



Олег Синчук,

старший научный сотрудник
лаборатории наземных
беспозвоночных животных
НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам

Александр Колбас,

старший научный сотрудник
лаборатории биогеохимии
Полесского аграрно-
экологического института НАН
Беларуси, докторант Института
природопользования НАН
Беларуси, кандидат биологических
наук, доцент

Дмитрий Войтка,

заведующий лабораторией
микробиологического метода
защиты растений от вредителей
и болезней Института защиты
растений, кандидат биологических
наук, доцент

Ирина Феклистова,

заведующий научно-
исследовательской лабораторией
молекулярной генетики и
биотехнологии биологического
факультета БГУ, кандидат
биологических наук, доцент

Надежда Архипова,

младший научный сотрудник
кафедры физической географии
мира и образовательных
технологий факультета географии
и геоинформатики БГУ

Фитосанитарный анализ садовых агроэкосистем Брестского региона

Устойчивой альтернативой химическим средствам защиты растений является биологический метод, основанный на применении микроорганизмов, энтомофагов, феромонов и антифидантов [1], позволяющий обеспечивать продовольственную безопасность [2]. Биологическая защита растений, включающая использование естественных хищников, паразитов и микробных агентов, становится перспективной заменой синтетическим пестицидам. Однако ее внедрение ограничивается вопросами эффективности, предсказуемости и стоимости [3]. Тем не менее данный метод остается ключевым элементом устойчивого контроля агрономически вредных организмов в агроэкосистемах.

Отечественная школа по биологической защите растений берет свое начало в 1936 г., а затем в 1958 г. продолжена работами в рамках биологического и микробиологического метода под творческим руководством и при активном участии Т.Т. Безденко. Исследования были направлены на привлечение и накопление энтомофагов на защищаемые культуры, изучение сезонной колонизации яйцеедов, энтомопатогенных микроорганизмов и грибов-антагонистов, создание и использование на их основе биопрепаратов для контроля вредителей и болезней, разработку комплексных мероприятий защиты плодовых, овощных культур и картофеля от вредителей и болезней. В 1976 г. в Белорусском научно-исследовательском институте защиты растений была организована лаборатория микробиологического метода защиты растений от вредителей и болезней [4].

Получена целая серия эффективных биопрепаратов (разработчики – Институт защиты

растений, Институт микробиологии НАН Беларуси и Белорусский государственный университет), показавших свою эффективность в садах нашей страны: Бактоген, Ж; Леканцилл; Бацитурин, Ж; Мелобасс, ПС; Энтолек, Ж [5, 6].

Учеными была поставлена задача – осуществить фитосанитарный анализ и апробировать биологические методы защиты растений в Брестском регионе. В ходе работ изучалось видовое разнообразие вредителей и болезней садовых агроценозов; оценена эффективность биологического метода их контроля; рассмотрены возможные подходы к улучшению качества почв.

Исследования велись в течение вегетационного сезона 2024 г. в 4 садах: ОАО «Агросад Рассвет», ОАО «Остромечево», ФХ «Влас», отдел «Агроботаника» УО «БрГУ имени А. С. Пушкина».

В эксперименте было задействовано 4 основных культуры: вишня (4 сорта), яблоня (6), смородина (3) и малина (3) (табл. 1). Коллекционирование материала проводили в соответствии с классическими подходами при работе с насеко-

мыми и растительными образцами [7, 8]. Идентификацию видов животных и возбудителей болезней осуществляли с использованием специализированных определителей [9–12].

Модельные участки подбирали по сортовой принадлежности и имели в каждом как минимум по одному растению контроля и обработанному биопрепаратом Битоксибациллин, П на основе энтомопатогенных бактерий *Bacillus thuringiensis* (Россия), а также средствами белорусского производства: Энтолек, Ж на основе энтомопатогенных грибов рода *Lecanicillium*, Профит® Защита комплексная, Ж на основе энтомопатогенных грибов рода *Metarhizium* и *Beauveria*. С целью защиты растений применяли Профит® Энергия роста, Ж на основе грибов-антагонистов рода *Trichoderma*; в почву вносили биопрепарат Гулливер, КС, содержащий бактерии *Pseudomonas aureofaciens* и отечественный регулятор роста «Гидрогумат».

