

Учреждение образования
«Барановичский государственный университет»

Вестник БарГУ

Ежеквартальный научно-практический журнал

Издаётся с марта 2013 г.

Выпуск 8, сентябрь, 2020.

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

Учредитель: учреждение образования «Барановичский государственный университет».

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор журнала Кочурко Василий Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик Белорусской инженерной академии, академик Международной академии технического образования, академик Международной академии наук педагогического образования, академик Академии экономических наук Украины, заслуженный работник образования Республики Беларусь, ректор учреждения образования «Барановичский государственный университет» (Барановичи, Республика Беларусь).

Заместитель главного редактора журнала Климук Владимир Владимирович, кандидат экономических наук, доцент, проректор по научной работе учреждения образования «Барановичский государственный университет» (Барановичи, Республика Беларусь).

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ СЕРИИ

Главный редактор серии

Рындевич Сергей Константинович, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры естественнонаучных дисциплин учреждения образования «Барановичский государственный университет» (Барановичи, Республика Беларусь).

Редактор текстов на английском языке

Карапетова Елена Геннадьевна, кандидат филологических наук, доцент, заведующий кафедрой теории и практики перевода №1 учреждения образования «Минский государственный лингвистический университет» (Минск, Республика Беларусь).

Абарова Елена Эдуардовна (*ответственный за направление «Агрономия»*), кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, директор обособленного структурного подразделения «Ляховичский государственный аграрный колледж» учреждения образования «Барановичский государственный университет» (Ляховичи, Республика Беларусь).

Земоглядчук Алексей Владимирович (*ответственный за направление «Общая биология»*), кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой естественнонаучных дисциплин учреждения образования «Барановичский государственный университет» (Барановичи, Республика Беларусь).

Александрович Олег Родославович, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой зоологии Поморской академии в Слупске (Слупск, Польша).

Бизюкова Татьяна Тимофеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры естественнонаучных дисциплин учреждения образования «Барановичский государственный университет» (Барановичи, Республика Беларусь).

Бушуева Вера Ивановна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры селекции и генетики учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (Горки, Республика Беларусь).

Гриб Станислав Иванович, академик Национальной академии наук Беларуси, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию» (Жодино, Республика Беларусь).

Гричик Василий Витальевич, доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой общей экологии и методики преподавания биологии Белорусского государственного университета (Минск, Республика Беларусь).

Джус Максим Анатольевич, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры ботаники Белорусского государственного университета (Минск, Республика Беларусь).

Кильчевский Александр Владимирович, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, доктор биологических наук, профессор, главный ученый секретарь Национальной академии наук Беларуси (Минск, Республика Беларусь).

Лукашевич Нина Петровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой кормопроизводства учреждения образования «Витебская ордена “Знак почёта” государственная академия ветеринарной медицины» (Витебск, Республика Беларусь).

Прокин Александр Александрович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт биологии внутренних вод имени И. Д. Папанина Российской академии наук» (п. Борок, Российская Федерация).

Цзя Фенлонг, доктор, профессор, Институт энтомологии, факультет естественных наук, Университет имени Сунь Ятсена (Гуанчжоу, Китайская Народная Республика).

Шаманаев Виктор Анатольевич, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры агрономии и экологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Смоленская государственная сельскохозяйственная академия» (Смоленск, Российская Федерация).

Шофман Леонид Исаакович, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник республиканского унитарного предприятия «Минская областная сельскохозяйственная опытная станция Национальной академии наук Беларуси» (п. Натальевск, Республика Беларусь).

Янчуревич Ольга Викторовна, кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой зоологии и физиологии человека и животных учреждения образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы» (Гродно, Республика Беларусь).

Адрес редакции:

ул. Войкова, 21, 225404 г. Барановичи.

Телефон: +375 (163) 64 34 77.

E-mail: vestnik@barsu.by.

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» включён в РИНЦ (Российский индекс научного цитирования), лицензионный договор № 06-1/2016.

Издатель: учреждение образования «Барановичский государственный университет».

Выходит на русском, белорусском и английском языках.

Журнал 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 16.09.2020. Формат 60 × 84 ¹/₈. Бумага офсетная. Печать цифровая. Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 18,15. Уч.-изд. л. 13,30. Тираж 35 экз. Заказ 1429.

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 Слоним, Гродненская обл.

© БарГУ, 2020

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

АГРОНОМИЯ

AGRICULTURAL SCIENCES

AGRONOMY

УДК 634.721

И. Э. Бученков, А. Г. Чернецкая

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЛОПОЛИПЛОИДИИ В СЕЛЕКЦИИ СМОРОДИНЫ ЧЕРНОЙ И КРЫЖОВНИКА

Рассмотрены проблемы использования аллополиплоидии в селекции смородины черной и крыжовника. Получены гибриды *Ribes nigrum* Linnaeus, 1753 × *Grossularia reclinata* Linnaeus, 1753 с различным геномным составом. Установлено, что реципрокные амфигаплоиды отличаются от исходных родительских форм. Устойчивая стерильность не позволяет использовать их непосредственно в практических целях. Реципрокные аллотриплоидные формы возможно использовать как промежуточное звено в получении аллотетраплоидов, а также диплоидных фертильных рекомбинантов с ценными признаками. Для амфидиплоидов характерна комплексная устойчивость к заболеваниям смородины и крыжовника, зимостойкость, высокий процент нормально сформированных пыльцевых зерен, крупные плоды.

У амфидиплоидов при равном соотношении числа хромосом исходных видов гомозиготное состояние геномов *Ribes* и *Grossularia* обуславливает доминирование многих ценных признаков смородины и крыжовника. В то же время такие признаки исходных форм, как околюченность побегов, специфический запах смородины, несмотря на гомозиготное состояние генов, обуславливающих их проявление, остаются рецессивными.

Ключевые слова: смородина черная; крыжовник; аллоплоидия; отдаленная гибридизация.

Библиогр.: 20 назв.

I. E. Buchenkov, A. G. Chernetskaya

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

THE USE OF ALLOPOLIPLIIDY IN SELECTION OF BLACK CURRANT AND GOOSEBERRY

The article focuses on problems of the use of allopolyploids in breeding of black currant and gooseberry. Hybrids *Ribes nigrum* Linnaeus, 1753 × *Grossularia reclinata* Linnaeus, 1753 with different genomic composition were obtained. It was found that reciprocal amfigaploids differ from the original parent forms. Sustained sterility does not allow to use them for practical purposes. Reciprocal allotriploid forms can be used as an intermediate stage in obtaining allotetraploid, as well as fertile diploid recombinants with significant features. Amphidiploids are characterized by complex currant and gooseberry disease resistance, high percentage of normally formed pollen grains, large fruits.

