

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСКУССТВЕННОГО КОРМА ИЗ НАСЕКОМЫХ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КОКЦИНЕЛЛИД, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ В РАЗЛИЧНЫХ АГРОЭКОСИСТЕМАХ

EFFICIENCY OF AN ARTIFICIAL FEED MIXTURE FROM INSECTS AT CULTIVATION COCCINELLIDAE USED FOR BIOLOGICAL PLANT PROTECTION IN VARIOUS AGROECOSYSTEMS

**F. Miniyarov
S. Pavlov
A. Yaitsky**

Summary. Modern technologies of Coccinellidae cultivation provide for the use of artificial feed mixtures, which make the process of breeding beetles more economically and technologically advanced than methods of breeding on natural food. The purpose of our study was to test a new feed mixture in comparison with natural feed when growing two types of Coccinellidae in a laboratory and to assess their nutritional activity after entering the natural environment. The research results have shown that when creating optimal conditions in the laboratory (temperature $+25\pm 2$ °C, relative humidity $60\pm 20\%$, photoperiod 16:8, feed and water in excess), four generations of two-point ladybugs (*Adalia bipunctata* L.) and three generations of seven-point ladybugs (*Coccinella septempunctata* L.) can be grown on natural and artificial feed during one season. The formulation of artificial feed with a food additive from processed beetle larvae, which we proposed, was readily eaten at all stages of cultivation and allowed Coccinellidae to obtain development indicators and reproductive potential similar to natural food by adult beetles. Larvae and imago Coccinellidae grown on artificial feed effectively reduced the number of aphids in various agroecosystems.

Keywords: pests of agricultural plants; entomophage beetles; Coccinellidae; *Adalia bipunctata* L.; *Coccinella septempunctata* L.; survival; oviposition; female fertility.

Минияров Фарит Талгатович

К.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет»
fminiyarov@mail.ru

Павлов Сергей Иванович

К.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Самарский государственный социально-педагогический университет»
pavlov@sgspsu.ru

Яицкий Андрей Степанович

Старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Самарский государственный социально-педагогический университет»
yaitsky@sgspsu.ru

Аннотация. Современные подходы к выращиванию кокциnellид предусматривают использование искусственных кормовых смесей, позволяющих сделать процесс разведения жуков более экономичным и технологичным, чем методы разведения на естественной пище. Целью исследования была проверка нового состава кормосмеси, по сравнению с естественным кормом, при выращивании в условиях лаборатории двух видов кокциnellид (*Adalia bipunctata* L., *Coccinella septempunctata* L.) и оценка их пищевой активности после вселения в естественную среду. Результаты исследований показали, что при создании в лаборатории оптимальных условий содержания (температура $+25\pm 2$ °C, относительная влажность $60\pm 20\%$, фотопериод 16:8, корм и вода в избытке) можно вырастить на естественном и искусственном корме 4 поколения двухточечной коровки (*Adalia bipunctata* L.) и 3 поколения семиточечной коровки (*Coccinella septempunctata* L.) в течение одного сезона. Искусственный корм, изготовленный по предложенной нами рецептуре с пищевой добавкой из переработанных личинок жуков-бронзовок, охотно поедался на всех стадиях выращивания и позволил кокциnellидам получить схожие с естественной пищей показатели развития и репродуктивный потенциал у взрослых особей жуков. Выращенные на искусственном корме личинки и имаго кокциnellид эффективно снижали численность тли в различных агроэкоcистемах.

Ключевые слова: вредители сельскохозяйственных растений; жуки-энтомофаги; кокциnellиды; двухточечная коровка; семиточечная коровка; выживаемость; яйцекладка; плодовитость самок.

Введение

Выпуск естественных хищников активно используется в биологической защите сельскохозяйственных растений от вредителей в органическом земледелии [1, с. 12–15; 2, р. 295–321; 3, р. 255–267]. В качестве эффективного хищника могут использоваться личинки и взрослые особи божьих коровок (Coleoptera, Coccinellidae) [4, р. 338–341]. Отлавливание жуков-кокциnellид в естественной среде используется редко [5, р. 306–312], чаще жуки выращиваются в искусственных условиях с дальнейшим вселением в защищаемые агроэкосистемы [6, р. 115–117].

