

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
**«Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»**  
**(ФГБОУ ВО СПбГАУ)**

---

*На правах рукописи*

**Касем Абделрхман Эльсаид Саад**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ ВЫКАРМЛИВАНИЯ  
ХИЩНОГО КЛОПА *PODISUS MACULIVENTRIS* ДЛЯ  
БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ**

Шифр и наименование специальности: 06.01.07 Защита растений

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени кандидата биологических наук

Научный руководитель: Анисимов Анатолий Иванович  
доктор биологических наук, профессор

Санкт-Петербург, Пушкин

2020

## Содержание

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. Перспективы использования хищного клопа <i>Podisus maculiventris</i> для борьбы с вредными насекомыми .....	9
1.1. Краткая характеристика вида .....	9
1.2. Возможности использования подизуса для борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур .....	14
1.3. Возможности разведения подизуса в искусственных условиях .....	21
2. Материал и методы исследований .....	28
2.1. Методы разведения насекомых .....	31
2.2. Методы проведения опытов и учетов .....	37
3. Испытание некоторых видов насекомых в качестве корма для нимф и имаго подизуса .....	46
3.1. Личинки двукрылых .....	46
3.2. Тли на ранних стадиях развития подизуса .....	54
3.3. Имаго зерновой моли на поздних стадиях развития подизуса.....	63
3.4. Злаковая тля и имаго зерновой моли .....	72
3.5. Сравнение вариантов диет для массового разведения <i>Podisus maculiventris</i> .....	78
3.6. Использование подизуса для борьбы с вредными чешуекрылыми в теплицах .....	90
4. Селекция подизуса на приспособленность к питанию злаковой тлей и испытание селектированной линии .....	92
4.1. Оценка генетической гетерогенности подизуса по приспособленности к питанию злаковой тлей .....	92
4.2. Селекция подизуса на приспособленность к выкармливанию злаковой тлей на ранних стадиях развития .....	95
4.3. Оценка генетическая гетерогенность селектированной линии подизуса по приспособленности к питанию злаковой тлей и бабочками ситотроги .....	114
4.4. Испытание селектированной линии подизуса в борьбе с личинками колорадского жука .....	123
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	130
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ .....	134
СПИСОК ЦИТИРОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	135
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	158

## ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях биологический метод становится одним из обязательных элементов защиты растений, выращиваемых в защищенном грунте (Белякова и др., 2005; Белякова, Пазюк, 2007; Яркулов, Белякова, 2007; Белякова, 2008; 2013; Белякова, Павлюшин, 2011), но его реализация на практике требует создания соответствующей базы производства биопрепаратов и энтомофагов.

Интенсификация массового разведения энтомофагов достигается, не только за счет строгого контроля абиотических факторов, применения механизированных технологий, но так же за счет подбора оптимальных диет для хищных энтомофагов. При разработке диет необходимо учитывать особенности места производства энтомофагов, так как в разных географических точках различные материалы и, как следствие, методы производства корма могут иметь разную стоимость.

Одним из перспективных для использования в биологической защите растений энтомофагов является хищный клоп подизус - *Podisus maculiventris* Say, завезенный на территорию бывшего СССР еще в 70-х годах XX века с Северо-Американского континента для борьбы с колорадским жуком. Практический интерес к подизусу, в этом отношении, за рубежом не прекращается уже много лет (Pruscynsky, Wegorek, 1981; Hough-Goldstein, 1998; Coudron et.al., 2002; Desurmont, Weston, 2008; De Clercq et.al., 2013), а в последнее время возобновился и в России (Исмаилов и др., 2014; Агасьева и др., 2014).

В последнее время к подизусу проявляется большой интерес в связи с возможностью использования в теплицах для борьбы с вредными чешуекрылыми, что требует простой и экономически выгодной методики его разведения. Для этого чаще всего используются гусеницы большой вошинной моли (Гусев и др., 1982), способ разведения которых, является достаточно дорогостоящим (Гусев и др., 1989) и не всегда надежным.

**Актуальность темы.** В связи с увеличивающимся спросом на биологические средства защиты растений, особенно после введения в силу на

территории Российской Федерации закона об органическом сельском хозяйстве, важной отличительной чертой современных технологий массового разведения энтомофагов является высокий и стабильный выход конечного продукта с единицы производственной площади при минимальных затратах. Затраты на выкармливание энтомофагов при массовом разведении - один из основных факторов себестоимости получаемой продукции. Поэтому технология их разведения должна быть максимально сбалансированной по качеству и стоимости.

В полной мере это относится к хищному клопу подизусу интерес к использованию которого для борьбы с колорадским жуком в открытом грунте и с вредными чешуекрылыми в теплицах в последнее время сильно возрос (Агасьева и др., 2013; Нефедова, 2018; Козлова и др., 2019).

#### **Степень разработанности темы исследования.**

Несмотря на то, что особенности разведения хищного клопа подизуса достаточно широко описаны в русскоязычной литературе (Гусев, Шмецер, 1979; Заяц, 1981; Гусев и др., 1982; 1989; Филиппов и др., 1984, 1986, 1987; Филиппов, 1987; Зискинд, 1984; Данилкина, 1987; Коваль, 1989; Агасьева и др., 2013; Нефедова, 2018) и на других языках (Warren, Wallis, 1971; Orr et.al., 1986; Yu, 1987; Biever, Chauvin, 1992; De Clercq, Degheele, 1993; Pfannenstiel et.al., 1995; De Clereq et.al., 1998; 2013; Lemos et.al., 2003; Torres et.al., 2006), постоянно открываются новые возможности для усовершенствования технологии его выкармливания. Появляются новые виды корма, более оправданные экономически. Меняется круг объектов и растений, нуждающихся в биологической защите. Расширяется сфера применения энтомофага.

**Цель работы:** повышение эффективности разведения хищного клопа подизуса путем выявления экономически более выгодных диет и адаптации хищника к питанию непривычным кормом.

#### **Задачи.**

1. Оценить основные показатели развития и репродуктивного потенциала хищного клопа подизуса при выкармливании личинками представителей трех

семейств двукрылых (львинки, комары-звонцы, падальные мухи), а также имаго чешуекрылых (зерновая моль) на поздних стадиях развития.

2. Оценить возможности замены личинок большой вощинной моли тлей для выкармливания нимф подизуса на ранних стадиях развития.

3. Провести сравнение биологической и экономической эффективности разведения хищного клопа подизуса, при использовании разных вариантов жертв и их сочетаний.

4. Оценить генетическую гетерогенность лабораторной популяции подизуса и провести его селекцию на приспособленность к питанию злаковой тлей на ранних стадиях развития, а также селектированной линии по приспособленности к питанию злаковой тлей и бабочками зерновой моли.

5. Сравнить биологическую эффективность линии подизуса, адаптированной к разведению по технологии, включающей в качестве корма злаковую тлю, с лабораторной популяцией хищника в борьбе с личинками колорадского жука.

**Научная новизна.** Впервые показана возможность питания нимф подизуса двумя видами тлей (злаковой – *Schizaphis graminum* Rond. и виковой – *Megoura viciae* Buckt.) до 4-го возраста, а также возможность разведения подизуса на личинках зеленой падальной мухи – *Lucilia sericata* Meigen, звонца обыкновенного – *Chironomus plumosus* L. и черной львинки – *Hermetia illucens* L. по полному циклу развития. Впервые показана возможность выкармливания подизуса на поздних стадиях развития нимф и взрослых клопов бабочками зерновой моли – *Sitotroga cerealella* Oliv., и возможность полного цикла размножения, включающего использование злаковой тли для выкармливания нимф подизуса до 3-его возраста, а также дальнейшего выкармливания нимф и взрослых клопов имаго зерновой моли. Показана генетическая гетерогенность лабораторной популяции подизуса по наследственным факторам, определяющим приспособленности к питанию злаковой тлей на ранних стадиях развития нимф.

Впервые показана возможность питания нимф подизуса двумя видами тлей (злаковой - *Schizaphis graminum* Rond. и виковой - *Megoura viciae* Buckt) до 4-го возраста, а также возможность разведения подизуса на личинках

зеленой падальной мухи - *Lucilia sericata* Meigen, звонца обыкновенного - *Chironomus plumosus* L. и черной львинки *Hermetia illucens* L. по полному циклу развития. Впервые показана возможность выкармливания подизуса на поздних стадиях развития нимф и взрослых клопов бабочками зерновой моли - *Sitotroga cerealella* Oliv., и возможность полного цикла размножения, включающего использование злаковой тли для выкармливания нимф подизуса до 3-его возраста, и дальнейшего выкармливания нимф и взрослых клопов бабочками зерновой моли. Показана генетическая гетерогенность лабораторной популяции подизуса по наследственным факторам, определяющим приспособленности к питанию злаковой тлей на ранних стадиях развития нимф.

**Теоретическая и практическая значимость.** На примере подизуса показана возможность использования селекционно-генетического метода для адаптации хищных клопов к разведению на необычной диете без ухудшения практически значимых свойств, что расширяет возможности использования этого хищного клопа для биологической защиты растений.

Выявлены варианты экономически более выгодных по сравнению с гусеницами галлерии диет, для выкармливания хищного клопа подизуса: личинками зеленой падальной мухи по всему циклу развития (дешевле в 12 раз) и кормления имаго клопа бабочками зерновой моли (дешевле в 6.1 раза). Предложены варианты еще менее дорогостоящей диет, предполагающих выкармливание нимф личинками большого мучного хрущака или зеленой падальной мухи, а имаго - бабочками зерновой моли (дешевле соответственно в 36 и 100 раз).

**Методология и методы исследований.** Работа направлена на поиск и выявление отдельных видов насекомых и способов их использования для выкармливания хищного клопа *P. maculiventris*, применяемого в биологической защите растений. Разведение насекомых и эксперименты проводили в лабораторных условиях. Оценивали 12 показателей развития и репродуктивного потенциала хищных клопов при использовании каждой из 20-ти испытанных для кормления подизуса диет. Сравнение проводили по эффективности размножения и затратам на выкармливание хищных клопов за одно поколение.

Выявление генетической гетерогенности лабораторной популяции подизуса по наследственным факторам, определяющим возможность адаптации к необычной диете, проводили по результатам ответа на отбор, а отбор методом индивидуальной селекции.

Для оценки достоверности наблюдаемых различий использовали критерии t-Стьюдента и хи-квадрат.

**Основные положения, выносимые на защиту.**

1. Выявление экономически выгодных диет для массового разведения хищного клопа *P. maculiventris*, как агента биологической защиты растений.

2. Способность генетической адаптации лабораторной популяции *P. maculiventris* к выкармливанию на непривычных диетах.

**Достоверность полученных научных результатов.** Научные результаты выполненной работы обладают высокой степенью достоверности, что обеспечивается глубиной исследования основных концепций отечественных и зарубежных ученых по вопросам изучаемой проблемы. Основные выводы и заключения по работе основываются на большом экспериментальном материале. Результаты экспериментов проанализированы с помощью адекватных методов статистического анализа.

**Апробация результатов исследований.** Основные положения диссертации были доложены на: the 14th International Symposium on «Biocontrol and Biotechnology» (Saint Petersburg, 2016); на научных конференциях: «Роль молодых учёных в решении актуальных задач АПК» (Санкт-Петербург, 2016, 2019); «Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем» (Краснодар, 2016, 2018).

**Публикации.** По материалам диссертационной работы опубликовано 9 научных работ, в том числе 3 – в изданиях, включенных в Перечень ВАК РФ и Международную базу Scopus.

**Организация исследований и личный вклад соискателя.** Научные исследования выполнены в соответствии с планом НИР ФГБОУ ВО СПбГАУ 2016–2020 гг. по теме: «Развитие высокопродуктивного и экологически

чистого сельского хозяйства, разработка и внедрение систем рационального применения удобрений, мелиорантов, средств защиты растений, создание безопасных и качественных продуктов питания и кормов» (раздел: «Современные технологии биологического контроля численности вредных организмов на важнейших с.-х. культурах»).

Экспериментальная работа выполнялась соискателем самостоятельно.

Личный вклад соискателя состоит в определении целей и задач исследования, поиске источников информации, выборе объекта и предмета исследования. Теоретические и практически значимые положения, рекомендации и выводы, содержащиеся в диссертации, являются результатом самостоятельного исследования соискателя.

**Объем и структура диссертации.** Рукопись состоит из введения, 4-х глав, заключения, практических рекомендаций, списка цитируемой литературы, включающего 183 источника, среди которых 95 на иностранных языках. Текстовая часть работы содержит 178 страниц, включая 33 таблиц и 45 рисунка, 5 приложений, включая 35 рисунков и копию акта применения подизуса в теплицах.

**Благодарности.** Искренне благодарю своего руководителя доктора биологических наук, профессора кафедры защиты и карантина растений СПбГАУ, Анисимова Анатолия Ивановича; заведующего лабораторией Биологической защиты растений ВИЗР к.б.н. Н.А. Белякову, ведущих научных сотрудников этой лаборатории к.б.н. Е.Г. Козлову и к.б.н. Л.П. Красавину, научного сотрудника Ю.Б. Поликарпову и других сотрудников лаборатории биологической защиты растений ВИЗР, за помощь при освоении методик разведения насекомых и полезные советы при написании диссертации.

# 1. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ХИЩНОГО КЛОПА *PODISUS MACULIVENTRIS* ДЛЯ БОРЬБЫ С ВРЕДНЫМИ НАСЕКОМЫМИ

## 1.1. Краткая характеристика вида

Хищный клоп подизус - *Podisus maculiventris* Say (рис. 1), широко распространенный на североамериканском континенте.



Рисунок 1. Имаго хищного клопа подизуса (<http://www.uniprot.org/taxonomy/29025>; 26.02.2020)

Хищный клоп *P. maculiventris* относится к подсемейству *Asopinae*, все представители которого ведут хищный образ жизни (Гапон, 2008). Подизус - хищник-полифаг. Тело имаго серокоричневого цвета с характерным для представителей этого отряда рисунком на дорсальной стороне тела. Самки 12-14 мм, обычно крупнее самцов. Половой диморфизм хорошо выражен: на предпоследних сегментах брюшка у самок большое овальное черное пятно, у самцов пятно округлое и меньших размеров (Wittmeyer, Coudron, 2001). Ротовой аппарат колюще-сосущего типа, в виде хоботка, мандибулы с зазубринами,

что позволяет крепко удерживать жертву (Costello et.al., 2002; Riddick, 2009). Яйцо бочонкообразной формы, 1 мм в диаметре, с хитинизированными щетинками-крючками в верхней части, которые особенно характерны для подизуса (рис. 2), может быть от светло-серого до тёмно-серого и коричневого цветов, блестящее (Coudron et.al., 2002). Личинка подизуса имеет пять возрастов. Окраска личинок изменяется от красного до бежевого. Наблюдается характерный рисунок на спине в виде черных поперечных полос (Glenister, 1998).



Рисунок 2. Яйцекладка подизуса  
<https://marksteinmetz.photoshelter.com/image/I00005DYeVnE6TLU;>  
 26.02.2020)

Зимует *P. maculiventris* в стадии имаго в различных укрытиях: под корой деревьев, под опавшими листьями, в трещинах почвы. Виду свойственна имагинальная диапауза (De Clercq, Degheele, 1992).

Подизус – эндемик Северной Америки. Распространен на территории континента от юго-востока Канады (Квебек) до юго-востока США (Флорида). Заселяет разнообразные биотопы и играет большую роль в регуляции

численности многих лесных, садовых и сельскохозяйственных вредителей у себя на родине (Greenstone et.al., 2010).

Подизус активен в течение года в теплых регионах на южной части континента, в северной и центральной областях - развивается в двух, южнее может давать до четырех генераций в год (Mukerji, Le Roux, 1965; Warren, Wallis, 1971; Richman, Whitcomb, 1978; Richman, Mead, 1980). В диапаузу уходят имаго и проводит зиму в таких защищённых убежищах как лесная подстилка, кора деревьев, пни, щели строений.

Подизус – теплолюбивый и гигрофильных вид. Оптимальные условия для его развития – в пределах +24 - +28°C и относительной влажности воздуха 60-75 %. При температуре +16°C развитие от яйца до имаго проходит 90 дней, при +24°C – 32 дня, при +28°C – 27 дней. Взрослые клопы при температуре +24 - +25°C живут 54-58 дней (Шагов, Шутова, 1977; Саулич, Мусолин, 2011). Самки откладывают яйца небольшими группами по 12-26 яиц. Основную массу яиц откладывают на протяжении всех семи недель жизни.

Зимующие клопы выдерживают охлаждение до минус 7,5 °C (Couturier, 1936).

В конце 80-х годов прошлого века обширные исследования по влиянию постоянных и переменных температур на развитие личинок, созревание самок и параметры фотопериодической реакции (ФПР) завезенного из Америки подизуса были проведены в лаборатории энтомологии Биологического института Ленинградского государственного университета. Авторы пришли к заключению, что в условиях суточных терморитмов с разными амплитудами сроки развития личинок были такими же, как при соответствующих константных температурах, а созревание самок ускорялось в среднем на 4 дня. Они экспериментально подтвердили наличие диапаузы у исследованной популяции клопа. Оптимальными для ее формирования были фотопериоды 11-12 часов света и температура +20°C. Повышение температуры (до +25-+28°C) или понижение (до +17°C) уменьшало короткодневный эффект, но не влияло на величину порога ФПР. В условиях природных терморитмов или терморитма

+27.5<sup>0</sup>С (день) - +15<sup>0</sup>С (ночь) четкость ФПР снижалась, что связано с особенностями температурного оптимума ФПР (Горышин и др., 1988).

У подизуса замечено изменение степени мелонизации в течение сезона: летом клопы светлее, по сравнению с весной и осенью, показано, что регулируется это температурой (Aldrich, 1986; Саулич, Мусолин, 2011).

В литературе неоднократно отмечается гигрофильность подизуса (Couturier, 1938; Ижевский, Зискинд, 1981). Проведенные Г.В. Гусевым и А.Г. Ковалем опыты подтверждают гигрофильность подизуса и стремление находиться на увлажненных участках независимо от наличия корма (Гусев, Коваль, 1990).

Эффективность хищного клопа подизуса, как природного энтомофага известна в США, Канаде и Мексике. Достаточно широк ареал его обитания, что является свидетельством его экологической пластичности (Herrick, Reitz, 2004).

*P. maculiventris* – хищник полифаг, жертвами которого могут служить как минимум 75 видов насекомых из 41-го семейства, относящихся к 8-ми отрядам (Mukerji, LeRoux, 1969 a,b,c; McPherson, 1980; McPherson, McPherson, 2000), или даже до 90 видов (Aldrich, Cantelo, 1999; De Clercq 2008; Desumont, Weston, 2008). Считается, что он отдает предпочтение личинкам жесткокрылых и гусеницам некоторых чешуекрылых (Зискинд, 1984), среди которых имеется ряд вредителей, имеющих экономическое значение (Warren, Wallis, 1971; McPherson, 1980).

*P. maculiventris* связан с рядом сельскохозяйственных культур, в том числе люцерной, яблоней, спаржей, фасолью, сельдереем, хлопком, баклажаном, луком, картофелем, соевыми бобами, кукурузой, томатами, крестоцветными и тыквенными культурами (Hayslip et.al., 1953; Whitcomb, 1973; Deitz et.al., 1976; Hoffmann, Frodsham, 1993; Montemayor, Cave, 2011). Подизус является одним из важных хищников в борьбе против колорадского жука и чешуекрылых (Filipov et.al., 1989; Biever, Chauvin, 1992; Hough-Goldstein,

McPherson, 1996). Взрослый клоп способен за сутки уничтожить в среднем 14 личинок колорадского жука I–II возрастов (Зискинд, 1984).

Отродившиеся личинки (нимфы) сначала держатся небольшими группами. Личинки первого возраста не питаются животной пищей, а сосут сок растений. После первой линьки они переходят на животную пищу. Подизусу как в личиночной, так и в стадии имаго, свойственно групповое питание (рис. 3). Если в наличии большое количество жертв, подизус нападает сначала на одну жертву, накалывает ее на стилет и не высосав до конца нападает на следующую. Эта особенность значительно повышает эффективность энтомофага в борьбе с вредителями (Pfannenstiel et.al., 1995; Riddick, 2009).



Рисунок 3. Групповое питание личинок подизуса (ориг.)

Взрослые клопы и личинки подизуса питаются яйцами, мягкими личинками различных насекомых (Yu, 1987). В лабораторных условиях одна личинка подизуса второго возраста уничтожала в среднем 5 личинок колорадского жука, третьего возраста – 8, а четвертого и пятого возрастов – по 10-12 личинок вредителя. Пара имаго (за всю жизнь) уничтожали до 200 личинок колорадского жука (Зискинд, 1984).

## 1.2. Возможности использования подизуса для борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур

С появлением на Европейском континенте колорадского картофельного жука резко возрос интерес к его энтомофагам, в частности, к хищным клопам, и в том числе к *P. maculiventris*. На основе метода климатических аналогов были намечены зоны возможной акклиматизации хищника в Западной (Couturier, 1938), а затем и в Восточной Европе (Власова и др., 1980).

Многолетние попытки добиться акклиматизации подизуса на территории Европы, пока не удались. Пока нет указаний на выживание после попыток акклиматизации и присутствие подизуса в настоящее время в естественных условиях стран Западной Европы (Саулич, Мусолин, 2011).

В 1974 г. он был завезен в СССР для использования в биологической борьбе с колорадским жуком (Гусев, Шматцер, 1979; Зискинд, 1984). Здесь в 70-80-е годы прошлого века рядом ученых проводились работы по акклиматизации хищника в Лазаревском районе Краснодарского края, в Черновицкой и Воронежской областях, в Подмосковье, Киеве, Львове, которые, к сожалению, не достигли положительных результатов, т.к. подизус погибал во время зимовки (Власова и др., 1980; Колесниченко и др., 1980; Заяц, 1981; Буракова, 1982; Гусев, Коваль, 1990), в отличии от его собрата по подсемейству периллюса – *Perillus bioculatus* F. (Исмаилов и др., 2008; Киль и др., 2011; 2012).

В то же время высокая прожорливость, экологическая пластичность и относительная легкость лабораторного разведения подизуса позволяют использовать его против колорадского жука (Drummond et.al., 1984; Biever, Chauvin, 1992; Hough-Goldstein, Whalen, 1993; Hough-Goldstein et.al., 1993; Hough-Goldstein, McPherson, 1996; Aldrich, Cantleo, 1999; Greenstone et.al., 2010) и других вредных насекомых методом сезонной колонизации, что явилось и продолжает являться основанием для исследования этого хищного клопа и близких к нему видов, как агентов биологической защиты растений в различных странах (Yu, 1987; Loginova, Mateeva, 1992; Zanuncio et.al., 1994 a, 2001, 2014; Torres et.al., 2006; De Clercq, 2008; Neves et.al., 2009).

Так, Лопез с соавторами (Lopez et.al., 1976) обнаружили, что нимфы третьего возраста и взрослые особи *P. maculiventris* были более эффективными хищниками личинок третьего возраста *Helicoverpa zea* Boddae и *Heliothis virescens* F. по сравнению с представителями кокцинеллид, хризопид и геокорид. Выпуски взрослых клопов *P. maculiventris* с плотностью 100 000 на акр в полевых садках с хлопком привели к значительному сокращению численности личинок *H. virescens*.

Марстон с соавторами (Marston et.al., 1978) изучали активность хищного клопа *P. maculiventris* по отношению к гусеницам пяти видов бабочек, повреждающих сою. Выпуск *P. maculiventris* уменьшает численность вредителей, например, *H. zea* на 60%. Размер жертвы на хищническую активность нимф пятого возраста не влиял.

Абилес и МакКоммас (Abeles, McCommas, 1982) на хлопчатнике, выращиваемом в теплицах, показали, что выпуск взрослых клопов *P. maculiventris* в соотношении 1:3.5 к гусеницам *Peridroma saucia* Hüb. через 48 часов приводит к уничтожению 75% гусениц совок.

Лембдин и Бакер (Lambdin, Baker, 1986) в небольших полевых садках показали существенное сокращения численности личинок мексиканского бобового жука - *Epilachna varivestis* Mulsant, на растениях сой при выпуске 5-10 взрослых особей *P. maculiventris* на площади 3 м<sup>2</sup>. Кроме того, они наблюдали, что при выпуске обескрыленных клопов на открытом поле численность личинок вредителя была достоверно уменьшена, и был получен более высокий урожай.

О'Нил (O'Neil, 1989) сравнил функциональную реакцию *P. maculiventris*, как в лаборатории, так и в полевых условиях. Он пришел к выводу, что наблюдаемое в поле более низкое количество атакуемых хищным клопом жертв связано, прежде всего, со способностью хищника находить добычу под пологом соевых листьев.

На основании выкармливания нимф подизуса бахчевой - *Aphis gossypii* Glover и персиковой - *Myzus persicae* Sulz. тлей, а также личинками тепличной

белокрылки - *Trialeurodes vaporariorum*, West., Логинова и Матеева (Болгария) считают весьма перспективным включить этого хищника в программы ИРМ в качестве дополнительного биоагента против некоторых вредителей в теплицах в период осень-зима-весна (Loginova, Mateeva, 1992).

Выпуски нимф подизуса в нормах 1,6 или 9,8 особей на погонный метр значительно уменьшили количество личинок *L. decimlineata* на опытных участках, а количество яйцекладок жуков значительно уменьшилось при более высокой норме выпуска, а также при более низкой норме выпуска, но в комбинации с опрыскиванием бактериальным препаратом (Hough-Goldstein, Whalen, 1993).

Де Клерк с соавторами (De Clercq et.al., 1998) выпускали нимф *P. maculiventris* 4-ого возраст в соотношении 1 хищник / 3,3 жертвы в тепличном эксперименте для борьбы с гусеницами 4-го возраста пасленовой metallo-видки - *Chrysodeixis chalcites* Esper (Lepidoptera, Noctuidae). За 24 часа заражение вредителем было снижено на 40%, а через 1 неделю после выпуска поврежденность листьев личинками уменьшилась на 60%.

Хорошие результаты были получены при выпуске 30-ти нимф *P. maculiventris* на куст для борьбы с личинками калинового листоеда - *Pyrrhalta viburni* Paykull, заражавшего кусты калины естественным путем. Значимое снижение дефолиации калины было отмечено при плотности личинок вредителя до 3000 особей на куст. При более тяжелых заражениях кустов калины хищник уже не справлялся с вредителем (Desurmont, Weston, 2008 а). Более ранние выпуски нимф *P. maculiventris* привели к более эффективному контролю личинок листоедов на ранних стадиях с меньшим повреждением растений (Desurmont, Weston, 2008 б).

Монтемейор и Кэйв (Montemayor, Cave, 2012) по результатам двухлетних полевых экспериментов, по выпускам подизуса в садки с растениями репы (*Brassica rapa* L.), рекомендуют 2 варианта его применения для борьбы с желтым листоедом - *Microtheca ochroloma* Stål: 10 нимф первого возраста на 6 растений, каждое из которых имеет минимум 7 листьев, и 4 нимфы первого

возраста на одно растение, если у него 6 и менее листьев. Нормы выпуска 3 нимфы первого возраста на 1.2 м<sup>2</sup> и 25 нимф первого возраста на 10 м<sup>2</sup> оказались недостаточными.

В Европе и Северной Америке для увеличения плотности хищника предпочитают выпускать нимф *P. maculiventris*, так как взрослые клопы имеют тенденцию улетать с защищаемого участка. В теплицах двукратный выпуск одной нимфы подизуса 4-го возраста на 2 квадратных метра был эффективным в борьбе с ноктуидами, вредящими на сладком перце, баклажанах и некоторых декоративных растениях. Тем не менее, в очагах гусениц для эффективной борьбы требуется выпуск 5-10 нимф на квадратный метр. Кроме того, в открытом грунте для подавления вспышек колорадских жуков требуется выпустить 3 нимфы 2-го или 3-го возраста хищника на одно растение картофеля (De Clercq, 2008).

Помимо прямого уничтожения личинок вредителей *P. maculiventris* может являться переносчиком возбудителей их заболеваний. Так выпуск подизуса, зараженного вирусом ядерного полиэдроза *Trichoplusia ni* Hüb., в полевые садки, содержащие гусениц капустной совки, вызывал у вредителя вирусные инфекции, а через 3-4 недели приводил к эпизоотиям (Biever et.al., 1982).

При сравнении эффективности использования подизуса и периллюса - *Perillus bioculatus* Fabr. против колорадского жука оказалось, что оба хищника одинаково эффективно истребляют яйцекладки, снижают плотность личинок, а также предотвращают дефолиацию растений картофеля на небольших участках. В ходе лабораторных испытаний, более крупные личинки *P. maculiventris* выбирали более крупных личинок колорадского жука, в то время как личинки *P. bioculatus* не дифференцировали добычу по размеру. Таким образом, относительная эффективность обоих хищников может зависеть от стадий жизненного цикла добычи, которые присутствуют в момент выпуска хищника (Hough-Goldstein, McPherson, 1996). Считается (Hough-Goldstein, McPherson, 1996; Aldrich, Cantelo, 1999), что выпуск пяти нимф *P. bioculatus* в

начале сезона выращивания картофеля может успешно защитить урожай от *L. decimlineata*.

С другой стороны, Хог-Гольдштейн с соавторами (Hough-Goldstein et.al., 1993) и Де Клерк с соавторами (De Clercq et.al., 2003) фиксировали случаи нападения *P. maculiventris* на хищных кокцинеллид. Сходные данные о двунаправленном взаимодействии между личиночными стадиями и имаго *P. maculiventris* и самками *Coleomegilla maculata* Lengi был представлены Маллампали с соавторами (Mallampalli et.al., 2002).

В настоящее время *P. maculiventris* достаточно широко используется в Северной Америке и Европе для борьбы с вредителями в защищенном и открытом грунте. Яйца продаваемые через торговую сеть, для использования в программах борьбы с вредителями, отлично зарекомендовали себя в европейских и североамериканских теплицах (De Clercq, 2008). Стоимость составляет 390 US\$ за 1250 яиц или 250 нимф (<https://bugsforgrowers.com/products/>; 19.03.2020).

В 80-ые годы XX столетия исследования по возможности использования подизуса способами сезонной колонизации проводили и в СССР, например, на таких ценных культурах, как баклажан, перец и др., не занимающих больших площадей (Бондаренко, 1986). В частности, высокая эффективность подизуса была показана на полях баклажанов в Молдавии (Зискинд и др., 1984; Филиппов и др., 1986; Новожилов и др., 1987, 1991; Khloptseva, 1991).

Подтвердили это положение и результаты трехлетних полевых опытов, проведенных сотрудниками ВИЗР и его филиала на Черноморском побережье Краснодарского края, которые использовали комплексную систему защиты баклажан от колорадского жука. До начала плодоношения численность вредителя подавляли химическими средствами (2-3 обработки), а затем (при соблюдении сроков ожидания) начинали выпуски подизуса или проводили обработки микробиологическим препаратом Битоксибациллин (5-6 обработок). При подавлении вредителя на первом этапе комплексной системы защиты баклажанов, удалось снизить нормы выпуска хищного клопа до 40-70 тыс./га., по сравнению с

рекомендованными ранее (Ижевский и др., 1984; Khloptseva, 1991). Биологическая эффективность подизуса достигала 100 % и была выше, чем у БТБ (до 91 %). Максимальная урожайность оказалась в варианте с выпусками подизуса, минимальная - в контроле (где с начала плодоношения баклажан защитных мероприятий не проводили). Разница составила 8.3 раза. Окупаемость затрат на применение подизуса составила 11.3 раза (Гусев и др., 1989).

Было показано, что выпуски личинок подизуса 2-3 возрастов рационально проводить и для борьбы с первым поколением колорадского жука на раннем картофеле (Ижевский и др., 1984; Филиппов и др., 1986 а; Филиппов, 1987).

Исследования по биологической борьбе с колорадским жуком на картофеле (основная поражаемая им культура) были прекращены в СССР по экономическим соображениям, но в последние годы возобновились в РФ (Агасьева, Исмаилов, 2012; 2016; Исмаилов и др., 2013 а, 2014; Агасьева и др., 2013; 2014; 2016; Нефедова, 2018).

Так, в работе М.В. Нефедовой (2018) показано, что биологическая эффективность применения подизуса по яйцекладкам и личинкам колорадского жука составила 98 %. Показана возможность совместного применения хищного клопа и препаратов биологического происхождения Фитоверма и Битоксибациллина. При этом выживаемость имаго хищника составила 82 % и 88 %, а личинок старшего возраста – 64 %.

Установлено, что при невысокой плотности колорадского жука в начале вегетации биологическая защита картофеля может осуществляться с помощью естественной популяции хищного клопа периллюса, акклиматизированного в ряде районов Кубани (Краснодар, Усть-Лабинск, Северский, Крымский, Абинский, Славянский районы), Адыгеи и Ростовской области, сроки появления которого определяются на основе теплосодержания воздуха. Выпуск *P. maculiventris* наиболее эффективен по яйцекладкам колорадского жука в соотношении 1:10 – 1:15 (Нефедова, 2018).

На базе разработанных технологий массового разведения, хранения и применения хищных клопов *Perillus bioculatus* Fabr. и *Podisus maculiventris* Say создана система биологической защиты пасленовых культур от колорадского жука и других вредителей для органического земледелия, которая успешно апробирована в ряде хозяйств Краснодарского края и Ростовской области (Агасьева, Нефедова, 2012; 2015; Исмаилов и др., 2013 а, 2014; Агасьева и др., 2013; 2014; 2016; Нефедова, 2018).

Считается, что с дальнейшим совершенствованием и удешевлением технологии массового разведения подизуса его можно будет использовать не только против колорадского жука на картофеле и баклажанах, но и против многочисленных вредителей других сельскохозяйственных культур (Саулич, Мусолин, 2011).

Одним из направлений решения этой проблемы является разработка оптимальных диеты для массового разведения хищника, но это задача не простая.

### 1.3. Возможности разведения подизуса в искусственных условиях

Использование естественной или целевой жертвы для массового разведения хищника в качестве естественной системы разведения требует в основном трех трофических уровней: хищник, растительноядная добыча (жертва) и корм для жертвы. Однако эффективность таких систем для массового культивирования различных естественных врагов вредных насекомых страдает от нестабильности и высокой стоимости производства растений (Гусев, 1987; De Clercq, 2008; Riddick, 2009). Хотя в нескольких публикациях сообщается об использовании естественной добычи для поддержания лабораторных культур хищников-полифагов.

Природный хозяин обычно используется в качестве эталона для сравнения питательного эффекта непривычной или искусственной пищи. Несмотря на то, что хищники-пентатомиды являются широкими полифагами, использование дикой добычи в большинстве случаев может не привести к максимальной продуктивности хищников, поскольку могут существовать большие различия в питательном качестве добычи, на которую нападают определенные хищники в полевых условиях (Wittmeyer et.al., 2001). Соответственно, смешанное питание дает ключ к успеху в выращивании хищных насекомых даже при питании естественной добычей (Richman, Whitcomb, 1978; Evans et.al., 1999; Zanuncio et.al., 2001; Lundgren, 2011).

Хищные клопы из рода *Podisus* являются широкими полифагами, и их можно легко культивировать на личинках или куколках различных видов (являющихся его жертвами), из отрядов чешуекрылых, жесткокрылых, перепончатокрылых и двукрылых (Draganov, 2007). Ю (Yu, 1987), например, заявил, что подизус может питаться яйцами или личинками с мягким телом.

Разведение хищного клопа подизуса на личинках колорадского жука не рационально, в следствие очень большой сложности разведения самого колорадского жука в искусственных условиях. Однако, его можно относительно легко, в больших количествах разводить на альтернативных видах насекомых:

на яйцах зерновой моли и на гусеницах чешуекрылых (Гусев, 1987). Самой популярной диетой для разведения подизуса являются гусеницы большой вощинной моли – *G. mellonella*, однако, эта технология довольно трудоемкая, затратная и требует использования продуктов, потребляемых человеком (например, мёд).

Усилия по сокращению затрат на разведение *P. maculiventris* заставляют проводить поиск адекватных видов диет, которые легче применить для его массового разведения (De Clercq et.al., 1998).

Так, Де Клерк с соавторами (De Clercq et.al., 2013) пришли к выводу об обязательном использовании пищи естественного происхождения, так как пищи искусственного происхождения для массового разведения подизуса недостаточно. Так же они обратили внимание на возможность использования растений и растительного сырья в качестве источника воды и питательных веществ, а так же в качестве естественного субстрата для яйцекладки. Они отметили важность решения вопросов экономичности, скученности, каннибализма. Поэтому в мире проводились и проводятся в настоящее время достаточно много исследований, направленных на решение этих задач.

Так, нимфы и имаго *P. maculiventris* и *Podisus nigrispinus* Dallas культивировали на гусеницах некоторых совок, в том числе *H. zea* (Warren, Wallis, 1971), *Pseudoplusia includens* Walker (Orr et.al., 1986), *T. ni* (Biever, Chauvin, 1992), рода *Spodoptera* (Yu, 1987; De Clercq, Degheele, 1993), *Heliothis virescens* F. (Pfannenstiel et.al., 1995), *Alabama argillacea* Hübner и *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lemos et.al., 2003; Torres et.al., 2006), но все они оказались хуже, чем использование гусениц большой вощинной моли.

Де Клерк и Дегрилли (De Clercq, Degheele, 1994) сравнили биологические показатели *P. maculiventris* и *Podisus sagitta* F. используя для их выкармливания личинок различных возрастов совки *Spodoptera exigua* Hubner. Они доказали пригодность данной диеты для обоих хищников на личиночной стадии.

Де Клерк с соавторами (De Clercq et.al., 1998) выяснили, что личинки подизуса которые находились на искусственном вскармливании куколками

большого мучного хрущака (*Tenebrio molitor* L.), быстрее развивались и активней размножались, чем личинки, которые питались *G. mellonella*. Хотя общий объем производства яиц был максимальным у самок, выращенных на *G. mellonella*.

Оливейра с соавторами (Oliveira et.al., 2004) исследовали нимф *P. maculiventris*, которым была предложена диета из обычных яиц мельничной огневки (*Ephestia kuehniella* Zell.) и яиц, зараженных трихограммой, находящейся в фазе куколки. Яйца этой огневкой были приклеены на картон прямоугольной формы и предлагался нимфам *P. maculiventris* в качестве пищи. Особи, питавшиеся яйцами без трихограммы, успешно достигли взрослой стадии, доказывая, что яйца мельничной огневки можно использовать как искусственный корм для разведения этого хищника. Нимфы, которые питались яйцами с куколками трихограммы, погибли до достижения четвертого возраста. Херрик с соавторами (Herrick et.al., 2008) проводили аналогичные исследования, только с капустной молью *Plutella xylostella* L. и получили сходные результаты.

Было доказано, что плодовитость подизуса является наибольшей, когда питание было смешанным и разные жертвы предлагались одновременно или в разные дни (Zanuncio et.al., 2001). Так же авторы отметили, что масса самок у подизуса не коррелирует с плодовитостью, что сомнительно, т.к. противоречит подавляющему большинству исследований этой корреляции у насекомых разных отрядов. Добавление в диету растительных компонентов улучшает развитие нимф и имаго хищных пентатомид, в частности, *Brontocoris tabidus* Signoret. Испытанная диета содержала необходимые питательные вещества и воду, что увеличило продолжительность жизни и плодовитость (Zanuncio et.al., 1994 b, 2000).

Подизус хорошо развивается на личинках синей падальной мух (*Calliphora* spp.), а при смешивании личинок различных видов насекомых (колорадский жук, синие падальные мухи, египетская хлопковая моль)

увеличивается его масса тела и уменьшается продолжительность развития личиночных стадий (Pascual-Ruiz et.al., 2009).

Махдиан с соавторами (Mahdian et.al., 2006) изучали влияние пяти диет (гусеницы *G. mellonell*, или *Spodoptera littoralis* Boisduval, яйца *E. kuehniella*, цисты *Artemia franciscana* Kellogg и искусственной диеты на основе мяса крупного рогатого скота) на развитие, выживание и размножение *Picromerus bidens* L. и *P. maculiventris*. От предложенных диет ухудшились показатели продолжительности развития, выживания и размножения. Выживаемость нимфы, плодовитость и жизнеспособность яиц *P. maculiventris* была выше по сравнению с *P. bidens* на всех диетах, кроме цист *A. franciscana*.

Де Клерк с соавторами (De Clercq et.al., 2003) в своем исследовании о взаимодействии *P. maculiventris* и *Harmonia axyridis* Pal. выявили, что нимфы пентатомид не достигают взрослых стадий, питаясь только персиковой тлём - *Myzus persicae* Sulz.

Хищники полифаги могут питаться не только различными видами членистоногих, но и на искусственных или полусинтетических диетах (Riddick, 2009). Считается, что вероятность разработки эффективной искусственной диеты и автоматизированной системы для массового разведения, гораздо больше для полифага, чем для специализированного хищника (Cohen et.al. 1999).

Для разведения *P. maculiventris* искусственные диеты на мясной основе (говяжья печень, говяжий фарш, желток куриного яйца или яйцо целиком, заключенные в оболочку из парафильма) испытывали Чекороскни, Де Клерк (Chocorosqui, De Clercq, 1999), Витмейер, Коудрон (Wittmeyer, Coudron, 2001), Коудрон с соавторами (Coudron et.al., 2002), Махдиан с соавторами (Mahdian et.al., 2006). Результаты показали, что время развития и выживания аналогичны контролю (гусеницы большой вошинной моли), размер имаго уменьшается, как и количество откладываемых самками яиц.

В бывшем СССР исследования по массовому разведению подизуса проводились в 70-е - 80-е годы прошлого века. Испытывали разные жертвы:

гусеницы большой вошинной моли, мельничной огневки, личинки мучного хрущака и др. (Шагов, Шутова, 1977; Гусев и др., 1982; Зискинд, 1984). Некоторые из них позволяли выкармливать хищных клопов до стадии имаго и получать плодовитое потомство следующего поколения, однако лучшие результаты получались при использовании гусениц большой вошинной моли (Гусев и др., 1982).

Н.А. Филиппов с соавторами (Филиппов и др., 1984; 1986 б; Filipov et.al., 1989) выращивали *P. maculiventris* на диетах из личинок *G. mellonella*, *E. kuehniella*, *Musca domestica* L. и на яйцах *Sitotroga cerealella* Oliv.

Положительные результаты получились при разведении на личинках весенней падальной мухи (Голубева и др., 1980; Данилкина, 1987; Гусев и др., 1989).

Неплохие результаты, немного уступающие по продолжительности развития и выходу имаго гусеницам мельничной огневки, получены при использовании личинок каштанового долгоносика - *Curculio elephas*, Gyllenhaal (Овсянко, Ляшова, 1988).

Последние авторы пытались разводить *P. maculiventris* на бобовой тле - *Aphis fabae* Scopoli, но как и в случае с персиковой тлей (De Clercq et.al., 2003) полного цикла развития получить не удалось, часть нимф подизуса дожили только до третьего возраста (Овсянко, Ляшова, 1988).

В начале 80-х годов положительные результаты в создании искусственных сред для личинок и имаго подизуса были получены в бывшем СССР на Лазаревской опытной станции ВИЗР Л.В. Ляшовой на основе сои и муки, из лиофилизированных личинок комнатной мухи (Гусев, 1991), а так же Е.Д. Хлистовским с соавторами во Всесоюзном НИИ биологического метода защиты растений на основе криоконсервированных бабочек *S. cerealella* (Хлистовский и др., 1985; Хлистовский, 1991).

Для более глубокого научного обоснования подбора пригодных для выкармливания энтомофагов хозяев или жертв, создания искусственных питательных сред (ИПС) сформировалось целое направление исследований –

изучение их биохимического состава. Так, выращивание хищных насекомых на искусственной среде возможно лишь в том случае, если среда по своему составу максимально приближается к естественному корму (Овсянко, Ляшова, 1988).

Первоначально большинство этих исследований было сосредоточено главным образом на анализе содержания воды, белков, жиров, сухого остатка, кальция и фосфора (Barker, 1998). Оказалось, что содержание белка в насекомых сильно варьирует и колеблется от 7,5% до 91%, при этом многие виды содержат примерно 60% белка в пересчете на сухое вещество (Bernard, Allen, 1997; Bukkens, 1997; Barker et.al., 1998; Finke, 2002, 2004; Lemos et.al., 2009 a), и это слабо коррелировало со степенью пригодности жертвы для данного хищника.

Более перспективным оказался анализ состава липидов (Thonison, Barlow, 1972; Овсянко, Ляшова, 1988; Lemos et.al., 2009 b; Реукаран, 2014). Так, Э.П. Овсянко и Л.В. Ляшовой (1988) с целью совершенствования искусственной питательной среды для разведения подизуса провели сравнительный анализ липидного состава пригодной жертвы - *E. kuehniella*, малопригодной жертвы – бобовой тли и ИПС. Результаты показали, что липидный состав искусственной питательной среды резко отличался от естественного корма меньшим содержанием общих липидов, стеринов и всех фракций, особенно триглицеридов и жирных кислот.

Жир *E. kuehniella* содержит высокий процент насыщенной пальмитолеиновой кислоты и ненасыщенной олеиновой кислоты. Жир бобовой тли беден ненасыщенными жирными кислотами, в частности олеиновой, содержит высокий процент мирестиновой и пальмитиновой насыщенной жирных кислот. Авторы предположили, что качественный состав жирных кислот бобовой тли приводит к гибели личинок подизуса младших возрастов. Для совершенствования ИПС для подизуса необходимо увеличить процент общих липидов путем введения жиров. При этом должны быть удовлетворены потребности подизуса в стеринах. Вводимый жир должен содержать высокий процент

триглицеридов и свободных жирных кислот (Овсянко, Ляшова, 1988).