In amphidiploids with an equal ratio of the number of chromosomes of the original species, the homozygous state of the *Ribes* and *Grossularia* genomes determines the dominance of many valuable traits of currant and gooseberry. At the same time, such signs of the initial forms as the rounding of the shoots, the specific smell of currant, despite the homozygous state of the genes that determine their appearance, remain recessive.

Key words: black currant; gooseberry; alloploidy; distant hybridization.

Ref.: 20 titles.

Введение. Развитие работ по отдаленной гибридизации имеет большое значение в решении ряда биологических проблем, позволяет путем прямых экспериментов решать вопросы видообразования, филогении, интродукции и наследственных взаимосвязей. Эффективность метода отдаленных скрещиваний в развитии теоретической биологии и практическом преобразовании природы является в настоящее время вполне доказанной работами и достижениями как отечественных, так и зарубежных ученых [1].

Работа по гибридизации черной смородины и крыжовника ведется уже более 130 лет. Первые смородинно-крыжовниковые гибриды получил W. Culverwell в Англии в 1883 году. Все растения были без шипов и без запаха смородины, пыльца abortивная, плоды не развивались. В последующем одно из растений образовало партенокарпические плоды размером с черную смородину. Вкус их был промежуточного типа по отношению к родительским формам.

В 1895 году Wilson повторил скрещивания смородины черной с крыжовником и получил гибридные сеянцы, похожие на гибрид Кульверуэлла: мелкие 3-цветковые кисти, пыльники хорошо развиты, но пыльца стерильна, плоды не развивались.

В 80—90-е годы XIX века подобные гибриды были получены в Германии и Канаде. Спустя несколько лет интерес к ним пропал, так как практическое использование их было очень ограниченным.

В 20—30-х годах XIX века гибриды черной смородины с крыжовником получили в Германии P. Lorenz и A. Viksne, а в Швеции F. Nilsson. О получении смородинно-крыжовниковых гибридов в США сообщил Л. Бербанк. Гибриды были стерильными [2].

В это же время гибрид от скрещивания крыжовника сорта Дусквинг со смородиной Сеянец Крандала был получен в России И. В. Мичуриным [3]. Растение оказалось малоплодовитым с партенокарпическими плодами.

В дальнейшем работу в этом направлении проводили А. Я. Кузьмин, И. А. Толмачев, Н. П. Чувашина в Центральной генетической лаборатории имени И. В. Мичурина; С. Х. Дуска и И. М. Ковтун в Украинском институте садоводства; В. Н. Костина и И. А. Миколайчук на Млеевской опытной станции; К. Д. Сергеева в НИИ имени И. В. Мичурина и др. [3—7]. Однако полученные ими межродовые смородинно-крыжовниковые гибриды, имеющие признаки промежуточного характера, оказались стерильными или завязывали небольшое количество плодов, семена в которых почти всегда отсутствовали.

Причины стерильности отдаленных гибридов изучались многими селекционерами [8—10]. Согласно их данным, мейоз у отдаленных гибридов и соответствующих исходных форм проходит различно. Мейотическое деление клеток исходных форм в высокой степени нормально. Нарушения, отмеченные в отдельных мейоцитах, незначительны. В процессе мейоза у гибридных форм наблюдается отсутствие конъюгации между несколькими парами хромосом, что обусловлено генетическими отличиями и частичной гомологией между хромосомами различных видов.

Среди методов преодоления бесплодия отдаленных гибридов, как правило, используют аллополиплоидию. В 1955 году обработкой почек стерильных амфигаплоидов 0,5—1 %-ными растворами колхицина в Швеции получены продуктивные амфидиплоиды *Ribes nigrum* Linnaeus, 1753 × *Grossularia reclinata* Linnaeus, 1753, *Ribes sativum* Reichenbach Syme, 1869 × *Ribes nigrum* Linnaeus, 1753. Позднее обработкой семян от скрещиваний

Ribes nigrum Linnaeus, 1753 × *Ribes niveum* Reichenbach Stein, 1869, *Grossularia reclinata* Linnaeus, 1753 × *Ribes divaricatum* var. *Douglasii*, 1907 2 %-ным раствором колхицина было получено потомство, которое включало константные тетраплоиды.

В 70-х годах прошлого века обработкой распускающихся верхушечных почек стерильных амфигаплоидов *R. nigrum* × *G. reclinata* и *G. reclinata* × *R. nigrum* 1 %-ным раствором колхицина получены плодовые амфидиплоиды с ярко выраженной высокой иммунитетом [11; 12].

В России первые амфидиплоидные формы в роде *Ribes* L. были получены А. Я. Кузьминым (1936) при скрещивании смородины красной Кызырган с сортом смородины черной Восьмая Девисона. Позднее плодовые аллотетраплоиды *Ribes altissimum* Turczaninov ex Pojarkova, 1907 × *Ribes rubrum* Linnaeus, 1753 и *R. altissimum* × *R. nigrum* получил И. М. Жиронкин (1965) при обработке прорастающих семян соответствующих амфигаплоидов 0,5 %-ным раствором колхицина. С 1968 по 1993 год в ЦГЛ имени И. В. Мичурина методом колхицинирования переведены на полиплоидный уровень амфигаплоиды *Ribes americanum*, Miller 1768 × *Ribes odoratum* Wendland, 1820, *R. nigrum* × *R. americanum*, *R. nigrum* × *G. reclinata*, *R. nigrum* × *R. rubrum*, *R. nigrum* × *Ribes aureum* Pursch, 1813, *G. reclinata* × *R. nigrum* [13; 14].

В Беларуси первые плодовые амфидиплоиды получены Г. А. Бавтуто в 1976 году [8].

Одним из первых смородинно-крыжовниковых гибридов, нашедших хозяйственное применение, была йошта. Она выгодно сочетает в себе ценные признаки родительских форм: бесшипность побегов, сильнорослость, гроздевидное плодоношение, крупноплодность. Гибрид устойчив к ряду болезней и вредителям, что делает его особенно ценным при производстве экологически чистой продукции [15].

Взрослые кусты йошты мощные, раскидистые. В пятилетнем возрасте высота их достигает 2—2,5 м, диаметр — до 3 м. Листья большие, кожистые, глянцевые, без аромата черной смородины. Цветки крупные, средний диаметр плодов в 1,5—2 раза превышает лучшие сорта смородины черной. Вес ягод достигает 3,5 г, вкус кисло-сладкий.

В Беларуси первые бесплодные и частично плодовые гибриды между смородиной черной и крыжовником были получены в 40-х годах А. Г. Волузневым [16], а с 1965 года наряду с основными селекционными методами при получении сортимента смородины черной, смородины красной, крыжовника А. Г. Бавтуто начала разработку метода отдаленной гибридизации в семействе *Grossulariaceae* Dumort в конкретных эколого-климатических условиях [8].