В современных технологиях выращивания кокциnellид наблюдается переход от затратного подхода с использованием естественного корма к более экономичному и технологичному методу разведения с использованием искусственных кормосмесей [7, р. 165–173; 8, р. 47–51; 9, р. 111–120]. Поэтому исследования по сбалансированности и подбору новых ингредиентов искусственных кормов, а также их влиянию на биологические характеристики выращиваемых жуков, являются актуальными [10, р. 575–583; 11, р. 601–619; 12, р. 242–252].

Цель исследования

Проверка нового состава кормосмеси, по сравнению с естественным кормом, при выращивании в условиях лаборатории двух видов кокциnellид (*Adalia bipunctata* L., *Coccinella septempunctata* L.) и оценка их пищевой активности после вселения в естественную среду.

Материалы и методика исследований

Изучение насекомых на различных стадиях развития проводилось как в искусственных условиях — на базе лаборатории экспериментальной зоологии Астраханского государственного университета, так и в естественной среде — на базе региональных фермерских хозяйств по общепринятым методикам [13; 14; 15]. Основными объектами исследования являлись два вида жуков: двухточечная коровка *Adalia bipunctata* и семиточечная коровка *Coccinella septempunctata* (Coleoptera, Coccinellidae) на различных стадиях жизненного цикла. Данные виды кокциnellид являются наиболее распространёнными в исследуемом регионе и активными хищниками многих вредителей сельскохозяйственных растений. Кроме этого, выбор данных видов обусловлен возможностью их использования для расселения на растениях, выращиваемых как в теплицах, так и в открытом грунте, не опасаясь инвазии [16, с. 98–110; 17, с. 32–38].

Пойманные в естественной среде самки и самцы кокциnellид были помещены в разные по видам инсектарии (объемом 20 л). В каждой инсектарии были размещены сложенные в несколько слоев бумажные полотенца для откладки на них яиц. Полученные яйцекладки перемещались в отдельные контейнеры (объемом 0,5 л) до выхода личинок. Случайным образом отобранные личинки жуков 1-го возраста для каждого вида ($n=100$) размещались по 10 особей в садки (объемом 2,5 л) для эксперимента и контроля. Условия содержания в инсектариях, контейнерах и садках поддерживались на уровне: температура $+25\pm 2$ °C, относительная влажность $60\pm 20\%$, фотопериод 16:8 (день: ночь). Два раза в день осуществляли кормление (в избытке), замеры и подсчёт жуков, а также проводили уборку в каждом садке. Для обеспечения жуков водой в садках имелась специальная поилка [18, р. 42–48].

В контрольных садках кормление личинок и имаго кокциnellид осуществлялось разновозрастными личинками и взрослыми особями розанной тли *Macrosiphum rosae* L. (Aphididae, Hemiptera), а в экспериментальных садках — искусственной кормовой смесью. Основой кормовой смеси был уже опробованный на семиточечной коровке состав [19, с. 26–31], кроме декапсулированных яиц *Artemia salina* L. (Anostraca, Artemiidae). Вместо них мы использовали переработанных личинок жуков-бронзовок из подсемейства Cetoniinae (Coleoptera, Scarabaeidae). После изменения состав кормовой смеси выглядел следующим образом (на 100 г): дистиллированная вода (50 г), пищевая добавка из насекомых (15 г), свиная печень (10 г), сахароза (10 г), куриный желток (5 г), растительное масло (2 г), агар-агар (3 г) и др. (5 г).

Оценивали следующие показатели выращивания кокциnellид: выживаемость преимагинальных стадий в% (по доле имаго от числа личинок 1-го возраста), продолжительность развития преимагинальных стадий в сутках (от выхода из яйца до имаго), вес имаго начальный при вылете с точностью до 0,1 мг, продолжительность преовипозиционного периода в сутках (от линьки на имаго до первой яйцекладки), объём первой яйцекладки (по среднему числу яиц), итоговая плодовитость самок (по среднему числу яиц, отложенных отдельными самками за всё время содержания). Результаты усредняли по группам (контроль и эксперимент) и поколениям каждого вида кокциnellид. Рассчитывали среднее квадратичное отклонение средних и процентов. Предварительно результаты исследований были проверены на нормальность распределения и однородность дисперсий с помощью критерия Шапиро–Уилка (W-тест) и теста Левене. В дальнейшем анализ достоверности различий был проведен с использованием различных критериев: для сравнения групп (контроль и экспери-

