Научная статья/Research Article
**УДК 632.937.32**
**DOI: 10.36718/1819-4036-2023-1-80-88**

**Ирина Сергеевна Агасьева**[1], **Мария Владимировна Нефедова**[2✉], **Антон Сергеевич Настасий**[3]
[1,2,3]Федеральный научный центр биологической защиты растений, Краснодар, Россия
[1]agasieva5@yandex.ru
[2]dollkaSneba@yandex.ru
[3]nastasy.anton@yandex.ru

# МАССОВОЕ РАЗВЕДЕНИЕ НАСЕКОМЫХ-ФИТОФАГОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

*Цель исследования – разработка метода, позволяющего увеличить эффективность производства насекомых-хозяев для массового разведения энтомофагов. Массовое разведение злаковой тли включает в себя посев семян пшеницы или ячменя, заселение растений тлей, сбор и учет тли. Для выявления регуляторов роста растений (РРР), стимулирующих выход (урожай) злаковой тли при ее выращивании, были испытаны следующие препараты: «Иммуноцитофит», ТАБ, «Альбит», ТПС, «Хитозан Bio», РП, «Радифарм», Ж, «Гидромикс», МГ, «Кендал», Р, «Биодукс» (Biodux), Ж, «Циркон», Р, «Краснодар-1», Р. Опыт закладывался путем предпосевной обработки семян. Через три дня после появления всходов пшеницу заражали тлей, эффективность определяли путем взвешивания биомассы тли. Определение эффективности препаратов осуществлялось путем взвешивания биомассы тлей до заражения и через 9 сут после заражения в сравнении с контрольным вариантом. Изучалась возможность выращивания энтомофагов гармонии изменчивой (Harmonia axyridis Pallas) и паразита тлей афидиуса ромашкового (Aphidius matricariae Hal.) Установлено, что применение регуляторов роста растений «Иммуноцитофит», ТАБ, «Биодукс», Ж, «Хитозан Bio», РП, и «Краснодар-1», Р, достоверно увеличивает биомассу тли (почти в 4 раза во всех случаях по сравнению с контролем: около 550 мг – среднее значение биомассы тли, выращенной с использованием препаратов «Иммуноцитофит», ТАБ, «Хитозан Bio», РП, «Биодукс», Ж, и «Краснодар-1» против 140 мг в контроле) и не оказывает негативного воздействия на процесс разведения афидофагов. Быстрое увеличение численности тли перспективно для технологий массового разведения насекомых-фитофагов в программах биологической защиты растений.*

***Ключевые слова**: массовое разведение насекомых, тля, афидофаги, регуляторы роста растений*

***Для цитирования**: Агасьева И.С., Нефедова М.В., Настасий А.С.* Массовое разведение насекомых-фитофагов с использованием биологически активных веществ // Вестник КрасГАУ. 2023. № 1. С. 80–88. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-1-80-88.

***Благодарности*:** исследования выполнены в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ по теме № FGRN-2022-0003.

**Irina Sergeevna Agasyeva**[1], **Maria Vladimirovna Nefedova**[2✉], **Anton Sergeevich Nastasy**[3]
[1,2,3]Federal Scientific Center for Biological Plant Protection, Krasnodar, Russia
[1]agasieva5@yandex.ru
[2]dollkaSneba@yandex.ru
[3]nastasy.anton@yandex.ru

© Агасьева И.С., Нефедова М.В., Настасий А.С., 2023
Вестник КрасГАУ. 2023. № 1. С. 80–88.
Bulliten KrasSAU. 2023;(1):80–88.

## MASS BREEDING OF PHYTOPHAGOUS INSECTS USING BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES

*The purpose of the study is to develop a method to increase the efficiency of the production of host insects for the mass breeding of entomophages. Mass cultivation of cereal aphids includes sowing seeds of wheat or barley, settling aphids in plants, collecting and counting aphids. To identify plant growth regulators (PPR) that stimulate the output (yield) of cereal aphids during its cultivation, the following preparations were tested: Immunocytofit (Tablets), Albit (fluid paste), Chitosan Bio (wettable soluble powder), Radipharm (liquid), Hydromix (microgranules), Kendal (solution), Biodux (liquid), Zircon (solution), Krasnodar-1 (solution). The experiment was established by pre-sowing seed treatment. Three days after germination, the wheat was infested with aphids, the effectiveness was determined by weighing the aphid biomass. The effectiveness of the preparations was determined by weighing the biomass of aphids before infection and 9 days after infection in comparison with the control variant. We studied the possibility of growing entomophages of harmony variable (Harmonia axyridis Pallas) and the aphid parasite Aphidius chamomile (Aphidius matricariae Hal.) It has been established that the use of plant growth regulators Immunocytofit (Tablets), Biodux (liquid), Chitosan Bio (wettable soluble powder) and Krasnodar-1 (solution), significantly increases aphid biomass (almost 4 times in all cases compared with control: about 550 mg is the average value of the biomass of aphids grown using the preparations Immunocytofit (Tablets), Chitosan Bio (wettable soluble powder), Biodux, (liquid), and Krasnodar-1 against 140 mg in control) and does not adversely affect the process of breeding aphidophages. The rapid increase in the number of aphids is promising for the technologies of mass breeding of phytophagous insects in the programs of biological plant protection.*