Обработки проводили ручными и электрическими опрыскивателями на следующих этапах вегетации: в фазе зеленого конуса, перед цветением, в период завязывания плодов, и далее – не реже одного раза в месяц. При сборе данных по действию биопрепаратов оценивали следующие параметры: заселенность фитофагами (%) [13] (по 4-балльной шкале А.И. Блинова [15, 16]), распространенность болезней (%) [14]. Биологическая эффективность (% снижения численности/заселенности) рассчитывалась по формуле У.С. Эббота [17].

Изучен видовой состав животных садовых агроценозов Брестского региона, вклю-

Стационар	Код	Культура	Сорт
ОАО «Агросад Рассвет»	S1	Вишня (<i>Prunus cerasus</i> L.)	Облачинская
		Яблоня (<i>Malus domestica</i> Borkh.)	Имант, Памяти Сябаровой
		Смородина (<i>Ribes nigrum</i> L.)	Памяти Вавилова
ОАО «Остромечево»	S2	Яблоня (<i>Malus domestica</i> Borkh.)	Солнышко
ФХ «Влас»	S3	Смородина (<i>Ribes nigrum</i> L.)	Джонаголд, Глостер
		Яблоня (<i>Malus domestica</i> Borkh.)	Орес, Тихоуп
Отдел агроботаники БрГУ им. А.С. Пушкина	S4	Смородина (<i>Ribes nigrum</i> L.)	Гала
		Малина (<i>Rubus idaeus</i> L.)	Живица, Ласуха, Гриот
			Глен Эмпл, Херитейдж
			Айдаред

Таблица 1. Видовой и сортовой состав модельных растений

чающий 105 видов, относящихся к 58 семействам, 24 отрядам и 8 классам. К наиболее распространенным можно отнести 5 видов насекомых, которые отмечены на всех стационарах: *Aphis* sp., *Harmonia axyridis*, *Apis mellifera*, *Anthonomus pomorum*. Зарегистрированы в двух и более местах: *Coccinella septempunctata*, *Adalia bipunctata*, *Anthonomus rubi*, *Byturus tomentosus*, *Myzus cerasi*, *Stictocephala bisonia*, *Callisto denticulella*, *Phyllonorycter blancardella*, *Vespa crabro*, *Mantis religiosa*, *Andrena fulva*, *Caliroa cerasi*, *Vespula vulgaris*, *Polistes dominula*, *Coleophora hemerobiella*, *Parornix petiolella*, *Leucoptera malifoliella*, *Lyonetia clerkella*, *Yponomeuta malinellus*. Среди обнаруженных видов идентифицированы следующие чужеродные для фауны Беларуси наземные беспозвоночные: *Aphis* sp. (*spiraecola*), *H. axyridis*, *Krynickyllus melanocephalus*, *Helix pomatia*, *C. ribis*, *A. fulva*, *Argiope bruennichi*, *M. religiosa*, *S. bisonia*, *Hyphantria cunea*.

Максимальное количество видов (81) выявлено в стационаре S4, где проводились химические обработки (1–2) против насекомых-вредителей в весенне-летний период. Причем их относительный процент был довольно высоким и в садах с более интенсивными методами химизации (S2, S3).

Среди возбудителей болезней отмечены 2 вида патогенов вирусной природы и 10 – грибной. Среди относящихся к последним: *Phyllosticta mali*, *Venturia inaequalis*, *Podosphaera leucotricha*, *Monilinia fructigena*, *Elsinoe veneta*, *Mycosphaerella*