В настоящее время роль отдаленной гибридизации в работе с культурой *Ribes* особенно возросла в связи с необходимостью включения в селекционный процесс новых видов как доноров и источников специфических признаков. В связи с этим в селекциях стали использовать сорта различного генетического происхождения и дикорастущие виды, что позволило повысить устойчивость полученных гибридов к заболеваниям, вредителям, зимостойкость. Отдаленная гибридизация позволила получить формы, которые отличаются ранним цветением, пряморослостью, длинными кистями, повышенным содержанием витамина С и Р-активных веществ, с высокой самоплодностью, неосыпаемостью ягод, высокой урожайностью, устойчивостью к вредителям и болезням. В последние годы большое внимание уделяется методу отдаленной гибридизации при создании сортов, пригодных к механизированному уходу и уборке урожая [17].

Эффективность дальнейшего использования метода отдаленных скрещиваний смородины и крыжовника связана с синтезом видов по типу уже существующих, но с иным геномным составом и дальнейшим совершенствованием методов переноса чужеродных генов, рекомбиогенеза и генетического конструирования геномов, для получения нового поколения форм с высокой экологической адаптацией к регионам возделывания [18].

В связи со сказанным целью наших исследований было получить отечественные межродовые гибриды различного геномного состава на основе белорусского сортимента смородины черной и крыжовника; провести оценку их морфологических, анатомических, биологических и хозяйственных признаков; выделить перспективные формы для дальнейшего использования в селекции.

Материал и методы исследования. Исследования проводили с 1992 по 1998 год в отделе селекции ягодных культур БелНИИ плодоводства, с 1999 по 2010 год — на агробиологической станции БПУ имени М. Танка. Межродовые реципрокные скрещивания смородины черной с крыжовником были направлены на получение бесшипных и слабошиповатых с высоким содержанием витаминов форм крыжовника и устойчивых к почковому клещу крупноплодных форм смородины черной.

Перевод стерильных амфигаплоидов на полиплоидный уровень проводили методом колхицинирования. При этом верхушечные почки стерильных амфигаплоидов в стадии набухания обрабатывали 1 %-ным раствором колхицина в воде методом наложения желатиновых капсул при экспозиции 36 часов. После обработки почки промывали водой, проводили стимуляцию 0,001 %-ным раствором гетероауксина.

Цитологический анализ и подсчет хромосом проводили на постоянных и временных препаратах, полученных по общепринятой методике цитологических исследований [19].

Изучение устойчивости полученных гибридов к заболеваниям проводили в условиях естественного заражения растений патогенами. Зимостойкость определяли по 5-балльной шкале полевым методом, сущность которого заключалась в ежегодных учетах степени подмерзания побегов.

Направление исследований определило подбор экспериментальных растений. Были отобраны сорта и гибридные формы белорусской селекции, обладающие комплексом или отдельными ценными признаками.

Результаты исследования и их обсуждение. Всего в 67 комбинациях скрещиваний опылено 10 374 цветка, высеяно 1 579 гибридных семян, из которых выращено 146 растений. Исследования показали, что межродовые скрещивания удаются редко (завязываются единичные плоды), а в некоторых комбинациях вообще безрезультатны. Наиболее высокие показатели образования завязи — в вариантах скрещивания *R. nigrum* × *G. reclinata* (от 16,2 до 18,3 %), ниже — при опылении крыжовника пыльцой смородины черной (0,3—9,8 %).

Разнообразие вовлекаемых в скрещивания сортов в многолетних экспериментах способствовали получению фонда межродовых гибридов F1 *R. nigrum* × *G. reclinata* и *G. reclinata* × *R. nigrum* с промежуточным характером проявления большинства признаков. Среди полученных гибридных растений по комплексу хозяйственно ценных признаков (устойчивость к мучнистой росе, длинные цветковые кисти, высокая зимостойкость) выделены 16 перспективных форм: *R. nigrum* × *G. reclinata* (Церера × Машека, Память Вавилова × Машека, Церера × (10 Д-52 × Яровой), Катюша × (10 Д-52 × Яровой), Купалинка × Белорусский красный, Купалинка × (10 Д-52 × Яровой) — 11 растений; *G. reclinata* × *R. nigrum* (Машека × Минай Шмырев (10 Д-52 × Яровой) × Купалинка, (10 Д-52 × Яровой) × Память Вавилова (10 Д-52 × Яровой) × Церера, Белорусский красный × Кантата 50) — 5 растений [20].

Сравнивая отобранные реципрокные гибриды, можно отметить наличие у них общих признаков, характерных только гибридам такого типа. Сюда необходимо отнести строение куста, соцветия, форму листьев и цветков.

Гибрид *R. nigrum* × *G. reclinata* от смородины черной унаследовал наличие цветка при основании кисти, белые кончики по краям зубчиков листа, отсутствие шипов; от крыжовника — отсутствие ароматических железок, узкий гипантий, крупную ребристую завязь, отсутствие шипов. К новообразованиям следует отнести своеобразную приподнятую форму куста, горизонтальное положение цветочных кистей. Растения стерильны.

Гибрид *G. reclinata* × *R. nigrum* от смородины черной унаследовал редкое опушение оси цветочной кисти, матовую поверхность листовых пластинок, гладкую завязь; от крыжовника — цилиндрическую форму гипантия, опушение на столбике пестика. Среди но-

вообrazований следует отметить резко направленные вверх, а затем поникающие цветочные кисти. Растения стерильны.

Несмотря на наличие у отобранных форм ценных признаков, устойчивая стерильность не позволяет использовать их непосредственно в практических целях.

В качестве метода преодоления стерильности отдаленных гибридов мы использовали аллополиплоидию. По всем комбинациям скрещиваний за годы исследований обработано колхицином 224 почки. Первоначальный отбор тетраплоидных форм проводили по морфологическим признакам листьев и побегов, так как после колхицинирования стерильных амфигаплоидов многие побеги развивают укороченные междоузлия с листьями полиплоидного типа — крупные, темно-зеленые, кожистые, с неровной поверхностью. Такие побеги отчеренковывали и укореняли в условиях искусственного тумана. На следующий год отбор амфидиплоидов проводили по результатам цитологического анализа — подсчета числа хромосом в ядрах соматических клеток. В результате были отобраны амфидиплоидные формы, объединяющие в своем геноме два полных набора хромосом от каждой из родительских форм.

Колхицинирование стерильных смородино-крыжовниковых гибридов позволило получить 27 амфидиплоидов, среди которых:

– *R. nigrum* × *G. reclinata* (Церера × (10 Д-52 × Яровой), Катюша × (10 Д-52 × Яровой), Купалинка × (10 Д-52 × Яровой), Память Вавилова × Машека, Купалинка × Белорусский красный жуточного типа с ароматной мякотью и матовой кожицей почти черного цвета. В кистях по 6—8 ягод. Количество семян на один плод — до 6—10 шт. Завязываемость плодов при свободном опылении — до 53,42 %. Содержание нормально сформированных, Церера × Машека) — 9 растений;

– *G. reclinata* × *R. nigrum* (Машека × Минай Шмырев (10 Д-52 × Яровой) × Купалинка (10 Д-52 × Яровой) × Память Вавилова (10 Д-52 × Яровой) × Церера, Белорусский красный × Кантата 50) — 7 растений.