***Keywords:*** *mass breeding of insects, aphids, aphidophages, plant growth regulators*

***For citation:*** *Agasyeva I.S., Nefedova M.V., Nastasy A.S.* Mass breeding of phytophagous insects using biologically active substances // Bulliten KrasSAU. 2023;(1): 80–88. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-1-80-88.

***Acknowledgments*****:** research has been carried out within the framework of the State Assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation on topic No. FGRN-2022-0003.

**Введение.** Перспективным направлением технической энтомологии является разработка технологий культивирования насекомых-фитофагов в качестве хозяев и жертв энтомофагов [1] и насекомых-накопителей энтомопатогенов [2–4]. Именно энтомофаги в ряду биотических факторов выступают как мощный, постоянно действующий механизм регуляции численности фитофагов, формируя определенный уровень биоценотического равновесия в природных экосистемах [5]. Эти особенности энтомофагов положены в основу использования их в биологической защите растений, основная задача которой имитировать природные механизмы регуляции агроэкосистем, обеспечивая в них биоценотическое равновесие на должном фитосанитарном уровне [6].

Тли (*Homoptera, Aphididae)* являются опасными вредителями многих сельскохозяйственных растений [7–9]. Среди насекомых, способных сокращать численность тлей, существуют как прямые хищники, непосредственно поедающие тлей: божьи коровки, личинки двукрылых (*Aphidoletes aphidimyza* Rondani (*Diptera: Cecidomyiidae*), *Episyrphus balteatus* De Geer (*Diptera: Syrphidae*) [10], *Leucopis glyphinivora* Tanasijtshuk (*Diptera: Chamaemyiidae*) [11], златоглазок (Chrysopidae), верблюдок (Raphidioptera), так и паразитические насекомые, развитие которых происходит внутри тела тли, например *Aphidius colemani* Viereck (*Hymenoptera, Braconidae*) [12], *Lysiphlebus fabarum* Marshall (*Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae*) [13].

Афидофаги отличаются высокой прожорливостью и способностью быстро увеличивать численность вслед за ростом плотности популяции жертвы. Это делает их ценным объектом для использования в биологической защите растений как в открытом, так и в защищенном грунте [12, 13].

При массовом разведении афидофагов в лабораторных условиях выращивают на злаковой тле (*Schizaphis graminum* Ron.) на озимой пшенице или ячмене, при этом не всегда всхожесть бывает ровной, что приводит к неравномерному заселению тлей, и соответственно снижается массовый выход тли [14].

Широкое применение биостимуляторов – одно из быстро развивающихся направлений в мировой практике растениеводства. Применение биостимуляторов позволяет наиболее полно реализовать потенциальные возможности растения, заложенные в геноме природой и селекцией, регулировать сроки созревания, улучшать качество и увеличивать продуктивность растений.

В литературе имеются противоречивые данные по влиянию регуляторов роста и микроэлементов на членистоногих.

Известно, что некоторые химические вещества могут оказывать различное действие на поведение тлей [15]. Так, вещество нарингенин (5,7,4'-тригидроксифлаванон) – природный биоактивный флаванон – является аттрактантом умеренной активности, который способен усиливать поедание тлей сока растений. Производное нарингенина с двумя метильными группами – 7,4'-ди-О-метилнарингенин – проявляло репеллентное действие и препятствовало прощупыванию тлей нефлоэмных тканей [16]. Такие вещества, как рутин и его агликон кверцетин, встречаются в плодах, листьях, семенах и зернах многих видов растений и участвуют во взаимодействиях растительноядных насекомых. Вещество кверцетин стимулирует зондирующую активность отдельных видов тлей (*Acyrthosiphon pisum* Harris), а рутин препятствует нормальному процессу питания некоторых видов тлей (*A. pisum*, *Myzus persicae* Sulzer) [17].