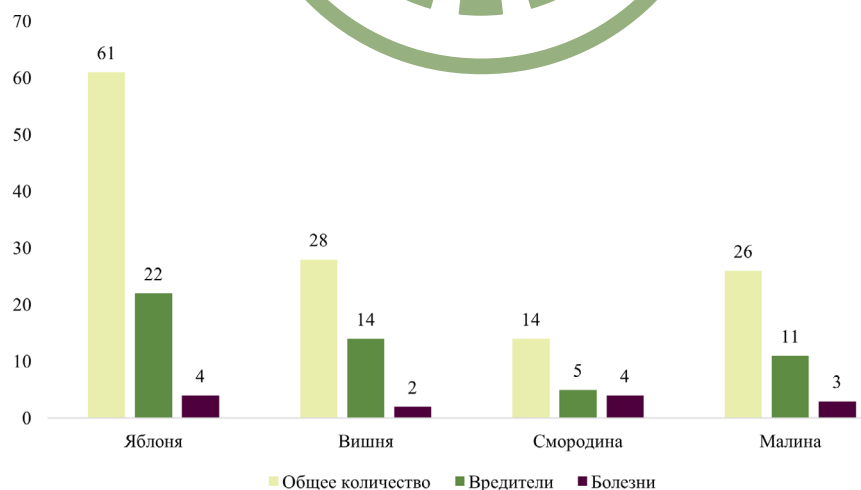


Рис. 1. Общее количество таксонов животных и болезней плодово-ягодных культур

rubi, *Mycosphaerella ribis*, *Blumeriella jaarii*.

При этом отмечали заболевания как вегетативных, так и генеративных органов растений: на листьях смородины черной – вирусное заболевание, вызываемое *Currant virus*, септориоз (возбудитель – *Mycosphaerella ribis*), ржавчина (*Cronartium ribicola*); мучнистая роса побегов и листьев – *Sphaerotheca morsuvae* (возможно, инвазивный).

Малина обыкновенная поражалась вирусной мозаикой *Raspberry mosaic virus*+, массово отмечен грибной патоген листьев *Mycosphaerella rubi*, также зарегистрирована серая гниль плодов с возбудителем *Botrytis cinerea*.

Парша яблони зафиксирована на всех стационарах, а бактериальные и вирусные заболевания листьев, серая гниль малины, коккомикоз вишни и монилиоз яблони и вишни – в местах с минимальным применением химических средств защиты (S1 – 5–7 обработок и S4 – 1–2 за сезон).

Выявлен интересный факт: *Vibidia duodecimguttata* пита-

ется *Podosphaera leucotricha*, что в дальнейшем можно использовать в биологической защите.

Характеристика общего количества таксонов животных и болезней плодово-ягодных культур в садах Брестской области указывает на то, что наибольшее видовое богатство организмов связано с посадками яблони (рис. 1).

Среди основных фитофагов отмечены: для яблони домашней – *Aphis* sp., *Yponomeuta malinellus*, *Anthonomus pomorum*, *Coleophora hemerobiella*, *Hoplocampa testudinea*, *Callisto denticulella*; для вишни обыкновенной – *Myzus cerasi*, *Phyllonorycter cydoniella*, *Lyonetia clerkella*; для смородины черной – *Cryptomyzus ribis*, *Cecidophyopsis ribis*, *Stictocephala bisonia*; для малины обыкновенной – *Coreus marginatus*, *Byturus tomentosus*.

В первую половину вегетативного сезона повсеместно зафиксированы вспышки размножения тлей родов *Aphis*, *Myzus* и *Cryptomyzus*, а во вторую – видов рода *Aphis*, которая совпадает со вторичным ростом и побегообразованием

