

ISSN 2221-9927

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ

ОТДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
«НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ
НАУК БЕЛАРУСИ ПО БИОРЕСУРСАМ»

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ИНСТИТУТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БОТАНИКИ
ИМЕНИ В. Ф. КУПРЕВИЧА НАН БЕЛАРУСИ»

ОБЩЕСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
«БЕЛОРУССКОЕ БОТАНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО»

БЕЛОРУССКОЕ ОБЩЕСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ФИЗИОЛОГОВ РАСТЕНИЙ

БОТАНИКА

(ИССЛЕДОВАНИЯ)

Выпуск 47

Минск
«Колорград»
2018

УДК 582

Ботаника (исследования): Сборник научных трудов. Выпуск 47 / Ин-т эксперимент. бот. НАН Беларуси – Минск: 2018. – 308 с.
ISSN 2221-9927.

В сборнике представлены оригинальные научные статьи белорусских ученых из ведущих научно-исследовательских учреждений Национальной академии наук и ВУЗов Беларуси, содержащие результаты экспериментальных исследований, теоретических и практических разработок в широком спектре направлений ботанической науки, физиологии и экологии растений.

Публикуемые в сборнике научные статьи рецензируются ведущими специалистами в области ботаники, экологии, физиологии и биохимии растений.

Редакционная коллегия:

акад. НАН Беларуси, проф. Н. А. Ламан
акад. НАН Беларуси, проф. В. И. Парфенов
д. б. н., проф. Н. Г. Аверина
к. б. н. Д. Г. Груммо
д. б. н., проф. В. В. Карпук
к. б. н. Н. А. Копылова
д. б. н. В. Н. Прохоров
к. б. н. А. В. Пугачевский
д. б. н. Г. Ф. Рыковский
д. б. н. В. В. Сарнацкий

Научные редакторы:

акад. НАН Беларуси, проф. Н. А. Ламан
акад. НАН Беларуси, проф. В. И. Парфенов

Ответственный секретарь

к. б. н. Т. А. Будкевич

ISSN 2221-9927

© ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича», 2018

© Оформление. ООО «Колорград», 2018

220072, г. Минск, ул. Академическая, 27,
Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси.
Факс +375 (17) 284-18-53, e-mail: nan-botany@yandex.by

Я.С.КАМЕЛЬЧУК¹, Н.А.ЛАМАН²
**ОСОБЕННОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ И КУЛЬТИВИРОВАНИЯ
IN VITRO ЭНДОМИКОРИЗНЫХ ГРИБОВ
ИЗ КОРНЕЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА ВЕРЕСКОВЫХ
(ERICACEAE JUSS.)**

¹Полесский государственный университет, г. Пинск, Беларусь

²Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича
НАН Беларуси, г. Минск

Введение. Культивирование эндомикоризных грибов *in vitro* вызывает особый интерес в связи с возможностями получения качественного грибного инокулома, свободного от бактериального и грибного заражения, который в дальнейшем может быть использован в растениеводстве. Качественный инокулом имеет важное значение для повышения приживаемости растений, полученных методом микроклонального размножения, при переносе их из стерильных условий *in vitro* в условия *ex vitro* [1, 2].

Микоризные грибы разнообразны по систематическому положению, пищевым потребностям и ростовым характеристикам, поэтому для их выделения из природных источников сложно создать универсальную среду и условия культивирования.

Кроме этого, более 80 % эндوفитов не выявляются при высеве на питательные среды, что создает трудности при получении чистой культуры, идентификации и использовании многих штаммов. Это обусловлено их облигатным симбиотрофным статусом и высокой требовательностью к условиям культивирования.

Материалы и методы исследования. Исследования проводили на базе лаборатории прикладной фундаментальной биотехнологии ПолесГУ в период с апреля по август 2018 года. В качестве объекта исследований использовали корни представителей семейства вересковых аборигенный вид – чернику и культурный вид – голубику высокорослую сорта Легация.