В последние годы исследования по разведению и применению хищного клопа подизуса в РФ независимо и параллельно возобновились во ВНИИБЗР и ВИЗР. В первой организации основной упор сделан на разработку искусственных питательных сред и на применении подизуса для борьбы с колорадским жуком на картофеле и других пасленовых культурах, выращиваемых в открытом грунте (Агасьева, Нефедова, 2012; 2015; Исмаилов и др., 2013 а,б; 2014; Агасьева и др., 2013; 2014, 2016; Agasieva et.al., 2014).

В ВИЗР, в сотрудничестве с которым в СПбГАУ проводилась и настоящая работа, исследуются возможности использования живых насекомых-жертв для выкармливания подизуса, а его применение сориентировано на защиту овощных культур, выращиваемых в теплицах, от вредных чешуекрылых (Анисимов и др., 2016, 2018, 2019; Anisimov et.al., 2016; Kasem, Anisimov, 2016; Kasem et.al., 2016; Касем и др., 2018; Козлова и др., 2018, 2019).

На наш взгляд, это подчеркивает реальную востребованность и актуальность таких научных разработок.

## 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводили на кафедре защиты и карантина растений Санкт-Петербургского аграрного университета.

Основным материалом для исследований служила лабораторная культура хищного клопа подизуса (рис. 1-3), полученная из ВИЗР, и линия этого клопа, адаптируемая к питанию злаковой тлей на ранних стадиях развития.

В качестве основного корма или элементов испытываемых диет для кормления подизуса использовали три вида тли: злаковую - *Schizaphis graminum* Rond. (рис. 4), персиковую – *Myzodes persicae* Sulz. (рис. 5А) и виковую - *Megoura viciae* Buckt. (рис. 5Б), имаго зерновой моли - *Sitotroga cerealella* Oliv. (рис. 6), личинок 3-х видов двукрылых насекомых: черной львинки - *Hermetia illucens* L. (рис. 7), зеленой падальной мухи - *Lucilia sericata* Meigen (рис. 8) и звонца обыкновенного *Chironomus plumosus* L. (рис. 9). Так же широко использовали гусениц большой вощинной моли – *Galleria mellonella* L. (рис. 10), в частности, для контроля и поддержания лабораторной культуры хищного клопа (рис. 11).



Рисунок 4. Злаковая тля - *Schizaphis graminum* (<http://selhozrabota.ru/archives/362;> 26.02.2020)



Рисунок 5. Персиковая (а) - *Myzodes persicae* (<https://www.syngenta.ru/target/myzodes-persicae;> 26.02.2020) и виковая (б) - *Megoura viciae* ([https://www6.inrae.fr/encyclopedie-pucerons\\_eng/Species/Aphids/Megoura/M.-viciae;](https://www6.inrae.fr/encyclopedie-pucerons_eng/Species/Aphids/Megoura/M.-viciae;) 26.02.2020) тли



Рисунок 6. Зерновая моль - *Sitotroga cerealella* (<http://agroflora.ru/zernovaya-mol/>; 26.02.2020)



Рисунок 7. Черная львина - *Hermetia illucen*: личинки ([https://ru.wikipedia.org/wiki/Чёрная\\_львинка](https://ru.wikipedia.org/wiki/Чёрная_львинка); 26.02.2020) и имаго ([http://polit.ru/news/2015/05/27/ps\\_bsfl/](http://polit.ru/news/2015/05/27/ps_bsfl/); 26.02.2020)



Рисунок 8. Зеленая падальная муха - *Lucilia sericata*: личинки и имаго (<http://macroid.ru/showphoto.php?photo=5045&size=big&cat=3965>; 26.02.2020)



Рисунок 9. Личинки звонца обыкновенного - *Chironomus plumosus*  
 (<http://www.zoofirma.ru/knigi/kurs-zoologii-t-1-abrikosov/3186-lichinki-i-kukolki-dvukrylyh.html>; 26.02.2020)



Рисунок 10. Большая вошинная моль – *Galleria mellonella*  
 (<https://www.nkj.ru/news/31169/>; 26.02.2020)

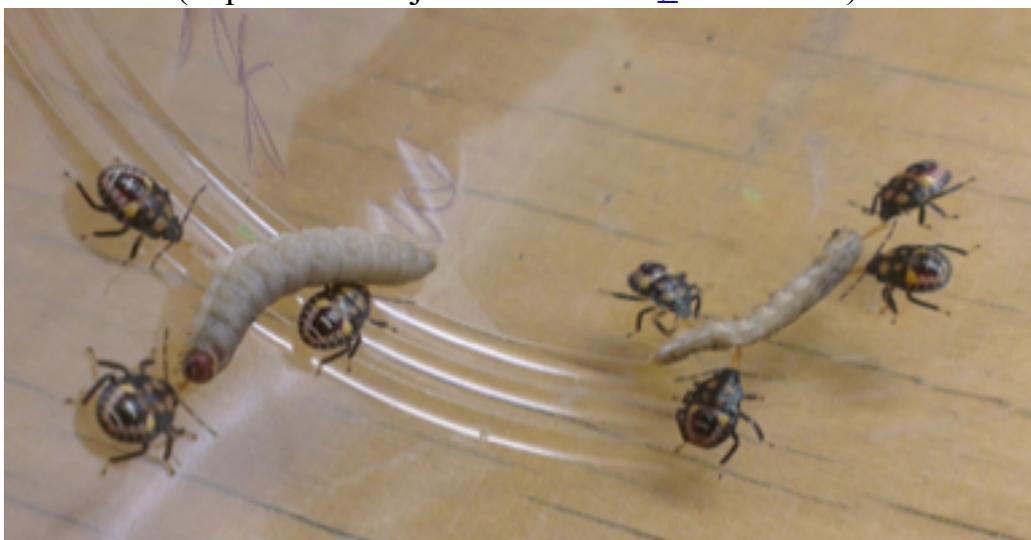


Рисунок 11. Питание нимф подизуса гусеницами галлерии (ориг.)

Большинство использованных видов насекомых разводили в лаборатории. Личинок зеленой падальной мухи и звонца обыкновенного приобретали в специализированных магазинах, где их продают в качестве наживки для рыбной ловли или корма для аквариумных рыбок. Имаго ситотроги были любезно предоставлены старшим научным сотрудником лаборатории Биологической защиты растений ВИЗР А.Л. Васильевым.

Разведение насекомых и эксперименты проводили в помещениях лаборатории при температуре  $+23 - +25^{\circ}\text{C}$ , относительной влажности воздуха 65% и 16-часовом световом дне.

## 2.1. Методы разведения насекомых

### 2.1.1. Методика разведения большой вощинной моли

Большая вощинная (восковая) моль или огневка пчелиная – *G. mellonella* (отряд Lepidoptera, сем. Pyralidae) являлась основным кормом для лабораторного разведения подизуса. Длина имаго 18—38 мм. Передние крылья коричнево-сероватые с коричнево-жёлтым задним краем и тёмными пятнами (рис. 10). Задние крылья светлее. Гусеницы длиной до 18 мм с буроватой головой (рис. 11).

Большую вощинную моль – галлерию, культивировали в термостате при температуре  $+28^{\circ}\text{C}$ , относительной влажности воздуха 70-80 % и содержании гусениц на искусственной питательной среде.

Искусственная питательная среда максимально соответствует пищевым потребностям вида по биохимическому составу и соотношению компонентов. За основу брали среду, состоящую из семи компонентов: мед – 13%, пчелиный воск - 13%, глицерин - 13%, пивные дрожжи - 13%, кукурузная мука - 23%, пшеничные отруби или пшеничная мука – 10%, вода – 2%.

Для получения яйцекладок использовали имаго маточной культуры в возрасте 1-2-х суток в одинаковом физиологическом состоянии, когда бабочки дают наиболее однородное, жизнеспособное и быстрорастущее потомство, что повышает стандартность получаемого биоматериала.

Для получения имаго галлерии отбирали гусениц 7-го возраста массой  $85 \pm 10$  мг и переносили их по 150-200 особей в почвенные сита с отверстиями 0,2-0,3 см, на дне которых предварительно раскладывали небольшое количество корма (50-100 г). Здесь гусеницы окукливались, а вышедшие из куколок бабочки через отверстия сита откладывали яйца на фильтровальную бумагу, помещенную снаружи и закрепленную сверху с помощью другого сита с крупными отверстиями. Яйцекладки вместе с бумагой вырезали, дезинфицировали в слабо-розовом растворе перманганата калия (путем погружения на 1-2 секунды), подсушивали на воздухе при комнатной температуре в течение 3-5 мин и раскладывают в садки.

Садки для выращивания гусениц представляют собой банки объемом 0,8 - 1,0 л, которые закрывали вначале салфетками из бязи, а к 4-5-ому возрасту гусениц салфетки заменяли полиэтиленовыми крышками, в которые была запаяна металлическая сетка диаметром 4 см с отверстиями 0,1 мм<sup>2</sup>.

В садки помещали двухчасовые яйцекладки огневки из расчета 200 яиц на 50-100 г среды. По мере роста гусениц подкладывали корм небольшими порциями так, чтобы слой свежего корма не превышал 2-3 см (для предотвращения его порчи). Всего требуется 200 г корма на один салок.

Развитие яиц моли длилось 5-7 дней. Отродившиеся личинки 1-го возраста свободно передвигались по стенкам садка в поисках корма, а затем вбуравливались в него. Наступление 7-го возраста гусениц происходило через 21-28 дней с момента отрождения гусениц из яиц.

Весь цикл развития галлерии от яйца до яйца продолжался 56-60 дней.

### **2.1.2. Методика разведения черной львинки**

Муха черная львинка *H. illucens* (отряд Diptera, сем. Stratiomyidae) – альтернативный корм для клопа подизуса. Это крупная муха до 16 мм. Тело уплощенное, черное с металлическим отблеском, тонкие прозрачные крылья. Личинки от 3 до 19 мм (рис. 7). Львинка получила большую популярность в качестве кормового объекта для рептилий, птиц и других животных. Прежде

всего, это связано с высокой питательностью личинок, которые содержат значительное количество белка и кальция, а также с простотой и малой затратностью массового разведения.

Для содержания имаго использовали садки высотой 100 см и основанием 60 x 60 см. В одной из стенок садка сделано отверстие с рукавом для манипуляций внутри садка. В центре садка расположена кормушка для имаго, которая представляла собой жёлтую вязкую губку, пропитанную раствором сахара. Ротовой аппарат у мухи мускоидного типа, поэтому она может питаться как жидкой пищей, так и твердой. По мнению ряда авторов, питание для имаго этого вида мух не является строго необходимым, однако, существенно увеличивает продолжительность их жизни. Для откладки яиц на дно садка помещали емкость с 3-х сантиметровым слоем питательного субстрата (смоченных пшеничных отрубей). Над отрубями устанавливали пластиковую сетку, на которой размещали гофрированный картон, нарезанный полосками, для получения яйцекладок мух.

В укомплектованный садок помещали ёмкость с пупариями мух. Вышедшие самцы и самки копулируют в полете, начиная с третьего дня жизни. Первые кладки яиц получали на пятый день с момента выхода первых мух. Самки откладывали яйца в виде больших кладок, содержащих по 400-500 яиц. Продолжительность жизни имаго составляла от 10 до 20 суток. Замену картонок для откладки яиц производили ежедневно. Яйца инкубировали в пластиковых контейнерах с притертыми крышками для того, чтобы личинки первого возраста (бродяжки) не покидали их. Контейнеры содержали в эксикаторах, при влажности воздуха около 80% и температуре +26°C и более. Продолжительность развития яиц чёрной львинки составлялаа трое суток.

После отрождения личинок контейнеры с яйцекладками раскрывали и помещали в контейнеры для выкармливания личинок на питательную среду. Контейнеры накрывали крышками с аэрационным отверстием закрытым мельничным газом. На дно контейнера помещали питательный субстрат толщиной около 1 см.

Питательный субстрат состоял из отрубей и соевой муки в соотношении 2 : 1. На 1 л субстрата добавляли 2 столовые ложки кошачьего корма, для внесения необходимого количества витаминов. Субстрат разбавляли водой до получения консистенции сметаны.

Питательный субстрат добавляли по мере его переработки личинками. Переработанный субстрат представляет собой рассыпчатые черные крупинки похожие на комочки чая. Корм давали 2 раза. Первый раз в начале кормления личинок первого возраста и второй раз - через 5 дней.

В процессе выращивания личинок следили за хорошей аэрацией, температурой в контейнерах и влажностью субстрата. При высокой плотности личинок температура субстрата может подниматься до  $+45^{\circ}\text{C}$ , что, однако, не приводит к их гибели. Для экспериментов по выкармливанию подизуса использовали мелких личинок отдельно. Развитие личинок до стадии предкуколки продолжалось 14-18 суток.

Личинки, завершившие питание, линяли и приобретали тёмную, почти чёрную окраску. На этой стадии развития они ищут подходящее место для окукливания. Если субстрат недостаточно влажный, окукливание может произойти в толще субстрата. Если в субстрат добавить воды, предкуколки будут ползать по поверхности в поисках более сухого места для окукливания. Предкуколки этого вида могут быть сохранены до нескольких месяцев при температуре  $+10 - +15^{\circ}\text{C}$ . При температуре  $+26^{\circ}\text{C}$  они окукливались в течение 7-10 суток. Перед использованием в экспериментах по выкармливанию подизуса личинок черной львинки промывали водой.

### **2.1.3. Методики разведения тлей**

Злаковую тлю разводили по методике разработанной Б.П. Асякиным с соавторами (2001). Проростки пшеницы выращивали в пластмассовых кюветах на субстрате, состоящем из смеси почвы, опилок и торфа. На увлажнённый субстрат насыпали семена пшеницы, предварительно замоченные в воде на сутки. Через 2 суток, когда появлялись 1,5-2 см проростки, их заселяли тлей

из расчета 2,4 мг тли/см<sup>2</sup> или 13 экз. тли на 1 см<sup>2</sup> кюветы. Емкости с заселенными тлей растениями, переставляли на стеллажи (рис. 12).

А

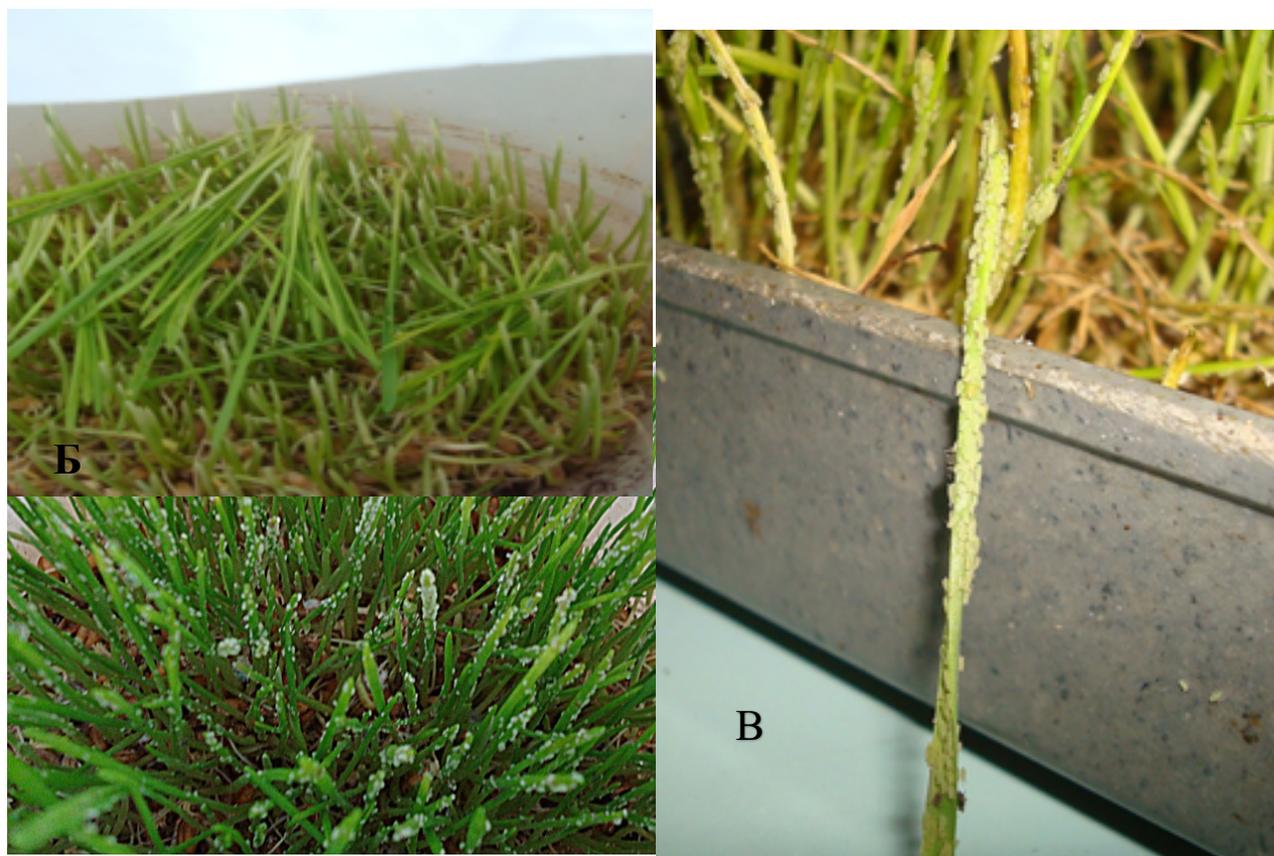


Рисунок 12. Элементы технологии размножения злаковой тли: А - внесение листьев пшеницы с тлей на проростки, Б - хорошее заражение пшеницы тлей, В - злаковая тля на проростках пшеницы (ориг.)

Виковую и персиковую тлю разводили на пророщенных бобах (Бондаренко, Воронова, 1989). Бобы выращивали в стеклянных банках (емкостью 0,5 л) с обычной водопроводной водой. Банки закрывали полиэтиленовыми крышками, в которых пробито по 10 отверстий диаметром 5-7 мм. Семена овощных бобов замачивали на 1 день в 0,5%-ном растворе марганцовки. Затем размещали ровным слоем на противень со стенками высотой 5-6 см, засыпали смесью древесных опилок и стружки и ставят на стеллаж. После появления семядольных листьев растения высаживали в банки, помещая в отверстия крышки, сохраняя одно отверстие незанятым для подлива воды. Банки

ставили на тот же стеллаж и заселяли бобы виковой или персиковой тлей, раскладывая кусочки листьев с тлей.

#### 2.1.4. Методика разведения хищного клопа подизуса

Массовое разведение подизуса производили в лабораторных условиях, придерживаясь методики, предложенной Г.В. Гусевым с соавторами (1982) на гусеницах большой вощинной моли.

В чашку Петри помещали не более 100 шт. яиц с субстратом на которые они были отложены или без него, небольшой влажный тампон для создания повышенной влажности и этикетку с датой сбора яиц (рис. 13).



Рисунок 13. Садки для массового разведения подизуса, пластиковые чашки Петри для хранения яйцекладок и стеклянные чашки Петри для индивидуального выкармливания нимф хищного клопа (ориг.)

По истечении инкубационного периода (3-5 дней при температуре +26°C и 7-9 дней при температуре +22-24°C), отродившимся нимфам можно положить букет из листьев свёклы или картофеля так, как до 2-го возраста животной пищей они не питаются. Личинок 2-го возраста пересаживали в

пластмассовые ёмкости объема 5 и 10 л, внутри которых помещена гофрированная бумага, на которую, впоследствии, самки клопа откладывали яйца, и влажный тампон (рис. 13).

Рацион питания нимф клопа, при массовом разведении лабораторной культуры, начиная со 2-ого возраста и до имаго, состоял из личинок большой вошинной моли. Корм давали в избытке, так как данный хищник достаточно прожорлив, но в количестве соответствующем каждому возрасту. Иногда, вместо гусениц галлерии использовали личинок большого мучного хрущака.

Разведение подизуса проводили при 16-часовом световом дне и относительной влажности воздуха 65%. При +24°C на оптимальном корме до появления имаго проходит 31-38 дней (развитие яйца в среднем -7 дней, личинок – по 5-6 дней на возраст). При +27°C цикл развития сокращается и длится 26-30 дней.

Содержать имаго можно в любых садках (в 5-ти литровых по 40 особей, в 10-ти литровых по 60-80) с хорошей вентиляцией и доступных для освещения. При такой плотности каннибализм удается свести к минимуму, выход взрослых клопов достигает 80-90%.

Самки подизуса откладывают яйца на гофрированную бумагу и на стенки садков. Яйца ежедневно срезали и помещают в чашки Петри. Для более быстрого созревания яиц и дружного выхода личинок, яйца содержали при температуре +26 - +27°C. За сутки до появления личинок в чашки Петри помещали пророщенные растения, из которых клопы высасывают воду.

## 2.2. Методы проведения опытов и учетов

### 2.2.1. Методики оценки пищевых диет

В экспериментах по оценке различных насекомых в качестве корма для подизуса, нимф хищного клопа первого возраста по 10-12 особей (групповое содержание) сразу после отрождения помещали в пластмассовые стаканы объема 0,7 л (рис. 14). Фиксировали дату закладки опыта и число нимф в садке. Нимфам первого возраста предоставляли только воду.



Рисунок 14. Садки для группового выкармливания нимф подизуса (ориг.)

В опытах с личинками двукрылых начиная со 2-го возраста в стаканы с нимфами подизуса вносили корм, который предоставляли в избытке. Фиксировали даты появления имаго (окрыления клопов) количество и массу тела выживших самок и самцов. Затем взрослых клопов попарно помещали в прямоугольные пластиковые контейнеры объема 0,5 л, для получения яйцекладок и оценки показателей развития и репродуктивного потенциала: преовипозиционного периода, плодовитости, продолжительности жизни взрослых клопов и др. (всего 12). В качестве корма взрослым клопам до конца жизни предоставляли либо личинок двукрылых насекомых того же вида, как и нимфам (зеленой падальной мухи, звонца обыкновенного или черной львинки), либо гусениц галлерии. Контролем (как и во всех других экспериментах) служил вариант, в котором подизуса кормили гусеницами галлерии на протяжении всего жизненного цикла.

В экспериментах с имаго зерновой моли в двух вариантах нимф подизуса кормили гусеницами галлерии до конца 3-его возраста, после чего в качестве корма использовали имаго зерновой моли (рис. 15) 2-х или 4-х дневного возраста. В двух других вариантах замену корма проводили после линьки нимф клопов на 5-ый возраст, а в 5-ом и 6-ом вариантах – после линьки на

имаго. 7-ой вариант был контрольным.



Рисунок 15. Питание подизуса бабочками зерновой моли (ориг.)

В экспериментах с тлями корм (злаковую, виковую или персиковую тлю) на соответствующих растениях помещали в садки сразу после линьки нимф подизуса на 2-ой возраст. Сразу после линек нимф подизуса на 4-ый (в 3-х вариантах) или 5-ый (еще в 3-х вариантах) возраст в качестве корма предоставляли гусениц галлерии. Имаго клопов также кормили галлерией. 7-ой вариант был контрольным.

Замену корма и необходимые учеты проводили 1 раз в 2 дня.

Оценивали следующие показатели развития и репродуктивного потенциала хищных клопов:

- 1) Выживаемость нимф по доле перелинявших на имаго особей от числа взятых для данного варианта личинок первого возраста, в процентах.
- 2) Продолжительность развития самок и самцов от выхода из яйца до окрыления на имаго с точностью до 1-2-х дней.
- 3) Соотношение полов (долю самок в процентах).

4) Масса тела только что перелинявших на имаго самок и самцов с точностью до 0,1 мг.

5) Преовипозиционный период – интервал времени от линьки на имаго до первой яйцекладки, с точностью до 1-2 дней.

6) Объем первой яйцекладки по среднему числу яиц в них.

7) Средний объем всех яйцекладок по среднему числу яиц, в яйцекладках всех пар клопов в данном варианте.

8) Среднее число яйцекладок, полученных от каждой пары клопов, в данном варианте.

9) Плодовитость имаго по числу яиц, отложенных отдельными самками за всю жизнь.

10) Жизнеспособность отложенных яиц по доле отродившихся из яиц нимф первого возраста, в процентах.

11) Продолжительность жизни самок и самцов с точностью до 2-х дней.

12) Продолжительность одной генерации, от даты синхронной (суточной) кладки яиц, до даты получения первой яйцекладки от полученных из них взрослых клопов.

Для сравнения способов разведения подизуса на разных жертвах и их сочетаниях мы использовали показатели репродуктивного потенциала клопов, рассчитав коэффициент размножения по формуле:

$$КР=ВН \times ПИ \times ЖЯ \times 0.5 \text{ (Анисимов, 2020)}$$

где: КР – коэффициент размножения, число;

ВН – выживаемость нимф, в долях единиц;

ПИ – плодовитость имаго, число яиц;

ЖЯ – жизнеспособность яиц, в долях единиц.

Этот коэффициент показывает, сколько нимф 1-ого возраста подизуса можно получит в следующем поколении в расчете на одну нимфу 1-ого возраста в исходном поколении.

При экономической оценке стоимости корма, затрачиваемого в процессе разведения подизуса, мы использовали КР для расчета коэффициента

увеличения числа нимф 1-ого возраста (КУ), которое нужно взять в исходном поколении, чтобы в следующем поколении получить то же количество нимф 1-ого возраста, как и в контроле, по формуле:

$$КУ = КРк/КРо \text{ (Анисимов, 2020)}$$

где: КУ – коэффициент увеличения объема исходного материала, раз;

КРк – коэффициент размножения в контроле (гусеницы галлерии), число;

КРо - коэффициент размножения в опыте (испытываемый корм и режим кормления), число.

Для сравнения стоимости корма, затрачиваемого на выкармливание подизуса на разных диетах, сначала, рассчитывали стоимость получения одной пары клопов и их содержания на протяжении всей жизни по формуле:

$$СР = ((РН \times ВН) / 5 \times (КН_1 \times СКН_1 + КН_2 \times СКН_2) \times ВКН + ЖИ \times ВКИ \times СКИ) \times 2$$

где: СР – стоимость выкармливания одной пары клопов и их содержания на протяжении всей жизни, рублей;

РН – продолжительность развития нимф, суток;

ВН – выживаемость нимф, в долях единиц;

КН<sub>1</sub> – число стадий нимф при их кормлении жертвой № 1;

КН<sub>2</sub> – число стадий нимф при их кормлении жертвой № 2;

СКН<sub>1</sub> – стоимость 1 грамма жертвы № 1, рублей;

СКН<sub>2</sub> – стоимость 1 грамма жертвы № 2, рублей;

ВКН – вес корма, предлагаемого 1-ой нимфе для питания на сутки, грамм;

ЖИ – продолжительность жизни имаго, суток;

ВКИ - вес корма, предлагаемого 1-му имаго для питания на сутки, грамм;

СКИ - стоимость 1 грамма жертвы для кормления имаго, рублей (Анисимов, 2020).

Смысл этой формулы таков: нимф подизуса нужно кормит на протяжении развития последних 4-х возрастов, т.к. нимфы первого возраста не питаются. Продолжительность развития каждого из 5-ти возрастов примерно одинакова, а выживаемость зависит от использованной диеты. При гибели части нимф исчезает необходимость в их выкармливании, т.е. количество

затраченного на выкармливание нимф корма должно быть прямо пропорционально их выживаемости и продолжительности развития. Часть уравнения  $(PH \times VH)/5$  отражает сколько дней нужно давать корм нимфам одного возраста, с учетом их выживаемости.

В некоторых вариантах для выкармливания нимф мы последовательно использовали разные жертвы, например, злаковую тлю до 3-его возраста включительно, а затем гусениц галлерии, или гусениц галлерии до 4-ого возраста, а затем бабочек ситотроги. Каждый корм имеет разную стоимость. Это позволяет учесть часть уравнения  $(KN_1 \times SKN_1 + KN_2 \times SKN_2) \times VKH$ , в которой учтен и вес корма, предлагаемого 1-ой нимфе для питания на сутки, т.к. корм часто продается по весу (см. табл. 10).

Часть уравнения  $ЖИ \times ВКИ \times СКИ$  отражает стоимость корма, затрачиваемого при содержании одной взрослой особи подизуса для получения яйцекладок. Ее необходимо прибавит к затратам на выкармливание нимф. В конечном итоге полученную сумму нужно умножить на 2, т.к. для получения нимф следующего поколения необходима пара особей (самка и самец).

Сходные по логике создания формулы использовали Виттмейер и Коудрон (Wittmeyer, Coudron, 2001) для сравнения стоимости выкармливания *P. maculiventris* на искусственной среде и естественном корме – гусеницах *T. ni*, а также Коудрон с соавторами (Coudron et.al., 2002) для сравнения стоимости разведения адаптированной к искусственной среде и природной популяций подизуса на искусственном и естественном корме.

Для сравнения использования разных вариантов диет по экономическим показателям  $CP$  умножали на  $KU$ , тем самым получая показатель стоимости получения одинакового количества особей следующего поколения в разных вариантах, точнее стоимость половины особей, которое можно получит от одной выкормленной пары хищных клопов за всю жизнь. В дополнение к этому рассчитывали стоимость получения одной нимфы 1-ого возраста и изменение ее стоимости относительно контроля.

### **2.2.2. Оценка возможности селекции подизуса на приспособленность к питанию злаковой тлей и имаго ситотроги**

Оценку генетической гетерогенности лабораторной популяции подизуса по наследственным факторам, обеспечивающим возможность питания непривычным кормом, а именно злаковой тлей на ранних стадиях развития, проводили по результатам ответа на отбор по признаку продолжительности развития нимф, при параллельном контроле их выживаемости.

В первой серии экспериментов исходный материал был взят из лабораторной популяции подизуса в виде синхронно (в течении 4-х часов) отродившихся нимф 1-го возраста из синхронной же массовой яйцекладки. Их поместили в пластиковые стаканы по 10-12 особей (групповое содержание) и начиная со 2-го возраста кормили злаковой тлей. Сразу после линьки на 5-ый возраст нимф начинали кормить гусеницами галлерии. Кормить нимф подизуса злаковой тлей более длительное время не целесообразно, поскольку до 5-го возраста доживают немногие особи, а имаго не удается получить вообще.

Сразу после линьки на имаго клопов взвешивали и попарно помещали в пластиковые контейнеры объемом 0,5 л для получения яйцекладок. Сформировали 2 группы семей. Первая группа от клопов, быстрее всех закончивших нимфальное развитие, и вторая – от клопов, закончивших развитие последними. Их потомков охарактеризовали по продолжительности развития, а потомков быстро развившихся (БР) клопов и по выживаемости.

От БР клопов F1 получили следующее поколение (F2), которое охарактеризовали по продолжительности развития и выживаемости, в сравнении с клопами из лабораторной популяции, которых выкармливали только гусеницами галлерии, или злаковой тлей до 4-го возраста, а затем галлерией.

Для второй серии экспериментов - по оценке генетической гетерогенности селективируемой линии подизуса по наследственным факторам, обеспечивающим приспособленность к питанию злаковой тлей на ранних стадиях развития, и бабочками ситотроги – на поздних стадиях и на стадии имаго, в декабре 2018 года заложили 3 больших пластиковых контейнера, объема 3 литра, с 20-

30-ю одновозрастными нимфами подизуса 1-ого возраста (массовое содержание), взятых из линии подизуса, селективируемой на приспособленность к питанию злаковой тлей. До 3-его возраста включительно их кормили злаковой тлей, а затем бабочками ситотроги. Кормление проводили через день. При одинаковых условиях содержания оценили продолжительность развития нимф подизуса до стадии имаго. Сразу после линьки на имаго клопов взвешивали на аналитических весах с точностью до 1 мг.

Взрослые клопы также были разделены на 2 группы: быстро и медленно (МР) развивавшиеся. Из первой группы на скрещивание, в пластиковых контейнерах объема 0,5 литра, было поставлено 5 пар клопов, с продолжительностью развития 28-32 дня, а из второй – 4 пары, с продолжительностью развития 37-44 дня. В контейнер помещали смоченный водой ватный тампон, корм, а также гофрированную бумагу для откладки яиц.

В конце февраля 2019 года был начат этап оценки потомков БР и МР на «тлево-ситотрожной» диете клопов по комплексу показателей их развития и репродуктивного потенциала. Для этого было заложено по 5 пластиковых контейнеров с 10-12-ю нимфами подизуса 1-ого возраста (групповое содержание) – потомками БР и МР родителей. Параллельно с ними было заложено 3 контроля: 1-ый выкармливание нимф и имаго подизуса из лабораторной популяции только гусеницами галлерии (3 контейнера); 2-ой – кормление нимф подизуса до 3-его возраста включительно злаковой тлей, а далее гусеницами галлерии (4 контейнера); 3-ий - кормление нимф подизуса до 3-его возраста включительно злаковой тлей, а далее бабочками ситотроги (4 контейнера). Во всех вариантах провели оценку выживаемости нимф подизуса, продолжительности развития самок и самцов, массе недавно окрылившихся имаго. Выживших имаго попарно рассадили в пластиковые контейнеры, объема 0,5 литра, для получения яйцекладок и оценки продолжительности жизни, и охарактеризовали по остальным показателям развития и репродуктивного потенциала (плодовитости, жизнеспособности яиц, среднему числу и объему яйцекладок и т.д.).

### 2.2.3. Особенности селекции подизуса на приспособленность к питанию злаковой тлей

На первых этапах использованная схема отбора, в целом, больше соответствует индивидуальной семейной селекции при индивидуальном выкармливании нимф подизуса в чашках Петри.

Каждую нимфу 1-го возраста (во избежание канибализма) помещали в отдельную чашку Петри. Туда же помещали ватный шарик смоченный водой. Когда нимфы клопа линяли на следующий 2-й возраст, в чашку Петри помещали злаковую тлю. Нимф подизуса кормили злаковой тлей до тех пор, пока они не линяли на 5-й возраст. Сразу после этой линьки нимф начинали кормить гусеницами галлерии.

При использованном режиме кормления, сразу после линьки на имаго клопов взвешивали и попарно помещали в пластиковые контейнеры объемом 0,5 л для получения яйцекладок. При этом наиболее быстро развившихся самку и самца брали из одной семьи. Если был только один самец, его помещали с несколькими самками. В контейнер помещали смоченный водой ватный тампон и личинок галлерии, а также гофрированную бумагу для откладки яиц. Отложенные яйца собирали и подсчитывали 1 раз в 2 дня.

Оценивали выживаемость нимф подизуса на каждой стадии отдельно и в целом за весь период развития, продолжительность развития нимф, преовипозиционный период, плодовитость самок и продолжительность жизни имаго.

Другие детали методических особенностей постановки отдельных опытов изложены по мере описания полученных результатов и их обсуждения.

Результаты учетов усредняли по вариантам опытов. Рассчитывали ошибки средних и процентов. Значимость наблюдаемых различий отдельных показателей оценивали по критерию Стьюдента (Урбах, 1964).

### 3. ИСПЫТАНИЕ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ НАСЕКОМЫХ В КАЧЕСТВЕ КОРМА ДЛЯ НИМФ И ИМАГО ПОДИЗУСА

В рамках поставленных задач были проведены эксперименты по оценке показателей развития и репродуктивного потенциала подизуса при использовании трех видов тлей (злаковой, виковой и персиковой) для кормления нимф на ранних стадиях развития и живых бабочек зерновой моли (ситотроги) на поздних стадиях, а также совместного использования злаковой тли и бабочек ситотроги. Кроме того была испытана возможность выкармливания подизуса личинками трех видов насекомых из отряда Diptera: двух видов мух - черная львинка и зеленая падальная муха, а также одного вида комаров – звонца обыкновенного.

#### 3.1. Личинки двукрылых

Полученные результаты показали (табл. 1; рис.16; Приложение А, рис. А.1), что выживаемость нимф хищного клопа при использовании всех исследованных видов двукрылых достоверно снижается по отношению к их выкармливанию на гусеницах *G. mellonella*. В меньшей степени это относится к личинкам комара звонца (на 19.8 %;  $p < 0.05$ ) и зеленой падальной мухи (на 28.4 %;  $p < 0.01$ ). В большей степени к личинкам черной львинки (на 49.4 %;  $p < 0.001$ ), когда выживаемость нимф подизуса достоверно снижается даже по отношению к вариантам, где их кормили личинками зеленой падальной мухи ( $p < 0.05$ ) или звонца обыкновенного ( $p < 0.01$ ).

Использование в качестве корма личинок исследованных видов двукрылых приводит к высоко достоверному ( $p < 0.001$  для всех опытных вариантов) увеличению продолжительности развития нимф подизуса (табл. 1; рис.16; Приложение А, рис. А.2). Это очень важно учитывать в процессе массового разведения хищного клопа. В меньшей степени продолжительность развития нимф затрагивается при питании личинками зеленой падальной мухи (увеличение на 14.0 % для самок и 22.5 % для самцов), в несколько большей степени

при питании личинками черной львинки (на 26.2 % для самок и 37.9 % для самцов), и больше всего при использовании мотыля (на 42.1 % для самок и 48.0 % для самцов).

Таблица 1. Средняя выживаемость и продолжительность развития нимф подизуса, масса тела только окрылившихся имаго, при кормлении нимф личинками трех видов двукрылых

Показатель	Вид корма (личинки)			Только галлерия (контроль)
	черной львинки	зеленой падальной мухи	звонца обыкновенного	
Выживаемость нимф, % ± SE	45.5 ± 5.31 <i>c</i> n = 88	64.4 ± 7.20 <i>b</i> n = 45	72.2 ± 7.62 <i>b</i> n = 36	90.0 ± 4.56 <i>a</i> n = 50
Продолжительность развития нимф, суток ± SE	самки 36.0 ± 0.98 <i>g</i> n = 20	32.5 ± 0.54 <i>f</i> n = 13	40.5 ± 0.98 <i>h</i> n = 16	28.5 ± 0.60 <i>e</i> n = 26
	самцы 36.3 ± 0.94 <i>g</i> n = 20	32.3 ± 0.34 <i>f</i> n = 16	39.0 ± 1.12 <i>gh</i> n = 10	26.3 ± 0.41 <i>d</i> n = 19
Доля самок, % ± SE	50.0 ± 7.91 <i>χ</i>	44.8 ± 9.23 <i>χ</i>	61.5 ± 9.54 <i>χ</i>	57.8 ± 7.36 <i>χ</i>
Масса тела имаго, мг ± SE	самки 61.7 ± 1.82 <i>j</i> n = 20	78.8 ± 1.65 <i>i</i> n = 13	63.0 ± 1.20 <i>j</i> n = 16	75.5 ± 2.42 <i>i</i> n = 26
	самцы 45.3 ± 0.99 <i>l</i> n = 36	60.4 ± 1.00 <i>j</i> n = 16	47.8 ± 1.43 <i>l</i> n = 10	54.3 ± 1.74 <i>k</i> n = 19

Примечания: n – объем выборки; одинаковыми буквами обозначены достоверно не различающиеся значения отдельного показателя ( $p > 0,05$  по t-критерию Стьюдента)

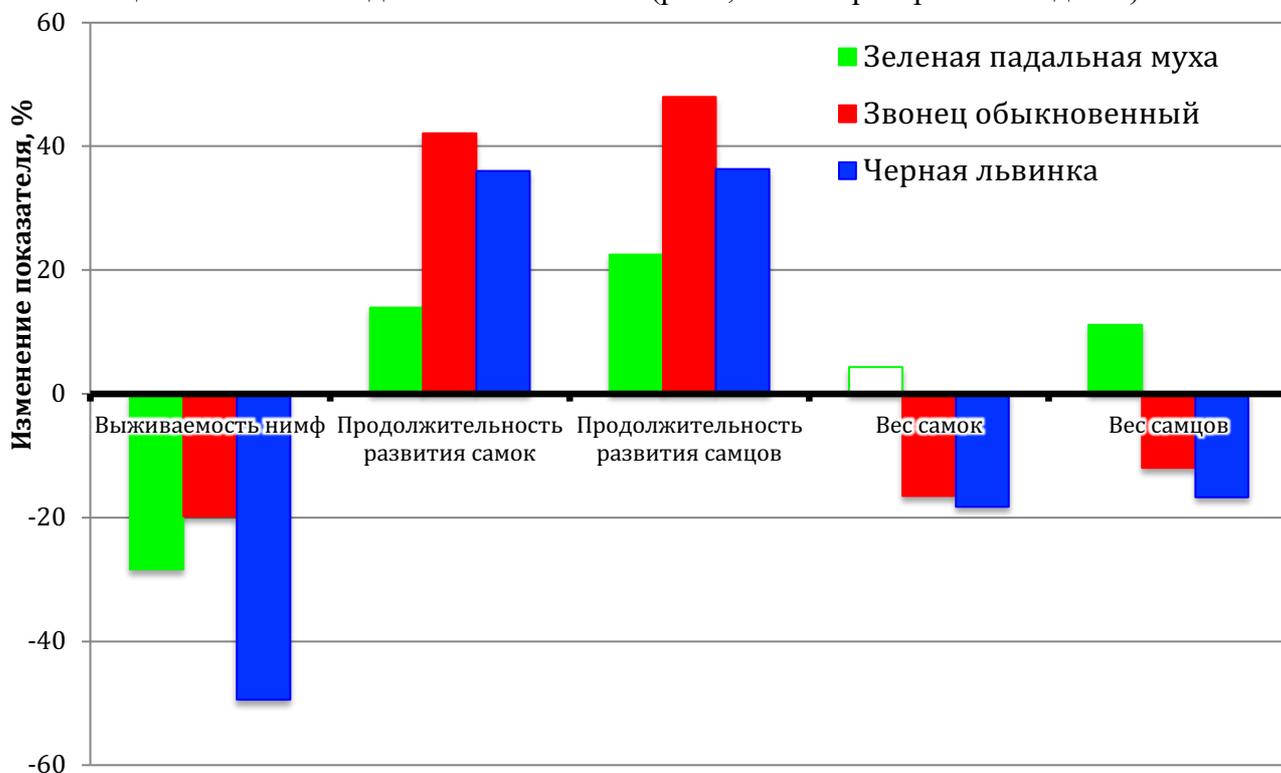


Рисунок 16. Изменение выживаемости нимф, продолжительности их развития и массы молодых имаго подизуса при кормлении личинками трех видов двукрылых насекомых (заливкой обозначено достоверное отличие от контроля,  $p < 0,05$  по t-критерию Стьюдента)

Полученные результаты показывают, что влияние кормления нимф подизуса личинками мух и комаров на массу тела имаго подизуса влияет не столь значительно, чем на два рассмотренных выше показателя репродуктивного потенциала. Использование в качестве корма личинок зеленой падальной мухи привело к достоверному (на 11.2 %;  $p < 0.01$ ) увеличению массы молодых самцов подизуса (табл. 1; рис.16; Приложение 2, рис. 2.3). У самок масса тоже оказалась выше, чем в контроле (но не достоверно). Использование личинок черной львинки и звонца обыкновенного привело к высоко достоверному снижению массы тела молодых имаго хищного клопа: в первом случае на 18.3 % у самок и 16.7 % у самцов ( $p < 0.001$  для обоих полов), а во втором случае на 16.5 % ( $p < 0.001$ ) и 12.0 % ( $p < 0.01$ ), соответственно.

После постановки на скрещивание пары клопов делили на две части. Одних продолжали кормить тем же кормом, что и нимф, а других переводили на питание гусеницами *G. mellonella* (табл. 2 и 3; рис. 17; Приложение А).

Таблица 2. Средние значения показателей развития и репродукции подизуса при кормлении только нимф личинками трех видов двукрылых

Показатель	Вид корма (личинки)			Только галлерия (контроль)
	черной львинки	зеленой падальной мухи	звонца обыкновенного	
Дней до 1-ой яйцекладки $\pm$ SE	5,5 $\pm$ 0,87 <i>a</i> n = 4	8,3 $\pm$ 0,49 <i>b</i> n = 6	10,5 $\pm$ 1,44 <i>b</i> n = 4	9.5 $\pm$ 0.33 <i>b</i> n = 8
Плодовитость, яиц $\pm$ SE	344 $\pm$ 131,2 <i>c</i> n = 4	404 $\pm$ 87,1 <i>c</i> n = 6	349 $\pm$ 91,3 <i>c</i> n = 4	483 $\pm$ 77,8 <i>c</i> n = 8
Объем 1-ой яйцекладки, яиц $\pm$ SE	14,3 $\pm$ 3,57 <i>d</i> n = 4	19,0 $\pm$ 2,03 <i>d</i> n = 6	23,8 $\pm$ 5,81 <i>d</i> n = 4	16,0 $\pm$ 2,10 <i>d</i> n = 8
Число яйцекладок $\pm$ SE	9,8 $\pm$ 3,45 <i>e</i> n = 4	10,8 $\pm$ 1,93 <i>e</i> n = 6	9,3 $\pm$ 1,65 <i>e</i> n = 4	14,1 $\pm$ 2,33 <i>e</i> n = 8
Объем средней кладки, яиц $\pm$ SE	35,3 $\pm$ 2,62 <i>f</i> n = 39	37,9 $\pm$ 2,40 <i>f</i> n = 64	37,7 $\pm$ 3,36 <i>f</i> n = 37	34,2 $\pm$ 1,33 <i>f</i> n = 113
Жизнеспособность яиц, % $\pm$ SE	78,2 $\pm$ 3,79 <i>h</i> n = 119	87,0 $\pm$ 4,97 <i>gh</i> n = 46	74,0 $\pm$ 6,20 <i>h</i> n = 50	96,1 $\pm$ 1,43 <i>g</i> n = 181
Продолжительность жизни имаго, суток $\pm$ SE	самки 37,5 $\pm$ 11,02 $\alpha$ n = 4	50,2 $\pm$ 2,18 $\gamma$ n = 6	46,8 $\pm$ 3,20 $\beta$ n = 4	68,3 $\pm$ 9,97 $\beta$ n = 8
	самцы 45,5 $\pm$ 7,98 $\alpha$ n = 4	47,3 $\pm$ 2,26 $\beta\gamma$ n = 6	47,5 $\pm$ 7,64 $\alpha$ n = 4	68,0 $\pm$ 7,77 $\alpha$ n = 7

Обозначения как в таблице 1.