**Цель исследования** – разработка метода, позволяющего увеличить эффективность производства насекомых – хозяев для массового разведения энтомофагов.

**Условия, материалы и методы.** Исследование проводили при использовании материально-технической базы УНУ «Технологическая линия по массовому разведению насекомых-энтомофагов» (URL: http://ckp-rf.ru/ реестровый № 671922, URL: http://www.fncbzr.ru/ru/tekhnologicheskaya-liniya-po-massovomu-razvedeniyu-nasekomykh-ehntomofagov), а также объектов БРК «Государственная коллекция энтомоакарифагов и микроорганизмов» ФГБНУ ФНЦБЗР (БРК «ГКЭМ». URL: http://ckp-rf.ru/, реестровый № 585858, URL: http://www.fncbzr.ru/ru/glavnaya/gosudarstvennaya-kollekciya-ehntomoakarifagov-i-mikroorganizmov).

Массовое разведения злаковой тли включает в себя посев семян пшеницы или ячменя, заселение растений тлей, сбор и учет тли. Для выявления регуляторов роста растений (РРР), стимулирующих выход (урожай) злаковой тли, при ее выращивании были испытаны следующие препараты: «Иммуноцитофит», ТАБ (этиловый эфир арахидоновой кислоты – 0,16 г/кг («Гинкго», Россия), норма применения – 1 таб/т = 10 г/т); «Альбит», ТПС (поли-бета-гидроксимасляная кислота (6,2 г/кг), магний сернокислый (29,8), калий фосфорнокислый двухзамещенный (91,1), калий азотнокислый (91,2), карбамид (181,5 г/кг) («Альбит», Россия), норма применения – 0,04 л/кг); «Хитозан Bio», РП (сукцинат хитозана + янтарная кислота (98 %) («Биоабсолют», Россия), норма применения – 10 г/т); «Радифарм», Ж (органические вещества – 49,2 %, витамины – 0,04, минеральные вещества – 21,2 % (Valagro, Италия), норма применения – 200–500 мл/т); «Гидромикс», МГ (смесь хелатных микроэлементов, «Россия», Россия), норма применения – 100–200 г/т); «Кендал», Р (микроэлементы – 18,2 %, органическое вещество – 6,0, органический углерод – 6,0 % («Valagro», Италия), норма применения – 1,0–2,0 л/га); «Биодукс» (Biodux), Ж (арахидоновая кислота – 0,3 г/л (Bionovatic, Россия) норма применения – 1 мл/т); «Циркон», Р (гидроксикоричная кислота – 0,1 г/л («НЭСТ М», Россия), норма применения – 1 мл/т); «Краснодар-1», Р (5-этил-5-гидроксиметил-2(фурил-2)-1,3-диоксан, (КубГТУ, Россия), норма применения – 2–4 г/га) – в рекомендуемых нормах применения [18].

Испытания проводились путем предпосевной обработки семян препаратами в рекомендуемых нормах применения на сорте Калым селекции ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко». Далее семена высаживались в специальные емкости площадью 180 см$^2$. Перспективные регуляторы роста в оптимальной концентрации испытывали в емкостях с большей площадью: 720 см$^2$.

Через три дня после появления всходов проводили заражение пшеницы тлей. Определение эффективности препарата осуществлялось путем взвешивания биомассы тли на торсионных весах до заражения и через 9 сут после заражения. Биомассу тли опытных вариантов сравнивали с контрольным (необработанная пшеница) и между собой. В начале исследования выявляли наиболее подходящую концентрацию препаратов, максимально увеличивающую численность тли. В дальнейшем, чтобы изучить возможность применения стимуляторов роста рас-

тений для массового разведения энтомофагов, проверяли биологические показатели афидофагов, выращенных на пшенице, обработанной стимуляторами роста. В опыте использовались имаго коровки гармонии изменчивой (*Harmonia axyridis* Pallas) и паразит тли афидиус ромашковый (*Aphidius matricariae* Hal.).

Для выявления влияния корма на развитие *H. axyridis* отслеживались длительность развития преимагинальных стадий, продолжительность жизни имаго, а также количество яиц, отложенных одной самкой. О результатах использования тли, выращенной с помощью регуляторов роста для разведения *A. matricariae*, судили по показателям продолжительности жизни, выходу имаго от числа мумифицированных особей тли, а также соотношению полов (соотношение количества самок к количеству самцов). Каждый из вариантов закладывался в трехкратной повторности.