Выделение в чистую культуру микоризных грибов проводили в несколько этапов. На первом удаляли с корней остатки ризосферной почвы с помощью пинцета и кисточки. Второй этап – многостадийная поверхностная стерилизация отмытых от почвы корней в следующей последовательности: мыльным раствором, дистиллированной водой, бытовым отбеливателем (действующее вещество 3 %-ый раствор гипохлорита натрия), 70 % спиртом, дистиллированной водой. На третьем этапе фрагменты корней помещали на твердые питательные среды. Выбор того или иного типа питательного субстрата зависит от потребностей грибного организма.

Питательная среда по своему составу должна соответствовать комплексу ферментов гриба, которые способны расщепить соединения до простых, легко усваиваемых организмом. Источником углерода для гри-

бов являются органические соединения. На рост грибов оказывают влияние pH среды, температура, влажность, степень аэрации и свет. Грибы обычно растут лучше на среде богатой углеводами, но длительное выращивание их на таких средах может редуцировать споруляцию; большинство грибов предпочитает слабокислую (pH 6,0–6,5) или кислую (pH 4,5–5,5) реакцию; углеводы и белки в кислых и щелочных растворах разрушаются при нагревании, поэтому они должны быть умеренно стерилизованы или добавлены отдельно; агар растворяют в половинной норме воды в течение 1–2 ч, а питательные вещества – в оставшейся воде, после чего компоненты смешивают; пептон в основном может быть исключен из состава сред, предназначенных для грибов; кипяченую воду следует предпочесть дистиллированной, поскольку первая содержит полезные микроэлементы; для сред, в состав которых входит растительный материал, из него предварительно делают вытяжку при низких (картофельный агар) или высоких (картофельно-декстрозный агар) температурах; определенность химического состава, плотность, абсолютная стерильность, которая достигается стерилизацией среды

Наиболее оптимальная среда для выделения эндофитов подбирается экспериментальным путем [2]. В эксперименте были использованы натуральные среды – картофельно-сахарозный агар, сусло-агар и кукурузный агар, а также синтетические – среда Чапека и среда Барнеса, имеющие разный состав и pH. В качестве фактора роста использовали тиамин в концентрации 0,01 мг/л, для подкисления сред использовали лимонную кислоту.

Среда Чапека – наиболее распространенная синтетическая среда, применяемая для культивирования различных видов грибов, имела следующий состав: сахаразы – 30,0 г; натрий азотнокислый – 9,0 г; калий фосфорнокислый однозамещенный – 1,0 г; магний сернокислый семиводный – 0,5 г; калий хлористый – 0,5 г; железо сернокислое пятиводное – 0,01 г; агар – 15,0 г/л. Стерилизовали среду в автоклаве 15 мин. при 115 °С, pH 6,0–6,5 [1,4,5].

Картофельно-сахарозный агар готовили следующим образом: 1800 г очищенного картофеля варили в 4500 мл водопроводной воды в течение 20 мин., затем полученный отвар фильтровали через марлю, на 1000 мл картофельного экстракта добавляли 40 г сахаразы, 20 г агара. Стерилизовали в автоклаве 20 мин при 121 °С, pH 6,5–7,0 [1, 4, 5, 6].

Для приготовления сусло-агара зерна ячменя пивоваренных сортов замачивали в холодной воде и проращивали при 35 °С. После того как ростки будут вдвое больше длины зерновки, их высушивали до воздушно-сухого состояния. Полученный солод крупно размалывали и 250 г полученной муки брали на литр водопроводной воды и смесь выдерживали на водяной бане при 57 °С для завершения процесса гидролиза крахмала до мальтозы под действием амилазы (примерно в течение двух часов). Пробы на осахаривание крахмала проводили в фарфоровой чашке в капле жидкости. Степень гидролиза крахмала проверяли йодным тестированием. Полученное сусло фильтровали через полотно, затем через бумаж-

ный фильтр. Такое сусло, содержащее 10–20 % сахара, разводили водой до концентрации сахара 6–8%. Стерилизовали 30 мин. в автоклаве при +110 °С. На 1000 мл солодового сусла прибавляли 20 г агара, рН среды – 6,5–7,0 [7]. Солод имеет высокое содержание восстановленных сахаров и, в меньшей степени, азотистых ингредиентов. Из углеводов в основном мальтозу, а также глюкозу, фруктозу, сахарозу и другие углеводы. Среди азотистых ингредиентов – пептиды, аминокислоты, пурины и витамины. Солодовый экстракт способствует споруляции грибов.