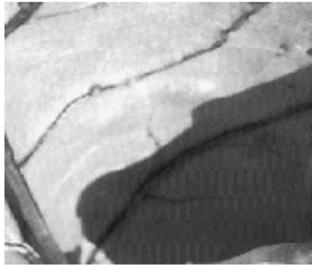
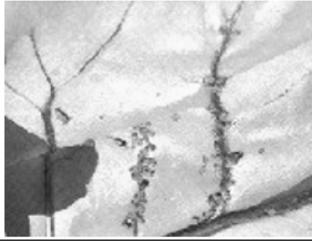
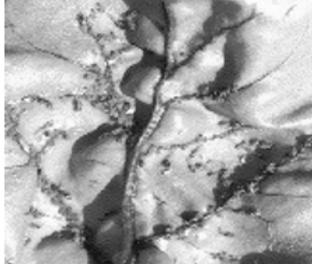
| Изображение уровня | Уровни количества тли | Интервалы численности тли на листе исследуемого растения (экз.) |
|---|-----------------------|---|
|  | Нулевой | От 0 до 10 |
|  | Малый | От 11 до 20 |
|  | Средний | От 21 до 30 |
|  | Большой | Более 31 |

Рис. 1. Уровни численности тли на листьях свёклы обыкновенной (*Beta vulgaris*)

мент) — критерий Манна–Уитни (U); поколений — критерий Краскела–Уоллиса (H) [20, с. 12–15].

На следующем этапе исследования в течение 5 недель мы оценивали эффективность выращенных на искусственном корме кокцинетелл в защите от тли сельскохозяйственных растений в естественных условиях.

Для исследования были отобраны:

1. два разнесенных (более 500 м друг от друга) участка в плодовых садах, в которых выращивались яблони (*Malus domestica* L.) сорта Семиренко, доминирующий вид тли: зеленая яблонная (*Aphis pomi* De Geer);
2. два поля с выращиваемой свёклой обыкновенной (*Beta vulgaris* L.) сорта Ленинградская округлая,

доминирующий вид тли: свекловичная или бобовая (*Aphis fabae* Scopoli);

3. две открытые теплицы с выращиваемыми огурцами (*Cucumis sativus* L.) гибрида F1 Атлет, доминирующий вид тли: бахчевая (*Aphis gossypii* Glover).

Вселение жуков на экспериментальные участки осуществлялось на стадиях личинки 3–4 возрастной стадии и имаго 1 раз в неделю. Отбор проб в эксперименте и контроле проводился 2 раза в неделю по десяти случайно выбранным участкам площадью 1 м².

Для унификации и ускорения отбора проб были разработаны шкалы с различными уровнями количества тли на листьях исследуемых растений. Для примера при-

Таблица 1. Средние значения показателей развития и репродуктивного потенциала кокциnellид при кормлении искусственным (эксперимент) и естественным (контроль) кормом в лабораторных условиях