Математическую обработку данных проводили при помощи пакета программ Statistica 13.3, применяя тест Дункана при уровне достоверности 95 %.

**Результаты и их обсуждение.** Общепринятое использование регуляторов роста растений проводится для повышения урожайности и иммуноустойчивости растений, в результате исследования установлено, что стимуляторы роста не оказывают отрицательного влияния на злаковую тлю, а позволяют увеличивать скорость ее развития и численность. Быстрое увеличение численности тли перспективно для технологий массового разведения насекомых-афидофагов для биологической защиты растений от тли.

Практически во всех опытных вариантах использование регуляторов роста привело к более дружной всхожести растений пшеницы. Скорость всхожести семян в контрольном и опытных вариантах не имели визуальных различий.

Регуляторы роста растений были испытаны в различных концентрациях для определения наиболее эффективной нормы расхода, влияющей на увеличение массы тли, что свидетельствует о целесообразности применения испытанных препаратов для массового разведения злаковой тли в условиях крупномасштабного производства афидофагов (табл. 1).

*Таблица 1*

**Влияние стимуляторов роста растений на выход *Schizaphis graminum* Ron.**

| Вариант опыта | Норма применения | Средняя масса тли на 9-е сут после инокуляции стартовой популяции, мг |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Иммуноцитофит, ТАБ, г/кг | 5,0 | $243,5^{cdefgh}$ |
| | 10,0 | $475,0^{mn}$ |
| | 15,0 | $316,0^{hij}$ |
| Альбит, ТПС,Э л/кг | 0,02 | $158,3^{abc}$ |
| | 0,04 | $237,5^{cdefgh}$ |
| | 0,06 | $118,7^{a}$ |
| Хитозан Bio, РП, г/т | 1,0 | $280,0^{fghi}$ |
| | 2,0 | $420,0^{lm}$ |
| | 3,0 | $210,0^{bcdefg}$ |
| Радифарм, Ж, мл/т | 200 | $191,6^{abcde}$ |
| | 250 | $287,5^{ghi}$ |
| | 500 | $143,7^{ab}$ |
| Гидромикс, МГ, г/т | 100 | $183,3^{abcd}$ |
| | 150 | $275,0^{efghi}$ |
| | 200 | $137,5^{ab}$ |
| Кендал, Р, л/га | 1,0 | $260,0^{defghi}$ |
| | 2,0 | $390,0^{jkl}$ |
| | 3,0 | $195,0^{abcdef}$ |

*Окончание табл. 1*

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| Биодукс, Ж, мл/т | 0,5 | 332,3[ijk] |
| | 1,0 | 498,5[n] |
| | 2,0 | 249,2[defghi] |
| Циркон, Р, мл/т | 0,5 | 253,3[defghi] |
| | 1,0 | 380,0[jkl] |
| | 2,0 | 190,0[abcde] |
| Краснодар-1, Р, г/га | 1,0 | 271,3[efghi] |
| | 2,0 | 407,0[klm] |
| | 3,0 | 203,5[abcdefg] |
| Контроль (семена без обработки) | – | 140,0[ab] |

*Примечание*: между вариантами, обозначенными одинаковыми буквенными индексами, нет статистически достоверных различий по критерию Дункана при уровне вероятности 95 %.

Самый высокий результат биомассы тли был получен в варианте с препаратом «Биодукс», Ж, составлявший 498,5 мг, что превысило контрольный вариант в 3,5 раза. Близкими к нему оказались препараты «Иммуноцитофит», ТАБ (475,0 мг), «Хитозан Bio», РП (420,0 мг) и «Краснодар-1», Р (407,0 мг). Применение препаратов «Кендал», Р, и «Циркон», Р, позволило получить 390,0 и 380,0 мг тли соответственно. Прочие препараты («Альбит», ТПС; «Радифарм», Ж; «Гидромикс», МГ) не привели к увеличению показателя массы тли больше, чем 300 мг. В результате исследования было выявлено, что наибольшая масса тли была получена при использовании препаратов «Иммуноцитофит», ТАБ (0,275 г/т); «Хитозан Bio», РП (200 мл/т); «Биодукс», Ж (2 мл/т); «Краснодар-1», Р (2 г/ц), уменьшение или увеличение нормы применения испытуемых регуляторов роста не оказывало такого же весомого влияния на показатель биологической эффективности биомассы тли. Однако следует отметить, что при использовании любой концентрации испытуемых препаратов наблюдалось достоверное увеличение массы тли в сравнении с контролем.