Модельный участок Обработка растений	S4			S1			S2		
	Заселенность вредителями (распространенность болезней), %	Заселенность, балл	Биологическая эффективность, %	Заселенность вредителями (распространенность болезней), %	Заселенность, балл	Биологическая эффективность, %	Заселенность вредителями (распространенность болезней), %	Заселенность, балл	Биологическая эффективность, %
Яблоня домашняя									
Контроль (фитофаги)	32,5	3	–	8,0	1	–	8,0	1	–
Контроль (парша)	80,0	–	–	27,5	–	–	22,0	2	–
Битоксибациллин, П	18,5	2	43,1	3,0	1	62,5	6,0	1	25,0
Энтолек, Ж	14,6	2	55,2	7,0	1	12,5	5,0	1	37,5
Профит® Защита комплексная, Ж	17,6	2	46,0	5,0	1	37,5	8,0	1	0,0
Профит® Энергия роста, Ж	57,3	–	28,38	20,0	–	27,3	14,3	–	35,0
Вишня обыкновенная									
Контроль (фитофаги)	20,5	2	–	12,0	2	–	–	–	–
Контроль (коккомикоз листьев)	40,3	–	–	35,0	–	–	–	–	–
Битоксибациллин, П	6,5	1	68,3	6,0	1	50,0	–	–	–
Энтолек, Ж	8,5	1	58,5	6,0	1	50,0	–	–	–
Профит® Защита комплексная, Ж	10,0	1	51,2	7,0	1	41,7	–	–	–
Профит® Энергия роста, Ж	31,0	–	23,1	21,7	–	38,0	–	–	–
Смородина черная									
Контроль (фитофаги)	–	–	–	10,0	–	–	–	–	–
Контроль (септориоз листьев)	–	–	–	80,0	–	–	–	–	–
Битоксибациллин, П	–	–	–	7,0	1	30,0	–	–	–
Энтолек, Ж	–	–	–	3,0	1	70,0	–	–	–
Профит® Защита комплексная, Ж	–	–	–	5,0	1	50,0	–	–	–
Профит® Энергия роста, Ж	–	–	–	70,0	–	12,5	–	–	–
Малина обыкновенная									
Контроль (энтомо)	25,0	–	–	5,0	–	–	–	–	–
Контроль (септориоз листьев)	5,0	–	–	85,0	–	–	–	–	–
Битоксибациллин, П	20,0	2	20,0	3,0	1	40,0	–	–	–
Энтолек, Ж	10,0	1	60,0	3,0	1	40,0	–	–	–
Профит® Защита комплексная, Ж	15,0	2	40,0	4,0	1	20,0	–	–	–
Профит® Энергия роста, Ж	2,3	–	54,0	32,3	–	62,0	–	–	–

Таблица 2. Оценка заселенности фитофагами вредителями модельных видов растений при обработке биопрепаратами

яблони домашней в июле – августе (скручивание листовых пластинок на молодых побегах). Тли родов *Aphis* и *Myzus* посещаются муравьями рода *Lasius*. Среди представителей *Aphis* sp. нами обнаружены наездники-бракониды *Lysiphlebus* sp.

На яблоне домашней и вишне обыкновенной при отсутствии обработок пестицидами происходят вспышки размножения чешуекрылых насекомых: *Yponomeuta malinellus*, *Coleophora hemerobiella*, *Phyllonorycter cydoniella*, *Lyonetia clerkella*.

В условиях агроценоза S4 отмечен резкий рост численности *Coreus marginatus*, которые питаются листьями и плодами малины. При этом часть плода усыхает с формирова-

нием белесых пятен, которые постепенно желтеют. В июле зафиксировано начало формирования второго поколения вредителя на малине, что также совпадает со второй волной роста растений и повторным цветением (для ремонтантного сорта Херитейдж).

Наблюдались очаги вспышек массового размножения на территории Пинского, Дрогичинского, Кобринского районов карантинного инвазивного вида *H. cunea*. В условиях агроценоза S4 установлено его питание на *Prunus cerasus* и *Juglans* sp., в Дрогичине – на *Fraxinus* sp., в Иваново – на *Malus domestica* и *Humulus* sp.

В садовых агроценозах важную роль играют различные группы хищников: пауки (*A. bruennichi*, *A. diadematus*)

регулируют количество вредителей на ягодниках, уховертки (*Forficula*, *Chelidura*) специализируются на грудохоботных насекомых (при этом часто могут выступать и вредителями), а богомолы – универсальные хищники, хотя могут навредить пчелам (*A. mellifera*). Стрекозы (*Sympetrum* sp.) сдерживают рост численности летающих насекомых наряду с представителями семейств *Araneidae*, *Libellulidae* и *Mantidae*. Позвоночные хищники, включая ящериц (*Lacertidae*), лягушек (*Ranidae*) и насекомоядных птиц (*Picidae*, *Fringillidae*), также вносят существенный вклад в процесс биологического контроля.