| № | Показатели | Группа/ критерий | Двухточечная коровка (<i>Adalia bipunctata</i>) | | | Семиточечная коровка (<i>Coccinella septempunctata</i>) | | |
|---|--|---------------------|---|----------------|--------------------|---|----------------|--------------------|
| | | | КО | Ср4 | КУ | КО | Ср3 | КУ |
| 1 | Выживаемость преимагинальных стадий, % | Эксперимент | 400* | 59,00± 7,09 | H=3,391 p=0,335 | 300* | 59,00± 8,03 | H=0,675 p=0,714 |
| | | Контроль | 400* | 70,75± 10,95 | H=0,726 p=0,867 | 300* | 75,00± 10,42 | H=0,136 p=0,934 |
| | | Критерий по группам | – | U; p=0,000 | – | – | U; p=0,000 | – |
| 2 | Продолжительность развития преимагинальных стадий, суток | Эксперимент | 236 | 21,67± 4,45 | H=2,847 p=0,416 | 177 | 25,55± 4,17 | H=0,464 p=0,793 |
| | | Контроль | 283 | 21,05± 3,65 | H=9,053 p=0,029 | 225 | 24,13± 4,06 | H=5,557 p=0,062 |
| | | Критерий по группам | – | U; p=0,255 | – | – | U; p=0,000 | – |
| 3 | Вес имаго начальный (при вылете), мг | Эксперимент | 236 | 30,6± 9,04 | H=5,463 p=0,141 | 177 | 50,5± 13,37 | H=1,316 p=0,518 |
| | | Контроль | 283 | 32,6± 9,69 | H=0,930 p=0,818 | 225 | 53,1± 13,79 | H=4,889 p=0,087 |
| | | Критерий по группам | – | U; p=0,026 | – | – | U; p=0,036 | – |
| 4 | Продолжительность преовипозиционного периода (до первой яйцекладки), суток | Эксперимент | 116 | 4,91± 1,67 | H=1,254 p=0,740 | 84 | 7,52± 1,93 | H=1,236 p=0,539 |
| | | Контроль | 140 | 5,10± 1,59 | H=2,729 p=0,435 | 112 | 7,03± 1,79 | H=1,179 p=0,555 |
| | | Критерий по группам | – | U; p=0,419 | – | – | U; p=0,109 | – |
| 5 | Объем первой яйцекладки, яиц | Эксперимент | 116 | 40,17± 14,87 | H=7,434 p=0,059 | 84 | 31,58± 12,73 | H=0,006 p=0,997 |
| | | Контроль | 140 | 45,10± 11,93 | H=2,815 p=0,421 | 112 | 37,21± 16,31 | H=1,754 p=0,416 |
| | | Критерий по группам | – | U; p=0,033 | – | – | U; p=0,019 | – |
| 6 | Итоговая плодовитость самок, яиц | Эксперимент | 116 | 931,60± 115,47 | H=0,065 p=0,996 | 84 | 651,14± 121,66 | H=1,154 p=0,562 |
| | | Контроль | 140 | 951,79± 154,74 | H=0,382 p=0,944 | 112 | 656,65± 111,84 | H=0,172 p=0,918 |
| | | Критерий по группам | – | U; p=0,320 | – | – | U; p=0,435 | – |

Примечания. КО — количество особей в опыте (N), экз.; КУ — критерий по поколениям, уровень значимости; Ср3 — средние значения за 3 поколения ($M \pm SD$); Ср4 — средние значения за 4 поколения ($M \pm SD$); $M \pm SD$ — среднее значение \pm среднеквадратичное отклонение; H — критерий Краскела–Уоллиса; U — критерий Манна–Уитни; p — уровень значимости критерия (полужирным выделено статистически значимое отличие при $p < 0,05$); * — исходное количество личинок.

ведена шкала для визуальной и количественной оценки уровня численности тли на листьях свёклы обыкновенной (рис. 1). Были определены 4 уровня численности тли на одном листе исследуемого растения: нулевой (от 0 до 10 экз.), малый (от 11 до 20 экз.), средний (от 21 до 30 экз.) и большой (более 31 экз.).

Сравнение уровней численности тли по разработанным шкалам проводили по группам (контроль и эксперимент) отдельно для плодовых садов, сельскохозяйственных полей и открытых теплиц. Анализ достоверности различий был проведен с использованием критерия Манна–Уитни (U) для исходных данных [20, с. 12–15].

Статистический анализ результатов всех экспериментов был проведён с использованием программы Statistica 13.5 (2018) (TIBCO Software Inc.).

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты выращивания кокцинеллид при кормлении искусственным и естественным кормом в лабораторных условиях

Для исследования по 10 личинок 1-го возраста каждого вида кокцинеллид были размещены в 10 контрольных садков с кормлением естественной пищей и в 10 экспериментальных садков с кормлением искусственным кормом (табл. 1). Всего в опытах было задействовано 40 садков.

За вегетационный период (с марта по октябрь) в условиях лаборатории были получены 4 поколения двухточечной коровки (*Adalia bipunctata*) и 3 поколения семиточечной коровки (*Coccinella septempunctata*), что отличается от двух поколений божьих коровок в природных популяциях [16, с. 98–110; 17, с. 32–38]. Увеличение количества поколений у различных видов кокцинеллид отмечается при соблюдении оптимальных условий содержания (температура $+25\pm 2$ °C, относительная влажность $60\pm 20\%$) и избыточном рационе кормления. Схожие результаты по четырем поколениям были получены по двухточечной коровке только при кормлении естественной пищей [21, с. 88–90].

