского значения «Красный Бор» 169
- А. Н. Никитин, О. А. Шуранкова, Е. В. Мищенко, Г. А. Леферд, Д. В. Сухарева, Е. В. Солоненко, С. А. Калиниченко*
Особенности накопления ¹³⁷Cs в ствольной древесине и коре сосны и березы в белорусском секторе зоны отчуждения Чернобыльской АЭС 180
- Г. Г. Сушко, О. И. Хохлова, А. А. Лакотко, Т. Н. Сушко*
Влияние структуры травяно-кустарничкового яруса на разнообразие и биотопическое распределение жесткокрылых насекомых (Insecta, Coleoptera) в сосновых лесах Белорусского Поозерья 189

МИКОЛОГИЯ И ФИТОПАТОЛОГИЯ

Д. Б. Беломесяцева, В. Б. Звягинцев, Т. Г. Шабашова, А. Г. Прохорова Инвазивные дендропатогены в составе микобиоты Национального парка «Припятский»	200
Д. Б. Беломесяцева, Е. О. Короленя-Баранская, М. Г. Сиянская, Т. Г. Шабашова <i>Gemmatusces piceae</i> (Borthw.) Casagr. – инвазивный возбудитель инфекционного почернения почек и побегов видов ели	208
С. И. Кориняк, Н. Л. Белоусова, Г. С. Бородич Особенности поражения сортовых ирисов в коллекции Центрального ботанического сада НАН Беларуси фитопатогенными грибами	214
Е. Л. Мороз, Ю. К. Новожилов Биота миксомицетов в лесах Национального парка «Нарочанский»	220
А. К. Храмов, И. А. Федюшко Морфолого-биологические особенности и распространение мучнисторосяного гриба <i>Erysiphe sedi</i> U. Braun в Беларуси	239

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

Н. А. Еловская, Ж. Н. Калацкая, А. Ф. Судник, К. С. Гилевская, В. В. Николайчук, В. И. Куликовская Реакция формирующихся из микроклонов растений картофеля (<i>Solanum tuberosum</i> L.) на обработку конъюгатом хитозан-кофейная кислота	248
О. А. Иванов, Н. А. Шевцов, Е. Д. Василевская, В. И. Домаш Особенности накопления осмолитов в сеянцах ели обыкновенной (<i>Piceae abies</i> (L.) H. Karst.) с различной устойчивостью к водному дефициту	257
Я. С. Камельчук, Н. А. Ламан Влияние микоризации микроклонов <i>Vaccinium corymbosum</i> L. на их адаптацию к условиям <i>ex vitro</i> ..	263
К. Р. Кем, Н. А. Ламан О возможном эпигенетическом механизме влияния brassinостероидов на физиолого-биохимические процессы в растениях	268
Ж. А. Рупасова, Н. Б. Криницкая, К. А. Добрянская, В. С. Задаля, Д. О. Сулим, Н. Б. Павловский, О. В. Дрозд, П. Н. Белый Влияние погодных условий на накопление органических кислот и углеводов в плодах новых интродуцируемых сортов голубики высокорослой (<i>Vaccinium corymbosum</i> L.)	275

БОТАНИЧЕСКИЕ НАХОДКИ

Д. В. Дубовик, Л. М. Мерзвинский Ленец альпийский (<i>Thesium alpinum</i> L., Santalaceae) – новый аборигенный вид во флоре Беларуси ...	284
Д. В. Дубовик, С. С. Савчук, А. Н. Скуратович Паслен подражающий (<i>Solanum emulans</i> Raf., Solanaceae) – новый адвентивный вид во флоре Беларуси	288
Д. В. Дубовик, А. П. Сухоруков Два новых вида марей (<i>Chenopodium</i> L., Chenopodiaceae) для флоры Беларуси	292
М. И. Лошенко Палеоботанические материалы с памятников археологии Могилёвской области Беларуси	297

ЮБИЛЯРЫ

Надежда Андреевна БУРТЫС (к 95-летию со дня рождения)	306
Галина Ивановна КАБАШНИКОВА (к 80-летию со дня рождения)	308

ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ

Степан Павлович МЕЛЬНИК (1883–1938)	310
Анна Андреевна ЕЗУБЧИК (1904–1975)	312
Ефросинья Акимовна КРУГАНОВА (1914–1983)	314
Александр Аркадиевич ШЛЫК (1928–1984)	316
Ирина Александровна ДУДКА (1934–2017)	319

ХРОНИКА

О деятельности общественного объединения «Белорусское ботаническое общество» в 2023 г.	320
О результатах работы VI международной научной конференции «Мониторинг и оценка состояния растительного мира»	323
III международная научная конференция молодых учёных «Современные проблемы экспериментальной ботаники»	328
XIV Купревичские чтения: международная научная конференция «Проблемы экспериментальной ботаники»	329
<i>АННОТАЦИИ НОВЫХ КНИГ</i>	330
<i>ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ</i>	331