В дальнейшем были проведены испытания отобранных регуляторов роста в емкостях с большой площадью. Результаты экспериментов представлены в таблице 2. Во всех четырех вариантах количество тли на 9-е сут увеличилось в 5–6,5 раз и составило от 2847 до 4542 мг в опытных вариантах, в контроле – 589 мг (табл. 2).

*Таблица 2*

**Результаты испытаний регуляторов роста растений в емкостях с большой площадью**

| БАВ | Норма расхода | Высота растений в период инокуляции тлей, мм | Масса тлей на 9-е сут после инокуляции, мг |
|---|---|---|---|
| Иммуноцитофит, ТАБ, г/кг | 5,0 | 25,8±0,8 | 4542± 14,5 |
| Хитозан Bio, РП, г/т | 200 | 24,5±1,0 | 2847±10,3 |
| Краснодар-1, Р, г/га | 2,0 | 23,7±0,9 | 2963±12,6 |
| Биодукс, Ж, мл/т | 2,0 | 23,0±0,8 | 3572±11,8 |
| Контроль | – | 12,3±0,7 | 589±12,8 |

По всей вероятности, стимуляция массового размножения злаковой тли происходит в связи с ускорением роста и развития пшеницы. Не исключается непосредственное влияние на увеличение скорости и развития злаковой тли, на это указывают полученные результаты (см. табл. 1, 2).

Таким образом, полученный эффект ускорения развития и увеличения биомассы тли может быть использован для производства ряда эффективных видов афидофагов: кокцинеллид, златоглазок, личинок мух-журчалок – и паразитических афидофагов *A. colemani, A. matricaria, Lysiphlebus fabarum* и др.

Полученная в результате опыта тля была предложена в качестве корма природной популяции *H. axyridis.* Коровки питались активно, наблюдалась откладка яиц (табл. 3).

*Таблица 3*

**Биологические особенности развития *Harmonia axyridis* Pallas, питающейся злаковой тлей, выращенной на пшенице, обработанной РРР**

| Вариант | Длительность развития преимагинальной стадии, сут | | | | Продолжительность жизни имаго, сут | Кол-во отложенных яиц на одну самку, шт. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Яйцо | Личинки | Куколки | Всего | | |
| Иммуноцитофит, ТАБ | 8±0,5 | 12±1,0 | 11±1,0 | 31±2,5 | 61±2,5 | 600±50 |
| Биодукс, Ж | 8±0,5 | 13±1,5 | 13±1,0 | 34±3,0 | 60±3,0 | 550±47 |
| Хитозан Bio, РП | 7±0,5 | 11±1,0 | 12±2,0 | 30±2,5 | 55±4,0 | 537±65 |
| Контроль | 7±0,5 | 11±0,5 | 12±2,0 | 30±3,0 | 62±2,0 | 520±50 |

Из данных таблицы 3 видно, что преимагинальный период развития коровок, кормящихся на тле, выращенной с использованием «Иммуноцитофита», ТАБ, составляет 31 сут, «Биодукса», Ж – 34 сут, эти показатели не отличаются совсем или отличаются незначительно от показателей контроля (30 сут). При откладке яиц лучший результат наблюдался у коровок, питавшихся тлей, полученных с пшеницы, обработанной «Иммуноцитофитом», ТАБ (600–650 яиц) и «Биодуксом», Ж (550–600 яиц).

Результаты по выращиванию паразита тлей *A. matricariae*, полученного при использовании растений пшеницы, обработанных регуляторами роста растений для увеличения биомассы тли, представлены в таблице 4.

*Таблица 4*

**Биологические особенности развития *Aphidius matricariae* Hal., паразитирующего на злаковой тле, выращенной на пшенице, обработанной РРР**

| Вариант | Продолжительность жизни, сут | Выход имаго от числа мумифицированных особей тли, % | Соотношение полов (самки : самцы) |
|---|---|---|---|
| Иммуноцитофит, ТАБ | 13±1,0 | 90 | 2:1 |
| Биодукс, Ж | 14±1,0 | 90 | 2:1 |
| Хитозан Bio, РП | 14±0,5 | 87 | 2:1 |
| Контроль | 14±0,5 | 95 | 2:1 |

При паразитировании на тле, выращенной на пшенице, обработанной стимуляторами роста, биологические особенности развития паразита *A. matricariae* не изменились и остались на уровне контрольных: продолжительность жизни в среднем составила 14 сут, выход имаго из мумифицированных особей тли составил 90–95 %, соотношение полов (самки:самцы) 2:1 (табл. 4).