Интервала времени от постановки окрылившихся хищных клопов на

скрещивание до появления первой кладки яиц (так называемый преовипозиционный период) очень важен, т.к. от него зависит скорость размножения популяции насекомых, в частности и при массовом разведении. Как видно из представленных материалов, быстрее всего начали размножаться хищные клопы, питавшиеся на стадии нимфы личинками черной львинки, а на взрослой стадии гусеницами *G. mellonella*, и несколько позже – питавшиеся личинками зеленой падальной мухи (табл. 3; рис. 17; Приложение А, рис. А.4). В последнем, из упомянутых выше вариантов, преовипозиционный период был высоко достоверно ( $p < 0,001$ ) короче, чем в контроле, и даже чем у клопов, питавшихся тем же кормом на нимфальной стадии, но переведенных на привычный корм – гусениц *G. mellonella* на стадии имаго ( $p < 0,05$ ). Большинство остальных вариантов по продолжительности преовипозиционного периода от контроля не отличались. Исключение составил вариант, где в качестве корма для клопов всех стадий развития использовали личинок звонца обыкновенного. При этом наблюдалась почти двукратная достоверная задержка начала размножения ( $p < 0,05$ ), по сравнению с контролем.

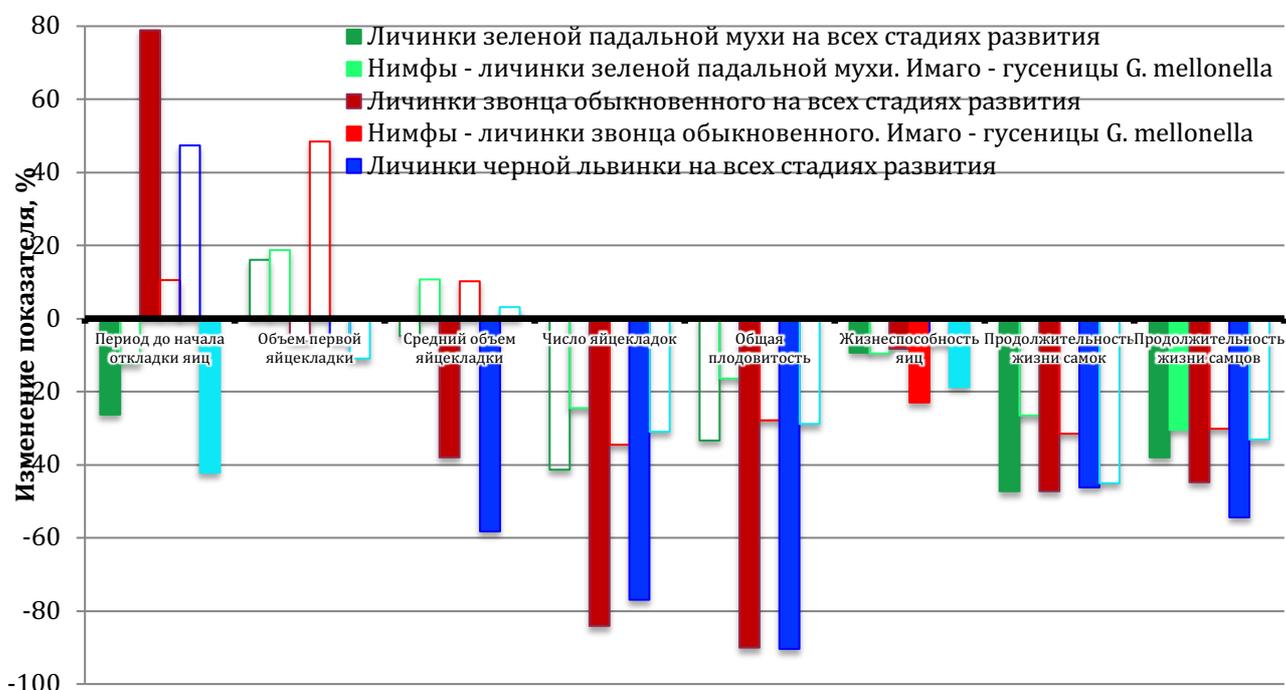


Рисунок 17. Изменение показателей репродуктивного потенциала имаго подизуса при его кормлении личинками трех видов двукрылых насекомых или *G. mellonella* (заливкой обозначено достоверное отличие от контроля,  $p < 0,05$  по t-критерию Стьюдента)

По показателю плодовитости явно выпадают два варианта: кормление подизуса личинками черной львинки и звонца обыкновенного на протяжении всей жизни. В этих вариантах мы впервые обнаружили по одной паре хищных клопов, которые вообще не дали яйцекладок, а у остальных их количество было небольшим. Все остальные варианты достоверно между собой не отличались. Однако просматривается тенденция положительного влияния перевода имаго на выкармливание гусеницами *G. mellonella*, вместо личинок двукрылых (табл. 2 и 3; рис. 17; Приложение А, рис. А.5).

Таблица 3. Средние значения показателей развития и репродуктивного потенциала подизуса при его кормлении личинками трех видов двукрылых на всех стадиях развития

Показатель	Вид корма (личинки)			Только галлерия (контроль)	
	черной львинки	зеленой падальной мухи	звонца обыкновенного		
Дней до 1-ой яйцекладки ± SE	14,0 ± 3,21 <i>bc</i> n = 3	7,0 ± 0,22 <i>a</i> n = 7	17,0 ± 2,52 <i>c</i> n = 3	9.5 ± 0.33 <i>b</i> n = 8	
Плодовитость, яиц ± SE	46,5 ± 27,37 <i>e</i> n = 3	322 ± 72,3 <i>d</i> n = 7	47,8 ± 18,68 <i>e</i> n = 3	483 ± 77,8 <i>d</i> n = 8	
Объем 1-ой яйцекладки, яиц ± SE	15,0 ± 4,58 <i>f</i> n = 3	18,6 ± 2,52 <i>f</i> n = 7	15,0 ± 2,08 <i>f</i> n = 3	16,0 ± 2,10 <i>f</i> n = 8	
Число яйцекладок ± SE	3,3 ± 1,80 <i>hi</i> n = 3	8,3 ± 1,48 <i>gh</i> n = 7	2,3 ± 0,85 <i>i</i> n = 3	14,1 ± 2,33 <i>g</i> n = 8	
Объем средней кладки, яиц ± SE	14,3 ± 1,54 <i>k</i> n = 13	38,9 ± 2,43 <i>j</i> n = 118	21,2 ± 4,76 <i>k</i> n = 135	34,2 ± 1,33 <i>j</i> n = 113	
Жизнеспособность яиц, % ± SE	89,5 ± 7,04 <i>lm</i> n = 19	83.0 ± 2.07 <i>m</i> n = 101	88,1 ± 3,53 <i>m</i> n = 86	96,1 ± 1,43 <i>l</i> n = 181	
Продолжительность жизни имаго, суток ± SE	самки	36,8 ± 1,75 <i>o</i> n = 4	36,0 ± 4,48 <i>o</i> n = 7	36,0 ± 7,67 <i>o</i> n = 4	60.7 ± 6.64 <i>n</i> n = 13
	самцы	31,0 ± 5,58 <i>o</i> n = 4	42,1 ± 3,05 <i>o</i> n = 7	37,5 ± 5,78 <i>o</i> n = 4	61.3 ± 5.08 <i>n</i> n = 12

Обозначения как в таблице 1.

Чтобы выяснить причины наблюдаемых резких отличий между вариантами опытов по плодовитости мы оценили ряд дополнительных показателей репродуктивного потенциала хищных клопов, а именно размер (объем) первой яйцекладки, среднее число яйцекладок и их объем, как это принято в большинстве зарубежных исследований, направленных на изучение вопроса о подборе диет для массового разведения энтомофагов.

Как видно из представленных материалов, при кормлении подизуса личинками всех исследованных видов двукрылых насекомых, снижение плодовитости происходит за счет снижения числа откладываемых самками яйцекладок (табл. 2; рис. 17; Приложение А, рис. А.7), что во многом определяется продолжительностью их жизни (табл. 2; рис. 17; Приложение А, рис. А.9). Число яйцекладок повышается при переводе имаго подизуса на питание гусеницами *G. mellonella* (для варианта с выкармливанием нимф личинками звонца обыкновенного – высоко достоверно;  $p < 0,01$ ).

Следует отметить, что средний объем первой яйцекладки во всех опытных и контрольном вариантах достоверно не различался как при кормлении всех стадий подизуса личинками двукрылых насекомых (табл. 3; рис. 17; Приложение А, рис. А.6), так и при кормлении только нимф (табл. 2; рис. 17; Приложение А, рис. А.6).

Перевод имаго подизуса на питание гусеницами *G. mellonella* достоверно увеличивает средний объем яйцекладок, получаемых от одной пары подизуса, при кормлении нимф личинками черной львинки и звонца обыкновенного ( $p < 0,001$  и  $p < 0,01$  соответственно), который повышается до контрольного уровня (табл. 3; рис. 17; Приложение А, рис. А.8). При использовании в качестве корма для подизуса личинок зеленой падальной мухи этот показатель репродуктивного потенциала даже выше, чем в контроле, но различия не достоверны.

Из представленных материалов видно, что имаго подизуса при лабораторных условиях содержания в среднем живут довольно долго (табл. 2 и 3; рис. 17; Приложение А, рис. А.9). Хотя изменчивость по этому показателю весьма велика. В опытных вариантах продолжительность жизни самок варьировала от 6 до 59 дней, а самцов от 19 до 64 дней, в контрольных вариантах у самок от 29 до 102 дней, а у самцов от 48, до 104. В среднем продолжительность жизни как самок, так и самцов подизуса при кормлении личинками исследованных видов двукрылых на протяжении всего жизненного цикла достоверно снижается, по сравнению с контрольными вариантами ( $p < 0,05$ ). При

переводе имаго насекомых на кормление гусеницами *G. mellonella* она повышается и различия с контролем становятся не достоверными. Однако, этот прием усложнит технологию и существенно повысит затраты на массовое разведение хищного клопа. Поэтому необходим более тщательный анализ связи продолжительности жизни с продуктивностью имаго клопов, экономических выгод и потерь.

Кроме описанных выше показателей развития и репродуктивного потенциала хищного клопа подизуса при кормлении его нимф личинками двукрылых насекомых оценивали процент отрождения нимф из отложенных яиц (табл. 2 и 3; рис. 17; Приложение А, рис. А.10), и обнаружили, что жизнеспособность яиц подизуса весьма высокая. Использование непривычного для хищного клопа корма – личинок исследованных видов двукрылых насекомых, снижает уровень отрождения нимф подизуса. Возможно, это связано с откладкой большего количества неоплодотворенных яиц самками при неблагоприятных условиях питания. Следует отметить, что снижение доли нежизнеспособных яиц в опытных вариантах не велико, и не будет иметь практического значения.

Чтобы количественно сопоставить влияние использования личинок разных видов двукрылых насекомых для кормления нимф подизуса на отдельные показатели развития и репродуктивного потенциала хищного клопа были рассчитаны их относительные (выраженные в процентах) отклонения от контроля (рис. 16 и 17). Уровень выраженности конкретного показателя при кормлении подизуса гусеницами галлерии принят за 100%. Этому уровню на диаграмме соответствует нулевое значение (отмечено жирной черной линией). При таком представлении полученных результатов наглядно видно, какой показатель уменьшается по сравнению с контролем, а какой увеличивается.

Из рисунков 16 и 17 видно, что больше всего (примерно на 80 %) снижается число яйцекладок и общая плодовитость имаго подизуса при его кормлении личинками черной львинки и звонца обыкновенного на протяжении всей жизни, а в последнем случае удлиняется период до начала откладки яиц.

На величину порядка 60-ти % снижается средний объем яйцекладок и выживаемость нимф при питании личинками черной львинки. Примерно на 50%, по сравнению с контролем, увеличивается продолжительность развития самцов при питании личинками звонца обыкновенного, и снижается их продолжительность жизни при питании личинками черной львинки и т.д.

Положительным фактом является достоверное сокращение преовипозиционного периода (больше чем на 40%) при питании нимф подизуса личинками черной львинки, а имаго – личинками галлерии. Это может послужить в качестве приема, регулирующего скорость размножения хищных клопов при их массовом разведении.

В целом, по результатам серии экспериментов с личинками двукрылых насекомых можно заключить, что из трех испытанных видов для выкармливания хищного клопа подизуса лучше всего подходят личинки зеленой падальной мухи и в гораздо меньшей степени личинки звонца обыкновенного и черной львинки.

Несмотря на это, по экономическим соображениям (простота технологии и низкая стоимость разведения) представляет интерес использование личинок черной львинки при генетической адаптации подизуса к питанию этим кормом. Кроме практического интереса это позволяет оценить возможности селекционно-генетического подхода в решении проблем разведения подизуса на обычном корме, что имеет большой научный интерес.

Однако, несколько попыток провести такой отбор, предпринятых в лаборатории Биологической защиты растений Е.Г. Козловой и А.А. Холжаш (персональное сообщение) положительных результатов не дали.

### 3.2. Тли на ранних стадиях развития подизуса

При разведении подизуса в лаборатории Биологической защиты растений ВИЗР (Е.Г. Козлова, персональное сообщение) было замечено, что крупные гусеницы галлерии не очень подходят для питания нимф подизуса ранних возрастов. Это, в частности, связано с большой разницей в размерах (см. рис. 11), а также в связи с тем, что без субстрата для питания гусеницы галлерии начинают плести паутину, которая затрудняет доступ к пище, особенно для нимф подизуса младших возрастов.

Кроме того, многие авторы считают, что массовое разведение подизуса, как полифага, лучше проводить на комплексных диетах, состоящих из нескольких жертв (Richman, Whitcomb, 1978; Li et.al., 1997; Evans et.al., 1999; Zanuncio et.al., 2001; Lundgren, 2011; Pascual-Ruiz et.al., 2009).

Тлей разводят практически во всех биолaborаториях, где производят энтомофагов, для борьбы с вредителями в теплицах. Поэтому расширение спектра их использования представляет практический интерес. Хотя было известно, что при выкармливании нимф подизуса только тлей (персиковой) они не могут полностью закончить развитие до стадии имаго (Овсянко, Ляшова, 1988; De Clercq et.al., 2003), поэтому мы ограничились их испытанием для кормления нимф на ранних стадиях развития хищного клопа.

Эксперименты по оценке возможностей использования 3-х видов тлей в качестве корма для ранних стадий развития нимф подизуса мы начали еще в 2016 году (Анисимов и др., 2016; 2017 б; Anisimov et.al., 2016). В этих экспериментах нимф подизуса выкармливали на конкретном виде тли до третьего или до четвертого возраста включительно, а затем переводили на питание гусеницами галлерии.

Проведенные нами эксперименты показали, что использование тлей в процессе разведения подизуса, ухудшает большинство показателей развития и репродуктивного потенциала хищного клопа, по сравнению с кормлением только гусеницами галлерии, но в разной степени в зависимости от вида тли и продолжительности их использования в качестве единственного корма.

Так, из таблицы 4 и рисунка 18 видно, что выживаемость нимф подизуса высоко достоверно ( $p < 0,001$ ) снижается при использовании всех исследованных видов тлей, но в разной степени. При использовании виковой и персиковой тлей выживаемость нимф подизуса снижается значительно - на 69% и 42%, соответственно, тогда как при использовании злаковой тли только на 21% по сравнению с контролем. Наблюдаемые различия высоко достоверны ( $p < 0,001$  и  $< 0,01$  по отношению к виковой и персиковой тле, соответственно).

Таблица 4. Средние значения показателей развития и репродуктивного потенциала подизуса при кормлении нимф тремя вилами тлей до 3-его возраста включительно

Показатель	Вид тли			Только галлерия (контроль)
	злаковая	виковая	персиковая	
Выживаемость нимф, % $\pm$ SE	78.2 $\pm$ 4.43 <i>b</i> n = 87	30.9 $\pm$ 5.60 <i>d</i> n = 68	56.7 $\pm$ 6.05 <i>c</i> n = 67	98.7 $\pm$ 1.27 <i>a</i> n = 78
Продолжительность развития нимф, суток $\pm$ SE	самки 30.4 $\pm$ 0.57 <i>g</i> n = 32	27.9 $\pm$ 0.83 <i>f</i> n = 12	30.4 $\pm$ 0.90 <i>fg</i> n = 15	24.6 $\pm$ 0.47 <i>e</i> n = 31
	самцы 28.5 $\pm$ 0.37 <i>f</i> n = 36	28.4 $\pm$ 0.87 <i>fg</i> n = 9	29.0 $\pm$ 0.50 <i>fg</i> n = 23	24.2 $\pm$ 0.35 <i>e</i> n = 46
Доля самок, % $\pm$ SE	47.8 $\pm$ 6.01 $\chi$	57.1 $\pm$ 10.8 $\chi$	39.5 $\pm$ 7.93 $\chi$	40.3 $\pm$ 5.59 $\chi$
Масса тела имаго, мг $\pm$ SE	самки 61.5 $\pm$ 1.13 <i>j</i> n = 32	61.8 $\pm$ 1.92 <i>ij</i> n = 12	66.6 $\pm$ 1.70 <i>i</i> n = 15	71.9 $\pm$ 1.61 <i>h</i> n = 31
	самцы 51.1 $\pm$ 0.75 <i>l</i> n = 36	49.9 $\pm$ 1.35 <i>l</i> n = 9	50.8 $\pm$ 0.54 <i>l</i> n = 23	54.7 $\pm$ 1.45 <i>k</i> n = 46
Дней до 1-ой яйцекладки $\pm$ SE	6.5 $\pm$ 0.29 <i>m</i> n = 19	6.8 $\pm$ 0.59 <i>m</i> n = 14	7.1 $\pm$ 0.37 <i>m</i> n = 11	8.0 $\pm$ 0.71 <i>m</i> n = 13
Плодовитость, яиц $\pm$ SE	433 $\pm$ 30.3 <i>n</i> n = 19	227 $\pm$ 40.1 <i>p</i> n = 14	330 $\pm$ 23.4 <i>o</i> n = 11	465 $\pm$ 47.8 <i>n</i> n = 13
Объем 1-ой яйцекладки, яиц $\pm$ SE	21.9 $\pm$ 1.45 <i>q</i> n = 22	16.9 $\pm$ 1.72 <i>r</i> n = 14	15.0 $\pm$ 1.24 <i>r</i> n = 11	19.8 $\pm$ 2.22 <i>qr</i> n = 24
Число яйцекладок $\pm$ SE	13.0 $\pm$ 1.01 <i>st</i> n = 19	8.0 $\pm$ 0.87 <i>u</i> n = 14	12.3 $\pm$ 0.73 <i>t</i> n = 11	16.2 $\pm$ 1.70 <i>s</i> n = 13
Объем средней кладки, яиц $\pm$ SE	33.3 $\pm$ 0.85 <i>v</i> n = 257	28.8 $\pm$ 1.21 <i>wx</i> n = 118	26.9 $\pm$ 1.07 <i>x</i> n = 135	30.4 $\pm$ 0.98 <i>w</i> n = 249
Жизнеспособность яиц, % $\pm$ SE	87.9 $\pm$ 1.69 <i>z</i> n = 371	83.0 $\pm$ 2.07 <i>z</i> n = 329	85.4 $\pm$ 1.93 <i>z</i> n = 335	92.4 $\pm$ 1.54 <i>y</i> n = 291
Продолжительность жизни имаго, суток $\pm$ SE	самки 55.9 $\pm$ 4.06 $\alpha$ n = 19	27.9 $\pm$ 3.33 $\gamma$ n = 13	42.2 $\pm$ 3.22 $\beta$ n = 11	60.7 $\pm$ 6.64 $\alpha\beta$ n = 13
	самцы 57.9 $\pm$ 3.96 $\alpha$ n = 20	40.9 $\pm$ 5.70 $\beta\gamma$ n = 14	56.3 $\pm$ 4.79 $\alpha$ n = 12	61.3 $\pm$ 5.08 $\alpha$ n = 12

Примечания: n – объем выборки; одинаковыми буквами обозначены достоверно не различающиеся значения отдельного показателя ( $p > 0,05$  по t-критерию Стьюдента)

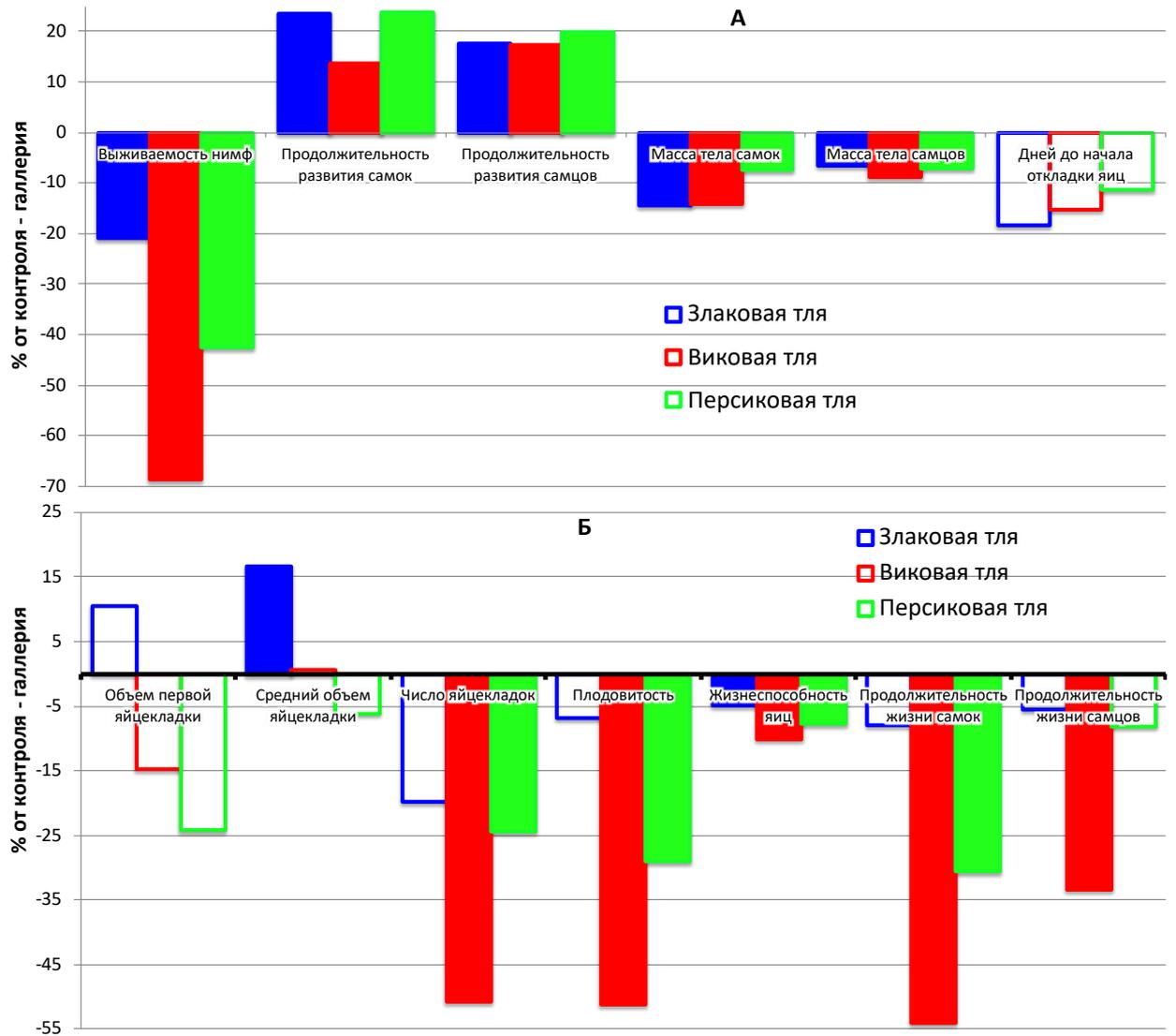


Рисунок 18. Изменение показателей развития и репродуктивного потенциала (% от контроля) подизуса при кормлении нимф 3-мя видами тлей до 3-его возраста включительно (заливкой обозначено достоверное отличие от контроля,  $p < 0,05$  по t-критерию Стьюдента)

Достоверно увеличивается продолжительность развития на нимфальной стадии как самок, так и самцов подизуса при питании всеми исследованными видами тлей. Для самцов это увеличение примерно одинаково – 19%, 18% и 21%, для злаковой, виковой и персиковой тлей, соответственно. Для самок это увеличение одинаково (на 25%) при использовании злаковой и персиковой тлей, тогда как при использовании виковой тли оно значительно меньше (всего 14.7%), и достоверно отличается от варианта со злаковой тлей (табл. 4; рис. 18А).

Достоверно снижается масса тела окрылившихся самцов (но не сильно – на 6.6-8.8%) и масса тела самок (на 7.4 и 14.5%, соответственно).

Несомненно положительным фактом является снижение интервала времени от момента появления имаго подизуса до началом откладки яиц, которое наблюдается во всех опытных вариантах, особенно при использовании злаковой тли. Однако, в силу большой вариабельности признака (в контроле от 2-х до 10-ти дней) достоверность различий доказать не удалось. При выкармливании нимф подизуса до 3-его возраста персиковой и особенно виковой тлей резко снижается общая плодовитость получающихся имаго хищных клопов (на 51.2% и 29.1%, соответственно) за весь период жизни. В то время, как при использовании злаковой тли она снижается незначительно (на 6.9%) и не достоверно (табл. 4; рис. 18Б).

Отмеченное снижение плодовитости в основном определяется снижением числа откладываемых имаго подизуса яйцекладок (на 50.7% и 24.9% для вариантов с виковой и персиковой тлями, соответственно), что в свою очередь определяется достоверным снижением продолжительности жизни самок (соответственно, на 54.0% и 30.5%), а в варианте с виковой тлей и самцов (на 33.4%). В варианте с персиковой тлей (на 11.5%) достоверно снижается и средний объем кладки яиц (табл. 4; рис. 18Б).

При использовании злаковой тли число яйцекладок тоже снижается (на 20%) по отношению к контролю, но не достоверно (табл. 4; рис. 18Б). Это снижение (если оно есть) компенсируется большим средним объемом яйцекладок, который в варианте со злаковой тлей достоверно выше, чем в контроле (на 9.7%). Преимущества использования злаковой тли, над вариантами с виковой и персиковой тлей по этому показателю еще больше (на 14.7% и 21.2%, соответственно) и высоко достоверно ( $p < 0,01$  и  $< 0,001$ , соответственно).

Жизнеспособность яиц достоверно снижается во всех опытных вариантах, но это снижение не значительно: 4.9%, 10.2% и 7.6% для вариантов с злаковой, виковой и персиковой тлями, соответственно (табл. 4; рис. 18Б). Практического значения такие отклонения по этому показателю не имеют.

Из представленных материалов также видно, что средняя продолжительность жизни имаго хищных клопов, которые на стадии нимф

выкармливались до 3-его возраста злаковой тлей, снижается по сравнению с контролем мало (на 7.9% у самок и 5.6% у самцов) и не достоверно. При использовании виковой тли продолжительность жизни самок подизуса снижается высоко достоверно ( $p < 0,001$ ), как по сравнению с контролем, так и с вариантами, где использовали злаковую и даже персиковую тлю. Для самцов наблюдаются, в целом, сходные закономерности, но менее выраженные, особенно при использовании персиковой тли (табл. 4; рис. 18Б).

Результаты аналогичных экспериментов, по выкармливанию нимф подизуса тлями до 4-ого возраста включительно, представлены в таблице 5, а выраженные в процентах отклонения от контроля иллюстрируются рисунком 19. Важно отметить, что нимф 5-го возраста (~ 5 дней) и весь имагинальный период жизни (до 60-ти и более дней) подизуса кормили гусеницами галлерии.

Как видно из представленных материалов, при более длительном кормлении нимф подизуса тлями показатели развития и репродуктивного потенциала хищных клопов ухудшаются еще больше, но не по всем показателям и в разной степени. Так выживаемость нимф снижается по сравнению с контролем уже на 66.5%, 83.3% и 77.7% при использовании злаковой, виковой и персиковой тлей, соответственно (различия высоко достоверны;  $p < 0,001$  для всех вариантов), а относительно соответствующих вариантов, где нимф подизуса кормили тлями до 3-его возраста включительно, на 59.0%, 63.7% и 62.3%, соответственно ( $p < 0,001$  для всех вариантов).

При кормлении нимф подизуса до 4-ого возраста включительно продолжительность развития самок клопов увеличивается на 38.4%, 46.5% и 30.7, а самцов на 43.6%, 50.9% и 41.2% по сравнению с контролем для вариантов со злаковой, виковой и персиковой тлей, соответственно (для всех вариантов различия высоко достоверны, кроме самок питавшихся персиковой тлей). По сравнению с питанием тлей менее продолжительный период достоверное увеличение продолжительности развития нимф подизуса отмечается для самок в вариантах со злаковой и виковой тлями (на 13.6% и 31.0%, соответственно), а для самцов со злаковой и персиковой тлями (на 23.4% и 19.1%, соответственно).

Таблица 5. Средние значения показателей развития и репродуктивного потенциала подизуса при кормлении нимф тремя вилами тлѐй до 4-ого возраста включительно

Показатель	Вид тли			Только галлерия (контроль)
	злаковая	виковая	персиковая	
Выживаемость нимф, % ± SE	32.0 ± 4.60 <i>bc</i> n = 103	16.0 ± 3.37 <i>d</i> n = 100	21.4 ± 4.04 <i>c</i> n = 103	95.6 ± 2.14 <i>a</i> n = 91
Продолжительность развития нимф, суток ± SE	самки 34.6 ± 1.14 <i>f</i> n = 17	36.6 ± 2.60 <i>f</i> n = 7	32.6 ± 4.19 <i>ef</i> n = 12	25.0 ± 0.45 <i>e</i> n = 37
	самцы 35.2 ± 2.00 <i>f</i> n = 16	36.9 ± 4.13 <i>f</i> n = 9	34.6 ± 2.11 <i>f</i> n = 9	24.5 ± 0.33 <i>e</i> n = 50
Доля самок, % ± SE	51.5 ± 8.70 <i>χ</i>	43.8 ± 12.4 <i>χ</i>	57.1 ± 10.8 <i>χ</i>	42.5 ± 5.30 <i>χ</i>
Масса тела имаго, мг ± SE	самки 64.6 ± 1.76 <i>h</i> n = 17	67.1 ± 1.67 <i>h</i> n = 7	64.6 ± 2.23 <i>hi</i> n = 12	72.2 ± 0.85 <i>g</i> n = 37
	самцы 52.7 ± 1.69 <i>j</i> n = 16	52.5 ± 1.68 <i>j</i> n = 9	54.7 ± 2.26 <i>j</i> n = 9	60.5 ± 0.72 <i>i</i> n = 50
Дней до 1-ой яйцекладки ± SE	6.4 ± 0.63 <i>kl</i> n = 14	5,8 ± 0.42 <i>k</i> n = 10	6.0 ± 0.32 <i>k</i> n = 13	7.9 ± 0.60 <i>l</i> n = 17
Общая плодовитость, яиц ± SE	306 ± 52.1 <i>no</i> n = 14	189 ± 50.9 <i>o</i> n = 10	371 ± 41.0 <i>mn</i> n = 13	467 ± 39.2 <i>m</i> n = 17
Объем 1-ой яйцекладки, яиц ± SE	18.0 ± 1.87 <i>p</i> n = 14	18.2 ± 2.98 <i>p</i> n = 14	18.0 ± 2.68 <i>p</i> n = 11	16.2 ± 1.50 <i>p</i> n = 17
Число яйцекладок ± SE	12.3 ± 1.51 <i>r</i> n = 14	8.5 ± 1.51 <i>r</i> n = 10	17.3 ± 1.38 <i>q</i> n = 13	16.6 ± 1.40 <i>q</i> n = 17
Объем средней кладки, яиц ± SE	24.9 ± 1.06 <i>t</i> n = 172	22.2 ± 1.42 <i>tu</i> n = 85	21.4 ± 0.80 <i>u</i> n = 225	28.1 ± 0.82 <i>s</i> n = 283
Жизнеспособность яиц, %±SE	87.8 ± 1.79 <i>w</i> n = 335	80.5 ± 3.05 <i>x</i> n = 169	81.7 ± 2.41 <i>x</i> n = 257	92.4 ± 1.54 <i>v</i> n = 291
Продолжительность жизни имаго, суток ± SE	самки 45.6 ± 5.70 <i>z</i> n = 14	29.4 ± 4.11 <i>α</i> n = 10	53.5 ± 4.74 <i>y</i> n = 13	58.8 ± 5.34 <i>yz</i> n = 17
	самцы 47.6 ± 4.43 <i>z</i> n = 15	29.8 ± 4.01 <i>α</i> n = 9	56.8 ± 4.33 <i>y</i> n = 13	61.2 ± 4.00 <i>y</i> n = 16

Примечания: n – объем выборки; одинаковыми буквами обозначены достоверно не различающиеся значения отдельного показателя ( $p > 0,05$  по t-критерию Стьюдента)

По сравнению с контролем, достоверно снижается масса тела самок (на 7-10%) и самцов (на 9 - 13%). Масса тела самок, питавшихся персиковой тлѐй до 4-го нимфального возраста от контрольных достоверно не отличается (табл. 5; рис. 19А). Достоверных различий по массе у клопов, питавшихся тлями до 4-го или до 3-его возраста нимф, не наблюдается, ни в одном варианте.

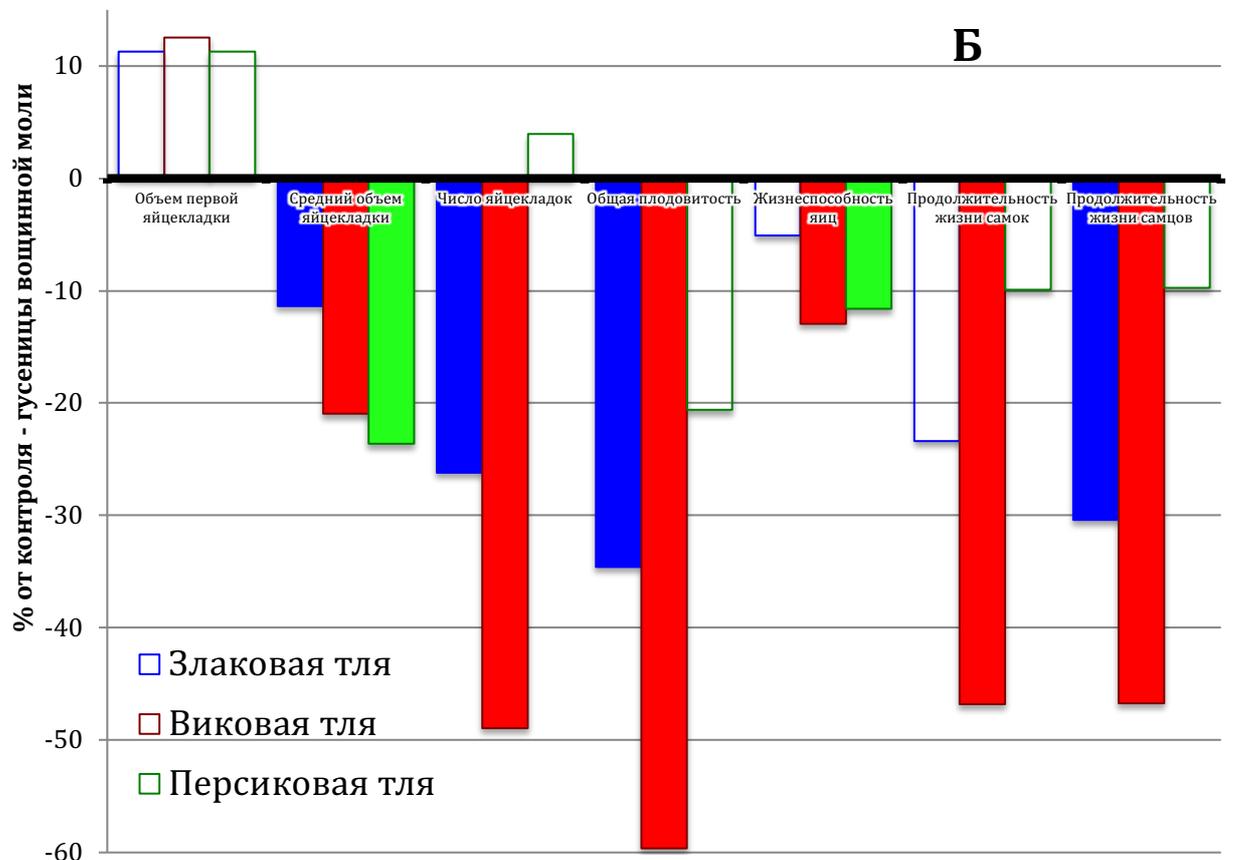
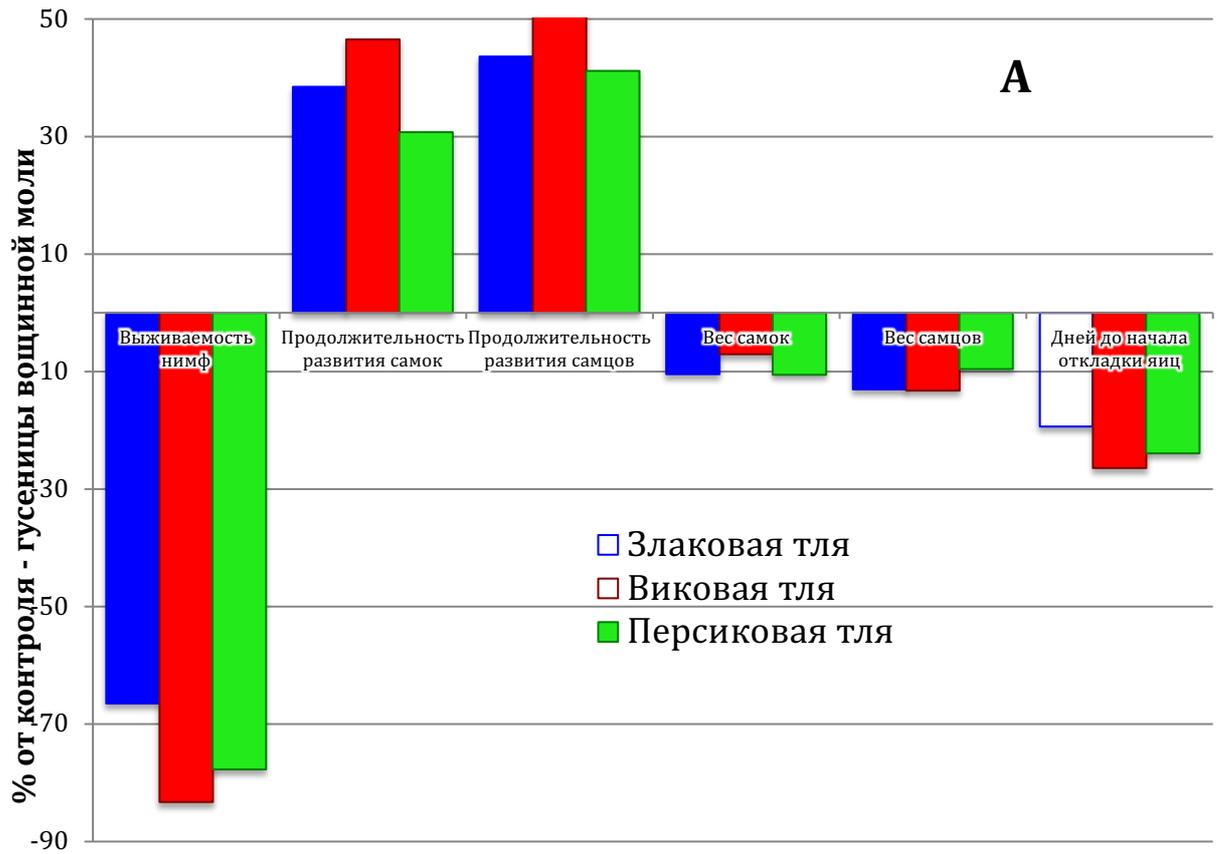


Рисунок 19. Изменение показателей развития и репродуктивного потенциала (% от контроля) подизуса при кормлении нимф тремя видами тлей до четвертого возраста включительно (обозначения как на рисунке 18)

Наблюдается снижение интервала времени от момента появления имаго подизуса до началом откладки ими яиц, которое наблюдается во всех опытных вариантах при кормлении нимф тлями до 4-ого возраста включительно. Для вариантов с виковой и персиковой тлями сокращение на 26.4% и 23.9%, соответственно, высоко достоверно ( $p < 0,01$ ). В варианте с персиковой тлей, достоверное ( $p < 0,05$ ) сокращение преовипозиционного периода (на 15.4%) наблюдается и по отношению к варианту с питанием нимф подизуса тлями до 3-его возраста включительно (табл. 5; рис. 19А). Это, несомненно, положительный эффект который позволит ускорить процесс массового разведения хищных клопов.

При выкармливании нимф подизуса тлями до 4-ого возраста общая плодовитость также снижается по отношению к контролю в вариантах со злаковой тлей на 34.6% ( $p < 0,05$ ), виковой на 59.6% ( $p < 0,001$ ) и персиковой на 20.6% (не достоверно). Относительно соответствующих вариантов, где нимф подизуса кормили тлями до 3-его возраста включительно, в вариантах с виковой и персиковой тлей достоверных изменений не проявляется, а в варианте со злаковой тлей наблюдается достоверное ( $p < 0,05$ ) снижение общей плодовитости на 29.4% (табл. 5; рис. 19Б).

Отмеченное снижение плодовитости имаго подизуса, при питании нимф тлями до 4-го возраста, определяется снижением среднего объема яйцекладок и их числа в вариантах: со злаковой тлей на 11.4% и 26.2% ( $p < 0,05$ ), соответственно, с виковой – на 20.9% и 48.9% ( $p < 0,001$ ), а с персиковой только за счет снижения объема яйцекладок на 23.6% ( $p < 0,001$ ), т.к. их среднее число в этом варианте даже немного превышает контрольный уровень на 4.0%, но не достоверно (табл. 5; рис. 19Б).

Относительно соответствующих вариантов, где нимф подизуса кормили тлями до 3-его возраста включительно, по числу яйцекладок в вариантах со злаковой и виковой тлями достоверных изменений не проявляется (-5.5% и +6.3%), а в варианте с персиковой тлей наблюдается достоверное ( $p < 0,01$ ) увеличение на 41.0%. По среднему объему яйцекладок во всех вариантах

отмечается высоко достоверное ( $p < 0,001$ ) снижение: на 25.3%, 23.0% и 20.2%.

Жизнеспособность яиц достоверно снижается во всех опытных вариантах, но это снижение не значительно: 5,1%, 12,9% и 11,6% для вариантов с злаковой, виковой и персиковой тлями, соответственно. Относительно соответствующих вариантов, где нимф подизуса кормили тлями до 3-его возраста различия не достоверны (табл. 5; рис. 19Б).

Что касается средней продолжительности жизни имаго хищных клопов, которые на стадии нимф выкармливались тлями до 4-ого возраста, то ее резкое высоко достоверное ( $p < 0,001$ ) падение по сравнению с контролем наблюдается только при использовании виковой тли на 50.0% и 51.2% для самок и самцов, соответственно (табл. 5; рис. 19Б). Это снижение высоко достоверно больше ( $p < 0,001$ ), чем в вариантах с персиковой тлей (8.9% и 7.2% для самок и самцов, соответственно) и даже чем в вариантах со злаковой тлей (22.3% и 22.2%,  $p < 0,05$  и  $< 0,01$ , для самок и самцов, соответственно).

Относительно соответствующих вариантов, где нимф подизуса кормили тлями до 3-его возраста включительно, продолжение использования «тлевой» диеты до 4-ого возраста продолжительность жизни самок и самцов подизуса достоверно не изменяет, хотя в вариантах со злаковой тлей она снижается на 18.3% и 17.7% для самок и самцов, соответственно, в вариантах с виковой тлей для самок увеличивается на 5.2%, а для самцов снижается на 21.1%, а в вариантах с персиковой тлей увеличивается у самок на 26.9% и у самцов на 0.8% (рис. 19Б).

Оценивая результаты экспериментов с тлями, можно отметить, что среди 6-ти испытанных вариантов лучшим по биологическим показателям оказался вариант, с кормлением нимф подизуса злаковой тлей до 3-его возраста включительно. При таком использовании тлей снижается выживаемость нимф на 20,6%, жизнеспособность яиц на 5%, а продолжительности развития нимф увеличивается на 20-25%. Остальные важные для массового разведения хищного клопа показатели развития и репродуктивного потенциала (преовипозиционный период, плодовитость и др.) существенно не меняются.