Средняя выживаемость преимагинальных стадий кокцинеллид за все поколения составляла в контроле около 70% у двухточечной коровки и 75% у семиточечной, в эксперименте — 59% у обоих видов (табл. 1). Полученные результаты выживаемости при кормлении искусственным кормом являлись статистически значимо ниже (при уровне значимости критерия U $p < 0,001$).

Кроме этого, использование искусственного корма статистически значимо повлияло (при уровне $p < 0,05$) на вес имаго начальный при вылете и объём первой яйцекладки обоих видов жуков (уровни значимости: $p = 0,026$ и $p = 0,033$; $p = 0,036$ и $p = 0,019$ по видам, соответственно). Так, средний вес имаго у двухточечной коровки при вылете составлял $30,6\pm 9,04$ мг при кормлении искусственным кормом и $32,6\pm 9,69$ мг в контроле, а у имаго семиточечной коровки — $50,5\pm 13,37$ мг в экспериментальной группе и $53,1\pm 13,79$ мг при кормлении естественной пищей. Также среднее число яиц в первой яйцекладке у *Adalia bipunctata* составляло $40,17\pm 14,87$ экз. в эксперименте и $45,10\pm 11,93$ экз. в контроле, а у *Coccinella septempunctata* — $31,58\pm 12,73$ экз. и $37,21\pm 16,31$ экз. соответственно (табл. 1).

Схожее снижение выживаемости, веса имаго и объёмов первой кладки у кокцинеллид отмечено и другими исследователями, и объясняется недостаточной сбалансированностью используемого искусственного корма по сравнению с естественным кормом [10, р. 575–583; 11, р. 601–619; 12, р. 242–252].

Остальные показатели выращивания кокцинеллид при кормлении искусственным и естественным кормом в лабораторных условиях статистически не отличались и были схожи по группам (табл. 1).

При изучении развития и репродуктивного потенциала кокцинеллид в разных поколениях мы наблюдали сходные значения как у двухточечной коровки, так и у семиточечной коровки. Единственное статистически значимое отличие (при уровне $p < 0,05$) было зафиксировано в продолжительности развития преимагинальных стадий *Adalia bipunctata* в контрольной группе (табл. 1).

Эффективность выращенных на искусственном корме кокцинеллид в защите сельскохозяйственных растений от тли

После еженедельного вселения личинок и имаго двухточечной и семиточечной коровок на яблони в плодовых садах было отмечено статистически достоверное снижение численности (при уровне $p < 0,05$) по всем уровням, кроме нулевого. Так, количество зеленой яблонной тли (*Aphis pomi*) на листьях яблони, на экспериментальных участках с нулевым уровнем уменьшилось с 21,28% в эксперименте до 9,38% в контроле, а с малым уровнем — с 28,60% до 11,68% соответственно. В то же время на листьях яблони увеличивалось количество тли со средним и большим уровнями: с 31,06% и 19,06% в эксперименте до 42,98% и 35,96% в контроле (рис. 2).

При вселении кокцинеллид на свёклу, выращиваемую на сельскохозяйственных полях, мы наблюдали статистически достоверное снижение численности тли (при уровне $p < 0,05$) по всем уровням. Так, количество свекловичной тли (*Aphis fabae*) на листьях свёклы на экспериментальных участках с нулевым уровнем уменьшилось с 27,94% в эксперименте до 17,40% в контроле, а с малым уровнем — с 31,62% до 18,12% соответственно. В то же время на листьях свёклы увеличивалось количество тли со средним и большим уровнями соответственно: с 19,46% и 20,98% в эксперименте до 32,34% и 32,14% в контроле (рис. 2).

При вселении кокцинеллид на огурцы, выращиваемые в открытых теплицах, было отмечено статистически достоверное снижение численности тли (при уровне