Кукурузный агар использовали следующего состава: кукурузная мука – 43 г, глюкоза – 20 г, агар-агар – 15 г. Кукурузную муку тонкой струйкой высыпали в теплую дистиллированную воду, кипятили в течение 15 мин. Фильтровали через марлевый фильтр, вливали ранее растворенную в небольшом количестве дистиллированной воды глюкозу, объем среды доводили до 1 л, добавляли агар. Стерилизовали среду в автоклаве 30 мин. при 112 °С, рН – 5,0 [5,6].

Среда Барнеса применяется для культивирования большинства сумчатых грибов. Она содержала фосфорнокислый калий – 1 г, аммоний азотнокислый – 1 г, калий азотнокислый – 1 г, глюкоза – 1 г, агар – 20 г. Стерилизовали среду в автоклаве 30 мин. при 112 °С, рН 6,5–7,0 [1,6].

Во всех средах рН доводили до нужного значения и осуществляли стерилизацию в паровом стерилизаторе LAC-5060S. После автоклавирования питательные среды стерильно разливали по чашкам Петри (диаметром 10 см) из расчета 20 мл среды на одну чашку.

Для предотвращения развития бактерий при выделении грибов широко применяются в качестве ингибиторов различные антибиотики. В наших опытах вносили стерильный стрептомицин в количестве 4 мл/л. Антибиотик добавляли к питательным средам после стерилизации [1].

На питательные среды помещают, как правило, отрезки корней размером 1–3 см. Однако это часто приводит к тому, что мицелий отдельных быстрорастущих видов грибов покрывает всю поверхность корня и питательной среды. Это существенно затрудняет обнаружение других форм микромицетов, населяющих данный участок корня [30]. Для культивирования эндомикоризных грибов поверхностно стерилизованные корни в стерильных условиях измельчали на отрезки 5 мм длиной лезвием и складывали на питательные среды.

Культивирование проводили в темноте при +20–22 °С в течение 4 недель. После седьмых суток чашки периодически просматривали, отмечали рост, под световым микроскопом отслеживали спороношение и выделяли эндофиты в чистые культуры на отдельные чашки Петри на среду без добавления антибиотика, на которой данный эндофит дал первоначальный рост [5].

Для хранения чистых культур микоризных грибов использовали несколько методов. Один из них – метод хранения под вазелиновым маслом [1]. Для этого использовали стерильное вазелиновое масло медицинского назначения (с удельной плотностью 0,865–0,890 г/см³), которое стерилизовали при температуре 170 °С в течение 2 ч. Культуры выращивали

в пробирках на скошенном питательном сусло-агаре (косячках). В пробирки с выросшими эндодитами стерильно наливали слой минерального масла высотой не менее 2 см (косячки должны быть покрыты полностью). Покрытые маслом культуры хранили в вертикальном положении в холодильнике.

Для коллекционных культур использовали метод хранения мицелия грибов с агаром, на котором он был выращен, в вазелиновом масле. Масло, как и в предыдущем методе, использовали стерильное. В пробирки эппендорф над пламенем горелки в стерильных условиях вносили вырезанные с помощью специального шпателя кусочки агара с мицелием гриба (размеры: 3x3 мм). Далее эппендорфы заливали 1 мл стерильного вазелинового масла. Покрытые маслом кусочки агара с мицелием хранили в вертикальном положении в холодильнике [1].

Результаты и их обсуждение. Анализ полученных результатов, представленный на рисунке, позволяет проследить следующие особенности роста эндодитных грибов из фрагментов корней черники, посаженных на различные питательные среды с добавлением антибиотика стрептомицина.