### 3.3. Имаго зерновой моли на поздних стадиях развития подизуса

Имаго зерновой моли (ситотроги) уже испытывали в СССР в криоконсервированном виде при создании искусственных сред для выкармливания подизуса (Хлистовский и др., 1985). Они представляются очень дешевым материалом, т.к. являются отходом в технологии массового разведения трихограммы. Мы решили испытать возможность использования живых бабочек ситотроги для выкармливания подизуса на поздних стадиях развития и кормления взрослых клопов.

Эксперименты проводили в 6-ти вариантах. Бабочек ситотроги брали в возрасте 2-х и 4-х дней и предлагали их в качестве корма нимфам подизуса начиная с 4-го или 5-го возраста (до этого нимф подизуса выкармливали на гусеницах галлерии). В последних двух опытных вариантах бабочки ситотроги (2-х возрастов) использовали в качестве корма только для имаго подизуса. Контролем традиционно служил вариант, в котором подизуса кормили только гусеницами галлерии (табл. 6 и 7, рис. 20; Приложение Б).

Из представленных материалов можно видеть, что выживаемость нимф хищного клопа при использовании бабочек ситотроги во всех исследованных вариантах весьма высока и достоверно не отличается от контроля, в котором наблюдалась максимальная выживаемость - 100% (табл. 6 и 7, рис. 20; Приложение Б, рис. Б.1).

В данном случае варианты, где подизуса начали кормить бабочками ситотроги только не стадии имаго, можно отнести к контрольным, т.к. на нимфальных стадиях их кормили гусеницами галлерии. Объединение этих вариантов с контрольным дало более надежную оценку выживаемости в выборке из 74-х особей (100 – 1,33 %), но и в этом случае достоверных отличий выживаемости нимф подизуса от контрольного не наблюдается. Это является положительным фактом, позволяющим надеяться на успешное использование живых имаго ситотроги при массовом разведении хищного клопа.

Важно отметить, что самой высокой прожорливостью обладают

взрослые клопы. Они могут жить более 2-х месяцев и все время должны питаться. Немного по прожорливости от них отстают нимфы 4-го и 5-го возрастов и тоже должны питаться, правда более короткое время (примерно по 5 дней на возраст). Замена гусениц галлерии живыми бабочками ситотроги должна весьма существенно снизить затраты на этих этапах массового разведения подизуса.

Таблица 6. Средние значения показателей развития и репродуктивного потенциала подизуса при его кормлении живыми имаго зерновой моли 2-ух дневного возраста на поздних стадиях развития

Показатель	Начало кормления подизуса ситотрогой:			Только галлерия (контроль)
	4-й возраст нимф	5-й возраст нимф	только имаго	
Выживаемость нимф, % ± SE	100 – 4,00 <i>a</i> n = 24	90,9 ± 6,13 <i>a</i> n = 22	100 – 4,35 <i>a</i> n = 22	100 – 3,70 <i>a</i> n = 26
Продолжительность развития нимф, суток ± SE	самки 30,7 ± 0,41 <i>b</i> n = 13	30,9 ± 0,43 <i>b</i> n = 8	30,3 ± 0,55 <i>b</i> n = 8	30,5 ± 0,35 <i>b</i> n = 13
	самцы 31,1 ± 0,36 <i>b</i> n = 11	31,2 ± 0,17 <i>b</i> n = 12	30,6 ± 0,32 <i>b</i> n = 14	31,0 ± 0,19 <i>b</i> n = 13
Доля самок, % ± SE	54.2 ± 10.2 <i>χ</i>	40.0 ± 11.0 <i>χ</i>	36.4 ± 10.3 <i>χ</i>	50.0 ± 9.81 <i>χ</i>
Масса тела имаго, мг ± SE	самки 66,3 ± 1,85 <i>de</i> n = 13	62,1 ± 2,29 <i>ef</i> n = 8	72,5 ± 4,32 <i>cd</i> n = 8	76,3 ± 2,85 <i>c</i> n = 13
	самцы 49,4 ± 0,92 <i>h</i> n = 11	47,4 ± 1,27 <i>h</i> n = 12	56,5 ± 1,36 <i>g</i> n = 14	58,5 ± 1,73 <i>fg</i> n = 13
Дней до 1-ой яйцекладки ± SE	11,1 ± 0,52 <i>j</i> n = 8	10,8 ± 0,77 <i>j</i> n = 8	11,4 ± 0,81 <i>j</i> n = 7	6,9 ± 0,61 <i>i</i> n = 13
Плодовитость, яиц ± SE	296 ± 23,7 <i>l</i> n = 8	205 ± 15,7 <i>m</i> n = 8	320 ± 32,5 <i>l</i> n = 7	536 ± 61,7 <i>k</i> n = 13
Объем 1-ой яйцекладки, яиц ± SE	14,5 ± 3,00 <i>m</i> n = 8	18,4 ± 2,71 <i>m</i> n = 8	12,3 ± 1,21 <i>m</i> n = 7	21,5 ± 3,42 <i>m</i> n = 13
Число яйцекладок ± SE	11,3 ± 0,75 <i>o</i> n = 8	8,8 ± 0,56 <i>p</i> n = 8	12,3 ± 0,73 <i>o</i> n = 7	16,7 ± 1,64 <i>n</i> n = 13
Объем средней кладки, яиц ± SE	26,3 ± 1,27 <i>r</i> n = 90	23,5 ± 1,38 <i>r</i> n = 70	26,0 ± 1,22 <i>r</i> n = 86	32,1 ± 0,97 <i>q</i> n = 217
Жизнеспособность яиц, % ± SE	80,0 ± 2,76 <i>s</i> n = 210	87,4 ± 3,27 <i>s</i> n = 103	84,0 ± 2,73 <i>s</i> n = 181	87,3 ± 3,18 <i>s</i> n = 110
Продолжительность жизни имаго, суток ± SE	самки 65,0 ± 2,47 <i>v</i> n = 8	59,5 ± 4,46 <i>v</i> n = 8	65,6 ± 4,62 <i>u</i> n = 7	78,8 ± 4,51 <i>tu</i> n = 13
	самцы 71,9 ± 4,27 <i>uv</i> n = 8	62,9 ± 5,93 <i>v</i> n = 8	68,4 ± 5,17 <i>u</i> n = 7	89,8 ± 5,43 <i>t</i> n = 13

Примечания: n – объем выборки; одинаковыми буквами обозначены достоверно не различающиеся значения отдельного показателя ( $p > 0,05$  по t-критерию Стьюдента)

Таблица 7. Средние значения показателей развития и репродуктивного потенциала подизуса при его кормлении живыми имаго зерновой моли 4-ех дневного возраста на поздних стадиях развития

Показатель	Начало кормления подизуса ситотрогой:			Только галлерия (контроль)
	4-й возраст нимф	5-й возраст нимф	только имаго	
Выживаемость нимф, % ± SE	91,7 ± 5,64 <i>a</i> n = 24	87,0 ± 7,02 <i>a</i> n = 23	100 – 3,70 <i>a</i> n = 26	100 – 3,70 <i>a</i> n = 26
Продолжительность развития нимф, суток ± SE	самки 31,2 ± 0,17 <i>b</i> n = 7	31,0 ± 0,51 <i>b</i> n = 6	30,7 ± 0,28 <i>b</i> n = 17	30,5 ± 0,35 <i>b</i> n = 13
	самцы 30,4 ± 0,28 <i>b</i> n = 16	30,7 ± 0,23 <i>b</i> n = 14	30,7 ± 0,28 <i>b</i> n = 9	31,0 ± 0,19 <i>b</i> n = 13
Доля самок, % ± SE	30.4 ± 9.59 <i>χ</i>	30.0 ± 10.2 <i>χ</i>	65.4 ± 9.33 <i>χ</i>	50.0 ± 9.81 <i>χ</i>
Масса тела имаго, мг ± SE	самки 62,1 ± 1,62 <i>d</i> n = 6	54,7 ± 2,58 <i>ef</i> n = 5	77,7 ± 2,66 <i>c</i> n = 17	76,3 ± 2,85 <i>c</i> n = 13
	самцы 50,1 ± 1,24 <i>fg</i> n = 16	46,7 ± 1,63 <i>g</i> n = 15	55,2 ± 2,45 <i>ef</i> n = 9	58,5 ± 1,73 <i>de</i> n = 13
Дней до 1-ой яйцекладки ± SE	13,2 ± 1,19 <i>j</i> n = 6	8,4 ± 2,48 <i>ij</i> n = 5	6,4 ± 0,89 <i>i</i> n = 10	6,9 ± 0,61 <i>i</i> n = 13
Общая плодовитость, яиц ± SE	141 ± 29,2 <i>l</i> n = 6	258 ± 70,0 <i>l</i> n = 5	443 ± 22,0 <i>k</i> n = 10	536 ± 61,7 <i>k</i> n = 13
Объем 1-ой яйцекладки, яиц ± SE	20,0 ± 3,66 <i>m</i> n = 6	22,0 ± 3,30 <i>m</i> n = 5	18,1 ± 2,11 <i>m</i> n = 10	21,5 ± 3,42 <i>m</i> n = 13
Число яйцекладок ± SE	6,7 ± 0,80 <i>o</i> n = 6	8,3 ± 2,25 <i>o</i> n = 5	13,9 ± 0,59 <i>n</i> n = 10	16,7 ± 1,64 <i>n</i> n = 13
Объем средней кладки, яиц ± SE	24,7 ± 1,99 <i>q</i> n = 40	31,2 ± 1,75 <i>p</i> n = 58	31,8 ± 1,43 <i>p</i> n = 139	32,1 ± 0,97 <i>p</i> n = 217
Жизнеспособность яиц, % ± SE	73,9 ± 4,58 <i>s</i> n = 92	84,1 ± 3,18 <i>r</i> n = 132	87,4 ± 2,57 <i>r</i> n = 167	87,3 ± 3,18 <i>r</i> n = 110
Продолжительность жизни имаго, суток ± SE	самки 43,8 ± 4,50 <i>w</i> n = 6	71,6 ± 4,77 <i>u</i> n = 5	73,9 ± 2,20 <i>u</i> n = 10	78,8 ± 4,51 <i>tu</i> n = 13
	самцы 49,0 ± 3,71 <i>vw</i> n = 6	66,0 ± 6,74 <i>uv</i> n = 5	74,3 ± 2,85 <i>u</i> n = 10	89,8 ± 5,43 <i>t</i> n = 13

Обозначения как в таблице 6.

Выкармливание нимф подизуса живыми бабочками ситотроги не влияет и на продолжительность их развития (табл. 6 и 7; рис. 20А; Приложение Б, рис. Б.2). Это является положительным фактом с точки зрения перспективности использования живых бабочек ситотроги при массовом разведении хищного клопа подизуса.

Объединение результатов двух последних опытных вариантов (кормление ситотрогой только на стадии имаго) с контролем дали более надежные

оценки продолжительности развития нимф подизуса при питании галлерией ( $30,6 \pm 0,19$  дня для самок и  $30,7 \pm 0,17$  дня для самцов).

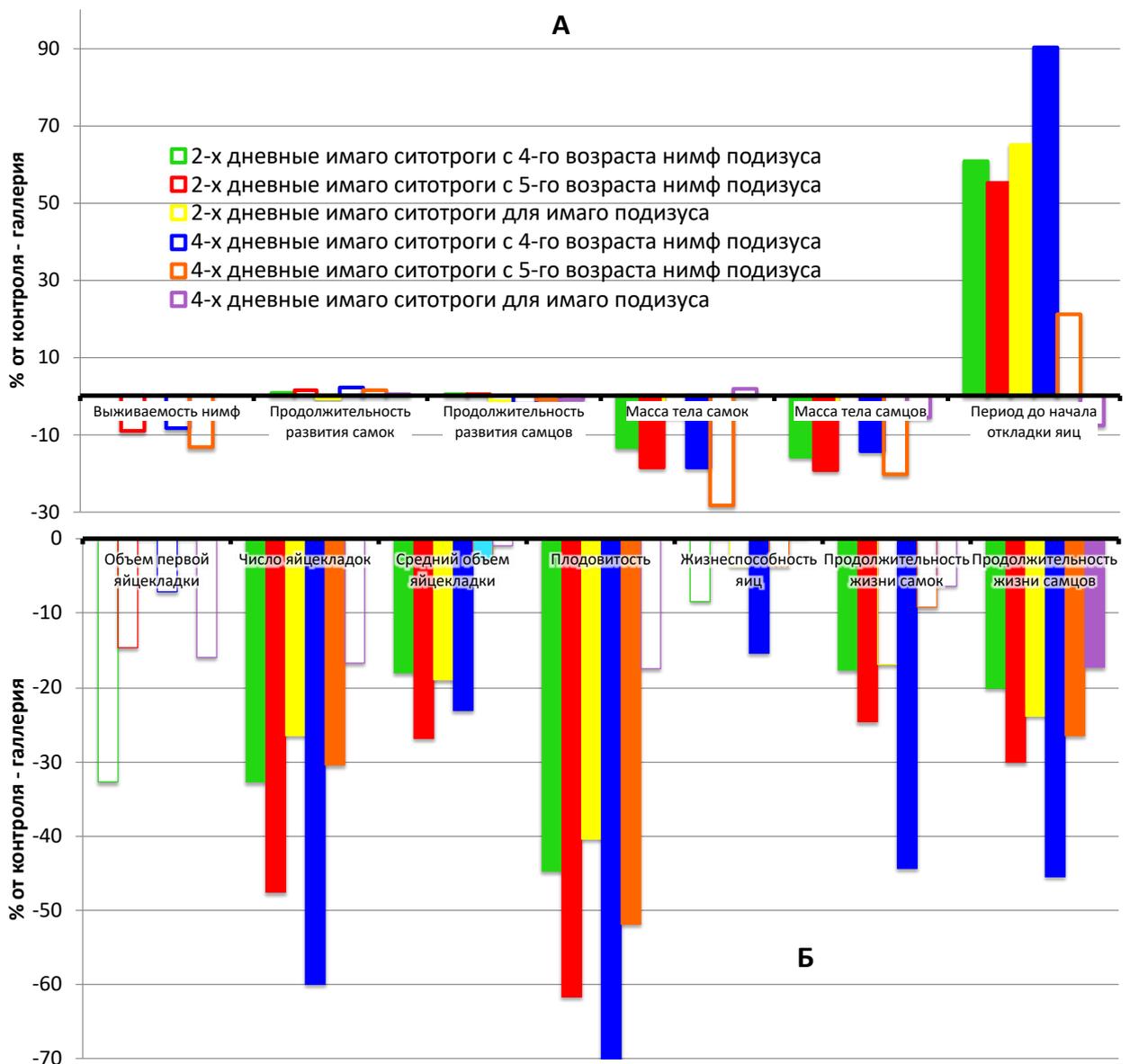


Рисунок 20. Изменение показателей развития и репродуктивного потенциала (% от контроля) подизуса при выкармливании нимф и кормлении имаго бабочками ситотроги (заливкой обозначено достоверное отличие от контроля,  $p < 0,05$  по t-критерию Стьюдента)

Полученные результаты показали, что кормления нимф подизуса бабочками ситотроги достоверно ( $p < 0.01$  и  $0.001$ ) уменьшает массу тела как молодых самок, так и самцов подизуса, но не сильно. Уменьшение массы тела у самок подизуса по сравнению с контролем при кормлении нимф двухдневными бабочками ситотроги начиная с 4-ого возраста составило 13.1%, а только с 5-ого возраста - 18,6% (различия не достоверны). У самцов, в соответствующих вариантах, масса тела уменьшился на 15.5% и 19.0% (табл. 6;

рис. 20А, Приложение Б, рис. Б.3). При кормлении нимф подизуса 4-ех дневными бабочками ситотроги начиная с 4-ого возраста уменьшения массы тела молодых имаго составили для самок 18.6% и 28.2% ( $p < 0.05$ ), а для самцов – 14.3% и 29.1%, соответственно (различия не достоверны).

Естественно, что в вариантах, где клопов до стадии окрыления на имаго кормили гусеницами галлерии и лишь затем начинали кормить бабочками ситотроги, масса тела молодых имаго от контроля не отличалась. Объединение этих вариантов с контролем дали более надежные оценки массы самок и самцов подизуса при питании его нимф гусеницами галлерии ( $76,3 \pm 1,86$  мг для самок и  $62,7 \pm 2,08$  мг для самцов) и очень высокую достоверность ( $p < 0.0001$ ) снижения этого показателя, при кормлении нимф подизуса последних возрастов бабочками ситотроги.

Известно, что масса тела только что окрылившихся самок клопов коррелирует с их потенциальной плодовитостью (поэтому этот признак и оценивают в подобного рода исследованиях), но эта связь проявляется не всегда.

Результаты оценки интервала времени от постановки окрылившихся хищных клопов на скрещивание до появления первой кладки яиц показали, что кормление подизуса бабочками ситотроги 4-х дневного возраста на стадии имаго и начиная с 5-го возраста нимф достоверно не влияет на продолжительность преовипозиционного периода хищных клопов (табл. 6; Приложение Б, рис. Б.4). Во всех остальных вариантах он достоверно увеличивается по сравнению с контролем ( $p < 0,001$ ). Увеличение составило 60.7%, 55.2% и 65.1 при использовании двухдневных бабочек ситотроги для кормления подизуса начиная с 4-ого, 5-ого возраста нимф или только имаго, соответственно. При использовании четырехдневных бабочек ситотроги для выкармливания нимф, начиная с 4-ого возраста увеличение преовипозиционного периода составило 90.2% (рис. 20А).

Этот факт должен быть уточнен и учтен при составлении временных регламентов технологии массового разведения хищного клопа.

Плодовитость взрослых клопов во всех опытных вариантах по отношению к контролю снижается (табл. 6 и 7; рис. 20; Приложение Б, рис. Б.5). В меньшей степени это касается использования бабочек ситотроги 4-х дневного возраста только для кормления имаго хищного клопа (снижение на 17.1% по сравнению с контролем не достоверно). В остальных случаях общая плодовитость снижается достоверно ( $p < 0,01$ ), особенно в вариантах где клопов кормили бабочками ситотроги 4-ех дневного возраста, начиная с 4-го возраста нимф, и бабочками 2-х дневного возраста, начиная с 5-го возраста нимф ( $p < 0,001$ ). При кормлении подизуса бабочками 2-ух дневного возраста начиная с 4-го или 5-ого возраста нимф или только имаго снижение плодовитости составило 55.3%, 38.4% и 59.7%, соответственно, а при кормлении 4-ех дневными бабочками начиная с 4-го и 5-ого возраста нимф – 26.3 и 48.2%, соответственно.

Чтобы выяснить причины наблюдаемых отличий между вариантами опытов по общей плодовитости мы оценили ряд дополнительных показателей репродуктивного потенциала хищных клопов, а именно объем первой яйцекладки (табл. 6 и 7, Приложение Б, рис. Б.6), среднее число всех яйцекладок (табл. 6 и 7, Приложение Б, рис. Б.7) и их объем (табл. 6 и 7, Приложение Б, рис. Б.8).

Как видно из результатов экспериментов, во всех опытных вариантах объем первой яйцекладки самок подизуса, при их кормлении бабочками ситотроги, выше, чем в контрольном варианте, но наблюдаемые различия между вариантами статистически не достоверны.

По показателю среднего числа яйцекладок, получаемых от самок подизуса, которых кормили бабочками ситотроги, наблюдаются абсолютно те же изменения, по сравнению с контролем, что и по показателю общей плодовитости. В варианте, с использованием бабочек ситотроги 4-х дневного возраста только для кормления имаго хищного клопа, достоверных отличий от контроля не наблюдается (снижение на 16.7%). В остальных случаях общая плодовитость снижается достоверно ( $p < 0,01$ ), особенно в вариантах где

клопов кормили бабочками ситотроги 4-х дневного возраста, начиная с 4-го возраста нимф, и бабочками 2-х дневного возраста, начиная с 5-го возраста нимф ( $p < 0,001$ ). Снижение числа яйцекладок при кормлении подизуса бабочками 2-ух дневного возраста начиная с 4-го, с 5-ого возраста нимф или только имаго составило 32.6%, 47.6% и 26.4%, соответственно, а при кормлении 4-ех дневными бабочками начиная с 4-го или 5-ого возраста нимф – 60.1 и 30.5%, соответственно. Следовательно, изменение плодовитости подизуса во многом определяется уровнем снижения числа яйцекладок, получаемых от пары хищных клопов.

Использование бабочек ситотроги 4-х дневного возраста для кормления имаго подизуса и выкармливания нимф и имаго, начиная с 5-го возраста, существенно не влияет на средний объем всех кладок яиц, получаемых от самок хищного клопа (табл. 6 и 7, Приложение Б, рис. Б.8). При всех остальных исследованных режимах кормления подизуса бабочками ситотроги средний объем яйцекладки снижается высоко достоверно ( $p < 0,001$ ). В частности, при использовании в качестве корма бабочек ситотроги 2-ух дневного возраста начиная с 4-го, с 5-ого возраста нимф или только для имаго подизуса снижение этого показателя составило 17.9%, 26.9% и 18.9%, соответственно, а при использовании бабочек ситотроги 4-ех дневного возраста начиная с 4-го возраста нимф – 23.1%. Так что общая плодовитость в этих вариантах снижается не только за счет числа яйцекладок, но и их объема.

С практической точки зрения это не страшно, т.к. самки ситотроги за 4 дня реализуют свой репродуктивный потенциал в большей степени, чем за 2 дня, и с большим основанием могут рассматриваться как отход при производстве яиц.

Использование живых бабочек ситотроги в качестве корма для нимф и имаго подизуса снижает и продолжительность жизни взрослых клопов, но в несколько меньшей степени, чем их плодовитость (табл. 6 и 7, Приложение Б, рис. Б.9). Достоверное снижение продолжительности жизни самок подизуса отмечено только для вариантов, где использовали 2-ух дневную ситотрогу,

начиная с 5-ого возраста нимф, на 24.5% ( $p < 0.01$ ), а также 2-ух и 4-ех дневную, начиная с 4-ого возраста нимф, на 17.6% и 44.4% ( $p < 0.05$  и  $p < 0,001$ ), соответственно.

Продолжительность жизни взрослых самцов достоверно снижалась по отношению к контролю во всех вариантах опытов. При использовании в качестве корма бабочек ситотроги 2-ух дневного возраста начиная с 4-го, с 5-ого возраста нимф или только для имаго подизуса снижение продолжительности жизни самцов составило 20.0% ( $p < 0.05$ ), 30.0% ( $p < 0.01$ ) и 23.8% ( $p < 0.01$ ), соответственно, а при использовании бабочек ситотроги 4-ех дневного возраста - 45.5% ( $p < 0.001$ ), 26.5% ( $p < 0.05$ ) и 17.3% ( $p < 0.05$ ), соответственно. Это, во многом, определено большей продолжительностью жизни контрольных самцов (в среднем 90 дней), наблюдавшихся в этой серии опытов, проведенной в летний период.

Кроме описанных выше показателей развития и репродуктивного потенциала хищного клопа подизуса при кормлении его нимф личинками разных видов двукрылых насекомых оценивали процент отрождения нимф из отложенных яиц (табл. 6 и 7, Приложение Б, рис. Б.10). Как видно из представленных результатов, жизнеспособность яиц подизуса высокая. Использование непривычного для хищного клопа корма – бабочек ситотроги, в большинстве случаев не влияет на уровень отрождения нимф подизуса. Лишь в одном случае (при выкармливании подизуса бабочками ситотроги 4-х дневного возраста, начиная с 4-го возраста нимф) отмечено достоверное снижение жизнеспособности яиц по сравнению с контролем на 15.3% ( $p < 0.05$ ).

Следует отметить, что снижение доли нежизнеспособных яиц в этом опытных варианте не велико и не будет иметь практического значения

При сравнении всех исследованных показателей развития и репродуктивного потенциала подизуса (рис. 20) видно, что при использовании живых бабочек ситотроги больше всего (примерно на 90 %, т.е. почти в 2 раза) увеличивается период до начала откладки яиц при выкармливании подизуса бабочками ситотроги 4-х дневного возраста, начиная с 4-го возраста нимф. В

этом же варианте на 60-70% снижается общая плодовитость самок подизуса, число получаемых от них яйцекладок. На величину этого же порядка увеличивается продолжительность преовипозиционного периода при использовании бабочек ситотроги 2-х дневного возраста (во всех опытных вариантах). На 40-50% снижается общая плодовитость самок подизуса при их выкармливании бабочками ситотроги 2-х дневного возраста, начиная с нимф 4-го и при кормлении имаго, а также число яйцекладок при выкармливании нимф, начиная с 5-го возраста. Все остальные показатели развития и репродуктивного потенциала хищного клопа изменяются на 30% и менее, или не изменяются вообще.

По результатам этой серии экспериментов в целом, можно заключить, что основными негативными эффектами использования бабочек ситотроги для выкармливания нимф подизуса на поздних стадиях развития и кормления взрослых клопов являются существенное возрастание продолжительности преовипозиционного периода и снижение плодовитости имаго. Проблемы связанные с отсрочкой начала откладки яиц в технологическом цикле массового разведения подизуса можно решить путем более ранней закладки имаго клопов в садки для получения яйцекладок или путем генетической адаптации подизуса к кормлению бабочками ситотроги, как и повысить плодовитость.

### 3.4. Злаковая тля и имаго зерновой моли

Эта серия экспериментов является следствием выводов и заключений, сделанных на основании испытания тлей и живых имаго ситотроги в качестве корма для подизуса (см. 3.2 и 3.3). По нашим наблюдениям и литературным данным (Овсянко, Ляшова, 1988; De Clercq et.al., 2003) полного цикла развития подизуса на тле получить не удастся. Использование живых имаго ситотроги для выкармливания нимф подизуса на ранних стадиях развития по ряду механических причин, в частности размерных, не желательно. Использование злаковой тли для выкармливания нимф подизуса на ранних стадиях развития и имаго ситотроги на остальных стадиях может стать весьма эффективной и экономически выгодной технологией массового разведения этого хищного клопа, позволяющей полностью отказаться от использования гусениц большой вошинной моли, или свести его к минимуму (для поддержания маточной культуры). Кроме того, некоторые авторы считают (Zanuncio et.al., 2001, 2011; De Clercq et.al., 2013), что использование разных видов жертв в рационе питания подизуса, как полифага, является лучшим вариантом, чем его разведение только на одном виде.

Использовали линию подизуса, которую на протяжении нескольких поколений адаптировали к разведению на злаковой тле до 3-его возраста включительно, а на остальных стадиях развития кормили гусеницами галлерии. В экспериментальных вариантах гусеницы галлерии были заменены на имаго ситотроги («тлево-ситотрожная» диета). Контрольным вариантом служили хищные клопы из лабораторной популяции, которых кормили только галлерией.

Было проведено 2 разновременные повторности в каждой из которых синхронно закладывали по 40-60 нимф 1-ого возраста на вариант. По большинству исследованных показателей развития и репродуктивного потенциала клопов различия между повторностями были небольшими, поэтому полученные данные были объединены (табл. 8).

Таблица 8. Средние значения показателей развития и репродукции подизуса при кормлении его нимф злаковой тлей до 3-его возраста и имаго ситотроги на остальных стадиях

Показатель		Злаковая тля и имаго ситотроги	Только галлерия (контроль)	Изменение, %
Выживаемость нимф, % $\pm$ SE		65.7 $\pm$ 4.70 <i>b</i> n = 102	96.3 $\pm$ 2.12 <i>a</i> n = 80	-27.9
Продолжительность развития нимф (1), суток $\pm$ SE	самки	36.8 $\pm$ 1.24 <i>f</i> n = 17	27.3 $\pm$ 0.52 <i>e</i> n = 18	+34.6
	самцы	38.5 $\pm$ 1.74 <i>f</i> n = 20	27.4 $\pm$ 0.48 <i>e</i> n = 25	+40.7
Продолжительность развития нимф (2), суток $\pm$ SE	самки	24.8 $\pm$ 0.37 <i>d</i> n = 19	20.7 $\pm$ 0.51 <i>c</i> n = 16	+20.3
	самцы	24.6 $\pm$ 0.55 <i>d</i> n = 13	19.9 $\pm$ 0.51 <i>c</i> n = 18	+23.4
Доля самок, % $\pm$ SE		52.2 $\pm$ 6.01 <i>χ</i>	44.2 $\pm$ 5.66 <i>χ</i>	+8.6
Масса тела имаго, мг $\pm$ SE	самки	60.9 $\pm$ 0.81 <i>h</i> n = 37	66.7 $\pm$ 0.86 <i>g</i> n = 34	-8,8
	самцы	46.8 $\pm$ 0.74 <i>j</i> n = 35	51.4 $\pm$ 0.74 <i>i</i> n = 43	-9,0
Дней до 1-ой яйцекладки $\pm$ SE		7.2 $\pm$ 0.35 <i>l</i> n = 21	6.9 $\pm$ 0.44 <i>l</i> n = 14	+4.3
Объем 1-ой яйцекладки, яиц $\pm$ SE		11.3 $\pm$ 0.96 <i>m</i> n = 21	13.1 $\pm$ 1.59 <i>m</i> n = 14	-13.7
Число яйцекладок $\pm$ SE		18.2 $\pm$ 0.69 <i>n</i> n = 21	18.9 $\pm$ 0.63 <i>n</i> n = 14	-3.5
Объем средней кладки, яиц $\pm$ SE		17.1 $\pm$ 0.40 <i>p</i> n = 382	21.8 $\pm$ 0.63 <i>o</i> n = 264	-21.7
Плодовитость, яиц $\pm$ SE		310 $\pm$ 8.9 <i>r</i> n = 21	411 $\pm$ 19.1 <i>q</i> n = 14	-24.5
Жизнеспособность яиц, % $\pm$ SE		85.9 $\pm$ 1.61 <i>t</i> n = 469	91.1 $\pm$ 1.50 <i>s</i> n = 360	-5.7
Продолжительность жизни имаго, суток $\pm$ SE	самки	44.9 $\pm$ 1.21 <i>uw</i> n = 21	48.1 $\pm$ 1.36 <i>vi</i> n = 14	-6.8
	самцы	43.3 $\pm$ 1.80 <i>w</i> n = 21	50.6 $\pm$ 1.77 <i>v</i> n = 14	-14.5

Примечания: n – объем выборки; одинаковыми буквами обозначены достоверно не различающиеся значения отдельного показателя ( $p > 0,05$  по t-критерию Стьюдента)

Исключение составила продолжительность развития самок и самцов на стадии нимф, по которой достоверные различия между повторностями наблюдали и в контрольных вариантах. Поэтому в таблице 8 результаты оценки продолжительности развития нимф приведены отдельно по повторностям. При

расчете показателей изменения продолжительности развития нимф относительно контроля различия между повторностями были уже не столь значительными, поэтому мы посчитали возможным их усреднить (рис. 21).

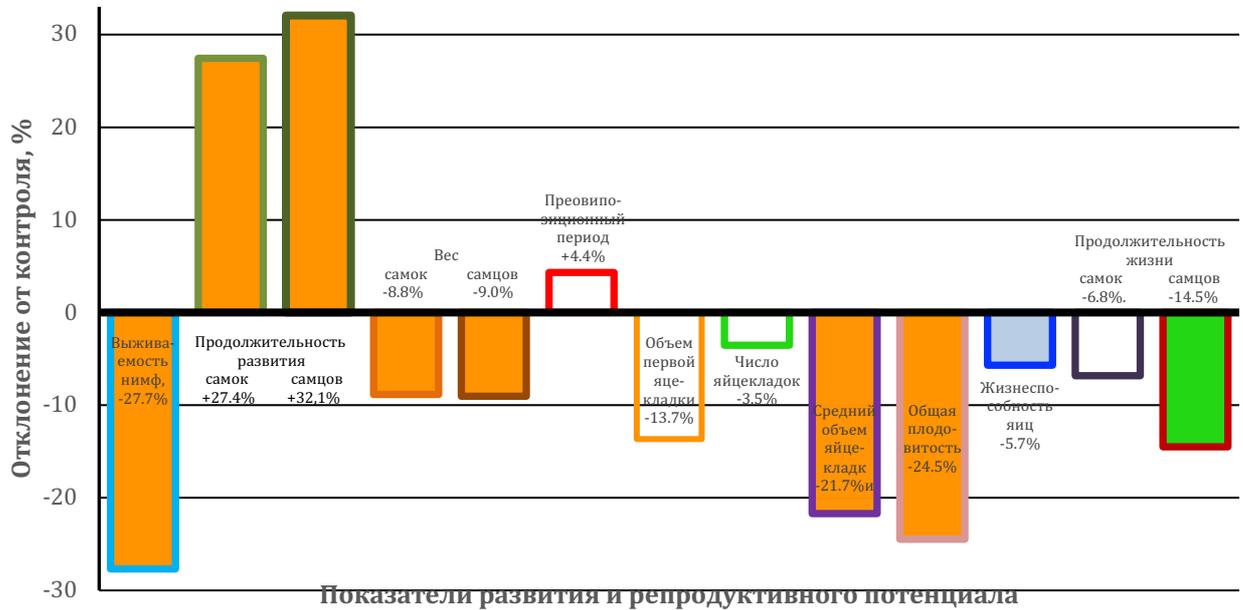


Рисунок 21. Изменения показателей развития и репродукции хищного клопа подизуса при кормлении его нимф злаковой тлей до 3-его возраста и имаго ситотроги на остальных стадиях относительно контроля (оранжевой заливкой обозначены значения отличающиеся от контроля с вероятностью  $> 0.999$ , зеленой -  $> 0.99$ , голубой -  $> 0.95$ ; при вероятности отличий  $< 0.95$  – без заливки)

Из представленных материалов видно, что выживаемость нимф подизуса высоко достоверно ( $p < 0,001$ ) снижается при использовании «тлево-ситотрожной» диеты в среднем на 27.9 %, что практически не отличается от суммарного (аддитивного) эффекта использования злаковой тли для выкармливания нимф подизуса до 3-его возраста и четырехдневных имаго ситотроги, начиная с 4-ого возраста, который по расчетам должен составить 28.3%.

При использовании «тлево-ситотрожной» диеты высоко достоверно ( $p < 0,001$ ) увеличивается продолжительность развития на нимфальной стадии как самок, так и самцов подизуса. Для самцов это увеличение составило 40.7% и 23.4%, в первой и второй повторностях, соответственно, а для самок 34.6% и 20.3%. Для второй повторности это примерно соответствует аддитивному эффекту «тлевой» и «ситотрожной» диет, который должен составить 25.5% для самок и 18.4% для самцов, но сильно отличается для первой повторности.

Вероятно пониженные температуры во время проведения первой повторности усугубило негативное влияние непривычной для подизуса «тлево-ситотрожной» диеты на продолжительность развития его нимф.

При «тлево-ситотрожной» диете высоко достоверно ( $p < 0,001$ ) снижается и масса тела недавно окрылившихся клопов, но не сильно – на 8.8% и 9.0% для самок и самцов, соответственно. При этом ожидаемый аддитивный эффект должен был составить минус 28.3% для самок и минус 23.8% для самцов. Наблюдаемая разница между ожидаемыми и фактическими значениями в этом случае является положительным фактом.

Несомненно положительным фактом является отсутствие достоверного ( $p > 0.05$ ) влияния «тлево-ситотрожной» диеты на преовипозиционный период выкармливаемых ею хищных клопов (увеличение всего на 4.4% не достоверно). В тоже время в экспериментах по выкармливанию ним подизуса до 3-его возраста злаковой тлей (затем гусеницы галлерии) этот период сократился на 18.4% ( $0.1 > p > 0.05$ ), а при выкармливании галлерией до 3-его возраста и далее бабочками ситотроги высоко достоверно ( $p < 0,001$ ) увеличился (на 90.2%), поэтому при ожидаемом аддитивном эффекте преовипозиционный период должен был увеличиться на 55.2 %.

Высоко достоверное ( $p < 0,001$ ) снижение плодовитости (на 24.5%) при использовании «тлево-ситотрожной» диеты примерно в 3 раза меньше, чем ожидалось при аддитивном эффекте (75.5%), что также является положительным эффектом.

Снижение общей плодовитости в основном определяется высоко достоверным ( $p < 0,001$ ) снижением среднего объема яйцекладок (на 21.7%), что немного больше ожидаемого при аддитивном эффекте (снижение на 15.6%) при том, что при «тлевой» диете этот показатель достоверно ( $p < 0.05$ ) увеличивается по сравнению с контролем, а при «ситотрожной» высоко достоверно ( $p < 0,001$ ) снижается (на 23.4%). При этом, объем первой яйцекладки уменьшается на 13.7%, но это отличие от контроля не достоверно ( $p > 0.05$ ), как не

достоверно увеличение этого показателя при «тлевой» и снижение при «ситотрожной» диетах.

Среднее число откладываемых одной самкой подизуса яйцекладок при «тлево-ситотрожной» диете достоверно не меняется (снижение только на 3.5%), хотя при «тлевой» диете оно снижается на 19.9% (не достоверно,  $p > 0.05$ ), а при ситотрожной на 60.1% (высоко достоверно,  $p < 0,001$ ). Поэтому при аддитивном эффекте следовало ожидать достоверного снижения среднего числа яйцекладок на 68.0%, чего не происходит и может рассматриваться как положительный факт.

Использование «тлево-ситотрожной» диеты для выкармливания подизуса немного снижает продолжительность жизни имаго этих хищных клопов. Для самок снижение составляет 6.8% и не достоверно ( $p > 0.05$ ), а для самцов – 14.5% (достоверно,  $p < 0,01$ ). При этом ожидаемое снижение продолжительности жизни при аддитивном эффекте «тлевой» и «ситотрожной» диет должно было быть достоверным и составлять примерно 49% для обоих полов. Проявление явно положительного влияния двухкомпонентной диеты на продолжительность жизни имаго подизуса, как и ряда других отмеченных выше показателей развития и репродуктивного потенциала, может быть следствием либо селекционного процесса адаптации использованной линии подизуса на приспособленность к питанию злаковой тлей, либо отбора более жизнеспособных особей в период развития нимф.

Жизнеспособность яиц, откладываемых самками подизуса при «тлево-ситотрожной», как и во всех предыдущих вариантах необычных диет, снижается достоверно ( $p < 0,05$ ), но не сильно (всего на 5.7%), скорее всего за счет откладки большего числа неоплодотворенных яиц. Практического значения такие отклонения по этому показателю не имеют. При аддитивном эффекте «тлевой» и «ситотрожной» диет следовало ожидать снижения жизнеспособности яиц на 19.5%, что не наблюдается и является положительным фактом.

Оценивая результаты этой серии экспериментов в целом, можно отметить, что мы нашли приемлемый вариант разведения хищного клопа подизуса

на живом корме без использования гусениц большой вощинной моли. Это кормление его нимф злаковой тлей до 3-его возраста включительно, а дальнейшее содержание на имаго ситотроги. При таком использовании тлей и имаго ситотроги выживаемость нимф снижается на 26-28 %, жизнеспособность яиц на 6%, а продолжительности развития нимф увеличивается на 20-25%.

Снижение плодовитости самок на 22-26%, как и жизнеспособности яиц, имеет гораздо меньшее практическое значение, т.к. основные затраты при массовом разведении подизуса приходятся на выкармливание нимф и кормление взрослых клопов. Показатели выживаемости и продолжительности развития нимф хищных клопов можно улучшить путем адаптации подизуса к двукомпонентной диете селекционно-генетическим методом.

Важно, что преовипозиционный период молодых клопов при выкармливании на «тлево-ситотрожной» диете существенно не меняются.

### 3.5. Сравнение вариантов диет для массового разведения *Podisus maculiventris*

*P. maculiventris* является широким полифагом, что, в частности, подтверждают и результаты наших исследований, представленные в данной главе. Поэтому, в принципе, его можно использовать методом сезонной колонизации для биологической борьбы с многими вредителями растений. Целесообразность этого во многом будет определяться соотношением стоимости получаемой дополнительной продукции или защищаемых объектов и использованных средств защиты, в данном случае – стоимостью необходимого количества энтомофагов. Последнее, во многом, определяется затратами на разведение, в данном случае, хищного клопа подизуса.

Достаточно полная экономическая оценка стоимости подизуса, как и любого другого энтомофага, может быть проведена только в условиях его массового производства на биофабриках или других предприятиях, занимающихся его производством, т.к. требует учета стоимости корма, затрат труда, стоимости эксплуатации помещений, затрачиваемой энергии и т.п. Поэтому, на этапе лабораторного разведения возможна лишь предварительная экономическая оценка, предполагающая ряд допущений (Wittmeyer, Coudron, 2001).

Существенным элементом, определяющим стоимость производства хищных энтомофагов, в частности подизуса, являются затраты на разведение или приобретение корма (Гусев и др., 1989). С другой стороны, как показано выше, использование разных видов насекомых в качестве корма для подизуса, по разному влияет на показатели развития и репродуктивного потенциала хищного клопа, что также влияет на экономику его производства.

Коэффициенты размножения подизуса и их изменения относительно контролей для каждого исследованного варианта диет представлены в таблице 9. Для сравнения мы добавили личинок зоофобаса - *Zophobas morio* Fabr., а также личинок и куколок большого мучного хрущака – *T. molitor*, как наиболее простых в содержании кормовых насекомых, воспользовавшись данными М.В. Нефедовой (2018).

Таблица 9. Коэффициенты размножения подизуса и их изменения при его выкармливании на разных диетах

№ варианта	Вариант диеты	Коэффициент размножения ± SE	
		значение	изменение, %
1	Только гусеницы галлерии (контроль)	209 ± 17.7 <i>abc</i>	-
2	Личинки черной львинки весь цикл	9 ± 2.9 <i>o</i>	-95.5 ± 30.0 <i>u-z</i>
3	Личинки черной львинки только для нимф, далее гусеницы галлерии	61 ± 12.7 <i>kl</i>	-70.7 ± 15.9 <i>u-z</i>
4	Личинки зеленой падальной мухи весь цикл	90 ± 11.6 <i>g-k</i>	-56.8 ± 8.73 <i>uvwxy</i>
5	Личинки зеленой падальной мухи только для нимф, далее гусеницы галлерии	113 ± 13.5 <i>efgh</i>	-45.9 ± 6.69 <i>uv</i>
6	Личинки звонца обыкновенного весь цикл	15 ± 3.1 <i>o</i>	-92.7 ± 20.4 <i>wxyz</i>
7	Личинки звонца обыкновенного только для нимф, далее гусеницы галлерии	93 ± 13.7 <i>f-k</i>	-55.4 ± 9.41 <i>uvwxy</i>
8	Только гусеницы галлерии (контроль)	234 ± 14.8 <i>a</i>	-
9	двухдневные имаго ситотроги начиная с 4-го возраста нимф, до этого гусеницы галлерии	119 ± 5.7 <i>ef</i>	-49.3 ± 3.91 <i>u</i>
10	двухдневные имаго ситотроги начиная с 5-го возраста нимф, до этого гусеницы галлерии	82 ± 4.4 <i>jk</i>	-65.1 ± 5.43 <i>uvwxy</i>
11	двухдневные имаго ситотроги начиная с молодых имаго, до этого гусеницы галлерии	134 ± 7.7 <i>de</i>	-42.6 ± 3.64 <i>u</i>
12	четырёхдневные имаго ситотроги начиная с 4-го возраста нимф, до этого гусеницы галлерии	48 ± 5.4 <i>l</i>	-79.6 ± 10.3 <i>xyz</i>
13	четырёхдневными имаго ситотроги начиная с 5-го возраста нимф, до этого гусеницы галлерии	94 ± 13.5 <i>f-k</i>	-59.6 ± 9.30 <i>u-z</i>
14	четырёхдневные имаго ситотроги начиная с молодых имаго, до этого гусеницы галлерии	193 ± 6.6 <i>bc</i>	-17.3 ± 1.24 <i>s</i>
15	Только гусеницы галлерии (контроль)	212 ± 11.1 <i>ab</i>	-
16	Злаковая тля до 3-его возраста нимф, далее гусеницы галлерии	149 ± 6.8 <i>d</i>	-29.9 ± 2.09 <i>t</i>
17	Виковая тля до 3-его возраста нимф, далее гусеницы галлерии	29 ± 3.7 <i>n</i>	-86.3 ± 11.9 <i>z</i>
18	Персиковая тля до 3-его возраста нимф, далее гусеницы галлерии	80 ± 5.2 <i>jk</i>	-62.4 ± 5.21 <i>vwxyz</i>
19	Только гусеницы галлерии (контроль)	207 ± 9.1 <i>ab</i>	-
20	Злаковая тля до 4-ого возраста нимф, далее гусеницы галлерии	43 ± 4.8 <i>lm</i>	-79.2 ± 9.52 <i>xyz</i>
21	Виковая тля до 4-ого возраста нимф, далее гусеницы галлерии	12 ± 2.2 <i>o</i>	-94.1 ± 17.3 <i>yz</i>
22	Персиковая тля до 4-ого возраста нимф, далее гусеницы галлерии	32 ± 3.6 <i>mn</i>	-84.3 ± 10.0 <i>z</i>
23	Только гусеницы галлерии (контроль)	180 ± 4.9 <i>c</i>	-
24	Злаковая тля до 3-его возраста нимф, далее четырёхдневные имаго ситотроги	88 ± 3.5 <i>hk</i>	-51.4 ± 2.47 <i>uv</i>
25	Только гусеницы галлерии (контроль)	128 ± 6.8 <i>e</i>	-
26	Злаковая тля до 3-его возраста нимф, далее гусеницы галлерии. *Селектированная линия	93 ± 3.8 <i>hij</i>	-27.4 ± 1.84 <i>t</i>
27	**Только гусеницы галлерии (контроль)	85 ± 4.7 <i>hijk</i>	-
28	**Зоофобас	112 ± 8.8 <i>efg</i>	30.9 ± 2.97 <i>q</i>
29	**Большой мучной хрущак (личинки)	78 ± 7.9 <i>ijk</i>	-9.07 ± 1.05 <i>r</i>
30	**Большой мучной хрущак (куколки)	122 ± 10.7 <i>ef</i>	42.6 ± 4.41 <i>p</i>

Обозначения как в таблице 1. \* - линия подизуса, селектированная на приспособленность к питанию злаковой тлей на ранних стадиях развития (см. параграф 4.2); \*\* - по данным Нефедовой М.В. (2018).