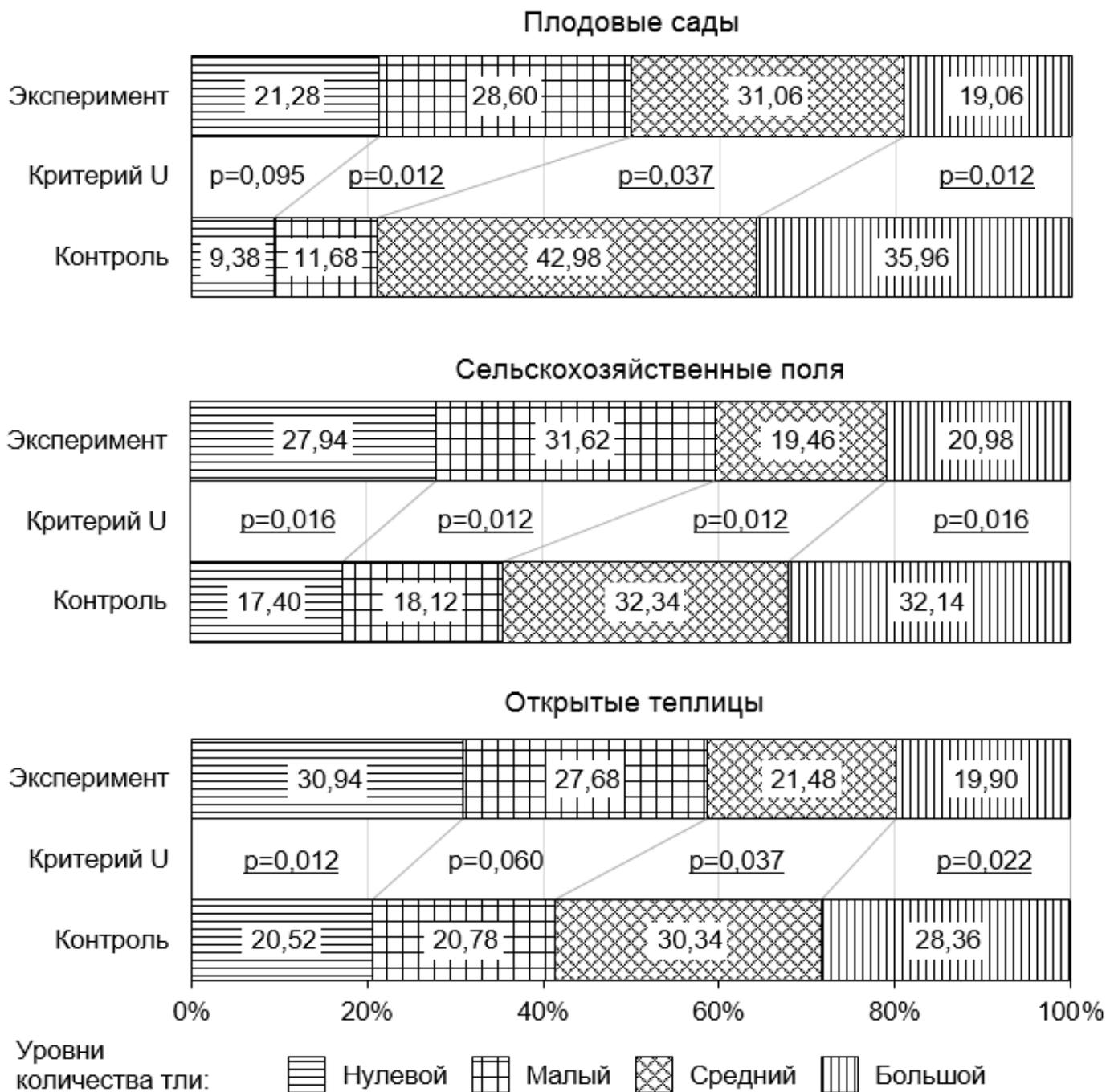


Рис. 2. Сравнительная эффективность (%) коцинеллид по уровням количества тли после вселения в различные агроэкосистемы. Примечания: критерий U — критерий Манна–Уитни; p — уровень значимости критерия (подчёркнуты статистически значимые отличия при $p < 0,05$)

$p < 0,05$) по всем уровням, кроме малого. Так, количество бахчевой тли (*Aphis gossypii*) на листьях огурцов на экспериментальных участках с нулевым уровнем уменьшилось с 30,94% в эксперименте до 20,52% в контроле, а с малым уровнем — с 27,68% до 20,78% соответственно. В то же время на листьях огурцов увеличивалось количество тли со средним и большим уровнями соот-

ветственно: с 21,48% и 19,90% в эксперименте против 30,34% и 28,36% в контроле (рис. 2).