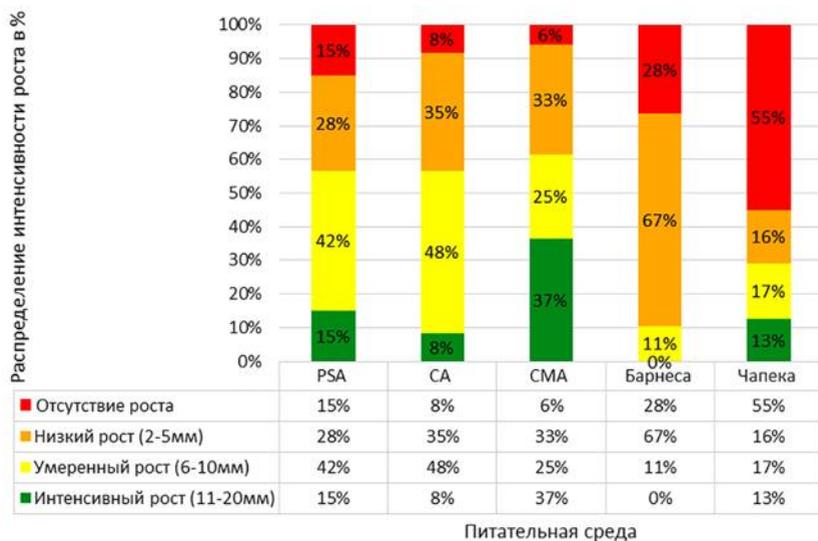


Рисунок. Рост мицелия микоризных грибов на различных питательных средах.

Через 28 суток на картофельно-сахарозном агаре из 60 образцов фрагментов корней, отсутствие роста мицелия грибов зафиксировано у 9-ти образцов, что составляет 15 % от их общего числа на этой питатель-

ной среде. Низкий рост на картофельно-сахарозной среде свойственен 17 образцам (соответственно 28 %). Наибольшая часть образцов характеризовалась умеренным ростом – 25 образцов, соответственно 42 %. Наиболее интенсивный рост мицелия наблюдали у 9 образцов, что составляет 15 % от общего их количества.

На сусло-агаре из 60 образцов фрагментов корней рост отсутствовал у 5 образцов, что составляет 8 %. Низкая интенсивность роста была характерна для 21 образца, или для 35 % отрезков корней от общего числа посаженных на данную питательную среду. Умеренным ростом обладала преобладающая их часть – 29 образцов, что составляет 48 %. Самый интенсивный рост мицелия наблюдали у 5 образцов.

При культивировании 52 образцов эндофитов на отваре из кукурузной муки (corn-meal agar – СМА) отсутствовал рост у 3-х образцов. Значительная часть образцов обладала интенсивным ростом – 19 штук, или 37 % от общего числа посаженных на данную питательную среду. Умеренный рост наблюдали у 13 образцов. Низкий рост мицелия дали 17 образцов, что составило 33%.

На среде Барнеса интенсивным ростом не обладал ни один из образцов. Отсутствие роста было характерно для 10 исследуемых образцов из 36, что составило 28 %. Низкий рост отмечался у 67 % образцов от общего количества. Умеренный рост зафиксировали у 4-х образцов – 11 % соответственно.

На среде Чапека из 120 фрагментов корней интенсивный рост грибов наблюдался у 15 образцов, что составляет 13 %. Умеренным ростом обладали 20 образцов. Низкий рост был у 19 образцов. На данной питательной среде рост мицелия отсутствовал у 66 образцов, или у 55 % от общего их количества.