Проведенный анализ морфо-анатомических и биологических особенностей амфидиплоидов позволил выделить признаки, которые отличают их от соответствующих амфигаплоидов.

Амфидиплоид *R. nigrum* × *G. reclinata*. Кусты гетерозисные, без шипов. Растения образуют поздно созревающие ягоды массой до 1,4 г промежуточного типа с ароматной мякотью и матовой кожицей почти черного цвета. В кистях по 6—8 ягод. Количество семян на один плод — до 6—10 шт. Завязываемость плодов при свободном опылении — до 53,42 %. Содержание нормально сформированных пыльцевых зерен — 68,51—71,74 %.

Амфидиплоид *G. reclinata* × *R. nigrum*. Кусты гетерозисные с редкими шипами в узлах побегов. Большинство цветков образуют крупные (до 2,4 г) ягоды. Ягоды овальные, слегка сплюснутые на полюсах, расположены по 3—6 на общей длинной оси. Содержание семян в ягодах — 11—16 шт. Кожица плодов толстая, мякоть ароматная. Ягоды созревают в середине августа. Завязываемость плодов при свободном опылении — от 39,83 до 47,58 %. Содержание нормально сформированных пыльцевых зерен — до 70,22 %.

Амфидиплоиды отличаются от амфигаплоидов по характеру роста и окраске побегов, плотностью прилегания почечных чешуй, формой почек, размерами листьев, соцветий, цветков, количеством плодов в цветочных кистях.

В дальнейшем был проведен анализ проявления всего комплекса признаков у отдаленных гибридов с различным геномным составом.

Гибридизация смородины черной с крыжовником на диплоидном и тетраплоидном уровнях, реципрокные скрещивания тетраплоидных форм с исходными диплоидами, бек-кроссы полученных тетраплоидных гибридов *Ribes nigrum* × *G. reclinata* с исходными тетраплоидными формами позволили нам получить растения с различным сочетанием числа

геномов исходных форм: $2n = 16$ — Ag — амфигаплоид (BG и GB); $2n = 24$ — Td — амфитриплоид (BGG и BBG), $2n = 32$ — Ad — амфидиплоид (BGGG, BBBG, BBGG).

Амфигаплоидные формы, сочетающие равное число хромосом смородины и крыжовника (BG), отличаются промежуточным характером наследования признаков исходных родителей и целым рядом новообразований, из которых селекционно важным является подавление признака околюченности побегов. Как доминантные признаки у Ag проявляются такие особенности смородины, как морщинистость верхней стороны листа, опушение цветочной кисти, бурый оттенок побегов, которые при удвоении числа хромосом крыжовника полностью подавляются.

Увеличение числа хромосом крыжовника с 8 до 16 сказывается также на характере проявления и других признаков в F1. Так, Td (BGG) отличаются промежуточным типом наследования признака околюченности: мелкие шипы формируются только на молодых побегах, располагаются редко и быстро исчезают.

Усиление признаков крыжовника с увеличением числа его геномов сказывается на строении цветочной кисти. Так, у Ag цветочная кисть равна $6,1 \pm 0,2$ см (у смородины — $7,1 \pm 0,3$ см, у крыжовника — $1,4 \pm 0,7$ см) и несет в среднем 4 ± 2 цветка (у смородины число цветков в кисти не превышает 8 ± 3 , у крыжовника — 2 ± 1). Распростертое положение кисти у Ag относится к новообразованиям, в сравнении с изогнутой вниз кистью смородины и крыжовника. Td характеризуются короткой ($1,2 \pm 0,7$ см) изогнутой вниз кистью, несущей 2 ± 1 цветка. Цветки у Td крупнее цветков Ag (длина цветка $8,5 \pm 0,5$ мм против $7,5 \pm 1,5$; диаметр цветка $9,5 \pm 0,5$ мм против $8,5 \pm 0,5$), что придает им сходство с цветком крыжовника.

Отмечены различия у Ag и Td по наследованию особенностей строения частей цветка. У Ag форма чашелистиков чаще узколанцетная (признак смородины) с широким спектром варьирования. У Td чашелистики и лепестки по форме близки к крыжовнику. Как доминантные наследуются у Ag и Td некоторые признаки крыжовника: усеченная верхушка чашелистиков и лепестков, отогнутое положение чашелистиков.

Особо у гибридов F1 проявляется признак окраски чашелистиков. При наличии одного генома крыжовника у Ag признак зеленых чашелистиков полностью подавляется, доминируют Ribes-окрашенные чашелистики, так как, вероятно, зеленая окраска определяется рецессивными генами. При удвоении числа хромосом крыжовника у Td этот признак подавляется не полностью и чашелистики имеют смешанную красно-желто-зеленую окраску.

Удвоение генома крыжовника у Td также вызывает доминирование целого ряда признаков, свойственных крыжовнику: форма куста, окраска и характер поверхности побегов, положение почек на побеге, форма основания листа и густое опушение его нижней поверхности, отсутствие белых кончиков на зубчиках края листа и эфирных железок, ребристая завязь, раздвоенность и опушенность столбика.

Таким образом, удвоение числа геномов крыжовника у гибридов F1 *R. nigrum* × *G. reclinata* усиливает проявление его признаков. Это выражается в изменении размеров вегетативных и генеративных органов гибрида: почек, цветка, чашелистиков и лепестков, столбика, завязи, цветочной кисти, числа цветков в кисти, т. е. количественных признаков, имеющих, вероятно, полигенный тип наследования. В то же время изменяется наследование ряда альтернативных качественных признаков: форма и окраска почек, листовых пластинок, лепестков и чашелистиков, сроки прохождения фаз. К доминирующим признакам, проявляющимся независимо от числа геномов исходных форм, следует отнести раскидистый характер куста, высокую зимостойкость, иммунитет к сферотеке и антракнозу.

Целый ряд новообразований, возникших у Ag, не исчезает у Td с удвоением числа хромосом крыжовника. К ним следует отнести гетерозисный тип куста, варьирование листьев по форме и окраске, форму и длину гипантия, длину и ширину чашелистиков. Следовательно, у Td, как у Ag, проявляется соматический (мощные кусты, крупные побеги, листья, почки) и репродуктивный (крупные цветки) гетерозис. Нетребовательность гибридов

к условиям выращивания и уходу, устойчивость к мучнистой росе и зимостойкость можно объяснить приспособительным гетерозисом.