Таким образом, результатом проведенного исследования является способ применения регуляторов роста и развития растений для технологий массового разведения энтомофагов.

**Заключение.** В результате исследования выявлены регуляторы роста «Иммуноцитофит», ТАБ, «Биодукс», Ж, «Хитозан Bio», РП, и «Краснодар-1», Р, которые достоверно увеличивают биомассу тли (почти в 4 раза во всех случаях по сравнению с контролем: около 550 мг (среднее значение биомассы тли, выращенной с использованием препаратов «Иммуноцитофит», ТАБ, «Хитозан Bio», РП, «Биодукс», Ж, и «Краснодар-1», Р) против 140 мг (контроль) и не оказывает негативного воздействия на процесс разведения афидофагов.

Предпосевная обработка пшеницы регуляторами роста растений позволяет увеличить выход биоматериала для производительности массового разведения злаковой тли в условиях крупномасштабного производства афидофагов.

**Список источников**

1. *Богатырев О.Д., Агасьева И.С.* Массовое разведение энтомофага Habrobracon hebetor Say: технические решения, позволяющие снизить стоимость конечной продукции // Плодоводство и ягодоводство России. 2019. Т. 59. С. 207–211. DOI: 10.31676/2073-4948-2019-59-207-211.

2. Optimization of a Host Diet for in vivo Production of Entomopathogenic Nematodes / *D. Shapiro-Ilan* [et al.] // Journal of Nematology. 2012. Vol. 44 (3). P. 264–273.
3. *Brivio M.F., Mastore M*. Nematobacterial Complexes and Insect Hosts: Different Weapons for the Same War // Insects: electronic scientific journal. 2018. Vol. 9(3) URL: https://www.mdpi.com/2075-4450/9/3/117/htm (date of the application: 07.04.2022). DOI: 10.3390/insects9030117.
4. Optimization of In Vivo Production of Spodoptera frugiperda multiple nucleopolyhedrovirus (SfMNPV) / *P. Stinguel* [et al.] // Neotropical Entomology. 2022. Vol. 51 (1). P. 122–132. DOI: 10.1007/s13744-021-00917-8.
5. Восстановление биоценотической регуляции в посевах зерновых культур с помощью естественного воспроизводства природных энтомофагов / *Ж.А. Ширинян* [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53, № 5. С. 1070–1079. DOI: 10.15389/agrobiology.2018.5.1070rus.
6. *Marinchenko T*. Entomophages as a Perspective Direction of Plant Protection / KnE Life Sciences: electronic scientific journal. 2021. URL: https://www.researchgate.net/publication/350638566_Entomophages_as_a_Perspective_Direction_of_Plant_Protection (date of the application: 7.04.2022). DOI: 10.18502/kls.v0i0.8968.
7. Aphids (Homoptera: Aphididae) on Winter Wheat: Predicting Maximum Abundance of Metopolophium dirhodum / *A. Honek* [et al.] // Journal of Economic Entomology. 2018. Vol. 111 (4). P. 1751–1759. DOI: 10.1093/jee/toy157.
8. Hymenoptera Complex Associated with Myzus persicae and Hyalopterus spp. in Peach Orchards in Northeastern Spain and Prospects for Biological Control of Aphids / *Y. Aparicio* [et al.] // Insects: electronic scientific journal. 2019. Vol. 10 (4). URL: https://www.mdpi.com/2075-4450/10/4/109/htm (date of the application: 7.04.2022). DOI: 10.3390/insects 10040109.
9. Spatio-temporal variations in wheat aphid populations and their natural enemies in four agro-ecological zones of Pakistan / *M. Faheem* [et al.] // PLoS One. 2019. Vol. 14(9). P. 1–14. DOI: 10.1371/journal.pone.0222635.
10. Can Insectary Plants Enhance the Presence of Natural Enemies of the Green Peach Aphid (*Hemiptera: Aphididae*) in Mediterranean Peach Orchards? / *Y. Aparicio* [et al.] // Journal of Economic Entomology. 2021. Vol. 114 (2). P. 784–793. DOI: 10.1093/jee/toaa298.
11. Leucopis glyphinivora Tanasijtshuk (Diptera: *Chamaemyiidae*), a new aphidophagous biocontrol agent; development, survival and comparison with *Aphidoletes aphidimyza* Rondani (Diptera: *Cecidomyiidae*) / *S. Barriault* [et al.] // Bulletin of Entomological Research. 2019. Vol. 109 (4). P. 472–478. DOI: 10.1017/S0007485318000767.
12. *Khatri D., He X.Z., Wang Q*. Potential Aphid Population Regulation by *Aphidius colemani* (Hymenoptera: *Aphidiidae*) in Response to Host Density, Parasitoid Density, and Age // Journal of Economic Entomology. 2021. Vol. 114 (4). P. 1847–1851. DOI: 10.1093/jee/toab090.
13. *Rossbacher S., Vorburger C*. Prior adaptation of parasitoids improves biological control of symbiont-protected pests // Evolutionary Applications. 2020. Vol. 13 (8). P. 1868–1876. DOI: 10.1111/eva.12934.
14. *Красавина Л.П*. Оптимизация процесса разведения *Aphidius colemani* // Защита растений. 2009. № 1. С. 39–41.
15. *Stec K., Kordan B., Gabryś B*. Effect of Soy Leaf Flavonoids on Pea Aphid Probing Behavior // Insects: electronic scientific journal. 2021. Vol. 12 (8) URL: https://www.mdpi.com/2075-4450/12/8/756/htm (date of the application: 7.04.2022). DOI: 10.3390/insects12080756.
16. Effect of Naringenin and Its Derivatives on the Probing Behavior of *Myzus persicae* (Sulz.) / *K. Stec* [et al.] // Molecules: electronic scientific journal. 2020 Vol. 25 (14). URL: https://www.mdpi.com/1420-3049/25/14/ 3185/htm (date of the application: 07.04.2022). DOI: 10.3390/molecules25143185.
17. *Stec K., Kordan B., Gabryś B*. Quercetin and Rutin as Modifiers of Aphid Probing Behavior. Molecules: electronic scientific journal. 2021. Vol. 26 (12). URL: https://www.mdpi.com/1420-3049/26/12/3622/htm (date of the application: 7.04.2022). DOI: 10.3390/molecules26123622.
18. Создание и применение регуляторов роста растений на Кубани (обзор) / *Т.П. Косулина* [и др.] // Плодородие. 2007. № 1. С. 26–27.