Анализ полученного экспериментального материала позволяет сделать следующее заключение. Все использованные в эксперименте питательные среды имели в своем составе углеводы. По химическому составу кукурузная мука имеет около 27 % сахаров, витамины группы В и минеральные элементы, главным образом фосфор, калий и магний. В картофеле углеводы составляют около 86 %, при этом значительная часть их это крахмал, и всего 1,5 % моно и дисахара. Однако картофельно-сахарозная среда обладает более разнообразным набором минеральных компонентов из использованных сред, и превышает СМА по содержанию калия в 6 раз. Количество витаминов в картофельно-сахарозной среде снижено в 9 раз по сравнению с кукурузным агаром. Сусло-агар имеет самый широкий из экспериментальных сред набор углеводов. Если сравнивать рост эндофитов, выделяемых из фрагментов корней, на всех экспериментальных средах, то среда на отваре из кукурузной муки является наиболее благоприятной для интенсивного роста мицелия *in vitro*. Наименее оптимальной для роста грибов оказалась среда Чапека. Умеренный рост эндофитов у наибольшего числа образцов наблюдали на двух средах – картофельно-сахарозной и сусло-агаре. Полученные результаты позволяют сделать вывод, что культивировать эндофитные микоризные грибы надо

одновременно на нескольких средах, например на СМА, СА, PSA. Успех культивирования эндомикоризных грибов в условиях *in vitro* определяется во многом оптимальным соотношением в питательной среде фосфора и сахарозы, а также уровнем рН.

Литература

1. Звягинцев Д. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии М. : МГУ. 1991. 302 с.
2. Карандашов В. Е. Особенности формирования и развития арбускулярной микоризы в условиях *in vitro*: Автореф. дис. канд. биол. наук. М., 1999. 21 с.
3. Левкина Л. М. Методы выделения и идентификации почвенных микромицетов. Вильнюс, 2002. С. 103–108.
4. Литвинов М. А. Методы изучения почвенных микроскопических грибов. Л. : Наука, 2009. 121 с.
5. Лугаускас А. Ю., Методы, используемые для выделения и идентификации микромицетов. Вильнюс, 2002. С. 5–22.
6. Теппер Е. З., Шильникова В. К., Переверзева Г. И. Практикум по микробиологии. Из-во 2-е перераб. и доп. М. : Колос, 1979. 216 с.

Я. С. КАМЕЛЬЧУК, Н. А. ЛАМАН
**ОСОБЕННОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ И КУЛЬТИВИРОВАНИЯ
IN VITRO ЭНДОМИКОРИЗНЫХ ГРИБОВ
ИЗ КОРНЕЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА ВЕРЕСКОВЫХ
(ERICACEAE JUSS.)**

Резюме

Исследованы особенности роста эндомикоризных грибов из корней растений семейства Вересковых на различных питательных средах. Результаты показали, что из экспериментальных питательных сред наиболее благоприятной для развития эндомикоризных грибов является отвар на основе кукурузной муки.

YA. S. KAMEL'CHUK, N. A. LAMAN
**FEATURES OF CULTIVATION *IN VITRO*
ENDOMICORIZED MUSHROOMS FROM
THE ROOTS OF THE HEATHER FAMILY PATISIPANTS**

Summary

Nutrient mediums most favorable for the cultivation of natural isolates of endophytic fungi, including mycorrhizal fungi, from the roots of the heather family are identified. In the experiments, features of the growth of endomycorrhizal fungi on various nutrient media were noted. The results showed that the experimental nutrient media most favorable for the development of endomycorrhizal fungi is decoction based on corn flour.

Поступила в редакцию 20.11.2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Флора и систематика

РЫКОВСКИЙ Г. Ф. КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ПЕЧЕНОЧНИКОВ КЛАССА MARCHANTIOPSIDA	3
ДУБОВИК Д. В. РОД <i>RUBUS</i> L. (ROSACEAE JUSS.) ВО ФЛОРЕ БЕЛАРУСИ	7
ДУБОВИК Д. В., САВЧУК С. С., СКУРАТОВИЧ А. Н., ЛЕБЕДЬКО В. Н., САУЛОВ А. О. НОВЫЕ ДАННЫЕ О РАСПРОСТРАНЕНИИ НЕКОТОРЫХ РЕДКИХ И ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ФЛОРЫ БЕЛАРУСИ	32
ШАБЕТА М. С., РЫКОВСКИЙ Г. Ф. МОХООБРАЗНЫЕ ЛИСТВЕННЫХ ДЕНДРОЦЕНОЗОВ ПОДЗОНЫ СОСНОВО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ	52