Вместе с тем удвоение генома крыжовника ведет к исчезновению некоторых свойственных Ag признаков. К ним относятся такие особенности, как формирование двух почек вместо одной в пазухе листа, соцветия типа кисте-зонтика, многолопастные листья. Можно предположить, что проявление этих признаков связано с явлением фасциации. Исчезновение фасциаций у Td является доказательством того, что они не наследуются от исходных форм, а являются результатом взаимодействия равных в численном отношении хромосом родителей.

Добавление генома крыжовника у аллотетраплоидов BGGG усиливает проявление его признаков еще в большей степени. Это сказывается на окраске и характере побегов, окраске почек и их положении на побеге, форме и окраске листьев, лепестков и чашелистиков, форме завязи, столбика, плодов, окраске плодов и типе кожицы, неспособности гибридов к размножению одревесневшими черенками.

Увеличение числа хромосом черной смородины с 8 до 16 приводит к усилению ее признаков у гибридов с геномным составом BBG. Это проявляется в окраске побегов и характере их поверхности. У Td BBG побеги бордовые, шелушащиеся. Усиление признаков черной смородины также проявляется в преобладании правильных 5-лопастных листьев темно-зеленой окраски, отсутствии шипов на побегах, морщинистом характере верхней стороны листа, отсутствии опушения на нижней стороне листа, наличии белых редких кончиков на зубчиках края листа (у Td BGG они отсутствуют), преобладании 5—7-цветковой кисти (у Td BGG преобладают одиночные цветки, реже 2-цветковая кисть), опушение цветочной кисти (у Td BGG кисть голая), положении чашелистиков. При наличии двух геномов черной смородины устойчиво доминируют такие признаки *Ribes*, как форма и окраска ягод, матовая кожица плодов и такой нежелательный признак, как невыровненность плодов в кисти. Независимо от числа геномов устойчиво доминирует признак *Ribes* — расположение тычинок на одном уровне с лепестками, а также признаки *Grossularia* — раскидистый характер куста, отсутствие эфирных железок, ребристая завязь.

У амфидиплоидов при равном соотношении числа хромосом исходных видов гомозиготное состояние геномов *Ribes* и *Grossularia* обуславливает доминирование многих ценных признаков смородины и крыжовника. В то же время такие признаки исходных форм, как околюченность побегов, специфический запах смородины, несмотря на гомозиготное состояние генов, обуславливающих их проявление, остаются рецессивными.

Сравнивая особенности проявления признаков у Ad, Td и Ag, можно отметить, что ряд новообразований развивается только при равном соотношении числа геномов исходных форм (1:1 у Ag и 2:2 у Ad): многолопастная форма листьев, наличие двух почек в пазухе листа, 5—7-цветковая кисть. Для проявления этих признаков важна не доза геномов смородины и крыжовника, а одинаковое их соотношение — 1:1 или 2:2.

Вместе с тем имеется ряд признаков, проявление которых имеет место лишь при соотношении определенного числа хромосом исходных форм. Эти признаки проявляются лишь при соотношении 2:2 и исчезают при соотношении 1:1. Здесь, прежде всего, следует иметь в виду плодовитость Ad и стерильность Ag. В некоторых случаях наблюдается усиление признаков смородины при добавлении геномов крыжовника. Например, положение пыльников в цветке. Это можно объяснить тем, что изменение числа геномов не ведет к простому суммированию эффекта действия дозы каждого гена, а вызывает взаимодействие аллелей одних и тех же и разных генов при увеличении геномов, которое может дать неожиданный эффект.

Сравнивая характер проявления признаков при удвоении хромосом каждого родителя и анализируя амфигетроиды (BG, $2n = 16$) и амфидиплоиды (BGGG, $2n = 4x = 32$) *R. nigrum* × *G. reclinata*, очевидно, что при удвоении геномов каждого родителя характер доминирования признаков в ряде случаев изменяется. Так, у Ad в сравнении с Ag наблюдается

усиление некоторых признаков смородины. Изменяется характер поверхности побегов. Они гладкие, буро-коричневые, а у Ag серо-бордовые, шелушащиеся. Почки Ad имеют округлую форму с тупой верхушкой, что сближает их с почками смородины, а у Ag почки конические, заостренные, с плотными чешуями. С черной смородиной Ad, в отличие от Ag, сближает отсутствие опушения на нижней стороне листа, характер формы основания листа, края листа с редкими белыми кончиками. У Ad усиливается проявление признаков смородины в окраске и форме ягод. Следовательно, при наличии лишь одного генома смородины указанные признаки подавляются, так как, видимо, гены *Ribes*, контролируемые их, относятся к рецессивным. При удвоении числа хромосом *Ribes* явление доминирования этих признаков выражено сильнее, несмотря на двойное число геномов *Grossularia*. В то же время у амфидиплоидов доминируют некоторые признаки *Grossularia*, которые у амфигаплоида были рецессивными. К ним относятся: плотное расположение почечных чешуй, крупная завязь, сплюснутая с полюсов форма плодов, почти выровненные размеры плодов, темно-бордовая окраска ягод. Следовательно, для доминирования ряда ценных признаков *Ribes* и *Grossularia* необходимо, чтобы гены этих видов были в гомозиготном состоянии.

Отдельные признаки не изменяют характера доминирования при удвоении геномов родительских форм. Как у амфигаплоида (1:1), так и у амфидиплоида (2:2) доминируют такие признаки *Ribes*, как неколюченные побеги, морщинистый характер верхней стороны листовых пластинок, преобладание 4—6-цветковой кисти, ее опушение, окраска чашелистиков, форма гипантия, расположение пыльников, легкая укореняемость черенков. К доминирующим у Ag и Ad признакам *Grossularia* следует отнести отсутствие ароматических железок, ребристую поверхность завязи, раздвоенность и опушение столбика. Остаются доминантными у гибридов с $2n = 16$ и $2n = 32$ такие хозяйственно ценные признаки, как высокая зимостойкость, устойчивость к антракнозу, сферотеке, почковому клещу.

Фертильность Ad позволяет использовать их в скрещиваниях с крыжовником и смородиной для усиления желательных признаков. Не скрещиваясь с диплоидными формами *Ribes* и *Grossularia*, Ad скрещиваются с их тетраплоидными формами. Так, при опылении автотетраплоидной формы *G. reclinata* (геномный состав GGGG) пыльцой Ad *G. reclinata* × *R. nigrum* (геномный состав GGGB) получены аллотетраплоиды с новым геномным составом GGGB, а при опылении автотетраплоида *R. nigrum* (геномный состав BBBB) пыльцой Ad *R. nigrum* × *G. reclinata* (геномный состав BBGG) удалось получить аллотетраплоиды с геномным составом GGGB.