**References**


1. *Bogatyrev O.D., Agas'eva I.S*. Massovoe razvedenie `entomofaga Habrobracon hebetor Say: tehnicheskie resheniya, pozvolyayuschie snizit' stoimost' konechnoj produkcii // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2019. T. 59. S. 207–211. DOI: 10.31676/2073-4948-2019-59-207-211.
2. Optimization of a Host Diet for in vivo Production of Entomopathogenic Nematodes / *D. Shapiro-Ilan* [et al.] // Journal of Nematology. 2012. Vol. 44 (3). P. 264–273.
3. *Brivio M.F., Mastore M*. Nematobacterial Complexes and Insect Hosts: Different Weapons for the Same War // Insects: electronic scientific journal. 2018. Vol. 9(3) URL: https://www.mdpi.com/2075-4450/9/3/117/htm (date of the application: 07.04.2022). DOI: 10.3390/insects9030117.
4. Optimization of In Vivo Production of Spodoptera frugiperda multiple nucleopolyhedrovirus (SfMNPV) / *P. Stinguel* [et al.] // Neotropical Entomology. 2022. Vol. 51 (1). P. 122–132. DOI: 10.1007/s13744-021-00917-8.
5. Vosstanovlenie biocenoticheskoj regulyacii v posevah zernovyh kul'tur s pomosch'yu estestvennogo vosproizvodstva prirodnyh `entomofagov / *Zh.A. Shirinyan* [i dr.] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2018. T. 53, № 5. S. 1070–1079. DOI: 10.15389/agrobiology.2018.5.1070rus.
6. *Marinchenko T*. Entomophages as a Perspective Direction of Plant Protection / KnE Life Sciences: electronic scientific journal. 2021. URL: https://www.researchgate.net/publication/350638566_Entomophages_as_a_Perspective_Direction_of_Plant_Protection (date of the application: 7.04.2022). DOI: 10.18502/kls.v0i0.8968.
7. Aphids (Homoptera: Aphididae) on Winter Wheat: Predicting Maximum Abundance of Metopolophium dirhodum / *A. Honek* [et al.] // Journal of Economic Entomology. 2018. Vol. 111 (4). P. 1751–1759. DOI: 10.1093/jee/toy157.
8. Hymenoptera Complex Associated with Myzus persicae and Hyalopterus spp. in Peach Orchards in Northeastern Spain and Prospects for Biological Control of Aphids / *Y. Aparicio* [et al.] // Insects: electronic scientific journal. 2019. Vol. 10 (4). URL: https://www.mdpi.com/2075-4450/10/4/109/htm (date of the application: 7.04.2022). DOI: 10.3390/insects10040109.
9. Spatio-temporal variations in wheat aphid populations and their natural enemies in four agro-ecological zones of Pakistan / *M. Faheem* [et al.] // PLoS One. 2019. Vol. 14(9). P. 1–14. DOI: 10.1371/journal.pone.0222635.
10. Can Insectary Plants Enhance the Presence of Natural Enemies of the Green Peach Aphid (*Hemiptera: Aphididae*) in Mediterranean Peach Orchards? / *Y. Aparicio* [et al.] // Journal of Economic Entomology. 2021. Vol. 114 (2). P. 784–793. DOI: 10.1093/jee/toaa298.
11. Leucopis glyphinivora Tanasijtshuk (Diptera: *Chamaemyiidae*), a new aphidophagous biocontrol agent; development, survival and comparison with *Aphidoletes aphidimyza* Rondani (Diptera: *Cecidomyiidae*) / *S. Barriault* [et al.] // Bulletin of Entomological Research. 2019. Vol. 109 (4). P. 472–478. DOI: 10.1017/S0007485318000767.