Фитоценология

МАСЛОВСКИЙ О. М. ОЦЕНКА КОЛИЧЕСТВА И ПЛОЩАДИ ПОПУЛЯЦИЙ НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫХ МОХООБРАЗНЫХ БЕЛАРУСИ	63
ЧУМАКОВ Л. С., МАСЛОВСКИЙ О. М., ЛЕВКОВИЧ А. В., СЫСОЙ И. П., ШИМАНОВИЧ Р. В. СТАРИННЫЕ УСАДЕБНЫЕ ПАРКИ КАК ОСОБО ЦЕННЫЕ В БОТАНИЧЕСКОМ ОТНОШЕНИИ НАСАЖДЕНИЯ, ВКЛЮЧЕННЫЕ В ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	82

Микология и фитопатология

БЕЛОМЕСЯЦЕВА Д. Б., ШАБАШОВА Т. Г., ЗВЯГИНЦЕВ В. Б. ИНВАЗИВНЫЙ КОМПОНЕНТ В СОСТАВЕ МИКОБИОТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД В БЕЛАРУСИ	93
ГАПИЕНКО О. С., ШАБАШОВА Т. Г., БЕЛОМЕСЯЦЕВА Д. Б., КОЛОС С. С. МАКРОМИЦЕТЫ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ	101
КАМЕЛЬЧУК Я. С., ЛАМАН Н. А. ОСОБЕННОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ И КУЛЬТИВИРОВАНИЯ IN VITRO ЭНДОМИКОРИЗНЫХ ГРИБОВ ИЗ КОРНЕЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА ВЕРЕСКОВЫХ (ERICACEAE JUSS.)	110
КОРИНЯК С. И. ПОТЕНЦИАЛЬНО ИНВАЗИВНЫЕ АНАМОРФНЫЕ ГРИБЫ НА ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ В БЕЛАРУСИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЯХ	116

МОРОЗ Е. Л., НОВОЖИЛОВ Ю. К. МИКСОМИЦЕТЫ (МУХОМУСЕТЕС) НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «НАРОЧАНСКИЙ».....	123
---	-----

Экология и физиология растений

ЛАМАН Н. А., ПРОХОРОВ В. Н. БИОЛОГО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЩАВЕЛЯ КОНСКОГО (<i>RUMEX CONFERTUS</i> WILLD.) КАК АДВЕНТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛЬНО ИНВАЗИВНОГО ВИДА	136
--	-----

ПРОХОРОВ В. Н., ЛАМАН Н. А. ЗОЛОТАРНИК КАНАДСКИЙ (<i>SOLIDAGO CANADENSIS</i> L.): БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ, ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И МЕРЫ ПО ОГРАНИЧЕНИЮ РАСПРОСТРАНЕНИЯ	150
---	-----

ЗАПРУДСКАЯ Е. В., КУДЕЛИНА Т. Н., МОЛЧАН О. В. ВЛИЯНИЕ ФУЛЛЕРЕНОЛА НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН И МЕТАБОЛИЗМ ПРОРОСТКОВ <i>ARABIDOPSIS THALIANA</i> L. И <i>THELLUNGIELLA HALOPHILA</i> L.	169
--	-----

КУДЕЛИНА Т. Н., ЗАПРУДСКАЯ Е. В., МОЛЧАН О. В. ВЛИЯНИЕ LED-ОСВЕЩЕНИЯ НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РАСТЕНИЙ <i>MIMULUS SP. L.</i>	178
---	-----

МАШКИН И. А., КОРЫТЬКО Л. А., ШУКАНОВ В. П. ОСОБЕННОСТИ ДЕЙСТВИЯ ОТДЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ ЗАЩИТНО-СТИМУЛИРУЮЩИХ СОСТАВОВ НА ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ И ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН И НАЧАЛЬНЫЙ РОСТ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ (<i>PINUS SILVESTRIS</i> L.).....	186
---	-----