Заключение. Полученные реципрокные амфигаплоиды *R. nigrum* × *G. reclinata* с геномным составом BG и GB ($2n = 16$) отличаются от исходных родительских форм и гибридов с иным геномным составом характером роста и окраской побегов, плотностью прилегания почечных чешуй, формой почек, размерами листьев, соцветий, цветков в цветочных кистях. Устойчивая стерильность не позволяет использовать их непосредственно в практических целях. Однако ряд новообразований, свойственных амфигаплоидам, позволяет рассматривать их как ценный исходный селекционный материал для дальнейшей селекции.

Реципрокные аллотриплоидные формы *R. nigrum* × *G. reclinata* с геномным составом BGG и GBV ($2n = 24$) возможно использовать как промежуточное звено в получении аллотетраплоидов с геномным составом BGGG и GBVV, а также диплоидных фертильных рекомбинантов с хозяйственно ценными признаками.

Для амфидиплоидов *R. nigrum* × *G. reclinata* с геномным составом BBGG и GGVB ($2n = 32$) характерна комплексная устойчивость к заболеваниям смородины и крыжовника, зимостойкость, высокий процент нормально сформированных пыльцевых зерен, крупноплодность и малосемянность.

Список цитируемых источников

1. Цицин, Н. В. Проблемы отдаленной гибридизации / Н. В. Цицин // Проблемы отдаленной гибридизации : сб. науч. ст. / АН СССР, Глав. ботан. сад ; под ред. Н. В. Цицина. — М. : Наука, 1979. — С. 5—20.
2. Бербанк, Л. Двенадцать других замечательных ягодных растений, являющихся материалом для скрещиваний при создании новых форм / Л. Бербанк // Избр. соч. — М., 1955. — С. 416—429.
3. Мичурин, И. В. Результаты действия морозов в зиму 1928—1929 гг. на плодовые растения в Козловском Госпитомнике / И. В. Мичурин // Сочинения. — М., 1948. — Т. IV. — С. 187—192.
4. Дука, С. Х. Новая форма ягодного растения / С. Х. Дука. — Яровизация. — 1940. — № 3. — С. 119—122.
5. Ковтун, И. М. Об эффективности разных способов выведения бесшипного крыжовника / И. М. Ковтун // Науч. тр. Укр. НИИ садоводства: биология и селекция плодовых и ягодных культур. — 1962. — Вып. 39. — С. 23—34.
6. Кузьмин, А. Я. Отдаленная гибридизация в семействе крыжовниковых / А. Я. Кузьмин, Н. И. Чувашина // Отдаленная гибридизация растений и животных. — М., 1960. — С. 113—126.
7. Сергеева, К. Д. Селекция крыжовника / К. Д. Сергеева // Селекция ягодных культур. — М., 1956. — С. 88—120.
8. Бавтуто, Г. А. Обогащение генофонда и создание исходного материала плодово-ягодных культур на основе экспериментальной полиплоидии и мутагенеза : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.05 / Г. А. Бавтуто ; Тартус. гос. ун-т. — Тарту, 1980. — 49 с.
9. Банникова, В. П. Цитозембриология межвидовой несовместимости у растений / В. П. Банникова. — Киев : Наук. думка, 1975. — 284 с.
10. Суриков, И. М. Генетика внутривидовой несовместимости мужского гаметофита и пестика у цветковых растений / И. М. Суриков // Успехи современной генетики. — М. : Наука, 1972. — 119 с.
11. Bauer, R. Yosta, eine neue Beerehobstart aus der Kreuzung Schwarze Yohan-nisbure × Stachelbeere / R. Bauer // Erwerbs. Obstbau, 1978. — Vol. 20, № 6. — P. 116—119.
12. Knight, R. L. Soft fruit breeding / R. L. Knight, E. Keep // Annual report East Malling Research Station. — Kent, 1964. — P. 158—160.
13. Андрейченко, Д. А. Смородинно-крыжовниковые гибриды / Д. А. Андрейченко // Бюлл. Сиб. ботан. сада. — Томск, 1952. — С. 27—32.
14. Толмачев, И. А. Пути получения плодовых гибридов между *Ribes* и *Grossularia* / И. А. Толмачев // Тр. ЦГЛ им. И. В. Мичурина. — 1953. — Т. V. — С. 157—181.
15. Фогель, И. Ю. Биологические особенности, продуктивность и размножение йошты в условиях Закарпатья : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.07 / И. Ю. Фогель ; БелНИИ пловодства. — Самохваловичи, 1993. — 26 с.
16. Волузнев, А. Г. Биологические особенности и селекция чёрной и красной смородины, крыжовника и земляники в условиях Белоруссии : докл. ... д-ра биол. наук по совокупности опубл. работ / А. Г. Волузнев. — Минск, 1970. — 110 с.
17. Курсаков, Г. А. Отдаленная гибридизация и перспективы ее использования в селекции плодовых растений / Г. А. Курсаков // Отдаленная гибридизация и полиплоидия в селекции плодовых и ягодных культур : тез. докл. на секции садоводства РАСХН, Орел, 3—6 авг. 1993 г. / ВНИИСПК ; редкол.: Е. Н. Седов [и др.]. — Орел, 1993. — С. 33.
18. Еремин, Г. В. Повышение эффективности использования отдаленной гибридизации в селекции плодовых и ягодных культур / Г. В. Еремин // Отдаленная гибридизация и полиплоидия в селекции плодовых и ягодных культур : тез. докл. на секции садоводства РАСХН, Орел, 3—6 авг. 1993 г. / ВНИИСПК ; редкол.: Е. Н. Седов [и др.]. — Орел, 1993. — С. 3—5.
19. Рыбин, В. А. Цитологический метод в селекции плодовых / В. А. Рыбин. — М. : Колос, 1967. — 216 с.
20. Бученков, И. Э. Создание исходного селекционного материала смородины и крыжовника на основе отдаленной гибридизации и автополиплоидии : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / И. Э. Бученков ; БелНИИ земледелия и кормов. — Жодино, 1998. — 20 с.

References

1. Tsitsin N. V. *Problemy otdalenoj gidridizacii* [Problems of Remote Hybridization]. *Problems of distant hybridization*, Sat. scientific Articles. Ed. N. V. Qitsin. Moscow, USSR Academy of Sciences, Main Botanical Garden, Nauka, 1979, pp. 5—20.
2. Burbank L. *Dvenadcat' drugih zamechatel'nyh yagodnyh rastenij, yavlyayushchihsy materialom dlya skreshchivaniy pri sozdanii novyh form* [Twelve other wonderful berry plants, which are the material for crosses when creating new forms]. *Selected works*, Moscow, 1955, pp. 416—429.
3. Michurin I. V. *Rezultaty dejstviya morozov v zimu 1928—1929 gg. na plodovye rasteniya v Kozlovskom Gospitomnike* [The results of frost in the winter of 1928—1929 on fruit plants in the Kozlovskiy Hospitalnik]. *Works*. Moscow, 1948, vol. IV, pp. 187—192.