Из таблицы 9 видно, что при использовании в качестве корма гусениц галлерии, принятого в нашей работе за эталон (контроль), КР варьирует в отдельных сериях опытов от 128 до 234, а в работе М.В. Нефедовой (2018) он

был даже 85, что достоверно ниже, в основном, из-за низкой продолжительности жизни имаго (всего 33 дня). Поэтому, расчет КУ проводили относительно соответствующего контроля в каждой серии опытов отдельно.

Из таблицы 9 и рисунка 22 видно, что по показателю размножения лучшими являются варианты разведения подизуса на куколках большого мучного хрущака и личинках зоофобаса (варианты 30 и 28, соответственно), когда КР достоверно выше, чем в контроле (гусеницы галлерии). Вполне приемлемыми вариантами являются разведение на личинках большого мучного хрущака (вариант 29; нет достоверного отличия от контроля) и варианты с выкармливанием нимф подизуса гусеницами галлерии, а имаго четырехдневными бабочками зерновой моли (вариант 14), а также с выкармливанием нимф злаковой тлей до 3-его возраста, а далее гусеницами галлерии (варианты 16 и 26; снижение небольшое).

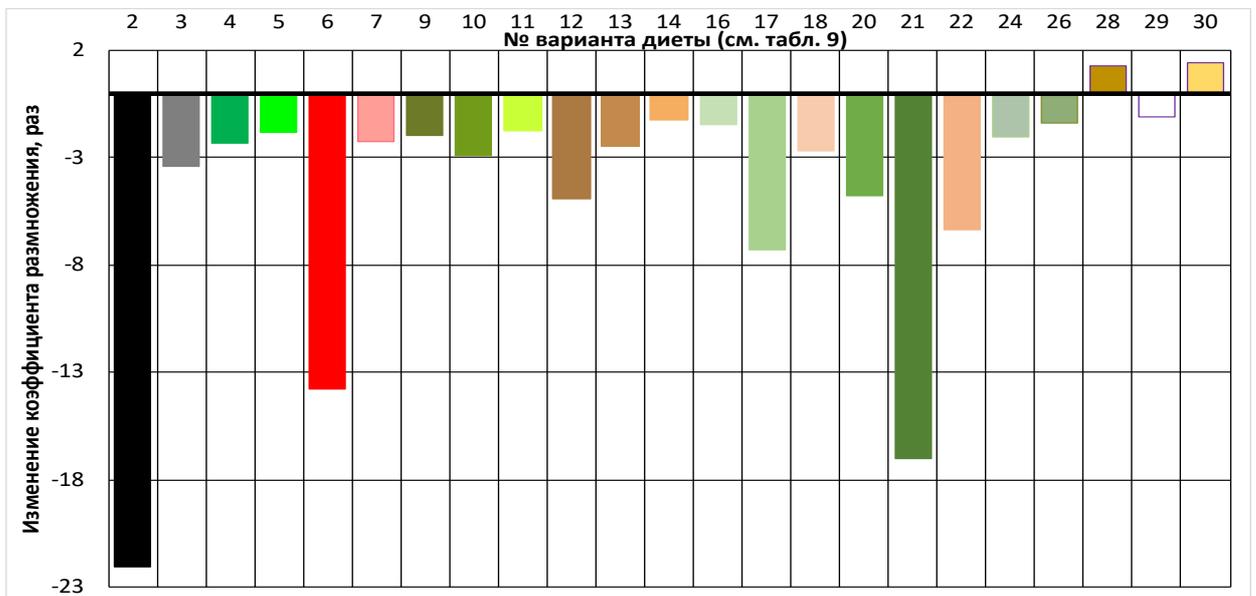


Рисунок 22. Изменения коэффициента размножения подизуса относительно контроля (гусеницы галлерии) при использовании разных диет для выкармливания его нимф и имаго (заливкой обозначены варианты достоверно отличающиеся от контроля)

Практически не приемлемым представляется использование личинок черной львинки (вариант 2) и звонца обыкновенного (варианты 6) на протяжении всего цикла развития подизуса, а также кормление нимф виковой тлей даже до 3-его возраста (далее гусеницы галлерии; вариант 21), когда объем исходного материала приходится увеличивать в 14-22 раза, чтобы получить такое же

количество потомков, как при разведении на гусеницах галлерии. Мало приемлемыми представляются варианты 3, 12, 17, 20 и 22 (табл. 9), когда объем исходного материала приходится увеличивать в 3-7 раза, чтобы получить такое же количество потомков, как при разведении на гусеницах галлерии.

При использовании всех остальных вариантов диет объем исходного материала приходится увеличивать менее, чем в 3 раза (чаще 1.5-2 раза; табл. 9), и, при необходимости, их можно использовать.

Однако, для использования подизуса в биологической защите растений большее значение будет иметь не объем исходного материала для массового разведения, а стоимость конечного продукта, которая, во многом, будет определяться затратами на его выкармливание, в частности, стоимостью корма.

Для оценки экономических показателей мы собрали информацию о стоимости большинства использованных и проанализированных видов жертв на рынке Российской Федерации (табл. 10).

Таблица 10. Стоимость насекомых, используемых для выкармливания *Podisus maculiventris*, на рынке России

Вид корма	Стоимость	Ссылка на сайт
Гусеницы <i>G. mellonella</i>	500 шт. (~100 г)/ 1500 руб.	<a href="https://planetexotic.ru/kaltsiy-preparaty-uborka/kormovye-naseko/459/">https://planetexotic.ru/kaltsiy-preparaty-uborka/kormovye-naseko/459/</a> (25.11.2019)
Опарыш живой свежий	50 г/50 руб.	<a href="https://www.avito.ru/sankt-peterburg/ohota_i_rybalka/oparysh_1542466598">https://www.avito.ru/sankt-peterburg/ohota_i_rybalka/oparysh_1542466598</a> (25.11.2019)
Личинки черной львинки	100 г/100 руб.	<a href="https://www.avito.ru/sankt-peterburg/ovary_dlya_zhivotnyh/lichinki_muhi_chernaya_lvinka_824374941">https://www.avito.ru/sankt-peterburg/ovary_dlya_zhivotnyh/lichinki_muhi_chernaya_lvinka_824374941</a> (25.11.2019)
Мотыль крупный	100 г/80 руб.	<a href="https://sankt-peterburg.doski.ru/prodam-motyl-oparysh-cherv-dostavka-po-s-peterburgu-besplatnaya-msg589416.htm">https://sankt-peterburg.doski.ru/prodam-motyl-oparysh-cherv-dostavka-po-s-peterburgu-besplatnaya-msg589416.htm</a> (25.11.2019)
Мучной хрущак (личинки)	100 г/250 руб.	<a href="https://youla.ru/fryazino/zhivotnye/ovary/muchnoi-khrushchak-5b76b46f5eaa9edaf75b842d">https://youla.ru/fryazino/zhivotnye/ovary/muchnoi-khrushchak-5b76b46f5eaa9edaf75b842d</a> (22.01.2020)
Мучной хрущак (куколки)	1 шт./3руб. 100 г/2400 руб.	
Зоофобас	100 г/310 руб	<a href="https://exomenu.ru/zofobas-100-sht/">https://exomenu.ru/zofobas-100-sht/</a> (22.01.2020)

Сделали ряд допущений. Так, трудовые затраты, затраты на энергию, эксплуатацию помещений и оборудования и т.п., считали одинаковыми при использовании всех исследованных вариантов диет, но отдельно обсуждаются возможные изменения затрат на разведение подизуса при изменении продолжительности развития нимф и преовипозиционного периода, т.к. их

количественное выражение сильно зависит от конкретных условий производства (стоимости энергии, оплаты труда, механизации и т.п.).

Стоимость бабочек ситотроги приняли равной нулю, т.к. они являются отходом при производстве трихограммы. После откладки яиц их выбрасывают. В отношении тлей найти данные о их продаже (стоимости) на территории Российской Федерации в литературе или интернет источниках не удалось. Поэтому, расчет стоимости злаковой тли проводили на основе стоимости ковра пророщенной пшеницы, а для видов, разводимых на проростках бобов (виковая и персиковая тли) – на основе стоимости гороховой тли, продающейся в США (Приложение Д).

Показатель продолжительности жизни имаго для расчетов брали по самкам, т.к. после гибели самок, нет смысла продолжать кормить самцов.

При разведении подизуса на гусеницах галлерии в одинаковых температурных условиях, продолжительность развития нимф 1-го – 5-ого возрастов занимает примерно одинаковые промежутки времени. Мы предположили, что изменение этого показателя, из-за замены корма, равномерно распределяется по всем возрастам. Для расчетов стоимости разведения (СР) брали показатель средней продолжительности развития нимф того пола, у которого он оказывался больше.

Как видно из таблицы 11 и рисунка 23 учет стоимости выкармливания подизуса сильно изменил преимущества и недостатки отдельных диет, по сравнению с оценками, сделанными на основе коэффициентов размножения. Так, куколки большого мучного хрущака (лучшие по КР) перешли в разряд мало приемлемых, т.к. их стоимость более, чем в 10 раз превышает стоимость личинок этого же вида и в 1.6 раза стоимость гусениц галлерии (табл. 11). Из трех видов корма, взятых для сравнения из работы М.В. Нефедовой (2018), наиболее выгодным оказалось использование личинок большого мучного хрущака (рис. 23, вариант 29). По сравнению с использованием гусениц галлерии, затраты на выкармливание снижаются в 5.6 раза. К тому же, могут снизиться и затраты на уход за нимфами (рис. 24).

Среди исследованных нами вариантов диет в разряд мало приемлемых попадают все варианты, где используются гусеницы галлерии, но после других жертв. Это варианты 3, 5 и 7, с кормлением имаго подизуса галлерией, и выкармливанием нимф личинками черной львинки, зеленой падальной мухи и звонца обыкновенного, соответственно. При этих диетах затраты на выкармливание клопов должны еще увеличиться за счет более продолжительного ухода за нимфами, но в отношении личинок черной львинки частично сократятся, в следствие достоверного уменьшения преовипозиционного периода (рис. 25).

Таблица 11. Затраты на корм при размножении подизуса на разных диетах

Вариант диеты	СР, руб.	КУ, раз	Стоимость корма (руб.) для получения:	
			потомства от 1-ой пары*	1-ой нимфы**
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Только гусеницы галлерии (контроль)	1177,75	-	1177,75	5,63
Личинки черной львинки весь цикл	43,36	22,09	957,59	4,58
Личинки черной львинки только для нимф, далее гусеницы галлерии	569,11	3,42	1945,24	9,31
Личинки зеленой падальной мухи весь цикл	44,38	2,31	102,62	0,49
Личинки зеленой падальной мухи только для нимф, далее гусеницы галлерии	760,88	1,85	1405,18	6,72
Личинки звонца обыкновенного весь цикл	38,17	13,76	525,27	2,51
Личинки звонца обыкновенного только для нимф, далее гусеницы галлерии	710,62	2,24	1594,06	7,63
Только гусеницы галлерии (контроль)	1368,69	-	1368,69	5,85
двухдневные имаго ситотроги начиная с 4-го возраста нимф, до этого гусеницы галлерии	93,41	1,97	184,26	0,79
двухдневные имаго ситотроги начиная с 5-го возраста нимф, до этого гусеницы галлерии	127,50	2,87	365,54	1,56
двухдневные имаго ситотроги начиная с молодых имаго, до этого гусеницы галлерии	183,64	1,74	319,77	1,37
четырёхдневные имаго ситотроги начиная с 4-го возраста нимф, до этого гусеницы галлерии	85,71	4,89	419,19	1,79
четырёхдневные имаго ситотроги начиная с 5-го возраста нимф, до этого гусеницы галлерии	121,30	2,48	300,40	1,28
четырёхдневные имаго ситотроги начиная с молодых имаго, до этого гусеницы галлерии	184,33	1,21	222,86	0,95
Только гусеницы галлерии (контроль)	1055,88	-	1055,88	4,98
Злаковая тля до 3-его возраста нимф, далее гусеницы галлерии	2796,44	1,43	1959,74	13,18
Виковая тля до 3-его возраста нимф, далее гусеницы галлерии	6548,18	7,30	897,52	30,86
Персиковая тля до 3-его возраста нимф, далее гусеницы галлерии	3259,94	2,66	1227,02	15,36
Только гусеницы галлерии (контроль)	1024,64	-	1024,64	4,96
Злаковая тля до 4-ого возраста нимф, далее гусеницы галлерии	950,74	4,8	4568,31	22,12
Виковая тля до 4-ого возраста нимф, далее гусеницы галлерии	602,37	17,0	10242,58	49,58
Персиковая тля до 4-ого возраста нимф, далее гусеницы галлерии	930,28	6,4	5931,84	28,72
Только гусеницы галлерии (контроль)	841,43	-	841,43	4,67
Злаковая тля до 3-его возраста нимф, далее четырёхдневные имаго ситотроги	722,04	2,06	1485,41	8,25

Таблица 11 (окончание)

<i>I</i>	2	3	4	5
Только гусеницы галлерии (контроль)	782,43	-	782,43	6,13
Злаковая тля до 3-его возраста нимф, далее гусеницы галлерии. Селектированная линия	1303,95	1,38	1795,42	14,08
***Только гусеницы галлерии (контроль)	589,06	-	589,06	6,89
***Зоофобас (личинки)	580,68	0,76	443,60	5,19
***Большой мучной хрущак (личинки)	95,35	1,10	104,87	1,23
***Большой мучной хрущак (куколки)	1019,71	0,70	715,02	8,37

Обозначения: СР - стоимость выкармливания одной пары клопов и их содержания на протяжении всей жизни; КУ – коэффициент увеличения (изменения) численности исходно взятых нимф 1-ого возраста для получения потомков, в объеме контрольного уровня; \* в контроле (для остальных вариантов с учетом КУ); \*\* - 1-ого возраста следующего поколения; \*\*\* - по данным Нефедовой М.В. (2018).

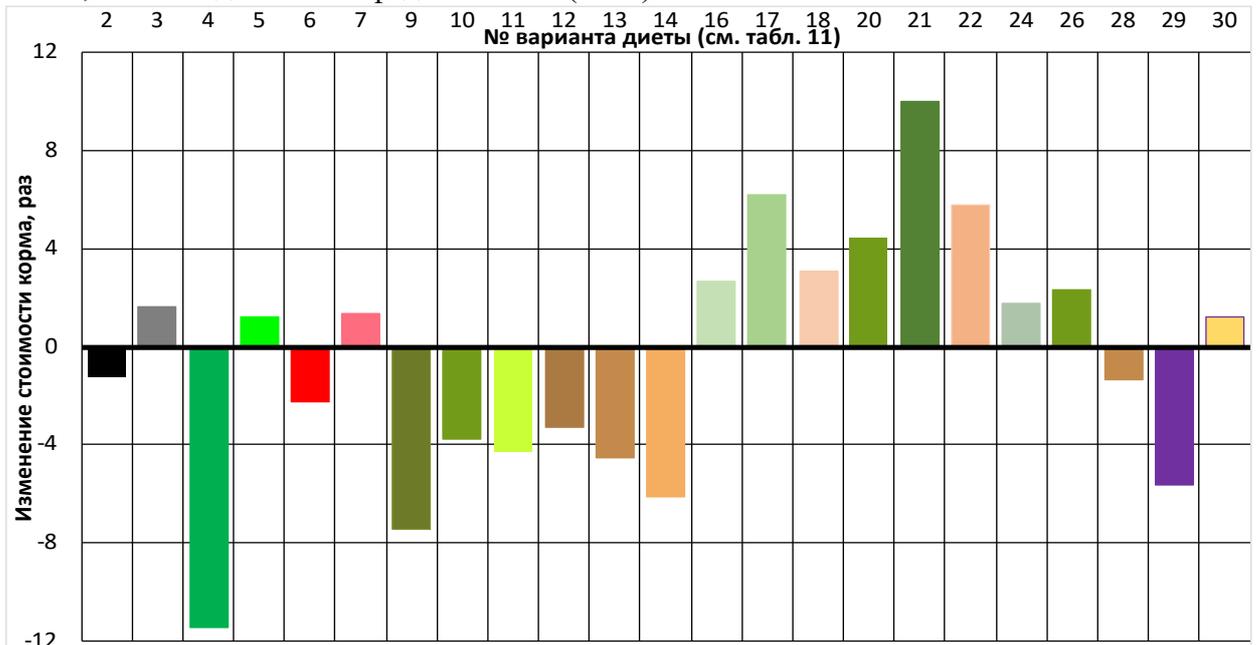


Рисунок 23. Изменения стоимости выкармливания нимф и имаго подизуса на разных диетах относительно контроля (гусеницы галлерии)

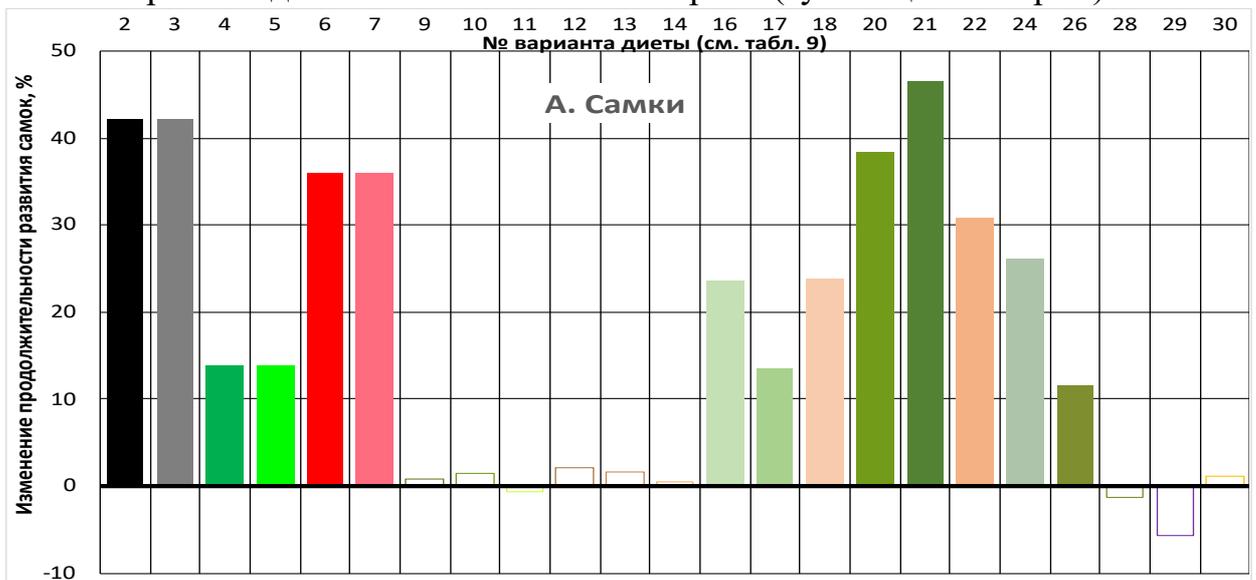


Рисунок 24. Изменения продолжительности развития самок (А) и самцов (Б) подизуса при выкармливании на разном корме, относительно кормления только гусеницами галлерии (заливкой обозначены достоверные изменения)

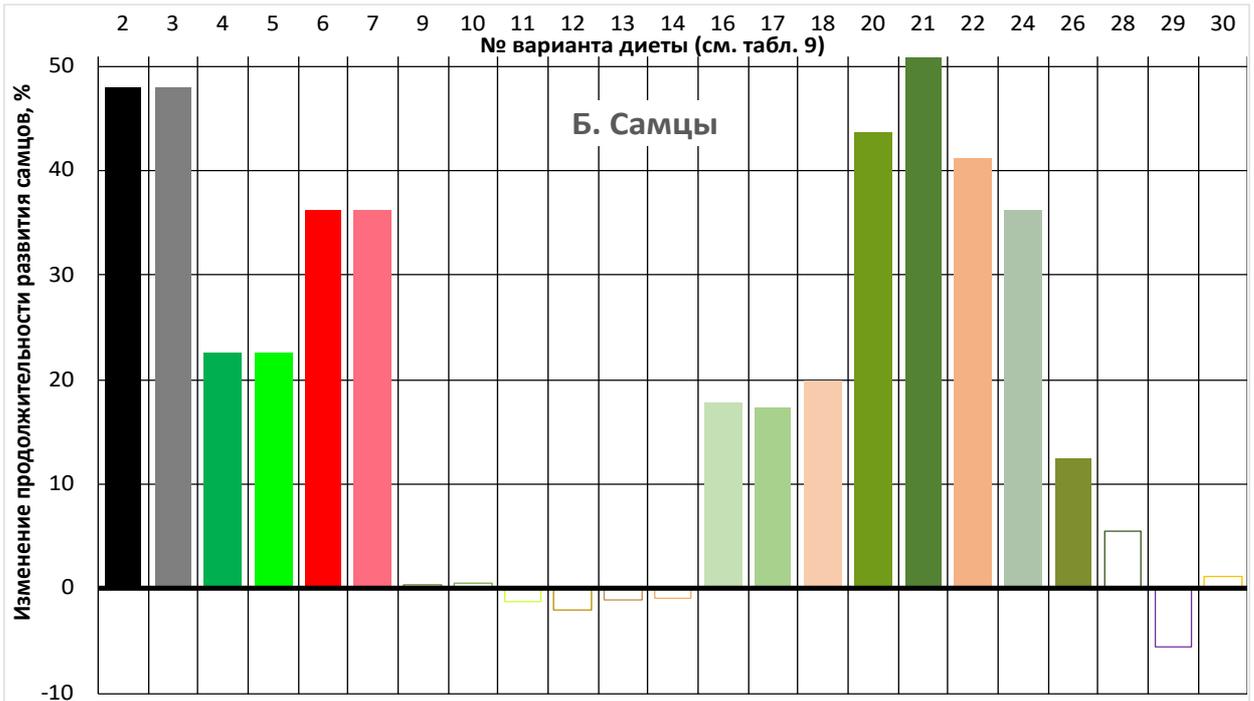


Рисунок 24 (окончание)

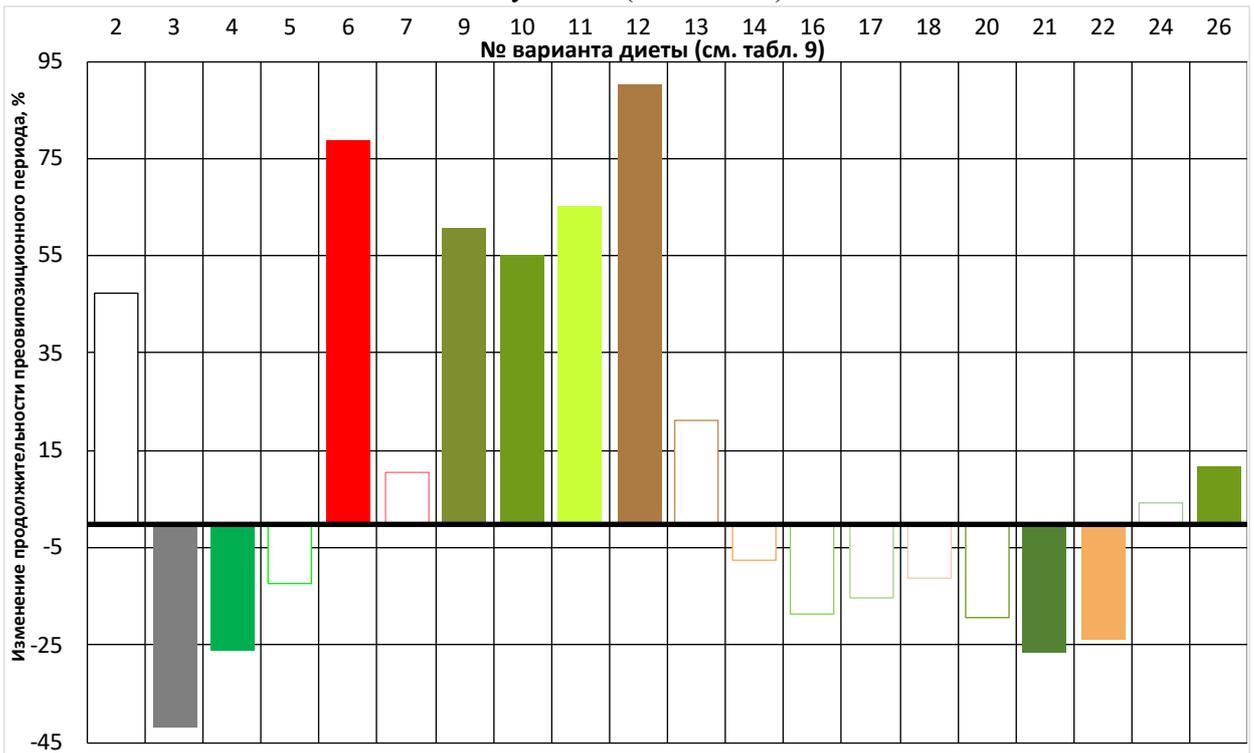


Рисунок 25. Изменения преовипозиционного периода имаго подизуса при выкармливании на разном корме, относительно кормления только гусеницами галлерии (заливкой обозначены достоверные изменения)

К мало приемлемым также относятся все варианты (16-26), с использованием тлей, в частности, для выкармливания адаптированной к ним линии (вариант 26) и в сочетании с ситотрогой (вариант 24). К тому же должны появиться дополнительные затраты на уход за нимфами (рис. 24), которые частично,

может быть, будут компенсироваться сокращением затрат на содержание имаго до начала яйцекладки (рис. 25).

Несмотря на снижение КР в 2.3 раза, в число предпочтительных, с экономической точки зрения, попадает вариант 4, с выкармливанием подизуса личинками зеленой падальной мухи на протяжении всего цикла развития. При этом затраты на корм для нимф и имаго подизуса снижаются почти в 12 раз, что определяется гораздо более низкой (в 15 раз; табл. 10) его стоимостью. Это заключение соответствует оценкам экономики разведения подизуса, сделанными Г.В. Гусевым с соавторами (1989) в конце 80-х годов прошлого века в СССР при использовании личинок комнатной (*Musca domestica* L.) и весенней мясной (*Protophormia terraenovae* R.-D.) мух. Правда, в этом варианте затраты на выкармливание клопов несколько повысятся из-за увеличения продолжительности ухода за нимфами (рис. 24), что будет примерно на половину компенсировано достоверным сокращением преовипозиционного периода (рис. 25).

Те же причины (в 15-20 раз более низкая стоимость по сравнению с гусеницами галлерии) переводит разведение подизуса по полному циклу на личинках черной львинки и звонца обыкновенного из разряда почти не приемлемых по КР, в разряд приемлемых по стоимости корма (табл. 11; рис. 23), но возрастание периода ухода за нимфами (рис. 24) и за имаго до начала откладки яиц (рис. 25), вновь переводят эти варианты в разряд мало приемлемых.

На следующее место по экономической привлекательности переходит вариант 9 – использование двухдневных бабочек ситотроги, начиная с 4-ого возраста нимф. Это обусловлено небольшими затратами на гусениц галлерии для выкармливания нимф подизуса 2-ого и 3-его возрастов, при 100%-ной их выживаемости, которая получилась в этом варианте, отсутствии изменений в продолжительности развития нимф (рис. 24). Однако, этот вариант, как и все другие варианты, с использованием двухдневных бабочек ситотроги, будет более дорогим, чем использование четырехдневных бабочек, в силу потерь в количестве отложенных яиц ситотроги, имеющих коммерческую стоимость.

К тому же, в этом варианте более, чем в 1.5 раза увеличивается преовипозиционный период (рис. 25).

На наш взгляд, большой интерес представляет вариант 14 – использование четырехдневных бабочек ситотроги для кормления имаго подизуса в период получения яйцекладок. Несмотря на то, что для выкармливания нимф использовался один из наиболее дорогих кормов – гусеницы галлерии, общие затраты на корм, для развития нимф и получения следующего поколения по сравнению с контролем снизились в 6.1 раза, что выгоднее даже, чем разведение на личинках большого мучного хрущака по полному циклу (рис. 23). Это связано с большой продолжительностью жизни имаго подизуса в лабораторных условиях. Многие клопы живут до двух месяцев и более, а в наших опытах одна рекордная самка прожила 121 день. При этом, преовипозиционный период даже немного сокращается, но не достоверно (рис. 25).

Основываясь на результатах оценки показателей развития и репродуктивного потенциала подизуса в этом варианте и аналогичных исследованиях М.В. Нефедовой (2018) по разведению подизуса на личинках большого мучного хрущака, мы рассчитали экономику разведения хищного клопа на диетах, состоящих из личинок хрущака или зеленой падальной мухи, для выкармливания нимф, и бабочек ситотроги, для кормления имаго. Ориентировочно затраты на корм для подизуса на диете, с личинками хрущака, оказались в 36 раз меньше, чем при использовании гусениц галлерии, а если для выкармливания нимф использовать личинок зеленой падальной мухи, то в 101 раз.

В случаях когда выкармливание подизуса на какой-то диете будет приводить к задержкам в его развитии или размножении, экономические преимущества выкармливания подизуса на ней, связанные с затратами на корма, будут снижаться и могут быть полностью нивелированы или даже привести к негативному результату. Обобщенным временным показателем использования разных диет может служить продолжительность одной генерации подизуса. Этот показатель мы считали как временной интервал между датой получения синхронной яйцекладки в исходном поколении и датой получения от

пары выкормленных из них клопов первой яйцекладки следующего поколения (табл. 12). Для упрощения сравнения разных вариантов диет рассчитывали изменение этого показателя (рис. 26) относительно контроля (выкармливание гусеницами галлерии).

Таблица 12. Продолжительность одной генерации (суток) подизуса и ее изменение при выкармливании клопов на разных диетах

№ варианта	Вариант диеты	Продолжительность генерации, дней $\pm$ SE		
		значение	изменение	
			% $\pm$ SE	суток
1	2	3	4	5
1	Только гусеницы галлерии (контроль)	38.5 $\pm$ 0.38 <i>ab</i>	-	0
2	Личинки черной львинки весь цикл	52.7 $\pm$ 2.73 <i>lm</i>	36.7 $\pm$ 1.93 <i>x</i>	14.1
3	Личинки черной львинки только для нимф, далее гусеницы галлерии	51.8 $\pm$ 2.69 <i>l</i>	34.3 $\pm$ 1.81 <i>x</i>	13.2
4	Личинки зеленой падальной мухи весь цикл	44.4 $\pm$ 0.37 <i>hij</i>	15.3 $\pm$ 0.20 <i>t</i>	5.9
5	Личинки зеленой падальной мухи только для нимф, далее гусеницы галлерии	45.3 $\pm$ 0.56 <i>ijk</i>	17.6 $\pm$ 0.28 <i>u</i>	6.8
6	Личинки звонца обыкновенного весь цикл	60.7 $\pm$ 2.19 <i>m</i>	57.4 $\pm$ 2.15 <i>y</i>	22.1
7	Личинки звонца обыкновенного только для нимф, далее гусеницы галлерии	51.3 $\pm$ 3.92 <i>ijklm</i>	33.0 $\pm$ 2.02 <i>x</i>	12.7
8	Только гусеницы галлерии (контроль)	38.9 $\pm$ 0.61 <i>abc</i>	-	0
9	двухдневные имаго ситотроги начиная с 4-го возраста нимф, до этого гусеницы галлерии	43.0 $\pm$ 0.82 <i>gh</i>	10.5 $\pm$ 0.26 <i>r</i>	4.08
10	двухдневные имаго ситотроги начиная с 5-го возраста нимф, до этого гусеницы галлерии	43.2 $\pm$ 0.73 <i>gh</i>	10.5 $\pm$ 0.24 <i>r</i>	4.08
11	двухдневные имаго ситотроги начиная с молодых имаго, до этого гусеницы галлерии	43.4 $\pm$ 0.95 <i>ghi</i>	11.6 $\pm$ 0.31 <i>s</i>	4,51
12	четырёхдневные имаго ситотроги начиная с 4-го возраста нимф, до этого гусеницы галлерии	46.3 $\pm$ 1.28 <i>ijkl</i>	19.0 $\pm$ 0.61 <i>vw</i>	7,41
13	четырёхдневные имаго ситотроги начиная с 5-го возраста нимф, до этого гусеницы галлерии	41.4 $\pm$ 2.48 <i>a-i</i>	6.4 $\pm$ 0.39 <i>p</i>	2.48
14	четырёхдневные имаго ситотроги начиная с молодых имаго, до этого гусеницы галлерии	38.9 $\pm$ 0.99 <i>a-e</i>	<b>-0.06<math>\pm</math>0.002 <i>n</i></b>	-0,02
15	Только гусеницы галлерии (контроль)	38.1 $\pm$ 0.56 <i>ab</i>	-	0
16	Злаковая тля до 3-его возраста нимф, далее гусеницы галлерии	39.7 $\pm$ 0.34 <i>cd</i>	4.1 $\pm$ 0.07 <i>o</i>	1.57
17	Виковая тля до 3-его возраста нимф, далее гусеницы галлерии	41.2 $\pm$ 0.89 <i>efg</i>	8.2 $\pm$ 0.22 <i>q</i>	3,14
18	Персиковая тля до 3-его возраста нимф, далее гусеницы галлерии	41.3 $\pm$ 0.82 <i>efg</i>	8.4 $\pm$ 0.21 <i>q</i>	3,20
19	Только гусеницы галлерии (контроль)	39.4 $\pm$ 0.69 <i>bcde</i>	-	0
20	Злаковая тля до 4-ого возраста нимф, далее гусеницы галлерии	44.2 $\pm$ 1.94 <i>f-k</i>	12.2 $\pm$ 0.58 <i>s</i>	4.80
21	Виковая тля до 4-ого возраста нимф, далее гусеницы галлерии	47.6 $\pm$ 1.37 <i>klm</i>	20.8 $\pm$ 0.70 <i>w</i>	8,19
22	Персиковая тля до 4-ого возраста нимф, далее гусеницы галлерии	43.9 $\pm$ 1.73 <i>f-k</i>	11.3 $\pm$ 0.49 <i>rs</i>	4,43
23	Только гусеницы галлерии (контроль)	37.6 $\pm$ 0.75 <i>ab</i>	-	0
24	Злаковая тля до 3-его возраста нимф, далее четырёхдневные имаго ситотроги	44.3 $\pm$ 1.22 <i>g-k</i>	17.8 $\pm$ 0.61 <i>uv</i>	6.70
25	Только гусеницы галлерии (контроль)	37.5 $\pm$ 0.57 <i>a</i>	-	0
26	Злаковая тля до 3-его возраста нимф, далее гусеницы галлерии. *Селектированная линия	40.7 $\pm$ 0.38 <i>def</i>	8.8 $\pm$ 0.16 <i>q</i>	3.28

Обозначения как в таблице 1. \* - линия подизуса, селектированная на приспособленность к питанию злаковой тлей на ранних стадиях развития (см. параграф 4.2).

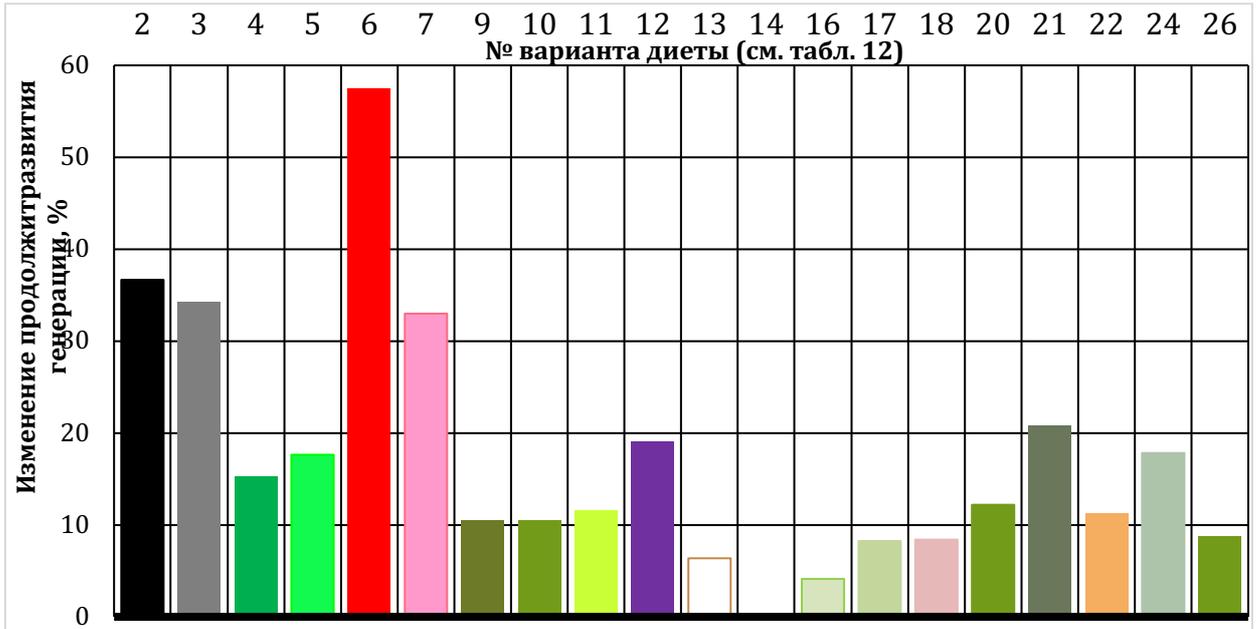


Рисунок 26. Изменения продолжительности генерации подизуса относительно контроля при использовании разных диет для выкармливания его нимф и имаго (заливкой обозначены варианты достоверно отличающиеся от контроля)

Как видно из представленных результатов, единственным из испытанных нами вариантов диет, при котором продолжительность генерации подизуса по отношению к контролю не увеличивается, является вариант 14 – гусеницы галлерии для нимф и четырехдневные бабочки ситотроги для имаго подизуса, т.е. выгоды использования этого варианта бесспорны.

Однако, в целом, для конкретных условий производства более выгодным может оказаться вариант диеты состоящий из личинок зеленой падальной мухи для нимф и бабочки ситотроги для имаго подизуса. На наш взгляд, вероятность того, что увеличение затрат на разведение подизуса за счет продолжительности генерации на 15.3% будет компенсировано снижением стоимости корма в 100 раз – велика. Кроме того вполне возможно сокращение продолжительности генерации путем генетической адаптации нимф подизуса к питанию личинками зеленой падальной мухи (см. 4.2).

### 3.6. Использование подизуса для борьбы с вредными чешуекрылыми в теплицах

В конце июля – начале августа 2017 года, в связи с климатическими условиями года (холодное лето) позже чем обычно, в производственных теплицах ООО «Круглый Год» на растениях огурца и салата были обнаружены повреждения, наносимые гусеницами вредных чешуекрылых (совки, пяденицы). Возникла необходимость проведения защитных мероприятий.

В связи с тем, что применение химических инсектицидов было крайне нежелательно (сбор урожая шел полным ходом и сразу уходил на реализацию), как и микробиологических препаратов, которые могли нарушить созданную в теплицах систему защиты растений от комплекса вредителей с помощью энтомофагов и акарифагов, было решено проводить выпуски хищного клопа подизуса. Эти выпуски проводили с использованием имаго хищных клопов, полученных при их разведении в лаборатории биологической защиты растений ВИЗР, в частности, по технологии выкармливания молодых нимф подизуса злаковой тлей.

Количественных учетов результатов этих выпусков мы не проводили, но сотрудники предприятия, в частности специалист по защите растений, остались вполне удовлетворены результатами, о чем составлен соответствующий акт (Приложение В).

Оценивая результаты этой главы в целом, следует сказать, что проведенные исследования по оценке 12-ти показателей развития и репродуктивного потенциала хищного клопа подизуса на 4-х видах жертв (гусеницы галлерии, личинки черной львинки, зеленой падальной мухи и звонца обыкновенного) по полному циклу развития, а также на 16-ти диетах, состоящих из двух видов жертв, используемых для питания клопов на ранних или поздних стадиях развития нимф и стадии имаго, позволили провести первичный скрининг этих кормов по показателям стоимости для массовом разведении хищного клопа с целью его использования в биологической защите растений. С привлечением

литературных данных (Нефедова, 2018) это позволяет предложить варианты жертв и двухкомпонентных диет, использование которых для выкармливания подизуса экономически более выгодно, чем на гусеницах галлерии, а именно: личинки зеленой падальной мухи примерно в 12 раз, личинки большого мучного хрущака в 5.6 раза, гусеницы галлерии для нимф и бабочки ситотроги для кормления имаго в 6.1 раза, а также личинки большого мучного хрущака для нимф и бабочки ситотроги для имаго в 36 раз и личинки зеленой падальной мухи для нимф и бабочки ситотроги для имаго в 100 раз. Последние 2 варианта выявлены расчетным способом и требуют экспериментальной проверки с обязательным учетом следующих показателей развития и репродуктивного потенциала: выживаемость и продолжительность развития нимф, продолжительность преовипозиционного периода и жизни имаго, жизнеспособности яиц.

Проведенный скрининг позволяет существенно сократить круг жертв и диет для дальнейшей их проверки в отношении пригодности для длительного (на протяжении ряда поколений) разведения хищного клопа подизуса в производственных условиях.

#### **4. СЕЛЕКЦИЯ ПОДИЗУСА НА ПРИСПОСОБЛЕННОСТЬ К ПИТАНИЮ ЗЛАКОВОЙ ТЛЕЙ И ИСПЫТАНИЕ СЕЛЕКТИРОВАННОЙ ЛИНИИ**

##### **4.1 Оценка генетической гетерогенности подизуса по приспособленности к питанию злаковой тлей**

Уже в первых экспериментах по оценке возможности использования тлей в технологии массового разведения хищного клопа подизуса было замечено, что снижение выживаемости нимф коррелирует с увеличением их продолжительности развития (коэффициент корреляции минус 0.7 – минус 0.8). Поэтому отбор на приспособленность подизуса к «тлевой» диете было решено проводить по признаку продолжительности развития (как более удобному) и параллельно контролировать выживаемость нимф.

Для эксперимента по оценке генетической гетерогенности в исходном (родительском) поколении была взята выборка из лабораторной популяции подизуса в количестве 41-ой синхронно отродившейся нимфы 1-го возраста. До 3-ого возраста включительно их кормили злаковой тлей, а затем гусеницами галлерии. На «тлевой» диете выживаемость нимф достоверно ( $p < 0,05$ ) снизилась на 18.8%. Продолжительность развития нимф варьировала от 26-ти до 36-ти суток. Для получения следующего поколения (F1) были заложены 2 семьи: «быстрые», родители которых развивались на стадии нимфы по 26 суток, и «медленные», родители которых на стадии нимфы развивались более 30-ти суток (табл. 13).

В F1 потомков «быстрых» и «медленных» родителей выкармливали злаковой тлей до 4-ого возраста включительно (чтобы усилить провокационный фон), так же как и контрольную группу нимф (КТ), взятых из лабораторной популяции. Из таблицы 24 видно, что выживаемость потомков «быстрых» родителей высоко достоверно ( $p < 0,001$ ) выше, чем у «медленных» (почти в 4 раза). Это доказывает существование генетической гетерогенности по приспособленности к питанию злаковой тлей на ранних стадиях развития нимф в лабораторной популяции подизуса, несмотря на ее довольно длительное (не

менее 40-ка лет) содержание в лабораторных условиях и кормление единообразным кормом – гусеницами галлерии.

Таблица 13. Выживаемость и продолжительность развития нимф подизуса при их выкармливании злаковой тлей в поколениях отбора на приспособленность к разведению на этой диете

Поколение	Вариант	Выживаемость нимф		Развитие нимф	
		исследовано	% ± SE	пол	суток ± SE
Р (исходное)	Б	41	78.0 ± 6.46 <i>cd</i>	самка	26
				самец	26
	М			самка	34
				самец	33
	КГ	26	96.2 ± 5.14 <i>ab</i>	самки	23.3 ± 1.14 <i>hijk</i>
				самцы	24.0 ± 0.78 <i>ijk</i>
F1	Б	27	63.0 ± 9.23 <i>de</i>	самка	30
				самец	28
	М	24	16.7 ± 7.61 <i>f</i>	-	-
				-	-
	КТ	26	46.2 ± 9.78 <i>e</i>	самки	31.4 ± 0.88 <i>l</i>
				самцы	29.7 ± 1.46 <i>l</i>
	КГ	26	100 – 3.70 <i>a</i>	самки	23.8 ± 0.44 <i>ij</i>
				самцы	23.2 ± 0.44 <i>i</i>
F2	Б	61	57.4 ± 6.33 <i>e</i>	самки	22.5 ± 0.52 <i>hi</i>
				самцы	21.3 ± 0.46 <i>h</i>
	КТ	57	50.8 ± 6.62 <i>e</i>	самки	25.3 ± 0.47 <i>k</i>
				самцы	25.4 ± 0.67 <i>jk</i>
	КГ	76	84.2 ± 4.18 <i>bc</i>	самки	17.5 ± 0.59 <i>g</i>
				самцы	18.0 ± 0.42 <i>g</i>

Обозначения: Б («быстрые») – особи подизуса быстрее остальных завершившие развитие на стадии нимфы, М («медленные») - особи подизуса дольше остальных развивавшиеся на стадии нимфы, КГ – (контроль галлерия) выкармливание подизуса только гусеницами галлерии, КТ (контроль тля) – выкармливание нимф подизуса злаковой тлей до 3-его или 4-ого (в F1) возраста включительно, а на остальных этапах развития – гусеницами галлерии; одинаковыми буквами обозначены достоверно не различающиеся значения отдельного показателя ( $p > 0,05$  по t-критерию Стьюдента).