Среди энтомофагов против грудохоботных насекомых хорошо себя показала азиатская божья коровка (*H. axyridis*), питающаяся тлями (*Aphis* sp., *C. ribis*, *M. cerasi*) и цикадами (*Cicadella viridis*), хотя при дефиците пищи отмечается ее переход на личинки других кокциnellид (*A. bipunctata*, *C. septempunctata*) и даже повреждение плодов малины и вишни. Исследования в Брестском регионе выявили доминирующих хищников тлей, среди которых наибольшую эффективность проявили кокциnellиды (*C. septempunctata*, *A. bipunctata*), сирфиды (*Episyrphus* sp.) и наездники-бракониды (*Lysiphlebus* sp.), что делает их перспективными для массового разведения. Отмечена двойственная роль некоторых энтомофагов: муравьи контролируют чешуекрылых и жесткокрылых, но их симбиоз с тлями наносит косвенный вред, а сирфиды одновременно выполняют функции хищников и опылителей. Герпетобиионные

Культура	Общий титр, КОЕ/1 г почвы	Количество изолятов микромицетов / количество фитопатогенных микромицетов	Содержание фитопатогенных микроорганизмов, %	Способность к фосфатомобилизации / азотфиксации, %
Смородина	5,77×10 ⁷	5/1	0,02	0/68
Малина	1,68×10 ⁸	4/0	0	0/67
Яблоня	4,89×10 ⁷	2/1	1,05	0/80
Вишня	3,31×10 ⁷	5/2	5,92	0/74

Таблица 3. Результаты микробиологического анализа почв стационара S1 (весенний период)

Примечание: КОЕ – колониеобразующая единица

Культура	Общий титр, КОЕ/1 г почвы	Количество изолятов микромицетов / количество фитопатогенных микромицетов	Содержание фитопатогенных микроорганизмов, %	Способность к фосфатомобилизации / азотфиксации, %
Смородина	5,02×10 ⁷	6/1	0,01	7/61
Малина	2,01×10 ⁸	3/1	0,02	4/60
Яблоня	1,07×10 ⁸	3/1	0,93	2/75
Вишня	5,60×10 ⁷	5/2	3,71	8/73

Таблица 4. Результаты микробиологического анализа почв стационара S1 (осенний период)

насекомые особенно подвержены контролю со стороны прыткой ящерицы (*Lacerta agilis*) и лягушек (*Rana* sp.).

С учетом видового состава фитофагов были подобраны доступные на рынке Беларуси биопрепараты для садовых агроэкосистем.

По окончании первого года обработок визуальная оценка заселенности кроны растений вредителями и распространённости болезней позволяет констатировать, что микробные препараты хорошо защищают плодовые и ягодные культуры и могут быть рекомендованы для приусадебных, школьных и университетских садов, где применение химических пестицидов должно быть ограничено или исключено (табл. 2).

При этом против грудоботных насекомых наибольшая эффективность отмечена у отечественного препарата Энтолек, Ж, в то время как два других можно рекомендовать для борьбы с листогрызущими членистоногими.

Установлена действенность Энтолека, Ж на грудоботных насекомых. Препарат Битоксибациллин, П оказывает влияние на гусениц и имаго чешуекрылых, а также жуков. Профит® защита комплексная, Ж комплексно действует на все группы фитофагов, в большей степени – на чешуекрылых, пилильщиков и жуков. Оба биопрепарата влияют на минирующих – скрытоживущих насекомых. В осенний период после обработки вишен, на которых питались гусеницы белой бабочки, отмечена гибель личинок при воздействии препаратов Профит® Защита комплексная, Ж и Энтолек, Ж.

Микробиологические препараты активно используются для улучшения биогенности почв [18]. Вследствие накопления пестициды в долгосрочной перспективе нарушают функционирование экосистем, негативно влияя на нецелевые объекты и снижая качество продуктов питания. При этом воздействие на почвенные организмы особенно важно, поскольку они осуществляют ключевые для сельскохозяйственного производства процессы: круговорот питательных веществ и гумусообразование, подавление патогенов. Известно, например, что применение медьсодержащих фунгицидов может подавлять активность микроорганизмов, приводя к снижению скорости разложения опада, нарушению структурной целостности и воздухопроницаемости почв [19, 20]. В связи с этим особую актуальность приобретает внесение биологических препаратов на основе живых культур бактерий и грибов для оптимизации защиты растений и улучшения микробиологического состава почв [21, 22]. При этом данные средства стоит рассматривать как альтернативное решение, а также в качестве возможного дополнения к имеющимся технологиям [22].