12. *Khatri D., He X.Z., Wang Q*. Potential Aphid Population Regulation by *Aphidius colemani* (Hymenoptera: *Aphidiidae*) in Response to Host Density, Parasitoid Density, and Age // Journal of Economic Entomology. 2021. Vol. 114 (4). P. 1847–1851. DOI: 10.1093/jee/toab090.
13. *Rossbacher S., Vorburger C*. Prior adaptation of parasitoids improves biological control of symbiont-protected pests // Evolutionary Applications. 2020. Vol. 13 (8). P. 1868–1876. DOI: 10.1111/eva.12934.
14. *Krasavina L.P*. Optimizaciya processa razvedeniya *Aphidius colemani* // Zaschita rastenij. 2009. № 1. S. 39–41.
15. *Stec K., Kordan B., Gabryś B*. Effect of Soy Leaf Flavonoids on Pea Aphid Probing Behavior // Insects: electronic scientific journal. 2021. Vol. 12 (8) URL: https://www.mdpi.com/2075-4450/12/8/756/htm (date of the application: 7.04.2022). DOI: 10.3390/insects12080756.
16. Effect of Naringenin and Its Derivatives on the Probing Behavior of *Myzus persicae* (Sulz.) / *K. Stec* [et al.] // Molecules: electronic scientific journal. 2020 Vol. 25 (14). URL: https://www.mdpi.com/1420-3049/25/14/ 3185/htm (date of the application: 07.04.2022). DOI: 10.3390/molecules25143185.
17. *Stec K., Kordan B., Gabryś B*. Quercetin and Rutin as Modifiers of Aphid Probing Behavior.

Molecules: electronic scientific journal. 2021. Vol. 26 (12). URL: https://www.mdpi.com/1420-3049/26/12/3622/htm (date of the application: 7.04.2022). DOI: 10.3390/molecules 26123622.

18. Sozdanie i primenenie regulyatorov rosta rastenij na Kubani (obzor) / *T.P. Kosulina* [i dr.] // Plodorodie. 2007. № 1. S. 26–27.

Статья принята к публикации 17.06.2022 / The article accepted for publication 17.06.2022.

Информация об авторах:

**Ирина Сергеевна Агасьева**[1], заведующая лабораторией, ведущий научный сотрудник лаборатории государственной коллекции энтомоакарифагов и первичной оценки биологических средств растений, кандидат биологических наук

**Мария Владимировна Нефедова**[2], старший научный сотрудник лаборатории государственной коллекции энтомоакарифагов и первичной оценки биологических средств растений, кандидат биологических наук

**Антон Сергеевич Настасий**[3], аспирант, научный сотрудник лаборатории государственной коллекции энтомоакарифагов и первичной оценки биологических средств растений

Information about the authors:

**Irina Sergeevna Agasyeva**[1], Head of the Laboratory, Leading Researcher of the Laboratory of the State Collection of Entomoacariphages and Primary Evaluation of Biological Means of Plants, Candidate of Biological Sciences

**Maria Vladimirovna Nefedova**[2], Senior Researcher, Laboratory of the State Collection of Entomoacariphages and Primary Evaluation of Plant Biological Means, Candidate of Biological **SciencesAnton Sergeevich Nastasy**[3], Postgraduate Researcher, Laboratory of the State Collection of Entomoacariphages and Primary Evaluation of Plant Biological Means