Выживаемость потомков «быстрых» родителей оказалась выше даже чем у «тлевого» контроля (в 1.4 раза), хотя в этом случае, в силу ограниченности выборок, достоверность различий доказать не удалось. По отношению к обычному контролю (КГ – кормление подизуса только гусеницами галлерии) выживаемость нимф подизуса на «тлевых» диетах высоко достоверно ( $p < 0,001$ ) снижена, а продолжительность развития самок и самцов в «тлевом» контроле высоко достоверно ( $p < 0,001$ ) увеличена на 32% и 28%, соответственно.

Результаты полученные в F1 действительно доказывают существование генетической гетерогенности в лабораторной популяции подизуса по приспособленности к питанию злаковой тлей на ранних стадиях развития нимф, но не позволяют гарантировать успех его селекции на повышение выживаемости и сокращение продолжительности развития на «тлевой» диете. Для этого, мы заложили семью F2 от самых быстро развившихся родителей F1 (при питании тлей до 4-го возраста включительно самка развивалась 30 суток, а самец – 28), из «быстрой» семьи. Селектируемых по продолжительности развития нимф F2, как и в соответствующем «тлевом» контроле, кормили злаковой тлей до 3-его возраста включительно (табл. 13).

Из таблицы 13 видно, что отбор по сокращению продолжительности развития подизуса на «тлевой» диете начался весьма успешно. Как самки, так и самцы в селектируемой линии развивались гораздо быстрее (на 10.8% и на 16.0%, соответственно) по сравнению с «тлевым» контролем, но еще медленнее (на 28.8% и на 18.4%, соответственно), чем только на гусеницах галлерии. В то же время продолжительность развития нимф подизуса, не адаптированных к питанию тлей на ранних стадиях, увеличивалась гораздо сильнее (на 44.5% и на 41.1%, соответственно). Все различия высоко достоверны ( $p < 0,001$ ).

Выживаемость нимф селектируемой линии подизуса на «тлевой» диете остается еще существенно ( $p < 0,001$ ) ниже (на 31.8%), чем при разведении только на гусеницах галлерии, но несколько повышается по сравнению с «тлевым» контролем (на 12.8%), хотя и не достоверно ( $p > 0,05$ ).

Представленные в данном параграфе результаты доказали возможность и перспективность генетической адаптации хищного клопа подизуса к разведению на диете, включающей злаковую тлю.

#### 4.2. Селекция подизуса на приспособленность к выкармливанию злаковой тлей на ранних стадиях развития

Фактор, на приспособленность к которому мы проводили отбор является экстремальным. Первые эксперименты показали высокий процент гибели личинок при выкармливании тлями (см. главу 2). Чтобы его уменьшить за счет исключения каннибализма, который наблюдается у личинок подизуса в условиях использования нового не оптимального корма, и получить возможность для индивидуального семейного отбора мы использовали индивидуальное выкармливание нимф подизуса в стеклянных чашках Петри (рис. 13).

К сожалению, с точки зрения выживаемости нимф этот прием себя не оправдал. Вероятно, при групповом содержании определенный уровень каннибализма помогает нимфам подизуса лучше выжить в условиях питания непривычным кормом. Общая выживаемость нимф при индивидуальном выкармливании в контроле оказалась значительно ниже (на 42%), чем при групповом содержании. Поэтому, несмотря на то, что в начале в селектируемой линии на скрещивания ставили родных братьев и сестер, в целом, что бы не потерять линию в процессе селекции, мы вынуждены были придерживаться схемы массового отбора.

В некоторых поколениях на скрещивания приходилось ставить всех выживших хищных клопов, т.е. шел естественный отбор по признаку выживаемости. В тех случаях, когда до стадии имаго доживало больше особей, на размножение оставляли первых появившихся взрослых клопов, т.е. отбор шел по признаку продолжительности развития (как мы это исходно и планировали).

Результаты оценки выживаемости нимф 5-го возраста и за весь период развития нимф в шести первых поколениях иллюстрируются рисунками 27 и 28. Из представленных в них материалов видно (рис. 27), что в исходном поколении выжило всего 5,9% нимф, что на 89,8% ниже, чем в контроле. Однако, уже после 2-х поколений отбора эта разница снизилась до 73,2%, а выживаемость нимф подизуса достоверно ( $p < 0.05$ ) возросла по сравнению с исходным поколением (в 2.6 раза).

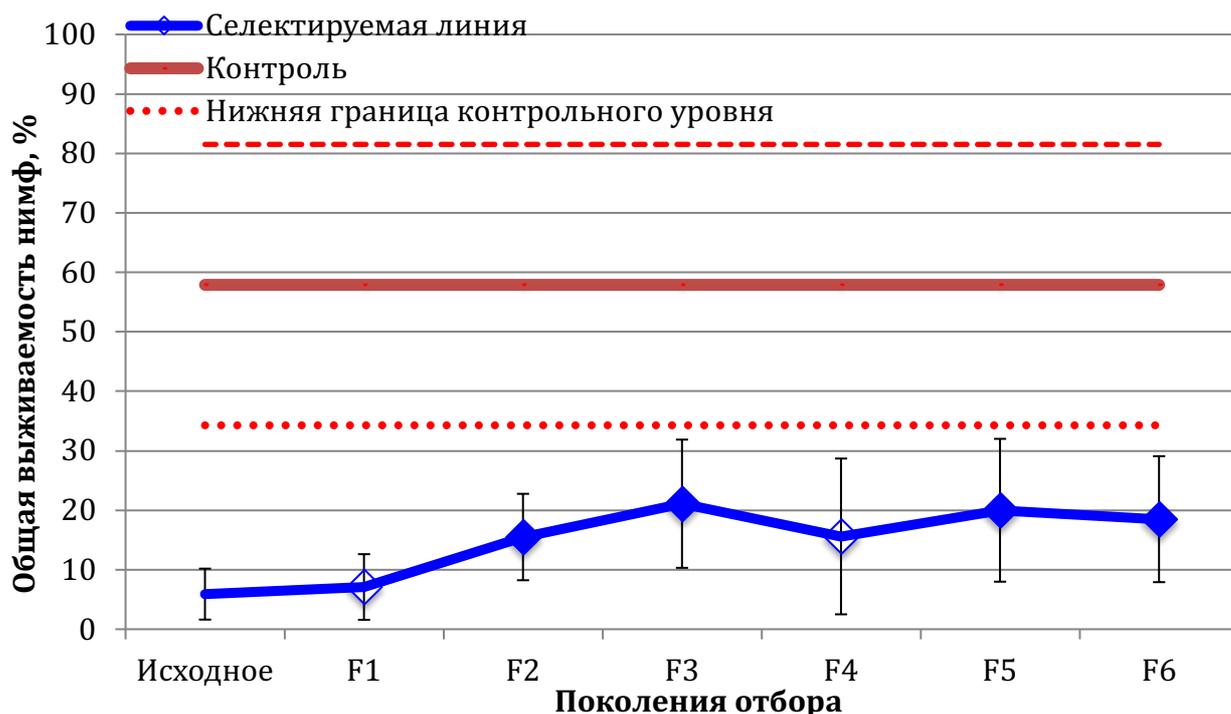


Рисунок 27. Динамика выживаемости нимф подизуса в последовательных поколениях отбора на приспособленность к индивидуальному выкармливанию злаковой тлей до 4-ого возраста включительно (планками погрешностей обозначены доверительные интервалы для вероятности 0.95; для контроля такой доверительный интервал обозначен линиями нижней и верхней границы; заливкой обозначены значения, достоверно отличающиеся от выживаемости нимф в **исходном поколении**)

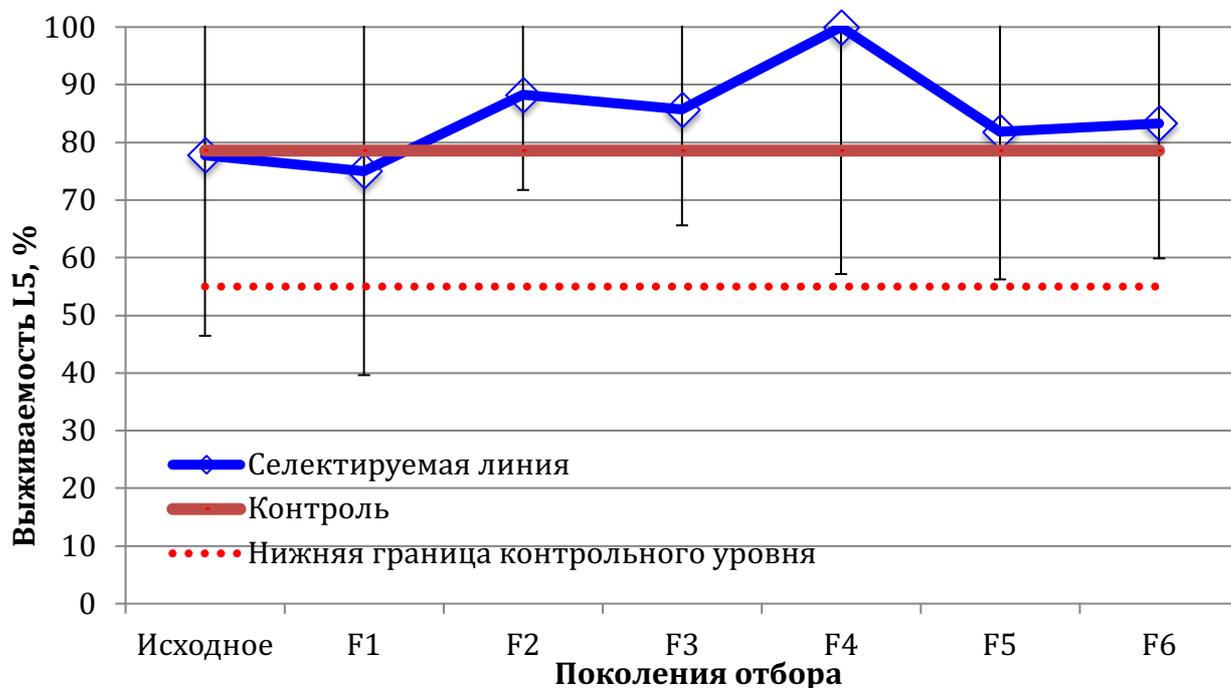


Рисунок 28. Динамика выживаемости нимф подизуса 5-го возраста в последовательных поколениях отбора на приспособленность к индивидуальному выкармливанию злаковой тлей до 4-ого возраста включительно (обозначения как на рисунке 27)

Спустя 3 поколения отбора общая выживаемость нимф подизуса, при выкармливании злаковой тлей до 4-ого возраста включительно, еще больше возросла по сравнению с исходной – в 3.6 раза. Эта разница была высоко достоверной ( $p < 0.01$ ), что окончательно подтвердило существование генетической гетерогенности в исходной выборке хищных клопов по наследственным факторам, определяющим приспособленность к питанию злаковой тлей. Вместе с тем, отличие по выживаемости нимф, питавшихся злаковой тлей, от контроля (на 63.6%) продолжало оставаться высоко достоверным ( $p < 0.01$ ).

В трех последующих поколениях отбора мы не наблюдали положительного ответа на отбор. Тем не менее, общий уровень выживаемости нимф подизуса в 5-ом и 6-ом поколениях достоверно ( $p < 0,05$ ) превышал исходный в 3.4 и 3.1 раза, что подтверждает генетическую основу полученного эффекта.

Из рисунка 28 можно видеть, что выкармливание нимф подизуса злаковой тлей до 4-ого возраста включительно практически не сказывается на жизнеспособности нимф 5-ого возраста, непосредственно предшествующей образованию взрослых клопов. В большинстве случаев она даже выше, чем в контроле (различия не достоверны). Очевидно, что в данном случае положительно сказывается использование корма, с более высокой пищевой ценностью, чем у тлей, начиная с 5-ого возраста нимф хищного клопа.

В связи с этим, представляло интерес оценить влияние выкармливания нимф подизуса злаковой тлей на выживаемость других стадий их развития.

Так из таблицы 14 и иллюстрирующего представленные в ней данные рисунка 29 видно, что выживаемость нимф 2-го возраста (L2) при их выкармливании злаковой тлей по отношению к кормлению гусеницами галлерии снижается незначительно (на 18-19%). После 5-и поколений отбора это негативное влияние снижается в 2 раза, а после 6-ти – в 3 раза, и становится не достоверным.

В отношении выживаемости нимф подизуса 3-его возраста (табл. 15; рис. 30) наблюдается обратная зависимость. В исходном и двух последующих поколениях она хотя и снижается на 28.8%, 37.7% и 18.9% , соответственно,

но это снижение не достоверно. В F3 выживаемость личинок 3-его возраста резко (на 51.3% по отношению к контролю) и высоко достоверно ( $P < 0,01$ ) снизилась, а затем опять возросла, но в двух последних поколения оставалась достоверно ниже, чем нимф, питавшихся гусеницами галлерии.

Таблица 14. Выживаемость нимф подизуса 2-ого возраста (L2) в последовательных поколениях отбора на приспособленность к их выкармливанию злаковой тлей

Поколение отбора	Исследовано подизуса:			Снижение по отношению к контролю, %
	всего L2	из них выжило до L3:		
		особей	% $\pm$ SE	
Исходное	118	92	77,9 $\pm$ 3,81 b	17,7
F1	85	65	76,5 $\pm$ 4,60 b	19,2
F2	97	79	81,4 $\pm$ 3,95 b	14,0
F3	57	48	84,2 $\pm$ 4,83 ab	11,1
F4	32	24	75,0 $\pm$ 7,65 b	20,8
F5	45	39	86,7 $\pm$ 5,07 ab	8,4
F6	54	48	88,9 $\pm$ 4,28 ab	6,1
Контроль	19	18	94,7 $\pm$ 5,12 a	-

Примечание: одинаковыми буквами обозначены достоверно не различающиеся значения в пределах столбца ( $p > 0.05$  по t-критерию Стьюдента)

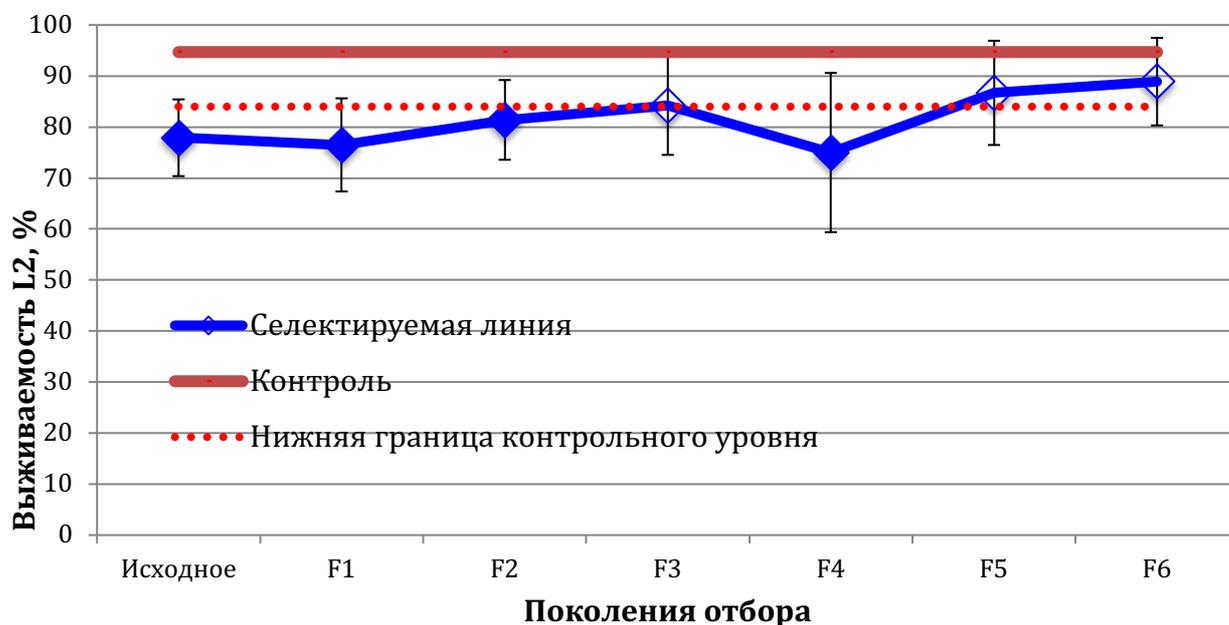


Рисунок 29. Динамика выживаемости нимф подизуса 2-ого возраста в последовательных поколениях отбора на приспособленность к их индивидуальному выкармливанию злаковой тлей (обозначения как на рисунке 27)

В результате суммарная выживаемость нимф подизуса 2-го и 3-его возрастов, хотя и ниже контрольной, но ни в одном поколении достоверно от нее

не отличается (табл. 15).

Таблица 15. Выживаемость нимф подизуса 3-его возраста (L3) в последовательных поколениях отбора на приспособленность к их выкармливанию злаковой тлей

Поколение отбора	Исследовано подизуса:			
	всего L3	из них выжило до L4:		
		особей	% L4 от L2 ± SE	% L4 от L3 ± SE
Исходное	92	62	52,5 ± 4,59 a	67,4 ± 4,89 cd
F1	65	39	45,9 ± 5,40 b	60,0 ± 6,08 cde
F2	79	58	59,8 ± 4,98 ab	73,4 ± 4,97 c
F3	48	18	49,1 ± 6,62 b	37,5 ± 6,99 f
F4	24	13	40,6 ± 8,68 b	54,2 ± 10,17 cdef
F5	39	20	44,4 ± 7,41 b	51,3 ± 8,00 def
F6	48	23	42,6 ± 6,73 b	47,9 ± 7,21 ef
Контроль	18	14	73,7 ± 10,10 ab	77,8 ± 9,80 c

Обозначения как в таблице 14.

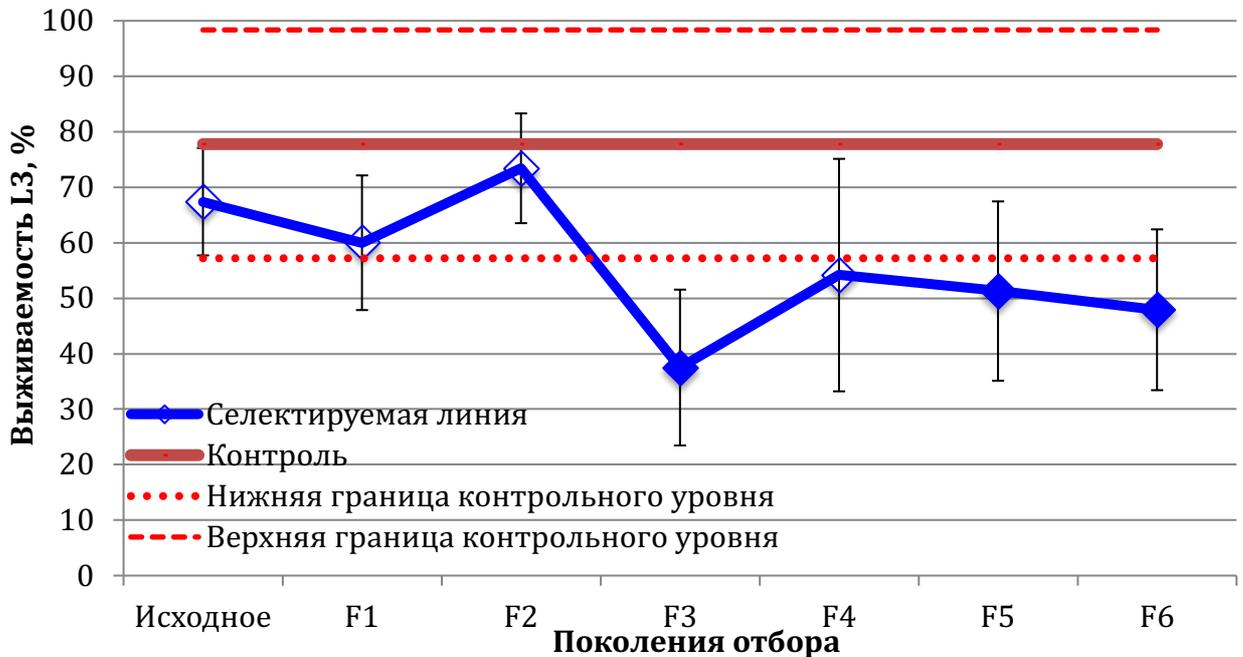


Рисунок 30. Динамика выживаемости нимф подизуса 3-его возраста в последовательных поколениях отбора на приспособленность к их индивидуальному выкармливанию злаковой тлей до 4-ого возраста включительно (обозначения как на рисунке 27)

Более однозначная направленность отмечена по выживаемости нимф подизуса 4-ого возраста (табл. 16; рис. 31). Их выживаемость оказывается самой низкой по отношению к контролю, особенно в исходном и в первых двух поколениях отбора (снижение на 85,5%, 79,5% и 70,7%, соответственно, высоко достоверно –  $p < 0,001$ ).

Таблица 16. Выживаемость нимф подизуса 4-ого возраста (L4) в последовательных поколениях отбора на приспособленность к их выкармливанию злаковой тлей до 4-ого возраста включительно

Поколение отбора	Исследовано подизуса:			
	всего L4	из них выжило до L5:		
		особей	% L5 от L2 ± SE	% L5 от L4 ± SE
Исходное	62	9	7,6 ± 2,44 d	14,5 ± 4,47 j
F1	39	8	9,4 ± 3,17 cd	20,5 ± 6,47 ij
F2	58	17	17,5 ± 3,86 bc	29,3 ± 5,98 hi
F3	18	14	24,5 ± 5,70 b	77,8 ± 9,80 ef
F4	13	5	15,6 ± 6,42 bcd	38,5 ± 13,49 ghij
F5	20	11	24,4 ± 6,40 b	55,0 ± 11,12 fg
F6	23	12	22,2 ± 5,66 b	52,2 ± 10,42 fgh
Контроль	14	14	73,7 ± 10,10 a	100 – 6,67 e

Обозначения как в таблице 14.

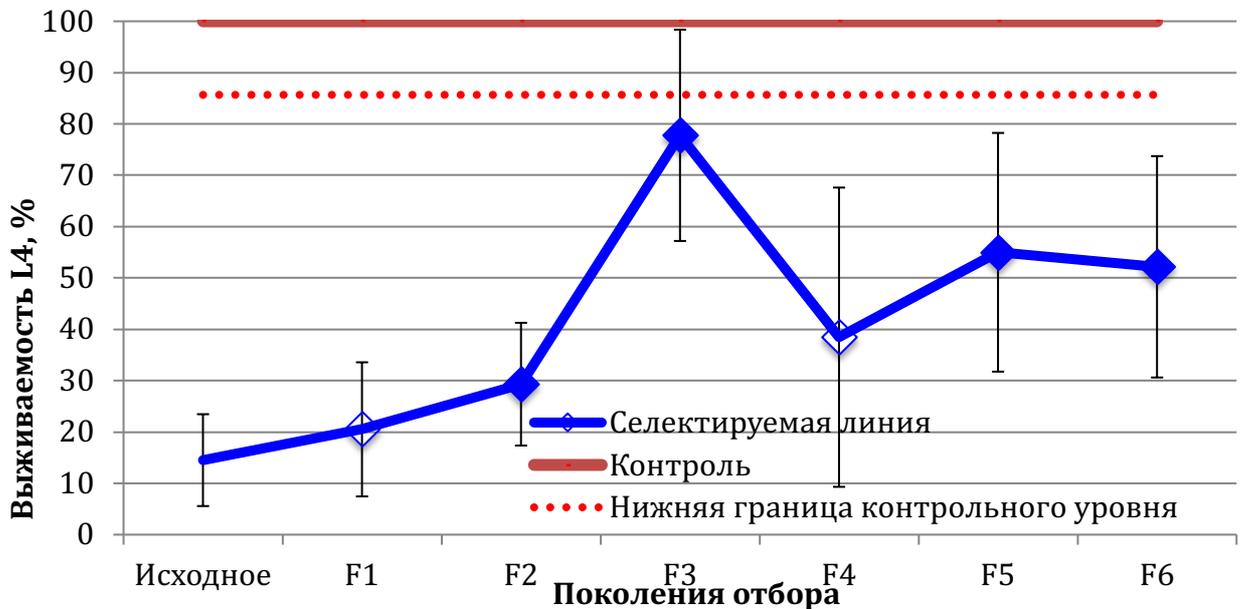


Рисунок 31. Динамика выживаемости нимф подизуса 4-ого возраста в последовательных поколениях отбора на приспособленность к их индивидуальному выкармливанию злаковой тлей до 4-ого возраста включительно (обозначения как на рисунке 27)

С другой стороны, именно за счет повышения выживаемости нимф подизуса 4-ого возраста и происходит его адаптация к выкармливанию предыдущих двух стадий злаковой тлей. В F2 выживаемость уже в 2 раза выше, чем в исходном поколении, а в F3 – в 5.6 раза. В последующих поколениях выживаемость нимф 4-ого возраста несколько снижается, но остается выше исходной в 3.8 и 3.6 раза в F5 и F6, соответственно, отличаясь от контрольной уже менее чем в 2 раза.

Как можно видеть из параграфа 4.3, вторым важным показателем (существенно влияющим на интенсивность размножения хищных клопов), который достоверно ухудшается при выкармливание нимф подизуса злаковой тлей до 4-ого возраста включительно, является продолжительность их развития. Так и в данной серии экспериментов, при индивидуальном содержании нимф подизуса, продолжительность развития самок питавшихся злаковой тлей в исходном поколении была в 1.46 раза, а самцов в 1.48 раза больше, чем у контрольных (табл. 17; рис. 32 и 33).

Таблица 17. Продолжительность развития нимф хищного клопа подизуса в последовательных поколениях отбора на приспособленность к их выкармливанию злаковой тлей до 4-ого возраста включительно

Поколение отбора	Исследовано		Продолжительность развития, дней $\pm$ SE	
	самок	самцов	самок	самцов
Исходное	5	2	33,2 $\pm$ 3,10 abc	33,0 $\pm$ 1,0 a
F1	5	2	31,2 $\pm$ 0,62 a	30,5 $\pm$ 1,5 ab
F2	6	9	27,7 $\pm$ 0,67 b	26,9 $\pm$ 0,54 c
F3	5	8	22,2 $\pm$ 0,75 ef	21,9 $\pm$ 0,72 f
F4	4	3	23,0 $\pm$ 0,71 def	24,0 $\pm$ 0,58 de
F5	4	5	24,2 $\pm$ 1,10 dtf	21,8 $\pm$ 0,73 ef
F6	5	6	24,8 $\pm$ 0,58 d	23,0 $\pm$ 0,55 ef
Контроль	6	5	22,8 $\pm$ 0,20 ef	22,3 $\pm$ 0,33 f

Обозначения как в таблице 14.

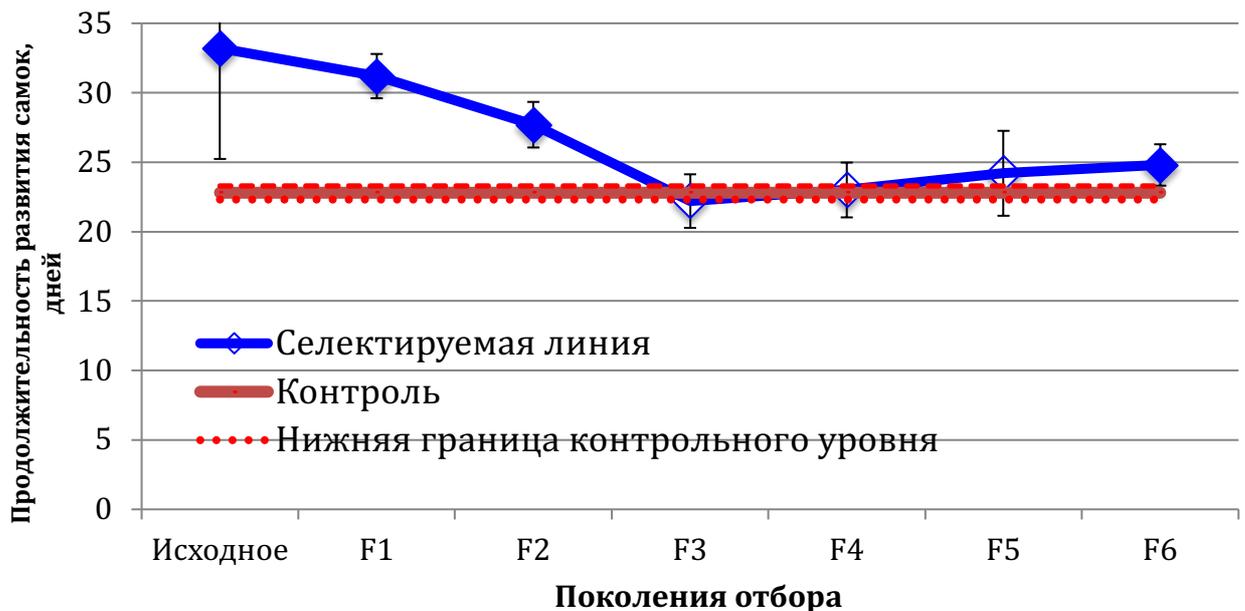


Рисунок 32. Динамика продолжительности развития самок подизуса в последовательных поколениях отбора на приспособленность к индивидуальному выкармливанию нимф злаковой тлей до 4-ого возраста включительно (обозначения как на рисунке 27)

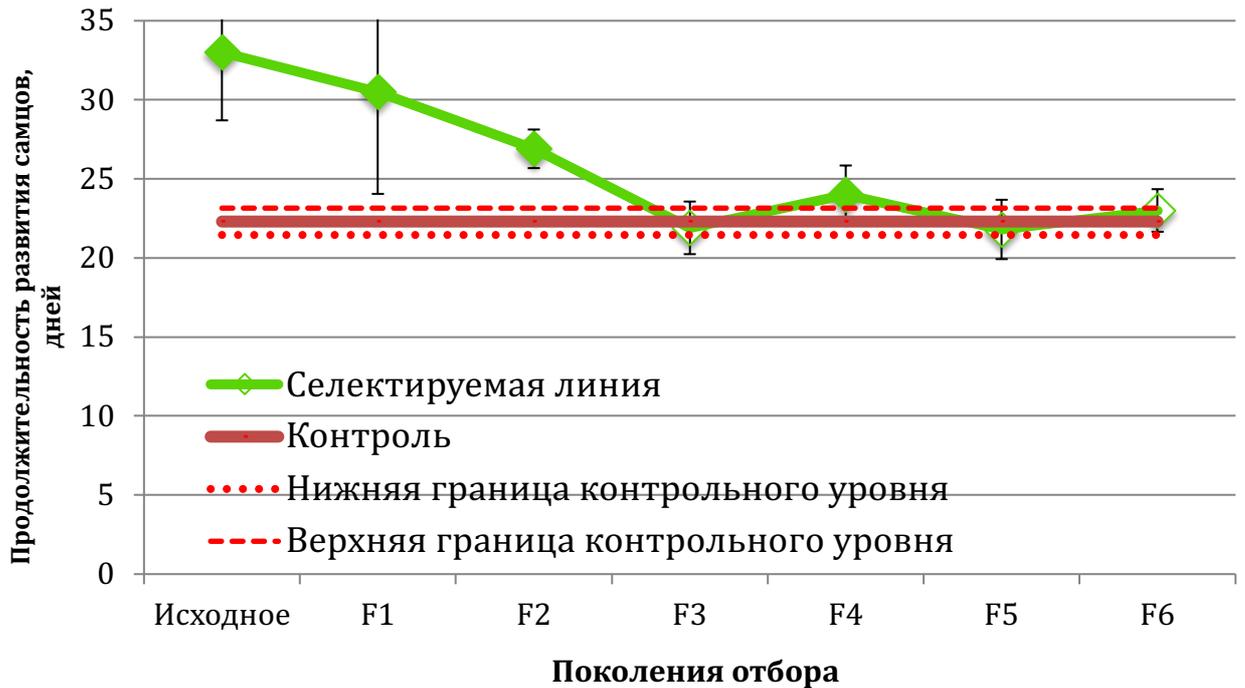


Рисунок 33. Динамика продолжительности развития самцов подизуса в последовательных поколениях отбора на приспособленность к индивидуальному выкармливанию нимф злаковой тлей до 4-ого возраста включительно (обозначения как на рисунке 27)

Очевидно, в связи с тем, что задерживающихся в развитии особей подизуса при использовании тли в качестве пищи для нимф 2-го - 4-го возрастов мы старались не допускать до размножения (при возможности), в селекции по этому признаку мы добились большего успеха, чем по выживаемости нимф. Уже в F3 продолжительность развития как самок, так и самцов в селектируемой линии сравнялась с контролем, и далее оставалась на его уровне.

При селекции на повышение выраженности признака, улучшающего качество селектируемой линии энтомофага, желательно периодически контролировать другие хозяйственно ценные признаки, не связанные с селекционным процессом, но влияющие на качество получаемого биоматериала. Для подизуса такими признаками являются масса тела получаемых взрослых клопов, их преовипозиционный период, плодовитость, и продолжительность жизни имаго хищных клопов.

Как видно из таблицы 18 и иллюстрирующих представленные в ней материалы рисунков 34 и 35.

Таблица 18. Масса тела имаго хищного клопа подизуса в последовательных поколениях отбора на приспособленность к выкармливанию нимф злаковой тлей до 4-ого возраста включительно

Поколение отбора	Исследовано		Средний масса, мг $\pm$ SE	
	самок	самцов	самок	самцов
Исходное	5	2	68,8 $\pm$ 4,63 abc	59,7 $\pm$ 4,05 bcd
F1	5	2	68,9 $\pm$ 4,16 abc	54,9 $\pm$ 1,20 d
F2	6	9	67,1 $\pm$ 0,63 bc	54,9 $\pm$ 0,82 d
F3	5	8	69,9 $\pm$ 2,56 bc	54,6 $\pm$ 0,92 d
F4	4	3	69,3 $\pm$ 5,27 abc	54,1 $\pm$ 2,62 d
F5	4	5	70,1 $\pm$ 2,48 bc	54,6 $\pm$ 1,30 d
F6	5	6	69,9 $\pm$ 1,72 b	54,5 $\pm$ 1,10 d
Контроль	6	5	78,6 $\pm$ 1,81 a	65,1 $\pm$ 1,14 c

Обозначения как в таблице 14.

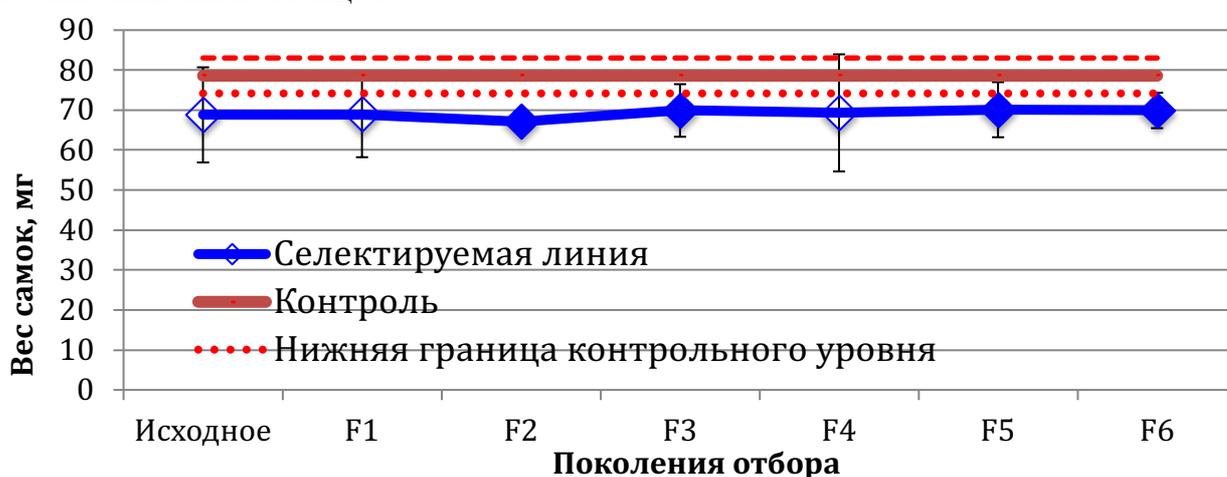


Рисунок 34. Динамика массы самок подизуса в последовательных поколениях отбора на приспособленность к индивидуальному выкармливанию нимф злаковой тлей до 4-ого возраста включительно (обозначения как на рисунке 27)

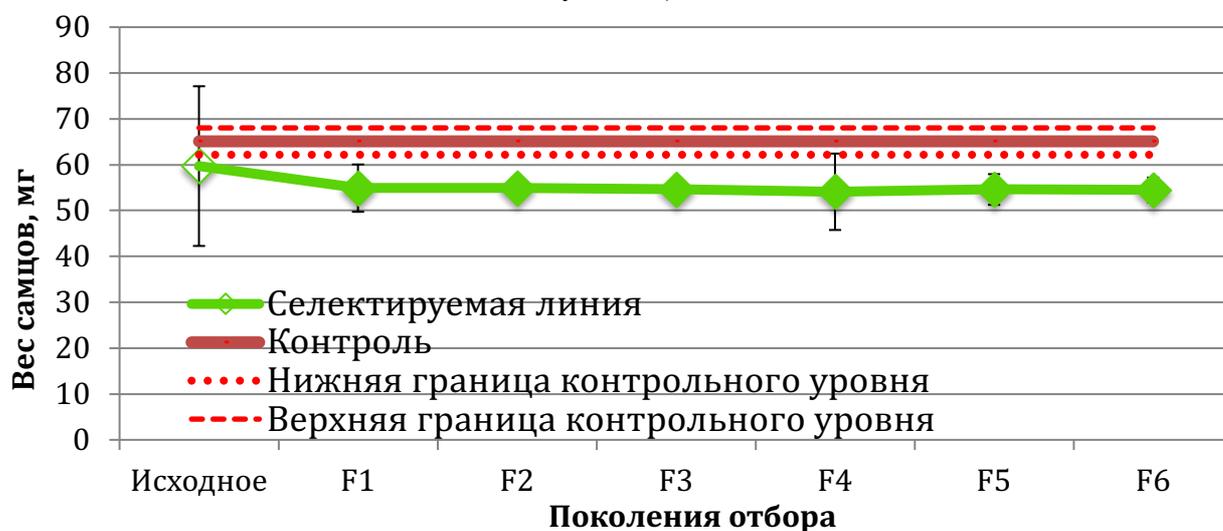


Рисунок 35. Динамика массы самок подизуса в последовательных поколениях отбора на приспособленность к индивидуальному выкармливанию нимф злаковой тлей до 4-ого возраста включительно (обозначения как на рисунке 27)

Масса тела выживших имаго (как самок, так и самцов) при их выкармливании злаковой тлей до нимф 4-ого возраста включительно, ниже чем в контрольном варианте. Однако, это снижение по абсолютной величине не значительно (11-15% для самок и 9-17% для самцов) и не всегда достоверно.

Селекционный процесс никак не влияет на показатель массы тела как самок, так и самцов подизуса. Между поколениями различия по этому признаку не отмечались. Ни существенного увеличения массы тела насекомых, ни его снижения в процессе отбора отмечено не было.

Селекционный процесс также не влияет и на продолжительность преовипозиционного периода (рис. 36). Несмотря на некоторые колебания этого признака, ни в одном из поколений отбора не было обнаружено достоверных отличий от контрольного уровня. Однако, изменения, наблюдавшиеся в отношении плодовитости имаго подизуса, которых на стадии нимф кормили злаковой тлей до 4-ого возраста включительно (рис. 37), требуют особого внимания и специального обсуждения.

Если в исходном поколении плодовитость самок подизуса, несмотря на их выкармливание злаковой тлей на ранних стадиях развития, достаточно высокая и не отличается от контрольной, то в F1 она резко (на 67% по отношению к контролю) и высоко достоверно ( $p < 0,001$ ) снизилась, как по отношению к контролю, так и по отношению к плодовитости клопов в исходном поколении. В последующих поколениях отбора, по мере адаптации клопов к данному кормовому режиму, плодовитость самок постепенно увеличивалась, и в F6 уже достоверно от контрольной не отличалась.

Возможно снижение плодовитости клопов в F1 было связано с продолжительностью жизни самцов, одной из самых коротких за все поколения наблюдений, что прослеживается и в F5, где плодовитость также снизилась, а средняя продолжительность жизни самцов была самой короткой. В любом случае, показатель плодовитости имаго подизуса в селектируемой линии требует особого внимания и более глубокого изучения.

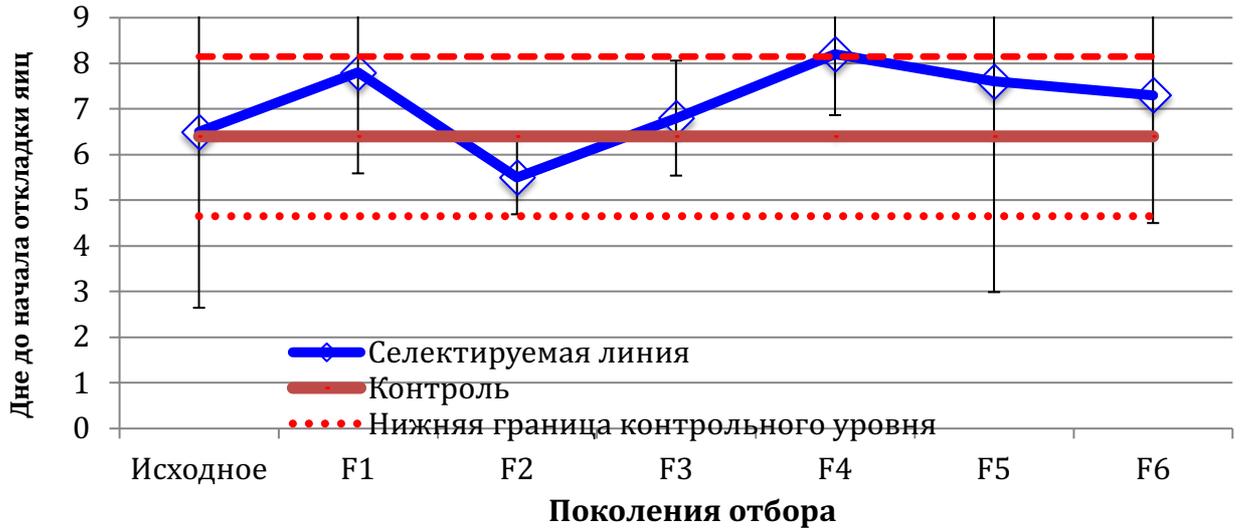


Рисунок 36. Динамика продолжительности преовипозиционного периода самок подизуса в последовательных поколениях отбора на приспособленность к индивидуальному выкармливанию нимф злаковой тлей до 4-ого возраста включительно (обозначения как на рисунке 27)

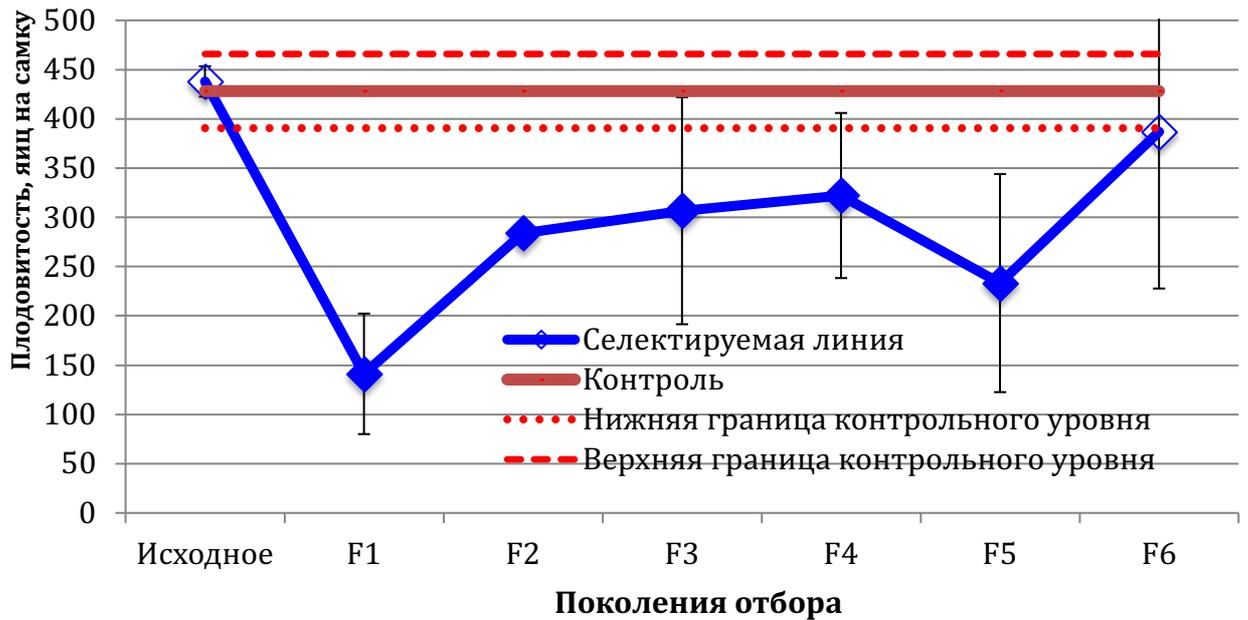


Рисунок 37. Динамика плодовитости самок подизуса в последовательных поколениях отбора на приспособленность к индивидуальному выкармливанию нимф злаковой тлей до 4-ого возраста включительно (обозначения как на рисунке 27)

На рисунках 38 и 39 приведены результаты оценки продолжительности жизни самок и самцов подизуса в последовательных поколениях отбора на приспособленность к выкармливанию нимф злаковой тлей до 4-ого возраста включительно.