Для уточнения микробиологического статуса почв и обоснования выбора биологических препаратов в лаборатории молекулярной генетики и биотехнологии биологического факультета БГУ был проведен первоначальный микробиологический анализ. В качестве модельных были взяты образцы почв из стационара S1, представленного всеми четырьмя изучаемыми

культурами растений. Общий титр микроорганизмов варьировал от $3,31 \times 10^7$ КОЕ (колониеобразующих единиц)/1 г почвы до $1,68 \times 10^8$ КОЕ/1 г почвы (табл. 3); количество изолятов культивируемых микроорганизмов – от 2 до 5, среди них фиксировали до 2 фитопатогенных изолятов, причем их доля в общем титре приближалась к 6%; наибольшее количество фитопатогенных микроорганизмов выявлено в образце почв в местах выращивания вишни. Отмечается отсутствие культивируемых фосфатмобилизующих микроорганизмов, выделенных из образцов почв; способность к азотфиксации обнаруживается у 52–90% исследованных изолятов бактерий.

Исходя из полученных данных представлены практические рекомендации по профилактическому внесению отечественных биопрепаратов на основе азотфиксирующих, фосфатмобилизующих и антагонистических микроорганизмов для оздоровления почвы (Гулливир, Бобруйский завод биотехнологий и ООО «Сферум»).

На площадках стационара S1 для подавления развития фитопатогенных микроорганизмов в течение вегетационного сезона 2024 г. применялся высокоэффективный, экологически безопасный комплексный биологический препарат на основе бактерий *Pseudomonas aureofaciens* A8–6 Гулливир, КС (расход 1%-й рабочей жидкости – 500 л/га, периодичность обработок – 1 раз в 30 дней).

Известно, что характеристики микробиома почвы меняются в летнее время, возвращаясь к весенним параметрам осенью. В связи с этим для оценки влияния содержащих культуры

живых бактерий препаратов на микробиологический состав почв пробы были повторно отобраны в октябре 2024 г. (табл. 4).

Показано появление фосфатомобилизирующих микроорганизмов во всех образцах почв, увеличение количества изолятов нефитопатогенных грибов (что может являться следствием изменения уровня доступного азота и фосфора в результате внесения бактерий в составе биопрепаратов), а также снижение содержания фитопатогенных микроорганизмов во всех анализируемых образцах благодаря антагонистической активности бактерий *P. aureofaciens*

A8–6, синтезирующих широкий спектр антибактериальных и антифунгальных соединений, в том числе сидерофоров, феназиновых антибиотиков и пр.

Полученные данные позволяют рекомендовать проведение регистрационных испытаний препарата Гулливер, КС с целью расширения сферы его применения на плодовые и ягодные культуры для подавления возбудителей болезней растений.

Следовательно, современное садоводство требует комбинированного подхода с акцентом на биологические методы. Биопрепараты Битоксибациллин, П, Энтолек, Ж, Профит® Защита