4. Duka S. Kh. *Novaya forma yagodnogo rasteniya* [A new form of berry plant]. *Vernalization*, 1940, no. 3, pp. 119—122.
5. Kovtun I. M. *Ob effektivnosti raznyh sposobov vyvedeniya besshipnogo kryzhovnika* [On the effectiveness of different methods of removing crankless gooseberries]. *Scientific works Ukrainian Research Institute of Horticulture: Biology and selection of fruit and berry crops*, 1962, iss. 39, pp. 23—34.
6. Kuzmin A. Y., Chuvashina N. I. *Otdalennaya gibrizatsiya v semeystve kryzhovnikovyh* [Remote hybridization in the gooseberry family]. *Remote hybridization of plants and animals*. Moscow, 1960, pp. 113—126.
7. Sergeeva K. D. *Seleksiya kryzhovnika* [Gooseberry selection]. *Selection of berry crops*. Moscow, 1956, pp. 88—120.
8. Bavtuto G. A. *Obogashhenie genofonda i sozдание ishodnogo materiala plodovo-yagodnyh kul'tur na osnove jeksperimental'noj allopoliploidii i mutageneza*. Avtoref. dis. dokt. biol. nauk [Enrichment of the gene pool and creation of the initial material of fruit and berry crops on the basis of experimental allopolyploidy and mutagenesis. Abstract of Doctor's degree dissertation]. Tartu, 1980, 49 p.
9. Bannikova V. P. *Citoembriologiya mezhvidovoj nesovmestivosti u rastenij* [Cytoembryology of interspecific incompatibility in plants]. Kiev, Naukova Dumka, 1975, 284 p.
10. Surikov I. M. *Genetika vnutrividovoj nesovmestivosti muzhskogo gametofita i pestika u cvetkovykh rastenij* [Genetics of intraspecific incompatibility of male gametophyte and pestle in flowering plants]. *Advances in modern genetics*. Moscow, Nauka, 1972, 119 p.
11. Bauer R. Yosta, eine neue Beerehobstart aus der Kreuzung Schwarze Yohan-nisbure \times Stachelbeere. *Erwerbs. Obstbau*, 1978, vol. 20, no. 6, pp. 116—119.
12. Knight R. L., Keep E. Soft fruit breeding. *Annual report East Malling Research Station*. Kent, 1964, pp. 158—160.
13. Andreichenko D. A. *Smorodinno-kryzhovnikovye gibridy* [Currant-gooseberry hybrids]. *Bulletin Siberian Botanical Garden*. Tomsk, 1952, pp. 27—32.
14. Tolmachev I. A. *Puti polucheniya plodovityh gibridov mezhdu Ribes i Grossularia* [Ways to obtain prolific hybrids between Ribes and Grossularia]. *Works of the TsGL named after I.V. Michurina*, 1953, vol. V, pp. 157—181.
15. Vogel I. Y. *Biologicheskie osobennosti, produktivnost' i razmnozhenie joshty v usloviyah Zakarpat'ya*. Author. dis. ... cand. S.-kh. Sciences: 06.01.07 [Biological features, productivity and reproduction of yoshta in the conditions of Transcarpathia. Abstract Ph. D. thesis]. Samokhvalovichi, Bel NII fruit growing, 1993, 26 p.
16. Voluznev A. G. *Biologicheskie osobennosti i seleksiya chyornoj i krasnoj smorodiny, kryzhovnika i zemlyaniki v usloviyah Belorussii* [Biological features and selection of black and red currants, gooseberries and strawberries under conditions of Belarus]. *Report for the degree of Doctor Biol. sciences in the aggregate of published works*, Minsk, 1970, 110 p.
17. Kursakov G. A. *Otdalennaya gibrizatsiya i perspektivy ee ispol'zovaniya v selekzii plodovykh rastenij* [Remote hybridization and prospects for its use in breeding fruit plants]. *Remote hybridization and polyploidy in the selection of fruit and berry crops: abstracts dokl. at the gardening section of the RAAS*, Oryol, August 3—6, 1993. VNIISP, ed. E. N. Sedov [et al.]. Eagle, 1993, p. 33.
18. Eremin G. V. *Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya otdalenoj gibrizatsii v selekzii plodovykh i yagodnykh kul'tur* [Increasing the efficiency of using remote hybridization in breeding fruit and berry crops]. *Remote hybridization and polyploidy in the selection of fruit and berry crops: abstracts dokl. at the gardening section of the RAAS*, Oryol, August 3—6, 1993. VNIISP, ed. E. N. Sedov [et al.]. Eagle, 1993, pp. 3—5.
19. Rybin V. A. *Citologicheskij metod v selekzii plodovykh* [Cytological method in the selection of fruit]. Moscow, Kolos, 1967, 216 p.
20. Buchenkov I. E. *Sozдание iskhodnogo selekcionnogo materiala smorodiny i kryzhovnika na osnove otdalenoj gibridizatsii i avtopoliploidii*. Author. Dis. ... c. n. : 06.01.05 [Creation of the initial breeding material of currants and gooseberries based on distant hybridization and autopolyploidy. Abstract of Ph. D. thesis]. Zhodino, Bel NII agricultural and feed, 1998, 20 p.

The resulting reciprocal amphigaploids *R. nigrum* \times *G. reclinata* with the genomic composition of BG and GB ($2n = 16$) differ from the original parental forms and hybrids by different genomic composition of the growth and color of shoots, the fit of the kidney scales, the shape of the buds, the size of leaves, inflorescences, flowers in flower brushes. Sustainable sterility does not allow them to be used directly for practical purposes. However, a number of neoplasms characteristic of amphigaploids allow us to consider them as a valuable initial selection material for further selection.

Reciprocal allotriploid forms of *R. nigrum* \times *G. reclinata* with the genomic composition of BGG and GBB ($2n = 24$) can be used as an intermediate link in the preparation of allotetraploids with the genomic composition of BGGG and GBBB, as well as diploid fertile recombinants with economically valuable traits.

For amphidiploids *R. nigrum* \times *G. reclinata* with the genomic composition of BBGG and GGBB ($2n = 32$) is characterized by complex resistance to currant and gooseberry diseases, winter resistance, high percentage of normally formed pollen grains, large-fruited and low-seeded crops.