Следует отметить, что продолжительность жизни имаго подизуса довольно изменчивый признак. Как у самок, так и у самцов продолжительность жизни весьма растянута (до 90 дней и более) и подвержена воздействию

разнообразных факторов, влияющих на жизнеспособность клопов (пищевого режима, температуры, влажности и др.), случайное колебание которых может существенно изменить средние показатели.

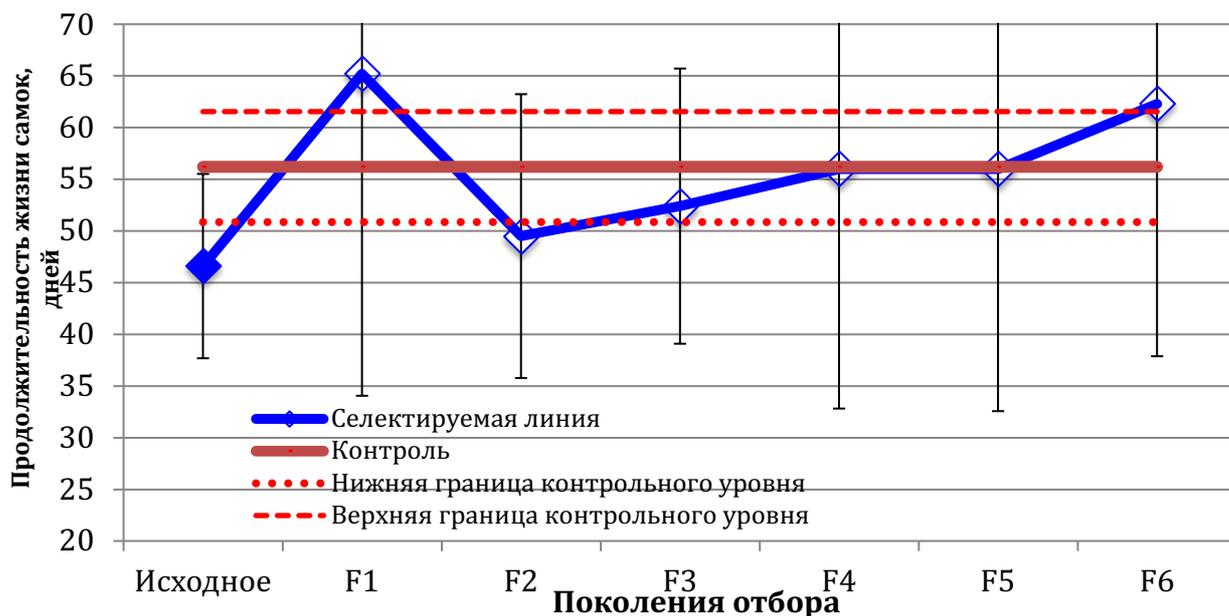


Рисунок 38. Динамика продолжительности жизни самок подизуса в последовательных поколениях отбора на приспособленность к индивидуальному выкармливанию злаковой тлей до 4-ого возраста включительно (обозначения как на рисунке 27)

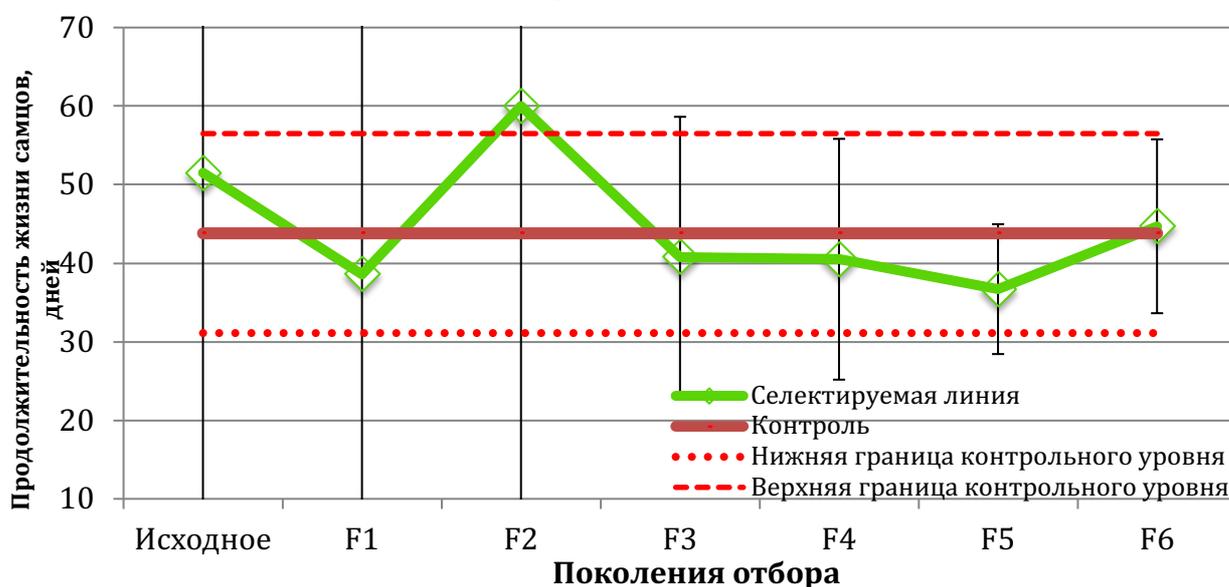


Рисунок 39. Динамика продолжительности жизни самцов подизуса в последовательных поколениях отбора на приспособленность к индивидуальному выкармливанию злаковой тлей до 4-ого возраста включительно (обозначения как на рисунке 27)

Вероятно по этому, в силу ограниченных объемов выборок насекомых, получаемых в селектируемой линии, мы не выявили достоверных различий по

показателю продолжительности жизни ни самцов, ни самок от контроля (за исключением самок исходного поколения), ни между поколениями.

Эксперименты, представленные на этом этапе селекционного процесса, следует считать весьма успешными и информативными. В относительно небольшой выборке (118 нимф) подизуса удалось выявить генетическую гетерогенность по наследственным факторам, определяющим его приспособительные возможности к питания злаковой тлей на ранних стадиях развития. Это свидетельствует о сохранение высокого уровня генетической изменчивости в популяции подизуса которая длительное (не менее 40-ка лет) разводится в лабораторных условиях.

Всего за 6 поколений индивидуальной селекции показатель продолжительности развития нимф на «тлевой» диете удалось вплотную приблизить к контрольному уровню (питание только гусеницы галлерии), а выживаемость нимф увеличит в 3 раза. При этом, другие показатели развития и репродуктивного потенциала хищного клопа практически не затрагиваются, или если ухудшаются, то в незначительной степени.

Сделали заключение, что селекцию подизуса на приспособленность к питанию злаковой тлей следует продолжить, уделив особое внимание признаку выживаемости нимф, а также плодовитости получаемых имаго. Важным с методической точки зрения явился факт успешного проведения отбора при индивидуальном содержании нимф подизуса. Это открывает возможности для проведения индивидуальной семейной селекции, с целью получения генетически однородных линий подизуса, стабильно наследующих селективируемые признаки.

С методической точки зрения представляло интерес включение в селекционный процесс методики группового содержания нимф подизуса, даже при повышении уровня каннибализма. Поэтому, в следующих поколениях нимф подизуса содержали посемейно, но группами, одновременно отрождавшимися из одной яйцекладки.

В таблицах 19 и 20 представлены результаты оценки основных

показателей развития и репродуктивного потенциала подизуса в последних поколениях селекции на приспособленность к питанию злаковой тлей. Как видно из представленных материалов, переход к групповому содержанию нимф подизуса в селектируемой линии не оправдал ожиданий. Хотя продолжительность развития нимф (рис. 40 А,Б) в следующих четырех поколениях отбора (F7 - F10) еще снизилась (у самок в F7 и в F10 по сравнению с F6 достоверно;  $p < 0.05$ ), снизилась и выживаемость нимф (рис. 37 В), а также масса молодых имаго (рис. 40 Г,Д). В F10 выживаемость опустилась до критической величины 8%. При этом выжил только один самец, что создало реальную угрозу потери селектируемой линии. И хотя высокая плодовитость подизуса позволила получить достаточно потомков от одной пары клопов, было решено смягчить условия отбора и перевести нимф селектируемых насекомых на питание злаковой тлей только до третьего возраста включительно.

Таблица 19. Продолжительность развития нимф, масса тела и продолжительность жизни имаго подизуса в последовательных поколениях отбора на приспособленность к выкармливанию нимф злаковой тлей при групповом содержании

Поколение отбора	Пол	Развитие нимф, дней $\pm$ SE	Масса молодых имаго, мг $\pm$ SE	Продолжительность жизни имаго, дней $\pm$ SE
F7	самки	23,1 $\pm$ 0,34 <i>d</i> (7)	59,7 $\pm$ 0,81 <i>g</i> (7)	49,7 $\pm$ 4,00 <i>j</i> (7)
	самцы	22,3 $\pm$ 0,48 <i>cd</i> (4)	50,8 $\pm$ 1,29 <i>i</i> (4)	35,2 $\pm$ 5,39 <i>ijklmn</i> (4)
F8	самки	23,1 $\pm$ 0,51 <i>d</i> (7)	59,3 $\pm$ 2,25 <i>g</i> (7)	50,1 $\pm$ 5,35 <i>jk</i> (7)
	самцы	22,2 $\pm$ 0,37 <i>cd</i> (5)	48,8 $\pm$ 1,72 <i>i</i> (5)	38,8 $\pm$ 4,12 <i>ijklm</i> (5)
F9	самки	23,5 $\pm$ 0,54 <i>de</i> (8)	60,9 $\pm$ 1,33 <i>g</i> (8)	42,1 $\pm$ 4,80 <i>ijklm</i> (8)
	самцы	21,6 $\pm$ 0,37 <i>bc</i> (7)	49,2 $\pm$ 1,73 <i>i</i> (7)	31,3 $\pm$ 2,29 <i>mn</i> (7)
F10	самки	23,1 $\pm$ 0,34 <i>d</i> (7)	57,7 $\pm$ 1,72 <i>g</i> (7)	42,6 $\pm$ 4,89 <i>ijklm</i> (7)
	самцы	23,0 (1)	41,7 (1)	39,0 (1)
F11	самки	24,3 $\pm$ 0,24 <i>e</i> (36)	69,2 $\pm$ 1,01 <i>f</i> (36)	40,2 $\pm$ 1,99 <i>kl</i> (36)
	самцы	21,1 $\pm$ 0,22 <i>b</i> (26)	53,0 $\pm$ 1,23 <i>hi</i> (26)	33,5 $\pm$ 2,00 <i>mn</i> (26)
F12	самки	24,4 $\pm$ 0,25 <i>e</i> (41)	69,0 $\pm$ 1,06 <i>f</i> (41)	38,7 $\pm$ 1,73 <i>l</i> (41)
	самцы	22,4 $\pm$ 0,22 <i>cd</i> (38)	51,9 $\pm$ 1,02 <i>i</i> (38)	29,9 $\pm$ 1,44 <i>n</i> (38)
Контроль	самки	21,9 $\pm$ 0,35 <i>bc</i> (14)	70,8 $\pm$ 1,43 <i>f</i> (14)	44,4 $\pm$ 2,31 <i>jkl</i> (14)
	самцы	19,9 $\pm$ 0,35 <i>a</i> (10)	56,7 $\pm$ 1,46 <i>gh</i> (10)	32,6 $\pm$ 2,38 <i>mn</i> (10)

Примечания: Примечания: в скобках приведены объемы выборок; одинаковыми буквами обозначены достоверно не различающиеся значения отдельного показателя ( $p > 0,05$  по *t*-критерию Стьюдента)

Использование этого приема привело к резкому (до 60% в F11)

увеличению выживаемости нимф хищных клопов в селективируемой линии (рис. 40 В). В F12 выживаемость нимф подизуса достигла 70% и достоверно не отличалась от контрольной (табл. 20). В то же время, достоверно увеличилась продолжительность развития ( $p < 0.01$ ) и масса тела ( $p < 0.05$ ) самок (рис. 40 А и Г). У самцов это наблюдалось в виде тенденции (рис. 40 Б и Д).

Соотношение полов в селективируемой линии было несколько сдвинуто в сторону преобладания самок. В 12-м поколении их доля составила  $58.6 \pm 5.89$  %, что достоверно от 1:1 не отличается. Впрочем, такая же тенденция наблюдалась и в контроле ( $58.3 \pm 10.1$  %).

Таблица 20. Выживаемость нимф, преовипозиционный период и плодовитость имаго подизуса в последовательных поколениях отбора на приспособленность к выкармливанию нимф злаковой тлей при групповом содержании

Поколение отбора	Выживаемость нимф, % $\pm$ SE	Дней до первой яйцекладки $\pm$ SE	Плодовитость за всю жизнь, яиц $\pm$ SE
F7	$11,0 \pm 3,13$ c (100)	$6,0 \pm 0,43$ d (6)	$278 \pm 37,7$ gh (6)
F8	$12,0 \pm 3,25$ c (100)	$7,9 \pm 0,34$ f (7)	$307 \pm 18,9$ gh (7)
F9	$15,0 \pm 3,57$ c (100)	$7,3 \pm 0,38$ ef (8)	$253 \pm 21,7$ h (8)
F10	$8,0 \pm 2,71$ c (100)	7 (1)	168 (1)
F11	$60,0 \pm 4,90$ b (100)	$7,2 \pm 0,21$ ef (33)	$264 \pm 12,4$ h (33)
F12	$70,0 \pm 4,58$ ab (100)	$7,3 \pm 0,18$ f (38)	$301 \pm 13,9$ gh (38)
Контроль	$80,0 \pm 7,30$ a (100)	$6,6 \pm 0,29$ de (14)	$345 \pm 17,9$ g (14)

Обозначения как в таблице 19.

Преовипозиционный период в F7 снизился по отношению к предыдущему поколению, но в F8 достоверно вырос, и в последующих поколениях варьировал в пределах 7-8 дней, несколько превышая контрольный уровень (табл. 20; рис. 40 Е).

В последних поколениях отбора наблюдалась тенденция к снижению продолжительности жизни взрослых самок и самцов подизуса (табл. 19; рис. 40 Ж,З). В F11 продолжительность жизни самок была достоверно ниже ( $p < 0.05$ ), чем в F7, а в F12 достоверно ниже, чем в F7 и в F8 ( $p < 0.05$ ). У самцов достоверные ( $p < 0.05$ ) различия по продолжительности жизни отмечаются только между F8 и F12, в пользу первых. Достоверного отличия от контроля по продолжительности жизни как самок, так и самцов подизуса в селективируемой линии не выявлено, ни в одном из последних поколений отбора.

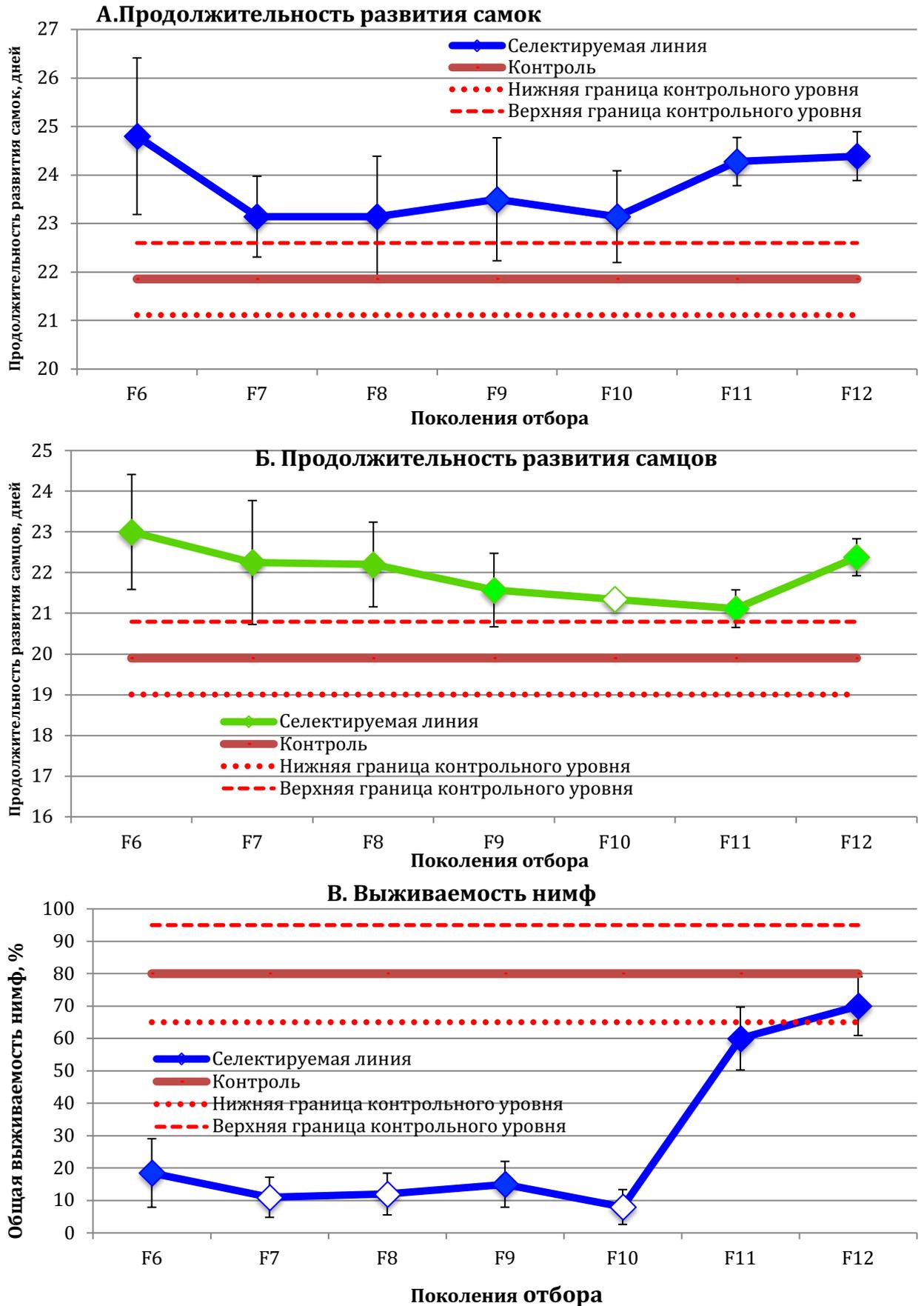


Рисунок 40. Динамика основных показателей развития и репродуктивного потенциала подизуса в последних поколениях отбора на приспособленность к выкармливанию злаковой тлей (обозначения как на рисунке 27)

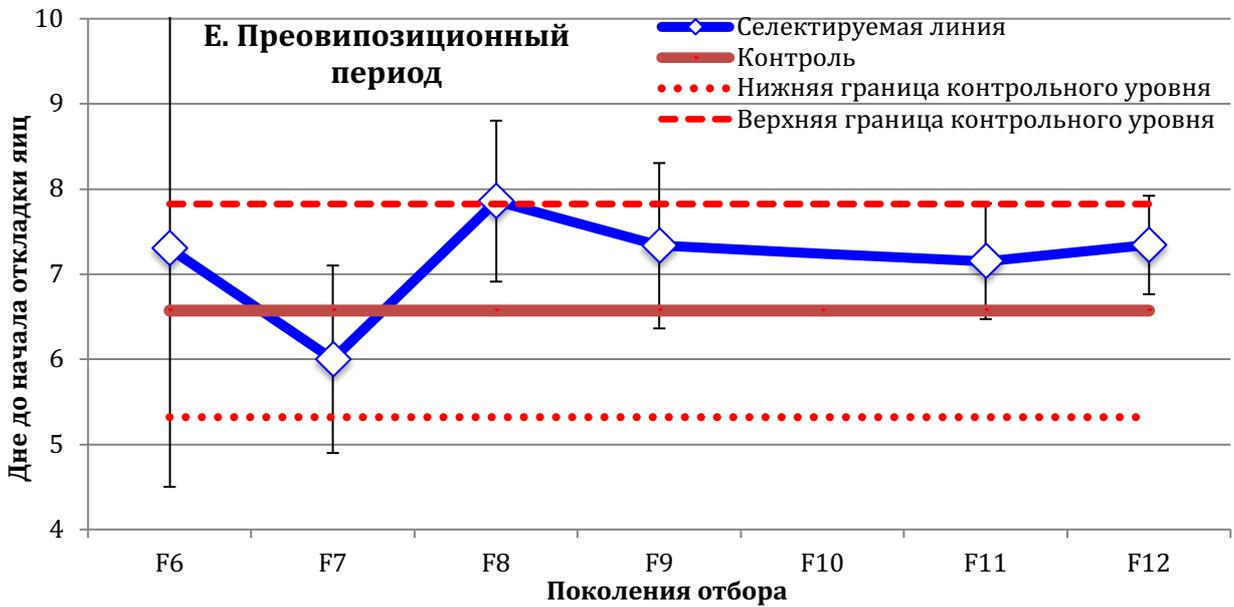
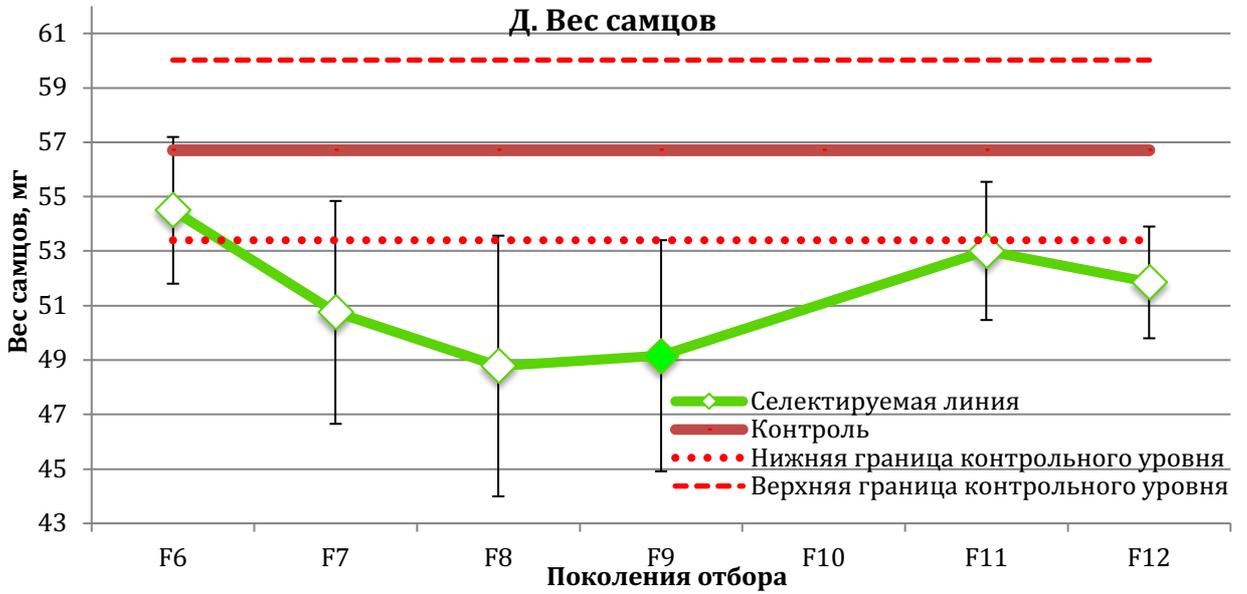
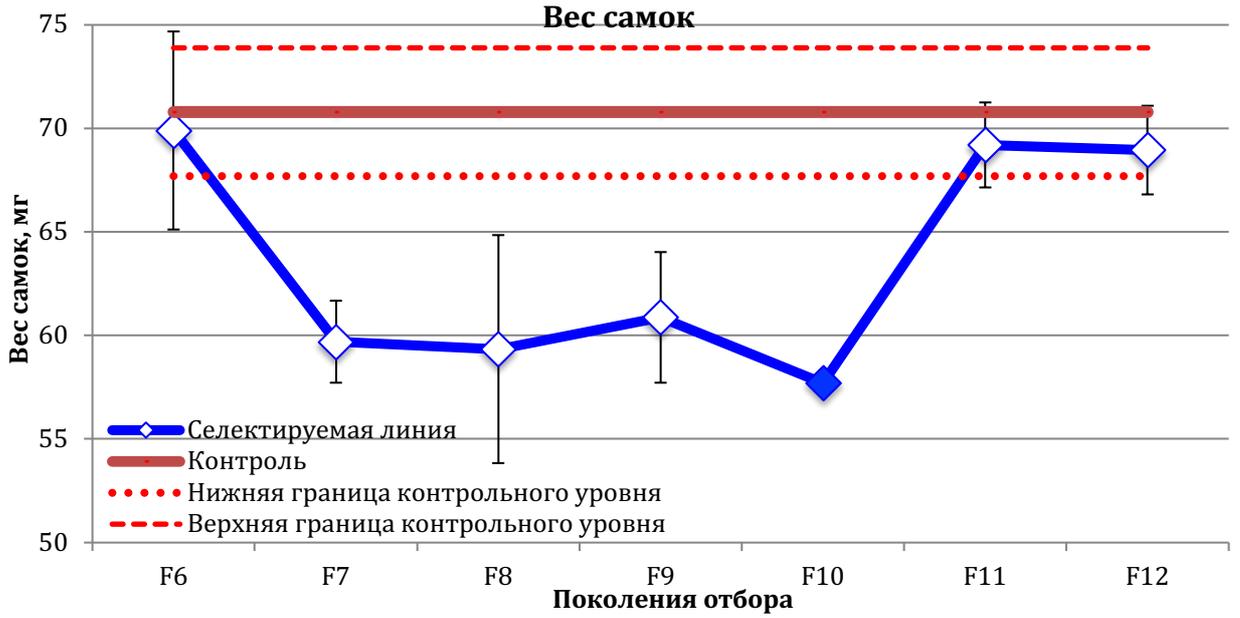


Рисунок 40 (продолжение)

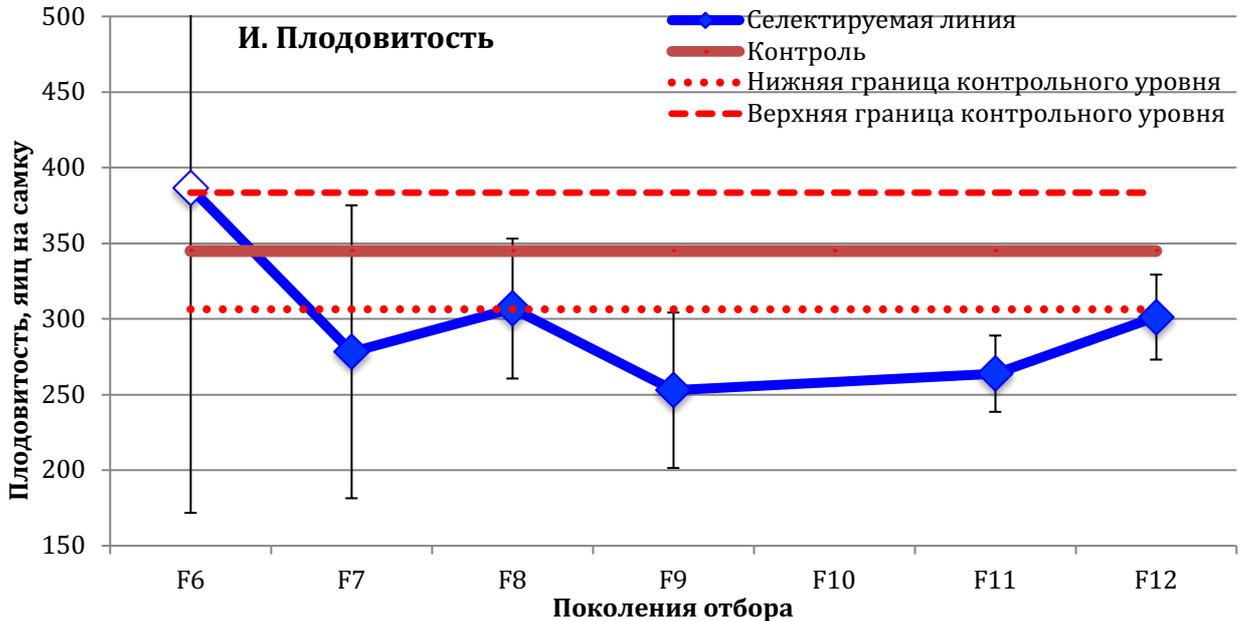
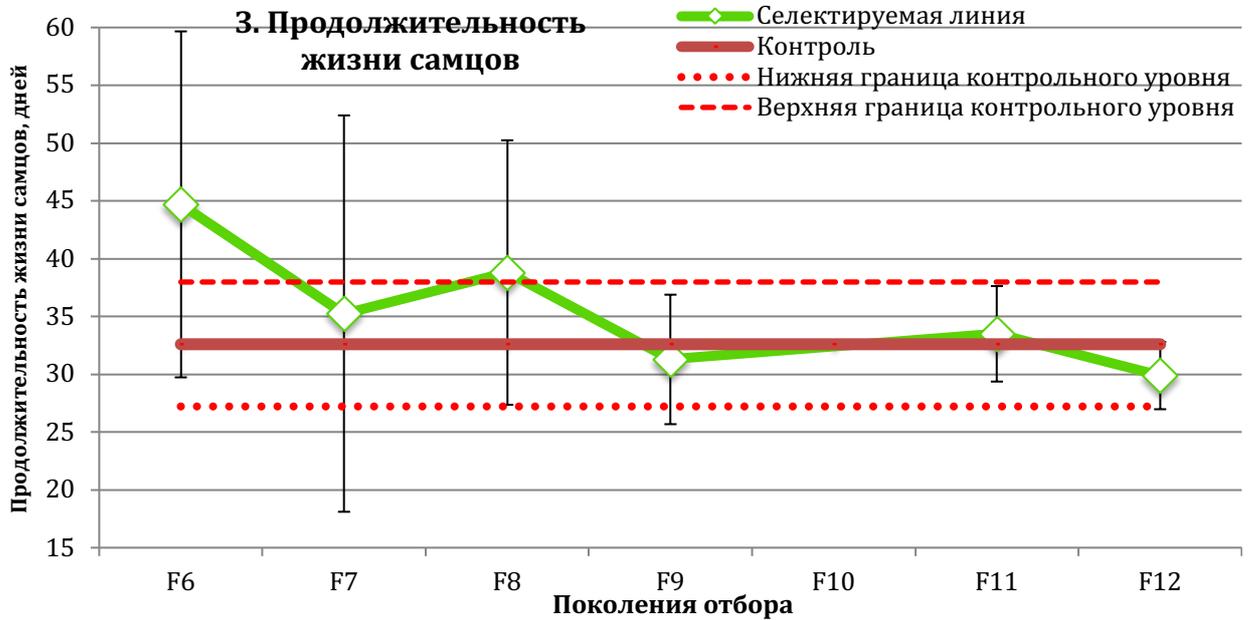
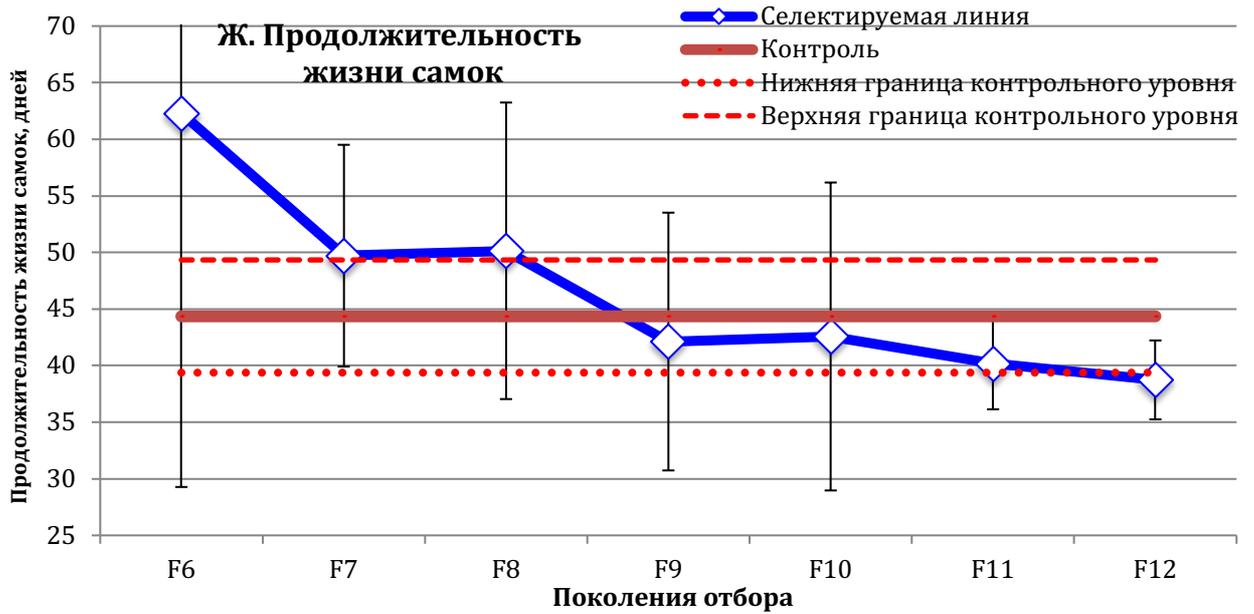


Рисунок 40 (окончание)

Плодовитость имаго подизуса в селекционируемой линии была ниже контрольной во всех последних поколениях отбора (рис. 40 И) на 11-27%, но достоверные отличия наблюдали только в F9 ( $p < 0.01$ ) и в F11 ( $p < 0.001$ ). В F12 плодовитость клопов в селекционируемой линии вновь возросла и приблизилась к контрольной (отличие составило 12.7% и было не достоверным).

Это и все сказанное выше в данном параграфе позволило нам заключить, что поставленная цель по выведению линии подизуса, приспособленной к питанию злаковой тлей на ранних стадиях развития, в основном, достигнута. За 12 поколений отбора по признаку продолжительности развития на «тлевой» диете получена линия хищного клопа, у которой при выкармливании злаковой тлей нимф 2-ого и 3-его возрастов, а последующих стадий развития и имаго – гусеницами галлерии, продолжительность развития самок и преовипозиционный период увеличены всего и на 11-12%, продолжительность развития самцов, выживаемость нимф и масса самцов снижены на 12-13%, а остальные показатели развития и репродуктивного потенциала достоверно не отличаются от контрольных. Целенаправленную селекцию прекратили. Линия поддерживается в лаборатории, по технологии массового разведения с выкармливанием нимф подизуса злаковой тлей до 3-его возраста включительно.

Несмотря на то, что экономическая оценка показала малую пригодность линии, отселектированной на приспособленность молодых нимф подизуса питаться злаковой тлей, результаты проделанной работы показали принципиальную возможность генетической адаптации подизуса к разведению на необычном корме, например, нимф на личинках зеленой падальной мухи, а имаго на бабочках ситотроги.

### 4.3. Оценка генетической гетерогенности селектированной линии подизуса по приспособленности к питанию злаковой тлей и бабочками ситотроги

Как видно из таблицы 21 и рисунка Г.1 (приложение Г) потомки быстро развившихся (БР) на «тлево-ситотрожной» диете клопов не отличались по этому признаку от потомков медленно развивавшихся (МР) родителей, хотя и продемонстрировали более высокую скорость развития (особенно F1 МР), чем их предки. Последнее обстоятельство не удивительно, т.к. продолжительность развития насекомых, в частности хищных клопов, очень сильно зависит от температурных условий. Даже небольшие различия в температуре на протяжении довольно длительного периода развития нимф подизуса, которое при постоянной температуре +25 °С и оптимальном корме составляет 20-22 дня, могут вызвать различия в продолжительности развития клопов, если она оценивается в разное время, что неизбежно для разных поколений.

Таблица 21. Продолжительность развития нимф подизуса в первом поколении (F1), после отбора по продолжительности их развития

Вариант; корм	Пол	Исследовано особей	Развитие, дней ± SE	Доля самок, % ± SE
Исходное поколение; тля + ситотрога (СТ)	самки	28	33,5 ± 0.80 <i>e</i>	48,3 ± 6.56 $\chi$
	самцы	30	34,0 ± 0.69 <i>e</i>	
Контроль к F1; только галлерия (ЛП)	самки	12	21,0 ± 0.69 <i>a</i>	42,9 ± 9.35 $\chi$
	самцы	16	21,5 ± 0.67 <i>a</i>	
Контроль к F1; тля + галлерия (СТ)	самки	9	24,2 ± 0.40 <i>b</i>	45,0 ± 11.1 $\chi$
	самцы	11	24,6 ± 0.20 <i>b</i>	
Контроль к F1; тля + ситотрога (ЛП)	самки	14	25,7 ± 0.35 <i>c</i>	60,9 ± 10.2 $\chi$
	самцы	9	25,2 ± 0.51 <i>bc</i>	
F1 БР; тля + ситотрога (СТ)	самки	17	27,4 ± 0.46 <i>d</i>	47,2 ± 8.32 $\chi$
	самцы	19	26,3 ± 0.43 <i>cd</i>	
F1 МР; тля + ситотрога (СТ)	самки	17	27,4 ± 0.60 <i>d</i>	48,6 ± 8.45 $\chi$
	самцы	18	27,3 ± 0.60 <i>d</i>	
F1 БР+МР; тля + ситотрога (СТ)	самки	35	27,4 ± 0.42 <i>d</i>	49,3 ± 5.93 $\chi$
	самцы	36	26,8 ± 0.41 <i>d</i>	

Примечания: СТ – линия подизуса, селектируемая на приспособленность к питанию злаковой тлей; ЛП 9 лабораторная популяция подизуса; БР – быстро развившиеся клопы; МР – медленно развивавшиеся клопы; SE (standard error) – стандартная ошибка среднего или процента; n – объем выборки; одинаковыми буквами обозначены достоверно не различающиеся значения отдельного показателя ( $p > 0.05$  по t-критерию Стьюдента)

К сожалению, пока не оправдались и наши надежды на существование генетической гетерогенности в селекционируемой линии подизуса по наследственным факторам, определяющим их приспособленность к разведению на диете, полностью исключающей использование живых гусениц галлерии, т.е. при кормлении нимф злаковой тлей до 3-его возраста включительно, а остальных стадий – бабочками ситотроги 4-ех дневного возраста.

Отсутствие ответа на отбор по признаку продолжительности развития нимф подизуса на «тлево-ситотрожной» диете скорее всего связано со сниженной генетической гетерогенностью исходного материала (выборки нимф подизуса 1-го возраста в количестве 74 особи и полученных после их развития взрослых клопов в количестве 28 самок и 30 самцов), который был взят из линии подизуса, селекционированной на приспособленность к питанию злаковой тлей на ранних стадиях развития. В процессе селекции этой линии применяли индивидуальный посемейный отбор, т.е. инбредный характер разведения. Хорошо известно, что одним из следствий инбредного размножения является гомозиготизация потомков, т.е. существенное снижение генетической гетерогенности.

Считается (Козлова и др., 2018), что эта линия подизуса уже частично адаптирована к питанию злаковой тлей, а злаковая тля является одним из компонентов «тлево-ситотрожной» диеты, к которой подизуса желательно также адаптировать. Таким образом мы рассчитывали использовать вариант так называемой последовательной селекции, обладающий не высокой эффективностью (<http://agro-portal24.ru/ovcevodstvo-i-kozovodstvo/3269-otbor-metody-selekcii-po-neskolkim-priznakam.html>). Вероятно, в данном случае лучше было бы взять материал из лабораторной популяции подизуса, генетическая гетерогенность которого уже доказана (см. 4.1).

Тем не менее, нам удалось получить экспериментальные данные, позволяющие оценить влияние 3-х разных диет (только гусеницы галлерии - эталон, злаковая тля и гусеницы галлерии – диета 2, злаковая тля и ситотрога – диета 3) на репродуктивные показатели и развитие подизуса, из лабораторной

популяции и селективируемой линии, и выявить некоторые интересные закономерности.

Так, из таблицы 21 видно, что подизус, из селективируемая на приспособленность к злаковой тле (СТ) линии, еще не достиг максимальной скорости развития на «тлевой» диете. Продолжительность развития самок, по сравнению с эталоном, достоверно увеличена на 15.3%, а самцов на 14.4%. Перевод подизуса, из СТ линии, на втором этапе питания с галлерии на ситотрогу, приводит к небольшому (на 13% для самок и 9% для самцов), но достоверному, увеличению продолжительности развития. Причем, реакция на новый корм у клопов, из СТ линии, была достоверно сильнее, чем у клопов, из лабораторной популяции.

Из таблицы 22 и соответствующего ей рисунка Г.2 (приложение Г) видно, что выживаемость нимф подизуса во всех вариантах достоверно снижается по сравнению с эталонной диетой. В меньшей степени это относится к потомкам быстро развившихся на «тлево-ситотрожной» диете клопов (снижение на 25%), в большей степени (снижение на 42%) - к насекомым, из СТ линии, которых на втором этапе кормили галлерией, и лабораторной популяции, которых на втором этапе кормили бабочками ситотроги, но различия между этими вариантами не достоверны.

Таблица 22. Выживаемость нимф подизуса в первом поколении (F1), после отбора по продолжительности их развития

Вариант; корм	Исследовано нимф 1-го возраста	Выжило до имаго, % ± SE
Исходное поколение; тля + ситотрога (СТ)	74	78,4 ± 4.79 <i>ab</i>
Контроль к F1; только галлерия (ЛП)	31	90,3 ± 5.31 <i>a</i>
Контроль к F1; тля + галлерия (СТ)	38	52,6 ± 8.10 <i>c</i>
Контроль к F1; тля + ситотрога (ЛП)	44	52,3 ± 7.53 <i>c</i>
F1 БР; тля + ситотрога (СТ)	53	67,9 ± 6.41 <i>bc</i>
F1 МР; тля + ситотрога (СТ)	58	60,3 ± 6.42 <i>c</i>
F1 БР+МР; тля + ситотрога (СТ)	111	64,0 ± 4.56 <i>c</i>

Обозначения как в таблице 21.

Из таблицы 23 и рисунка Г.3 (приложение Г) видно, что масса тела молодых имаго, если и изменялся по отношению к эталону, то не сильно, и в большинстве случаев не достоверно. Это подтверждает возможность

использования «тлево-ситотрожной» диеты для массового разведения хищного клопа подизуса. Следует пояснить, что в исходном поколении молодых имаго подизуса, перед постановкой на скрещивание, не взвешивали.

Таблица 23. Масса тела молодых самок и самцов подизуса в первом поколении (F1), после отбора по продолжительности развития нимф

Вариант; корм	Исследовано		Масса, мг $\pm$ SE	
	самок	самцов	самок	самцов
Контроль к F1; только галлерия	12	16	65,5 $\pm$ 0.95 <i>a</i>	46,1 $\pm$ 0.93 <i>c</i>
Контроль к F1; тля + галлерия	9	11	62,6 $\pm$ 1.32 <i>ab</i>	47,4 $\pm$ 1.32 <i>c</i>
Контроль к F1; тля + ситотрога	14	9	63,6 $\pm$ 1.57 <i>ab</i>	47,2 $\pm$ 1.34 <i>c</i>
F1 БР; тля + ситотрога	17	19	63,3 $\pm$ 0.94 <i>ab</i>	43,8 $\pm$ 0.62 <i>d</i>
F1 МР; тля + ситотрога	17	18	61,7 $\pm$ 0.98 <i>b</i>	42,6 $\pm$ 0.93 <i>d</i>
F1 БР+МР; тля + ситотрога	34	37	62,5 $\pm$ 0.69 <i>b</i>	43,2 $\pm$ 0.55 <i>d</i>

Обозначения как в таблице 21.

Один из немногих признаков по которому были обнаружены достоверные различия между потомками быстро и медленно развивавшихся на «тлево-ситотрожной» диете клопами является преовипозиционный период, т.е. промежуток времени между постановкой пары клопов на скрещивание и получением первой яйцекладки (табл. 24, рис. Г.4, приложение Г).

Таблица 24. Преовипозиционный период самок подизуса в исходном и первом поколении, после отбора по продолжительности развития нимф

Вариант; корм	Исследовано пар	Дней до 1-ой яйцекладки $\pm$ SE
Исходное поколение БР; тля+ситотрога	5	7,8 $\pm$ 0.58 <i>cd</i>
Исходное поколение МР; тля+ситотрога	4	7,5 $\pm$ 0.65 <i>bcd</i>
Исходное поколение все; тля+ситотрога	9	7,7 $\pm$ 0.41 <i>c</i>
Контроль к F1; только галлерия	9	5,4 $\pm$ 0.41 <i>a</i>
Контроль к F1; тля + галлерия	8	6,5 $\pm$ 0.42 <i>abc</i>
Контроль к F1; тля + ситотрога	8	5,9 $\pm$ 0.48 <i>ab</i>
F1 БР; тля + ситотрога	8	6,5 $\pm$ 0.90 <i>abc</i>
F1 МР; тля + ситотрога	7	9,0 $\pm$ 0.38 <i>d</i>

Обозначения как в таблице 21.