Эти результаты согласуются с данными о снижении численности тли другими видами коровок семейства Coccinellidae в различных агроэкосистемах [22, с. 8–12; 23, р. 92–102; 24, р. 410–415; 25, р. 83–91; 26, р. 1–17].

Заключение

Таким образом, при создании в лаборатории оптимальных условий содержания (температура $+25\pm 2$ °C, относительная влажность $60\pm 20\%$, фотопериод 16:8, корм и вода в избытке) можно вырастить на естественном и искусственном корме 4 поколения двухточечной коровки (*Adalia bipunctata*) и 3 поколения семиточечной коровки (*Coccinella septempunctata*) в течение одного сезона.

При этом были получены сравнимые показатели выращивания кокциnellид как на естественном корме, так и на искусственном. Так, на искусственном корме выживаемость преимагинальных стадий жуков составляла 59% от числа личинок 1-го возраста при продолжитель-

ности развития 21–25 суток до имаго, средний вес которых составлял 30–50 мг, продолжительность периода до первой яйцекладки — 5–7 суток при объеме первой яйцекладки — 30–40 яиц и итоговой плодовитости самок — 650–930 яиц за сезон.

В ходе полевых исследований установлено, что на экспериментальных участках в различных агроэкосистемах после вселения кокциnellид наблюдалось снижение численности тли рода *Aphis*: *A. pomi* с 79% до 50% на листьях яблони со средним и большим уровнями зелёной яблонной тли; *A. fabae* с 65% до 40% на листьях свёклы со средним и большим уровнями свекловичной тли; *A. gossypii* с 59% до 41% на листьях огурцов со средним и большим уровнями бахчевой тли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Монастырский А.Л., Горбатовский В.В. Массовое разведение насекомых для биологической защиты растений: справочник. М.: Агропромиздат, 1991. 240 с.
2. Obyrcki J., Kring T. Predaceous Coccinellidae in biological control // Annual Review of Entomology. 1998. Vol. 43. P. 295–321. DOI: 10.1146/annurev.ento.43.1.295.
3. Evans E.W. Lady beetles as predators of insects other than Hemiptera // Biological Control. 2009. Vol. 51, iss. 2. P. 255–267. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2009.05.011.
4. Hajek A.E., Eilenberg J. Natural enemies: an introduction to biological control. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2018. 440 p. DOI: 10.1017/9781107280267.
5. Riddick E.W., Cottrell T.E., Kidd K.A. Natural enemies of the Coccinellidae: parasites, pathogens, and parasitoids // Biological Control. 2009. Vol. 51, iss. 2. P. 306–312. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2009.05.008.
6. Altieri M.A., Nicholls C.I. Vegetational designs to enhance biological control of insect pests in agroecosystems // Natural enemies of insect pests in neotropical agroecosystems / B. Souza, L. Vázquez, R. Marucci (eds.). Springer, 2019. P. 3–13. DOI: 10.1007/978-3-030-24733-1_1.
7. Ashraf M., Ishtiaq M., Asif M., Adrees M., Ayub M., Tariq M., Awan M.N. A study on laboratory rearing of lady bird beetle (*Coccinella septempunctata*) to observe its fecundity and longevity on natural and artificial diets // International Journal of Biology. 2010. Vol. 2, № 1. P. 165–173. DOI: 10.5539/ijb.v2n1p165.
8. Sarwar M., Saqib S.M. Rearing of predatory seven spotted ladybird beetle *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae) on natural and artificial diets under laboratory conditions // Pakistan Journal of Zoology. 2010. Vol. 42 (1). P. 47–51.
9. Tan X.-L., Zhao J., Wang S., Zhang F. Optimization and evaluation of microencapsulated artificial diet for mass rearing the predatory ladybird *Propylea japonica* (Coleoptera: Coccinellidae) // Insect Science. 2014. Vol. 22, iss. 1. P. 111–120. DOI: 10.1111/1744-7917.12098.
10. Riddick E.W., Wu Z., Guadalupe Rojas M. Potential utilization of *Artemia franciscana* eggs as food for *Coleomegilla maculata* // BioControl. 2014. Vol. 59. P. 575–583. DOI: 10.1007/s10526-014-9597-4.
11. Sun Y.-X., Hao Y.-N., Riddick E.W., Liu T.-X. Factitious prey and artificial diets for predatory lady beetles: current situation, obstacles, and approaches for improvement: a review // Biocontrol Science and Technology. 2017. Vol. 27, iss. 5. P. 601–619. DOI: 10.1080/09583157.2017.1324112.
12. Cheng Y., Zhi J., Li F., Jin J., Zhou Y. An artificial diet for continuous maintenance of *Coccinella septempunctata* adults (Coleoptera: Coccinellidae) // Biocontrol Science and Technology. 2018. Vol. 28, iss. 3. P. 242–252. DOI: 10.1080/09583157.2018.1439450.
13. Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных: учеб. пособие для студ. биол. спец. ун-тов. 2-е изд., доп. и перераб. / под ред. К.К. Фасулати. М.: Высшая школа, 1971. 424 с.
14. Цуриков М.Н., Цуриков С.Н. Природосберегающие методы исследования беспозвоночных животных в заповедниках России: труды Ассоциации особо охраняемых природных территорий Центрального Черноземья России. Вып. 4. Тула, 2001. 130 с.
15. Prezoto F., Maciel T.T., Barbosa B.C., Sarmiento C.E. Social wasp sampling methods // Measuring arthropod biodiversity / J.C. Santos, G.W. Fernandes (eds.). Springer, 2021. P. 85–99. DOI: 10.1007/978-3-030-53226-0_4.
16. Хабибуллин В.Ф., Степанова Р.К., Хабибуллин А.Ф. Жуки-коровки (Coleoptera, Coccinellidae) Республики Башкортостан: учеб. пособие для студ. биол. спец. вузов. Уфа: РИО БашГУ, 2004. 110 с.
17. Минияров Ф.Т., Павлов С.И., Яццкий А.С. Питание семиточечной коровки *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera, Coccinellidae) на различных стадиях жизненного цикла // Самарский научный вестник. 2019. Т. 8, № 2 (27). С. 32–38. DOI: 10.17816/snv201982106.
18. Hesler L.S., McNickle G., Catangui M.A., Losey J.E., Beckendorf E.A., Stellweg L., Brandt D.M., Bartlett P.B. Method for continuously rearing *Coccinella* lady beetles (Coleoptera: Coccinellidae) // The Open Entomology Journal. 2012. Vol. 6. P. 42–48. DOI: 10.2174/1874407901206010042.
19. Минияров Ф.Т., Павлов С.И., Яццкий А.С. Длительность развития, выживаемость и плодовитость *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera, Coccinellidae) при искусственном выращивании на различных кормовых смесях // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки». 2019. № 11. С. 26–31.