Поступила в редакцию 29.05.2020

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Общая биология

Заика Ю. В. Кораллы <i>Tabulata</i> и <i>Rugosa</i> франского яруса из карьера «Гралево» (Беларусь, Витебский район, западная часть Главного девонского поля)	9
Земоглядчук А. В., Буяльская Н. П. Новые данные по фауне и экологии жуков-горбатов (Coleoptera: Mordellidae) Беларуси	28
Земоглядчук К. В. Чужеродные виды наземных моллюсков (Mollusca: Gastropoda: Stylommatophora) в фауне Беларуси	34
Крылов А. В. Новые данные по местонахождениям, морфологии и таксономии трилобитов семейства Illaenidae идаверского горизонта (сандбийский ярус) Ленинградской области.	46
Лукашениа М. А. Ксилофильные жесткокрылые (Insecta: Coleoptera) консорции дуба (<i>Quercus robur</i> Linnaeus, 1753) Национального парка «Беловежская пуща»	69
Лундышев Д. С. Новые данные по жесткокрылым семейства Histeridae (Coleoptera) Кавказа	83
Островский А. М., Лукашук А. О. Новые находки настоящих полужесткокрылых (Insecta: Hemiptera: Heteroptera) на территории юго-востока Беларуси	91
Рындевич С. К., Лукашук А. О., Земоглядчук А. В., Токарчук О. В., Байчоров В. М. Насекомые-биоиндикаторы (Insecta: Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Hemiptera, Coleoptera, Megaloptera, Trichoptera) и критерии ненарушенных водных экосистем Беларуси	99
Семеняк А. А. Эколого-фаунистическая характеристика сообществ жужелиц (Coleoptera: Carabidae) в условиях проведения мероприятий по снижению риска деградации болотных комплексов на территории заказника «Званец»	120

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Агрономия

Бученков И. Э., Чернецкая А. Г. Использование аллополиплоидии в селекции смородины черной и крыжовника	129
Мороз Д. С., Шпак М. Ю., Медведик С. Е. Последствие светодиодного освещения на продуктивность, урожайность и морфофизиологические параметры роста и развития земляники садовой <i>Fragaria × ananassa</i> (Duchesne ex Weston) Duchesne ex Rozier (1785) в условиях открытого грунта	139

ЗМЕСТ

БІЯЛАГІЧНЫЯ НАВУКІ

Агульная біялогія

Заіка Ю. У. Каралы <i>Tabulata</i> і <i>Rugosa</i> франскага яруса з кар'ера «Гралёва» (Беларусь, Віцебскі раён, заходняя частка Галоўнага дэвонскага поля)	9
Земаглядчук А. У., Буяльская Н. П. Новыя дадзеныя па фаўне і экалогіі жукоў-гарбатак (Coleoptera: Mordellidae) Беларусі	28
Земаглядчук К. У. Чужародныя віды наземных малюскаў (Mollusca: Gastropoda: Stylommatophora) у фаўне Беларусі	34
Крылоў А. У. Новыя дадзеныя па месцазнаходжаннем, марфалогіі і таксанаміі трылабітаў сямейства Illaenidae ідавераскага гарызонту (сандбійскі ярус) Ленінградскай вобласці.	46
Лукашэня М. А. Ксілафільныя цвёрдакрылыя (Insecta: Coleoptera) кансорцыі дуба (<i>Quercus robur</i> Linnaeus, 1753) Нацыянальнага парку «Белавежская пуща»	69
Лундышаў Д. С. Новыя дадзеныя па цвёрдакрылых сямейства Histeridae (Coleoptera) Каўказа	83
Астроўскі А. М., Лукашук А. А. Новыя знаходкі сапраўдных паўцвёрдакрылых (Insecta: Hemiptera: Heteroptera) на тэрыторыі паўднёвага ўсходу Беларусі	91
Рындевіч С. К., Лукашук А. А., Земаглядчук А. У., Токарчук А. В., Байчораў У. М. Насякомыя-біяіндыкатары (Insecta: Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Hemiptera, Coleoptera, Megaloptera, Trichoptera) і крытэрыі непарушаных водных экасістэм Беларусі	99
Семеняк А. А. Экалага-фаўністычная характарыстыка згуртавання жужалаў (Coleoptera: Carabidae) ва ўмовах правядзення мерапрыемстваў па зніжэнні рызыкі дэградацыі балотных комплексаў на тэрыторыі заказніка «Званец»	120

СЕЛЬСКАГАСПАДАРЧЫЯ НАВУКІ

Аграномія

Бучанкоў І. Э., Чарнецкая А. Г. Выкарыстанне алапаліплоіды ў селекцыі чорных парэчак і агрэсту	129
Мароз Д. С., Шпак М. Ю., Мядзведзік С. Я. Паслядзяённе светадыёднага асвятлення на прадукцыйнасць, ураджайнасць і марфафізіялагічныя параметры росту і развіцця суніц садовых <i>Fragaria</i> × <i>ananassa</i> (Duchesne ex Weston) Duchesne ex Rozier (1785) ва ўмовах адкрытага грунту	139

CONTENTS

BIOLOGICAL SCIENCES

General Biology

Zaika Yu. U. Frasnian <i>Tabulata</i> and <i>Rugosa</i> corals from the Graliova quarry (Vitebsk region of Belarus, western part of the Main Devonian Field)	9
Zemoglyadchuk A. V., Buialska N. P. New data on the fauna and ecology of tumbling flower beetles (Coleoptera: Mordellidae) of Belarus	28
Zemoglyadchuk K. V. Alien species of terrestrial mollusca (Mollusca: Gastropoda: Stylommatophora) in the fauna of Belarus	34
Krylov A. V. New data on the localities, morphology and taxonomy of the trilobites of Illaenidae family of the Idavere Regional Stage (Sandbian) of Leningrad region	46
Lukashenia M. A. Xylophilous beetles (Insecta: Coleoptera) of oak consortium (<i>Quercus robur</i> Linnaeus, 1753) of Belovezhskaya Pushcha National Park	69
Lundyshev D. S. New data on beetles of the family Histeridae (Coleoptera) of the Caucasus	83
Ostrovsky A. M., Lukashuk A. O. New findings of true bugs (Insecta: Hemiptera: Heteroptera) on the territory of south-eastern Belarus	91
Ryndevich S. K., Lukashuk A. O., Zemoglyadchuk A. V., Tokarchuk O. V., Baitchorov V. M. Insects-bioindicators (Insecta: Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Hemiptera, Coleoptera, Megaloptera, Trichoptera) and criteria for intact of water ecosystems of Belarus	99
Semianiak A. A. Ecological and faunistic characteristics of ground beetle communities (Coleoptera: Carabidae) under measures to reduce the risk of degradation of marsh complexes on the territory of the reserve "Zvanets"	120

AGRICULTURAL SCIENCES

Agronomy

Butschenkov I. E., Chernetskaya A. G. The use of allopolyploidy in selection of black currant and gooseberry	129
Moroz D. S., Shpak M. Y., Medvedik S. E. Led lighting after-effect on strawberry <i>Fragaria</i> × <i>ananassa</i> (Duchesne ex Weston) Duchesne ex Rozier (1785) productivity, harvest and morphobiological features of growth in open ground	139