ПРОХОРОВ В. Н. ИЗУЧЕНИЕ АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ В СВЯЗИ С ОГРАНИЧЕНИЕМ ИХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ВОЗМОЖНОСТЬЮ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	196
---	-----

СКУРАТОВИЧ Т. А., ГОЛЕНЧЕНКО С. Г., МОЛЧАН О. В. БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЭКСТРАКТОВ РАСТЕНИЙ ЧУЖЕРОДНЫХ ДЛЯ ФЛОРЫ БЕЛАРУСИ ВИДОВ ЧЕРЕДЫ (<i>BIVENS</i> L.).....	210
---	-----

СЛЕПЫХ А. А. СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ПИГМЕНТОВ В ЛИСТЯХ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО (<i>QUERCUS ROBUR</i> L.) НА ЗАПОВЕДНЫХ И ТЕХНОГЕННО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ДОНБАССА.....	216
---	-----

ШЕГЕДА И. Н., КИРИЗИЙ Д. А., САНДЕЦКАЯ Н. В. ДЕПОНИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ СТЕБЛЯ И АЗОТНЫЙ СТАТУС ЛИСТЬЕВ ПШЕНИЦЫ КАК СОСТАВЛЯЮЩИЕ ВЫНОСА АЗОТА С ЗЕРНОМ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ	227
---	-----

ЯНЧЕВСКАЯ Т. Г., ОЛЬШАННИКОВА А. Л., ГРИЦ А. Н., МАКАРОВА Т. Б., КАРАСЕВА Е. Н., ОЛЕШУК Е. Н. СТРЕССОВЫЕ РЕАКЦИИ РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ СПЕКТРА ЛАМП, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ, И СВЕТОДИОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ	239
---	-----

Ботанические находки

ЛОШЕНКОВ М. И. ПАЛЕОБОТАНИЧЕСКИЕ НАХОДКИ НА РАСКОПКАХ ПОСЕЛЕНИЙ ДНЕПРО-ДВИНСКИХ ПЛЕМЕН	251
МЯЛК А. М. НОВЫЯ МЕСЦАЗНАХОДЖАННІ НЕКАТОРЫХ РЭДКІХ АБАРЫГЕННЫХ І АДВЕНТЫЎНЫХ ВІДАЎ РАСЛІН НА ТЭРЫТОРЫІ ЗАХОДНЯЙ ЧАСТКІ БЕЛАРУСКАГА ПАЛЕССЯ	263
ШАБАШОВА Т. Б., БЕЛОМЕСЯЦЕВА Д. Б., ГАПИЕНКО О. С., КОЛОС С. С., АНТОНОВИЧ А. О. НОВЫЕ МЕСТА ПРОИЗРАСТАНИЯ ГРИБОВ, ВКЛЮЧЕННЫХ В КРАСНУЮ КНИГУ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	279

Ботанические коллекции

ШАБАШОВА Т. Г., ЗАВОНОВСКИЙ П. Г. ПОПОЛНЕНИЕ КОЛЛЕКЦИОННОГО ФОНДА ГРИБОВ ГЕРБАРИЯ MSK-F НОВЫМИ ОБРАЗЦАМИ И ВИДАМИ АФИЛЛОФОРОИДНЫХ ГРИБОВ ИЗ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ	285
--	-----

Научные дискуссии

РЫКОВСКИЙ Г. Ф. К ВОПРОСУ О ТИПАХ ПИТАНИЯ В ОРГАНИЧЕСКОМ МИРЕ	289
---	-----

Юбиляры

ВЛАДИМИР МИХАЙЛОВИЧ ЮРИН (К 80 ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)	292
ОЛЬГА СТЕПАНОВНА ГАПИЕНКО (К 70-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)	296
ЛАРИСА ВАСИЛЬЕВНА СЕМЕРЕНКО (К 70-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)	298

Памяти ученых

ГЕОРГИЙ ДМИТРИЕВИЧ МАГУСОВ 1947–2018.....	300
---	-----

Указатель новых названий таксонов	302
--	-----