20. Матвеева Н.М., Валеева А.А. Статистическая обработка результатов полевых агрохимических исследований с помощью пакета StatGraphics Plus for Windows: учеб.-метод. пособие для студ. биолого-почвенного факультета. Казань: Казанский университет, 2012. 63 с.
21. Тюмасева З.И. Кокцинеллиды Урала и сопредельных территорий. Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2013. 248 с.
22. Семьянов В.П. Разведение, длительное хранение и применение тропических видов кокцинелл для борьбы с тлями в теплицах. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. 29 с.
23. Yang N.-W., Zang L.-S., Wang S., Guo J.-Y., Xu H.-X., Zhang F., Wan F.-H. Biological pest management by predators and parasitoids in the greenhouse vegetables in China // *Biological Control*. 2014. Vol. 68. P. 92–102. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2013.06.012.
24. Van Lenteren J.C., Alomar O., Ravensberg W.J., Urbaneja A. Biological control agents for control of pests in greenhouses // *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops. Plant Pathology in the 21st Century*. Vol. 9 / M. Gullino, R. Albajes, P. Nicot (eds.). Springer, 2020. P. 409–439. DOI: 10.1007/978-3-030-22304-5_14.
25. Gontijo L.M., Beers E.H., Snyder W.E. Complementary suppression of aphids by predators and parasitoids // *Biological Control*. 2015. Vol. 90. P. 83–91. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2015.06.002.
26. Riddick E.W. Identification of conditions for successful aphid control by ladybirds in greenhouses // *Insects*. 2017. Vol. 8 (2). P. 1–17. DOI: 10.3390/insects8020038.

© Минияров Фарит Талгатович (fminiyarov@mail.ru),

Павлов Сергей Иванович (pavlov@sgsru.ru), Яицкий Андрей Степанович (yaitsky@sgsru.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Астрахань