комплексная, Ж, Гулливер, КС показали неплохую эффективность в защите плодово-ягодных культур и могут быть рекомендованы не только для приусадебных, школьных и университетских садов, где применение химических пестицидов должно быть ограничено или исключено, но и рассматриваться как часть интегрированной защиты плодово-ягодных культур.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант X24Б-005). ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сиутмен Х. Биологический метод борьбы с вредными насекомыми и сорными растениями / Х. Сиутмен. — М., 1964.
2. Постановление Совета Министров Республики Беларусь №962 от 15.12.2017 г. «О Доктрине национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 г. // <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C21700962>.
3. Sanda N.B. Fundamentals of biological control of pests / N.B. Sanda, M. Sunusi // International Journal of Chemical and Biochemical Sciences. 2014. Vol. 1, iss. 6. P. 1–11.
4. Войтка Д.В. Основные итоги исследований в области микробиологической защиты растений от вредителей и болезней в Беларуси (1976–2010 гг.) / Д.В. Войтка, Л.И. Прищепа, Н.И. Миккульская // Земляробства і ахова раслін. 2011. №3. С. 45–47.
5. Ярчаковская С.И. Регулирование численности фитофагов биопрепаратами в насаждениях плодовых и ягодных культур в Беларуси / С.И. Ярчаковская, Н.Е. Колтун, Р.Л. Михневич // Защита растений. 2017. Вып. 41. Р. 263–272.
6. Сорока С.В. Разработка современных микробных препаратов в Институте защиты растений в Беларуси / С.В. Сорока, Д.В. Войтка, Е.Н. Янковская, Е.К. Юзефович // Protecția plantelor – realizări și perspective, 27–28 octombrie. Кишинев, 2015. №47. Р. 16–19.
7. Голуб В.Б. Коллекции насекомых: сбор, обработка и хранение материала / В.Б. Голуб, М.Н. Цурико, А.А. Прокин. — М., 2012.
8. Davies N.M.J. The Herbarium Handbook: Sharing Best Practice From Across the Globe / N.M.J. Davies, C. Drinkell, T.M.A. Utteridge. — London, 2024.
9. Ellis W.N. Leafminers and plant galls of Europe / W. N. Ellis // <http://www.bladmeeers.nl>.
10. Chinery M. Collins guide to the insects of Britain and Western Europe / M. Chinery. — London, 1993.
11. Трейвас Л.Ю. Болезни и вредители плодовых растений: атлас-определитель // Л.Ю. Трейвас, О.А. Каштанова. — М., 2024.
12. Семенченко В.П. Черная книга инвазивных видов животных Беларуси / В.П. Семенченко [и др.]; под общ. ред. В.П. Семенченко, С.В. Буги. — Минск, 2020.
13. Горленко С.В. Устойчивость древесных интродуцентов к биотическим факторам / С.В. Горленко, А.И. Блинцов, Н.А. Панько. — Минск, 1988.
14. Шамрай С.Н. Основы полевых исследований в фитопатологии и фитоиммунологии / С.Н. Шамрай, Х. Глушенко. — Харьков, 2006.
15. Блинцов А.И. К методике определения устойчивости древесных растений к вредителям А.И. Блинцов // Ботаника: исследования. 1986. Вып. 27. С. 126–127.
16. Блинцов А.И. Способ определения устойчивости древесных растений к вредителям / А.И. Блинцов // Информационный листок БелНИИТИ. 1986. №58. Минск.
17. Abbott W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide / W. S. Abbott // Journal of Economic Entomology. 1925. Vol. 18. P. 265–267.
18. Фатина П.Н. Применение микробиологических препаратов в сельском хозяйстве // Нефтегазовые технологии и экологическая безопасность. 2007. №4. С. 133–136.
19. Fernández D. Effects of fungicides on decomposer communities and litter decomposition in vineyard streams / D. Fernández, K. Voss, M. Bundschuh, J.P. Zubrod, R. B. Schäfer // Science of the Total Environment. 2015. Vol. 533. P. 40–48. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2015.06.090.
20. Arthur E. Soil microbial and physical properties and their relations along a steep copper gradient / Arthur E., Moldrup P., Holmstrup M., Schjørring P., Winding A., Mayer P., de Jonge L.W. // Agriculture, Ecosystems and Environment, 2012. Vol. 159. P. 9–18. DOI: 10.1016/j.agee.2012.06.021.
21. Котляров В.В. Системное использование препаратов на основе бактерий и грибов в защите растений и улучшении микробиологического состава почв / В.В. Котляров, Н.В. Сединина, Д.Ю. Донченко, Д.В. Котляров // Научный журнал КубГАУ. 2015. №105. С. 1–12.
22. Петровский А.С. Микробиологические препараты в растениеводстве: альтернатива или партнерство / А.С. Петровский, С.Д. Каракотов // Защита и карантин растений. 2017. №2. С. 14–18.