Как видно из представленных материалов, у потомков клопов, медленно развивавшихся на «тлево-ситотрожной» диете, преовипозиционный период достоверно увеличивается по сравнению с эталонным вариантом на 65% и на 38% по сравнению с потомками быстро развивавшихся родителей. Следует отметить, что быстро и медленно развивавшиеся на «тлево-ситотрожной»

диете клопы в исходном поколении (P) по этому признаку достоверно не различались.

Усредненные результаты оценок объема первых яйцекладок, получаемых от отдельных пар подизуса, представлены в таблице 25 и на рисунке Г.5 (приложение Г).

Таблица 25. Объем первой яйцекладки самок подизуса в исходном и первом поколении, после отбора по продолжительности развития нимф

Вариант; корм	Исследовано:		Объем, яиц $\pm$ SE
	кладок	яиц	
Исходное поколение БР; тля + ситотрога	5	43	8,6 $\pm$ 1.63 <i>cd</i>
Исходное поколение МР; тля + ситотрога	4	34	8,5 $\pm$ 2.10 <i>bcd</i>
Исходное поколение все; тля + ситотрога	9	77	8,6 $\pm$ 1.21 <i>d</i>
Контроль к F1; только галлерия	9	178	19,7 $\pm$ 1.15 <i>a</i>
Контроль к F1; тля + галлерия	8	95	11,8 $\pm$ 1.76 <i>bcd</i>
Контроль к F1; тля + ситотрога	8	112	14,0 $\pm$ 1.63 <i>b</i>
F1 БР; тля + ситотрога	8	100	12,5 $\pm$ 1.22 <i>bc</i>
F1 МР; тля + ситотрога	7	96	13,7 $\pm$ 1.63 <i>b</i>
F1 БР+МР; тля + ситотрога	15	196	13,0 $\pm$ 0.98 <i>b</i>

Обозначения как в таблице 21.

Из представленных материалов видно, что использование злаковой тли при выкармливании нимф подизуса на ранних стадиях развития достоверно снижает объем первой яйцекладки (на 30-40%), причем независимо от того, какой корм (гусениц галлерии или имаго ситотроги) им предлагали на последующих этапах жизненного цикла. Отметим также, что в исходном поколении объем первых яйцекладок у быстро и медленно развивавшихся клопов был одинаков, причем раза в полтора меньше, чем у их потомков, прошедших уже 2 поколения развития на «тлево-ситотрожной» диете.

Усредненные результаты оценок объема всех яйцекладок, получаемых от отдельных пар подизуса, представлены в таблице 26 и на рисунке Г.5 (приложение Г).

Интересно, что этот показатель у потомков БР клопов достоверно выше, чем у потомков МР клопов, и сравним (даже несколько выше) с контрольными вариантами.

Из таблицы 27 и рисунка Г.6 (приложение Г) видно, что число

яйцекладок, которые удалось получить от быстро развившихся на «тлево-ситотрожной» диете клопов в исходном поколении достоверно больше (на 40.8%), чем от медленно развивавшихся. Это прямо сказывается и на их общей плодовитости (табл. 28, рис. Г.7, приложение Г) которая у быстро развившихся клопов достоверно выше, чем у медленно развивавшихся на 40.9%.

Таблица 26. Объем средней яйцекладки самок подизуса в исходном и первом поколении, после отбора по продолжительности развития нимф

Вариант; корм	Исследовано:		Объем, яиц $\pm$ SE
	кладок	яиц	
Исходное поколение БР; тля+ситотрога	132	1460	11,1 $\pm$ 0.70 <i>c</i>
Исходное поколение МР; тля+ситотрога	75	829	11,1 $\pm$ 0.91 <i>c</i>
Исходное поколение все; тля+ситотрога	207	2289	11,1 $\pm$ 0.56 <i>c</i>
Контроль к F1; только галлерия	223	3281	14,7 $\pm$ 0.56 <i>ab</i>
Контроль к F1; тля + галлерия	176	2392	13,6 $\pm$ 0.52 <i>b</i>
Контроль к F1; тля + ситотрога	152	2268	14,9 $\pm$ 0.70 <i>ab</i>
F1 БР; тля + ситотрога	143	2209	15,4 $\pm$ 0.63 <i>a</i>
F1 МР; тля + ситотрога	132	1514	11,5 $\pm$ 0.57 <i>c</i>

Обозначения как в таблице 24.

Таблица 27. Число яйцекладок самок подизуса в исходном и первом поколении, после отбора по продолжительности развития нимф

Вариант; корм	Исследовано:		Число яйцекладок $\pm$ SE
	пар	кладок	
Исходное поколение БР; тля+ситотрога	5	132	26,4 $\pm$ 1.54 <i>a</i>
Исходное поколение МР; тля+ситотрога	4	75	18,8 $\pm$ 1.32 <i>cd</i>
Контроль к F1; только галлерия	9	223	24,8 $\pm$ 0.76 <i>ab</i>
Контроль к F1; тля + галлерия	8	176	22,0 $\pm$ 1.10 <i>bc</i>
Контроль к F1; тля + ситотрога	8	152	19,0 $\pm$ 0.89 <i>cd</i>
F1 БР; тля + ситотрога	8	143	17,9 $\pm$ 0.72 <i>d</i>
F1 МР; тля + ситотрога	7	132	18,9 $\pm$ 1.42 <i>cd</i>
F1 БР+МР; тля + ситотрога	15	275	18,3 $\pm$ 0.75 <i>d</i>

Обозначения как в таблице 21.

Анализ их потомков F1 показал, что наблюдаемые в исходном поколении различия по числу яйцекладок и общей плодовитости определялись скорее всего физиологическими причинами, а не генетическими. Хотя тенденция к меньшей плодовитости у потомков медленно развивавшихся клопов, по сравнению с потомками быстро развившихся, наблюдается.

Наблюдающиеся в исходном поколении различия быстро и медленно развивавшихся на «тлево-ситотрожной» диете клопов по плодовитости в основном определяются различиями в их продолжительности жизни (табл. 29;

рис. Г.8, приложение Г). Она высоко достоверно ( $p < 0.01$ ) больше как у быстро развившихся самок (на 41.2%), так и у самцов (на 29.9%), чем у медленно развивавшихся.

Таблица 28. Плодовитость самок подизуса в исходном и первом поколении, после отбора по продолжительности развития нимф

Вариант; корм	Исследовано:		Число яиц $\pm$ SE
	пар	яиц	
Исходное поколение БР; тля+ситотрога	5	1460	292 $\pm$ 24.7 <i>bc</i>
Исходное поколение МР; тля+ситотрога	4	829	207 $\pm$ 11.9 <i>d</i>
Контроль к F1; только галлерия	9	3281	365 $\pm$ 18.2 <i>a</i>
Контроль к F1; тля + галлерия	8	2392	299 $\pm$ 14.3 <i>b</i>
Контроль к F1; тля + ситотрога	8	2268	284 $\pm$ 16.7 <i>bc</i>
F1 БР; тля + ситотрога	8	2209	276 $\pm$ 11.3 <i>bc</i>
F1 МР; тля + ситотрога	7	1514	216 $\pm$ 29.6 <i>cd</i>
F1 БР+МР; тля + ситотрога	15	3723	248 $\pm$ 16.4 <i>cd</i>

Обозначения как в таблице 21.

Таблица 29. Продолжительность жизни самок и самцов подизуса в исходном и первом поколении, после отбора по продолжительности развития нимф

Вариант; корм	Исследовано		Продолжительность жизни, дней $\pm$ SE	
	самок	самцов	самок	самцов
Исходно БР; тля + ситотрога	5	5	58,6 $\pm$ 2.54 <i>a</i>	55,2 $\pm$ 2.01 <i>ab</i>
Исходное МР; тля + ситотрога	4	4	41,5 $\pm$ 2.84 <i>d</i>	42,5 $\pm$ 2.50 <i>d</i>
Контроль к F1; только галлерия	9	9	55,8 $\pm$ 1.62 <i>a</i>	55,6 $\pm$ 2.37 <i>ab</i>
Контроль к F1; тля + галлерия	8	8	50,5 $\pm$ 1.64 <i>bc</i>	53,3 $\pm$ 1.39 <i>ab</i>
Контроль к F1; тля + ситотрога	8	8	45,1 $\pm$ 1.04 <i>d</i>	47,1 $\pm$ 1.42 <i>cd</i>
F1 БР; тля + ситотрога	8	8	44,7 $\pm$ 1.70 <i>d</i>	47,6 $\pm$ 1.68 <i>cd</i>
F1 МР; тля + ситотрога	7	7	47,7 $\pm$ 3.21 <i>bcd</i>	43,4 $\pm$ 1.88 <i>d</i>
F1 БР+МР; тля + ситотрога	15	15	45,9 $\pm$ 1.74 <i>cd</i>	45,7 $\pm$ 1.33 <i>d</i>

Обозначения как в таблице 24.

Анализ F1 показал, что потомки быстро и медленно развившихся на «тлево-ситотрожной» диете клопов и по продолжительности жизни не различаются между собой.

В то же время, результаты экспериментов отчётливо показали, что использование четырехдневных бабочек ситотроги в качестве корма для нимф последних возрастов и имаго достоверно снижают продолжительность жизни как самок, так и самцов подизуса, по сравнению с использованием в этом качестве гусениц галлерии. По сравнению с эталонным вариантом продолжительность жизни самок F1 в среднем снижается на 21.4 %, а самцов на 21.7 %, что сопоставимо со снижением продолжительности жизни хищных клопов, из

лабораторной популяции при их переводе на «тлево-ситотрожную» диету (на 23.6 % и 17.9 % для самок и самцов, соответственно).

По сравнению с частично адаптированными к кормлению тлей клопами, которых выкармливали по диете 2 (тля + галлерия), их выкармливание по диете 3 (тля + ситотрога), также приводит к снижению продолжительности жизни на 9.9 % и 16.6 % у самок и самцов F1 и на 11.9 % и 13.0 % у самок и самцов лабораторной популяции.

В этом отношении сходные закономерности отмечаются и по общей плодовитости, однако, в виде тенденции (различия не достоверны).

В таблице 30 и на рисунке Г.10 (приложение Г) представлены суммированные в пределах варианта результаты оценки жизнеспособности яиц в выборках яйцекладок отдельных пар подизуса. Как видно из представленных материалов, в яйцекладках быстро и медленно развившихся на «тлево-ситотрожной» диете клопов исходного поколения жизнеспособность яиц достоверно не различалась.

Таблица 30. Жизнеспособность яиц подизуса в исходном и первом поколении, после отбора по продолжительности развития нимф

Вариант; корм	Исследовано яиц:		Жизнеспособность яиц, % ± SE
	всего	отродилось	
Исходное поколение БР; тля+ситотрога	323	286	88,5 ± 1.77 <i>bcd</i>
Исходное поколение МР; тля+ситотрога	243	205	84,4 ± 2.33 <i>d</i>
Исходное поколение все; тля+ситотрога	566	491	86,7 ± 1.43 <i>cd</i>
Контроль к F1; только галлерия	279	271	97,1 ± 1.00 <i>a</i>
Контроль к F1; тля + галлерия	158	147	93,0 ± 2.02 <i>ab</i>
Контроль к F1; тля + ситотрога	152	140	92,1 ± 2.19 <i>b</i>
F1 БР; тля + ситотрога	190	171	90,0 ± 2.18 <i>bcd</i>
F1 МР; тля + ситотрога	150	137	91,3 ± 2.30 <i>bc</i>
F1 БР+МР; тля + ситотрога	340	308	90,6 ± 1.58 <i>bc</i>

Обозначения как в таблице 21.

Анализ этого показателя репродуктивного потенциала в F1 показывает, что выше всего жизнеспособность яиц оказывается в эталонном варианте, т.е. при выкармливании клопов на привычной диете, состоящей из гусениц галлерии. В вариантах с «тлево-ситотрожной» диетой снижение жизнеспособности яиц не велико (5-7 %), но достоверно, а при выкармливании клопов тлей и

галлерией еще меньше (4.2 %) и не достоверно. Практического значения, в плане массового разведения энтомофага, такое небольшое снижение жизнеспособности яиц не имеет.

Для общего сравнения трех использованных в наших экспериментах для выкармливания подизуса диет мы рассчитали коэффициенты его размножения. При его расчете для «тлево-ситотрожной» диеты результаты всех вариантов, где она использовалась, объединили. В результате получились следующие значения, показывающие какое количество особей в следующем поколении можно получить от одной особи предыдущего поколения: 160 – на эталонной диете (только галлерия); 73 – выкармливание нимф на ранних стадиях развития злаковой тлей, а в дальнейшем – гусеницами галлерии; 76 - выкармливание нимф на ранних стадиях развития злаковой тлей, а в дальнейшем – бабочками ситотроги.

По стоимости корма наиболее предпочтительным является третий вариант диеты (с использованием бабочек ситотроги, т.к. они являются отходом от производства и вообще не требуют специальных затрат). Может сложиться впечатление, что использование только бабочек ситотроги для выкармливания подизуса на всех стадиях развития, т.е. без использования тли (дающей негативные эффекты), может дать еще лучший результат. Однако, это предположение уже проверялось, и не оправдало ожиданий (Анисимов и др., 2018 а; Козлова и др., 2018).

В конечном итоге, мы считаем, что массовое разведение подизуса на «тлево-ситотрожной» диете вполне приемлемо. Некоторое увеличение продолжительности развития нимф может быть учтено и нивелировано временными параметрами технологического процесса разведения. Небольшое снижение жизнеспособности яиц и плодовитости большого практического значения иметь не будет, т.к. основные затраты приходятся на выкармливание нимф и, особенно, имаго клопов. Снижение выживаемости нимф на 26.5 %, по сравнению с эталонной диетой, может быть компенсировано более низкой стоимостью и простотой технологии использования живых бабочек ситотроги, вместо гусениц галлерии.

#### 4.4. Испытание селектированной линии подизуса в борьбе с личинками колорадского жука

Рекомендации по использованию селектируемых линий энтомофагов традиционно вызывает опасения энтомологов, специалистов в области биологической защиты растений, да и хозяйственников в плане возможного ухудшения их биологических и хозяйственных характеристик в следствии усиления неизбежного в процессе селекции инбридинга. Поэтому, отселектированные по каким-то признакам линии должны тщательно проверяться и испытываться (Анисимов и др., 2013, 2017а, 2018 а; Шитов и др., 2013), в частности по хозяйственно ценным признакам (Анисимов, Максимова, 2007; 2012; Максимова, Анисимов, 2013), которыми для подизуса являются прожорливость и хищническая активность.

Летом 2018 года нам представилась возможность сравнить эффективность отселектированной на приспособленность к питанию злаковой тлей на ранних стадиях развития линии подизуса в отношении уничтожения личинок колорадского картофельного жука с эффективностью лабораторной популяции хищного клопа, традиционно разводимой на гусеницах галлерии. Эксперименты проводили в лабораторных условиях.

В садки размером 50x50x50 см помещали по 2-3 сосуда с водой, в который помещали срезанные листья картофеля, с личинками колорадского жука 3-его возраста (по 8-12 особей на сосуд) и 1-й нимфой подизуса 4-го возраста (рис. 41, 42).

Всего было проведено 3 одновременные повторности. Продолжительность каждой повторности составляла 8-10 суток. На растениях из каждого сосуда отдельно ежедневно учитывали число живых личинок колорадского жука и оценивали стадию развития подизуса. Рассчитывали % живых личинок от исходного на дату учета. Суммированные в пределах повторности результаты представлены в таблице 31 и иллюстрируются рисунком 43, а суммированные по всем повторностям в таблице 32 и иллюстрируются рисунком 44.



Рисунок 41. Сосуды с листьями картофеля (ориг.)



Рисунок 42. Нимфа подизуса высасывающая личинку колорадского жука (ориг.)

Таблица 31. Численность и средний % живых личинок колорадского жука по отдельным повторностям и датам учетов при выпуске нимф подизуса, кормившихся до 3-его возраста злаковой тлей или гусеницами галлерии

Дата учета	Без подизуса (контроль)		Выкармливание нимф подизуса до 3-его возраста			
	число	% ± SE	на гусеницах галлерии		на злаковой тле	
			число	% ± SE	число	% ± SE
Повторность 1						
19.06.18	22	100 – 4.35 <i>h</i>	24	100 – 4.00 <i>h</i>	26	100 – 3.70 <i>h</i>
20.06.18	22	100 – 4.35 <i>h</i>	21	87.5 ± 6.75 <i>fh</i>	24	92.3 ± 5.23 <i>gh</i>
21.06.18	22	100 – 4.35 <i>h</i>	19	79.2 ± 8.29 <i>fg</i>	18	69.2 ± 9.05 <i>ef</i>
22.06.18	22	100 – 4.35 <i>h</i>	17	70.8 ± 9.28 <i>ef</i>	13	50.0 ± 9.81 <i>de</i>
23.06.18	21	95.5 ± 4.44 <i>gh</i>	10	41.7 ± 10.06 <i>cd</i>	10	38.5 ± 9.54 <i>cd</i>
24.06.18	21	95.5 ± 4.44 <i>gh</i>	9	37.5 ± 9.88 <i>cd</i>	6	23.1 ± 8.26 <i>c</i>
25.06.18	21	95.5 ± 4.44 <i>gh</i>	4	16.7 ± 7.61 <i>abc</i>	5	19.2 ± 7.73 <i>bc</i>
26.06.18	21	95.5 ± 4.44 <i>gh</i>	0	0 + 4.00 <i>a</i>	1	3.8 ± 3.77 <i>ab</i>
27.06.18	21	95.5 ± 4.44 <i>gh</i>	0	0 + 4.00 <i>a</i>	1	3.8 ± 3.77 <i>ab</i>
28.06.18	21	95.5 ± 4.44 <i>gh</i>	0	0 + 4.00 <i>a</i>	0	0 + 3.70 <i>a</i>
29.06.18	21	95.5 ± 4.44 <i>gh</i>	0	0 + 4.00 <i>a</i>	0	0 + 3.70 <i>a</i>
Повторность 2						
24.06.18	29	100 – 3.33 <i>g</i>	27	100 – 3.57 <i>g</i>	29	100 – 3.70 <i>g</i>
25.06.18	29	100 – 3.33 <i>g</i>	25	92.6 ± 5.04 <i>fg</i>	24	82.8 ± 7.01 <i>ef</i>
26.06.18	29	100 – 3.33 <i>g</i>	16	59.3 ± 9.46 <i>de</i>	16	55.2 ± 9.23 <i>d</i>
27.06.18	28	96.6 ± 3.39 <i>fg</i>	13	48.1 ± 9.62 <i>cd</i>	14	48.3 ± 9.28 <i>cd</i>
28.06.18	27	93.1 ± 4.71 <i>fg</i>	10	37.0 ± 9.29 <i>cd</i>	11	37.9 ± 9.01 <i>cd</i>
29.06.18	27	93.1 ± 4.71 <i>fg</i>	3	11.1 ± 6.05 <i>ab</i>	8	27.6 ± 8.30 <i>bc</i>
30.06.18	27	93.1 ± 4.71 <i>fg</i>	0	0 + 3.57 <i>a</i>	3	10.3 ± 5.66 <i>ab</i>
31.06.18	27	93.1 ± 4.71 <i>fg</i>	0	0 + 3.57 <i>a</i>	0	0 + 3.33 <i>a</i>
1.07.18	27	93.1 ± 4.71 <i>fg</i>	0	0 + 3.57 <i>a</i>	0	0 + 3.33 <i>a</i>
Повторность 3						
2.07.18	25	100 – 3.85 <i>h</i>	30	100 – 3.23 <i>h</i>	30	100 – 3.23 <i>h</i>
3.07.18	25	100 – 3.85 <i>h</i>	26	86.7 ± 6.21 <i>gh</i>	28	93.3 ± 4.55 <i>h</i>
4.07.18	25	100 – 3.85 <i>h</i>	22	73.3 ± 8.07 <i>fg</i>	21	70.0 ± 8.37 <i>fg</i>
5.07.18	25	100 – 3.85 <i>h</i>	16	53.3 ± 9.11 <i>ef</i>	13	43.3 ± 9.05 <i>de</i>
6.07.18	24	96.0 ± 3,92 <i>h</i>	9	30.0 ± 8.37 <i>cde</i>	8	26.7 ± 8.07 <i>cd</i>
7.07.18	24	96.0 ± 3,92 <i>h</i>	1	3.3 ± 3.28 <i>ab</i>	5	16.7 ± 6.80 <i>bc</i>
8.07.18	24	96.0 ± 3,92 <i>h</i>	0	0 + 3.23 <i>a</i>	1	3.3 ± 3.28 <i>ab</i>
9.07.18	24	96.0 ± 3,92 <i>h</i>	0	0 + 3.23 <i>a</i>	0	0 + 3.23 <i>a</i>

Примечание: одинаковыми буквами обозначены достоверно не различающиеся значения ( $p > 0,05$  по t-критерию Стьюдента).

Прежде всего следует отметить, что за весь период эксперимента ни в одной из повторностей, ни в одном из вариантов гибели нимф подизуса мы не отметили. Они активно питались и через 4-5 дней благополучно перелиняли на 5-ый возраст. Каждая нимфа подизуса уничтожала сутки от 0 до 4-х личинок колорадского жука, а в среднем  $1.7 \pm 0.15$  для варианта после галлерии (из лабораторной популяции) и  $1.67 \pm 0.12$  для варианта после тли (из линии, селектированной на приспособленность к питанию тлей на ранних стадиях развития). Различия не достоверны ( $p > 0.05$ ). Возможно, хищническая активность

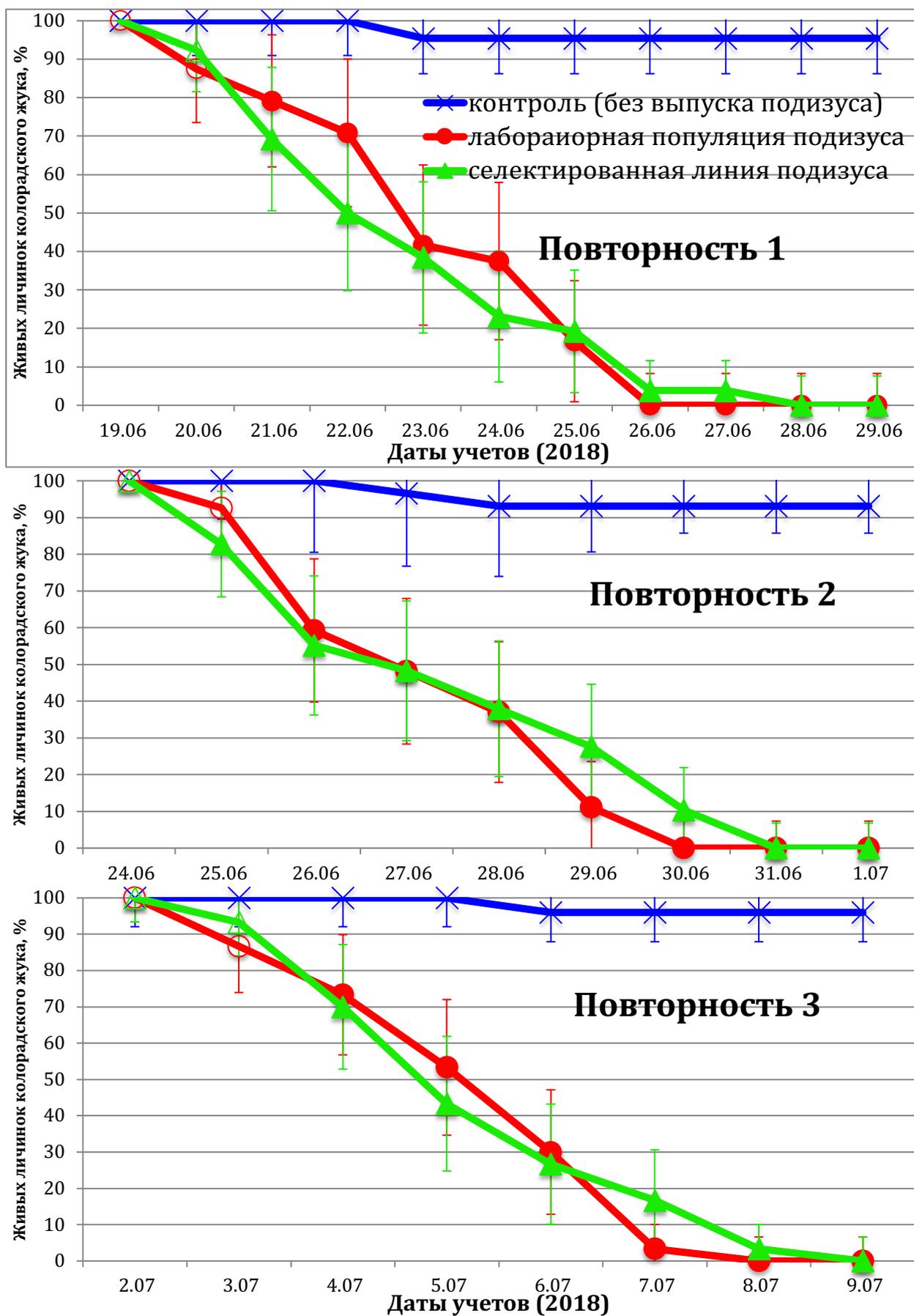


Рисунок 43. Динамика изменения численности личинок колорадского жука в присутствии нимф подизуса, из селектируемой на приспособленность к питанию тлей линии или лабораторной популяции (планками погрешностей)

обозначены доверительные интервалы для вероятности 0,95; заливкой обозначены значения, достоверно отличающиеся от контроля -  $p > 0,05$  по t-критерию Стьюдента) подизуса могла быть и выше, если бы исходное соотношение хищника и жертвы было больше. В реальности оно варьировало по отдельным сосудам от 1 : 8 до 1 : 14, и составило в среднем 1 : 10.1 для варианта после галлерии и 1 : 10.6 для варианта после тли.

Из таблицы 31 видно, что при всех датах учетов ни в одной из повторностей не наблюдается достоверных различий по проценту уничтоженных личинок колорадского нимфами подизуса из лабораторной популяции и из селектированной линии. Тем не менее, во всех повторностях наблюдается определенная тенденция: в начальные сроки после выпуска подизуса личинок колорадского жука быстрее уничтожают нимфы подизуса, из селектированной линии, питавшиеся до этого злаковой тлей, а на последних этапах, наоборот, более активно личинок колорадского жука уничтожают нимфы подизуса, из лабораторной популяции, питавшиеся гусеницами галлерии (рис. 43).

Сходные закономерности наблюдаются и по результатам суммированных данных всех повторностей (табл. 32; рис. 44). Однако даже существенное увеличение выборок не привело к доказательству существенности различий между вариантами опытов, которые во всех временных точках высоко достоверно отличаются от контроля с вероятностью больше 0.999, и только на первые сутки с вероятностью больше 0.99.

Таблица 32. Численность и средний % живых личинок колорадского жука по датам учетов (по всем повторностям суммарно) при выпуске нимф подизуса, из селектированной линии выкармливавшихся до 3-его возраста злаковой тлей или из лабораторной популяции, выкармливавшихся гусеницами галлерии

День после выпуска	Повторностей	Без подизуса (контроль)		Выкармливание нимф подизуса до 3-его возраста			
		число	% ± SE	на гусеницах галлерии		на злаковой тле	
				число	% ± SE	число	% ± SE
0	3	76	100 – 1.30 <i>j</i>	81	100 – 1.22 <i>j</i>	85	100 – 1.16 <i>j</i>
1	3	76	100 – 1.30 <i>j</i>	72	88.9 ± 3.49 <i>i</i>	76	89.4 ± 3.34 <i>i</i>
2	3	76	100 – 1.30 <i>j</i>	57	70.4 ± 5.07 <i>h</i>	55	64.7 ± 5.18 <i>h</i>
3	3	75	98.7 ± 1.31 <i>j</i>	46	56.8 ± 5.50 <i>gh</i>	40	47.1 ± 5.41 <i>fg</i>
4	3	72	94.7 ± 2.56 <i>ij</i>	29	35.8 ± 5.33 <i>ef</i>	29	34.1 ± 5.14 <i>ef</i>
5	3	72	94.7 ± 2.56 <i>ij</i>	13	16.0 ± 4.08 <i>cd</i>	19	22.4 ± 4.51 <i>de</i>
6	3	72	94.7 ± 2.56 <i>ij</i>	4	4.9 ± 2.41 <i>ab</i>	9	10.6 ± 3.34 <i>bc</i>
7	3	72	94.7 ± 2.56 <i>ij</i>	0	0 + 1.22 <i>a</i>	1	1.2 ± 1.17 <i>a</i>

8	2	48	94.1 ± 2.70 ij	0	0 + 1.22 a	1	1.2 ± 1.17 a
---	---	----	----------------	---	------------	---	--------------

Обозначения как в таблице 31.

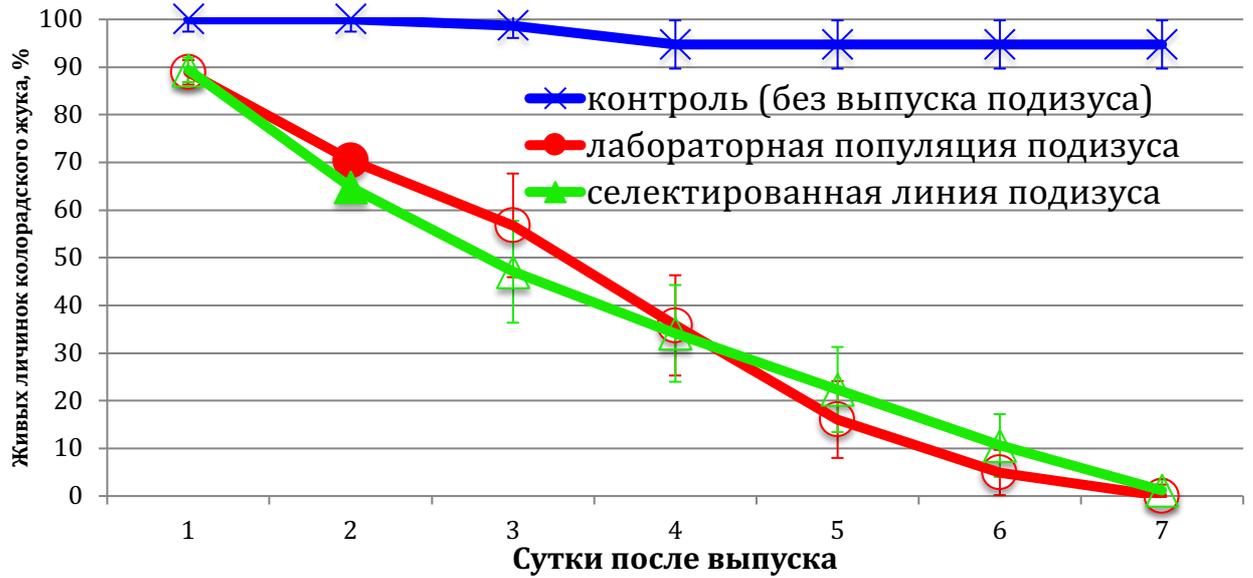


Рисунок 44. Динамика изменения численности живых личинок колорадского жука в присутствии нимф подизуса, из селективируемой линии и лабораторной популяции (обозначения как на рисунке 43)

Полученные результаты позволили рассчитать показатель биологической эффективности нимф подизуса из селективной линии и лабораторной популяции в уничтожении личинок колорадского жука (табл. 33; рис. 45).

В таблице 33 представлены значения биологической эффективности нимф подизуса как по отдельным повторностям, так и суммарно, а также усредненные значения по трем повторностям, что позволило рассчитать ошибки средних и провести статистическое сравнение по критерию Стьюдента. Как видно из представленных материалов достоверных различий между вариантами опыта не наблюдается.

Таблица 33. Биологическая эффективность (%) применения нимф подизуса, из селективной линии и из лабораторной популяции в борьбе с личинками колорадского жука по датам учетов

День после выпуска	Лабораторная популяция после галлерии					Селективная линия после злаковой тли				
	повторность			Суммарная	Средняя, % ± SE	повторность			Суммарная	Средняя, % ± SE
	1	2	3			1	2	3		
1	12.5	7.41	13.3	11.1	11.1 ± 1.85 g	7.69	17.2	6.67	10.6	10.5 ± 3.37 g
2	20.8	40.7	26.7	29.6	29.4 ± 5.91 f	30.8	44.8	30.0	35.3	35.2 ± 4.82 f
3	29.2	50.1	46.7	42.5	42.0 ± 6.49 ef	50.0	50.0	56.7	52.3	52.2 ± 2.22 de
4	56.3	60.2	68.8	62.2	61.8 ± 3.66 de	59.7	59.3	72.2	64.0	63.7 ± 4.25 cd
5	60.7	88.1	96.5	83.1	81.8 ± 10.8 abcd	75.8	70.4	82.6	76.4	76.3 ± 3.55 bc
6	82.5	100	100	94.8	94.2 ± 5.80 ab	79.9	88.9	96.5	88.8	88.4 ± 4.82 ab

7	100	100	100	100	100 -1.16 a	96.0	100	100	98.8	98.7 ± 1.34 a
---	-----	-----	-----	-----	-------------	------	-----	-----	------	---------------

Обозначения как в таблице 31.

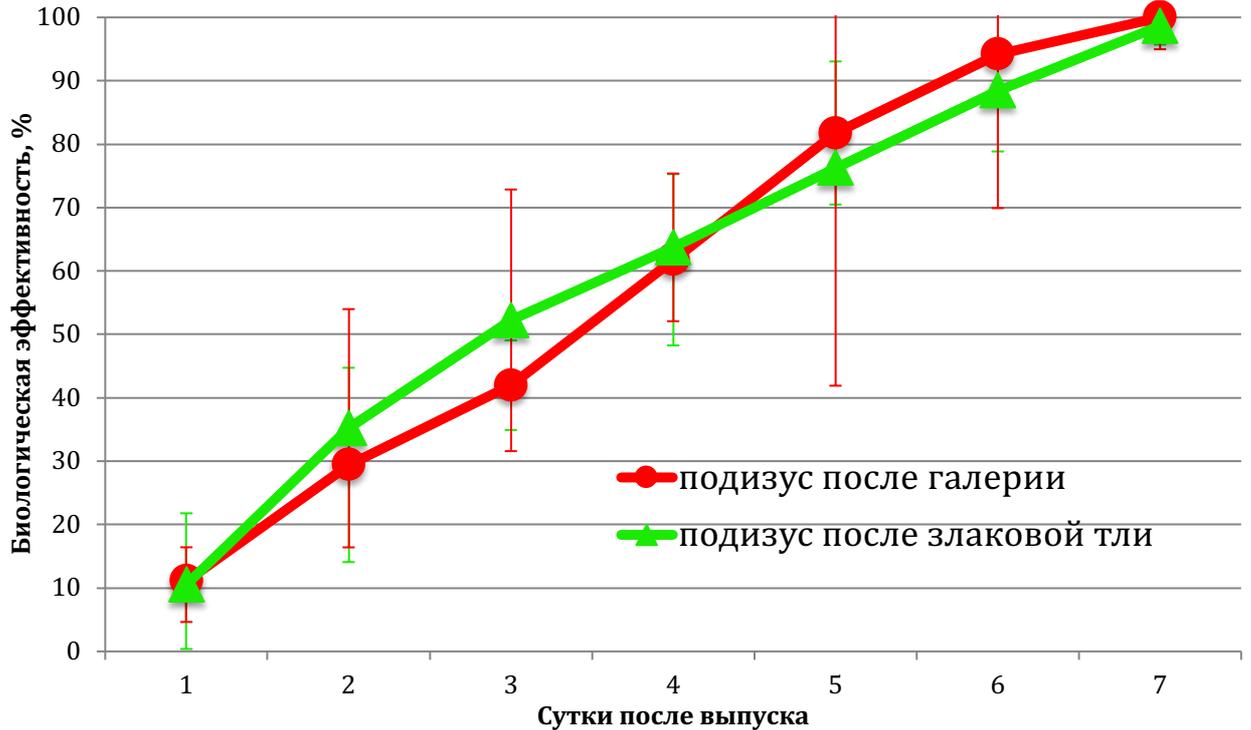


Рисунок 45. Динамика (нарастающим итогом) биологической эффективности нимф подизуса из селектированной линии и лабораторной популяции в уничтожении личинок колорадского жука (обозначения как на рисунке 43)

Таким образом можно заключить, что нимфы подизуса из линии, селектируемой на приспособленность к питанию злаковой тлей на ранних стадиях развития, не изменили такого практически важного свойства как хищническая активность, несмотря на 9 поколений довольно жесткого инбредного разведения в условиях индивидуального семейного отбора.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках поставленных задач были проведены опыты по выкармливанию нимф подизуса личинками трех видов насекомых из отряда Diptera: двух видов мух - черная львинка и зеленая падальная, а также одного вида комаров – звонца обыкновенного. Кроме того была испытана возможность выкармливания имаго и нимф подизуса, на поздних стадиях развития, живыми бабочками зерновой моли двух возрастов, а также проведены эксперименты по оценке влияния «тлевых» диет на показатели развития и репродуктивного потенциала хищного клопа.

Показано, что из трех испытанных видов двукрылых насекомых для выкармливания хищного клопа подизуса лучше всего подходят личинки зеленой падальной мухи и в гораздо меньшей степени личинки звонца обыкновенного и черной львинки.

Основными негативными эффектами использования бабочек ситотроги для выкармливания нимф подизуса на поздних стадиях развития и кормления взрослых клопов являются существенное возрастание продолжительности преовипозиционного периода и снижение плодовитости имаго. Проблемы связанные с отсрочкой начала откладки яиц в технологическом цикле массового разведения подизуса можно решить путем более ранней закладки имаго клопов в садки для получения яйцекладок или путем генетической адаптации подизуса к кормлению бабочками ситотроги, как и повысить плодовитость.

Полученные результаты позволили окончательно определиться с возможностями использования тлей для кормления нимф подизуса. Заключение скорее отрицательное, хотя в критических ситуациях (при отсутствии или недостатке более привычного и дешевого корма) их можно использовать для поддержания жизнеспособности нимф подизуса на ранних стадиях развития.

В относительно небольшой выборке (41 нимфа 1-го возраста), из лабораторной популяции подизуса, удалось выявить генетическую гетерогенность по наследственным факторам, определяющим его приспособительные возможности к питания злаковой тлей на ранних стадиях развития. Это

свидетельствует о сохранение высокого уровня генетической изменчивости в популяции подизуса, которая длительное (не менее 40-ка лет) разводится в лабораторных условиях.

Несмотря на длительную (12 поколений) индивидуальную семейную селекцию подизуса хищническая активность его нимф в отношении личинок колорадского жука не изменилась. Хищные клопы из отселектированной линии, выкармливаемые злаковой тлей до 3-его возраста, могут использоваться для борьбы с вредными насекомыми, как и подизус из лабораторной популяции, выкармливаемый только гусеницами большой вощинной моли.

На основании изложенных выше данных научных исследований и их обсуждения можно сделать следующие выводы:

1. Выкармливание подизуса (*Podisus maculiventris* Say) на протяжении всего жизненного цикла личинками звонца обыкновенного (*Chironomus plumosus* L.) и черной львинки (*Hermetia illucens* L.) возможно, но приводит к резкому ухудшению показателей развития и репродуктивного потенциала хищного клопа (выживаемость нимф на 20% и 49%, продолжительность их развития на 48% и 36%, преовипозиционного периода на 79% и 47%, продолжительности жизни имаго на 47% и 54%, соответственно, а плодовитости на 90%) по сравнению с выкармливанием гусеницами большой вощинной моли (*Galleria mellonella* L.), что делает эти виды кормов мало пригодными для массового размножения энтомофага. Перевод взрослых клопов на кормление гусеницами галлерии улучшает показатели их репродуктивного потенциала, а преовипозиционный период сокращается.

2. Выкармливание подизуса на протяжении всего жизненного цикла личинками зеленой падальной мухи (*Lucilia sericata* Meig.) приводит к достоверному снижению только выживаемости нимф на 28%, продолжительности жизни самок на 47% и самцов на 38%, достоверно увеличивает продолжительность развития самок клопа на 14% и самцов на 23%. Преовипозиционный период и плодовитость достоверно не меняются, что выделяет этот вид корма,

как явно более пригодный для массового размножения подизуса, по сравнению с личинками двух других видов двукрылых.

3. Выкармливание нимф подизуса на последних стадиях развития живыми имаго зерновой моли (*Sitotroga cerealella* Oliv.) не влияет на их выживаемость и продолжительность развития, но приводит к снижению продолжительности жизни самок (на 18-44%) и самцов (на 20-45%) и увеличению преовипозиционного периода (на 55-90%). Однако, при кормлении взрослых клопов имаго зерновой моли четырехдневного возраста негативных эффектов не наблюдается, что делает этот корм приемлемым для массового разведения подизуса.

4. Замена гусениц галлерии злаковой – *Schizaphis graminum* Rond., виковой – *Megoura viciae* Buckt. или персиковой – *Myzodes persicae* Suls. тлей в качестве корма для нимф подизуса до 3-его и даже 4-ого возраста возможна, но не целесообразна в связи с резким снижением репродуктивного потенциала на 30%, 86% и 62% соответственно в первом случае и на 79%, 94% и 84% – во втором, а также увеличением продолжительности генерации хищного клопа на 4.1%, 8.2% и 8.4% соответственно в первом случае и на 28.5%, 38.3% и 27.4% – во втором.

5. Сравнение 4-х видов жертв, а также 16-ти диет, состоящих из двух видов жертв, используемых для выкармливания подизуса на ранних или поздних стадиях развития нимф и стадии имаго, по биологическим (коэффициент размножения, продолжительность генерации) и экономическим (стоимость корма) показателям позволило выявить более выгодные варианты диет, чем разведение хищного клопа на гусеницах большой вошинной моли. Так, стоимость корма при разведении подизуса на личинках зеленой падальной мухи меньше в 12 раз. Основой получаемой выгоды других диет является использование бабочек зерновой моли для кормления имаго подизуса. Если при этом нимф хищного клопа выкармливать гусеницами галлерии, продолжительность генерации не меняется, а затраты на корм сокращаются в 6.1 раза, если личинками большого мучного хрущака – примерно в 36 раз, а если личинками

зеленой падальной мухи – в 100 раз. Правда, в случаях использования личинок зеленой падальной мухи продолжительность генерации может увеличиваться (примерно на 15%) и окончательное заключение о преимуществе таких диет можно будет сделать только после испытаний в конкретных условиях производства энтомофага.

В любом случае, проведенный скрининг кормов для подизуса позволил существенно сократить круг жертв и диет для дальнейшей их проверки в отношении пригодности для длительного разведения хищного клопа подизуса в производственных условиях.

6. На примере злаковой тли в лабораторной популяции подизуса выявлена генетическая гетерогенность по наследственным факторам, определяющим возможность адаптации к питанию непривычным кормом.

7. Индивидуальная селекция подизуса (9 поколений отбора) на приспособленность к питанию злаковой тлей на ранних стадиях развития не приводит к снижению хищнической активности его нимф в отношении личинок колорадского картофельного жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say).

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для сокращения затрат на массовое разведение *Podisus maculiventris* целесообразно кормить имаго хищного клопа четырехдневными бабочками ситотроги.

2. Для конкретных условий массового разведения подизуса целесообразно оценивать экономичность выкармливания нимф хищного клопа личинками зеленой падальной мухи, а имаго - четырехдневными бабочками ситотроги, как еще более дешёвой диетой.

3. Полученные результаты по биологической и экономической оценке эффективности разведения подизуса на разных диетах рекомендуется учитывать при совершенствовании существующих и разработке новых регламентов массового разведения хищного клопа для биологической защиты растений.

**СПИСОК ЦИТИРОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

Агасьева, И.С. Перспективы массового разведения хищных клопов пентатомид / Агасьева И.С., Нефедова М.В. // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: сб. тр. Междунар. науч.–практ. конф. – Краснодар: ВНИИБЗР, 2012. – С. 73-76.

Агасьева, И.С. Изучение возможности хранения хищных клопов подсемейства Asopinae, используемых для защиты пасленовых культур от колорадского жука / И.С. Агасьева, М.В. Нефедова // Современные концепции научных исследований: сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф. – Москва: Евразийский союз ученых (ЕСУ), 2015. – № 6, ч. 5. – С. 90–93.

Агасьева, И.С. Хищные насекомые и их роль в биологической защите растений / И.С. Агасьева, В.Я. Исмаилов // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: сб. тр. Междунар. науч.–практ. конф. – Краснодар: ВНИИБЗР, 2012. – С. 68–71.

Агасьева, И.С. Роль биотехнологии в биологической защите растений / И.С. Агасьева, В.Я. Исмаилов // Тр. Кубан. гос. агр. ун-та. – 2016. – № 58. – С. 67–74.

Агасьева, И.С. Разведение и применение хищных клопов пентатомид против колорадского жука / И.С. Агасьева, В.Я. Исмаилов, Е.В. Федоренко, М.В. Нефедова // Защита растений. – 2013. – № 11. – С. 21–23.

Агасьева, И.С. Использование химических и биологических средств для подавления численности колорадского жука / И.С. Агасьева, В.Я. Исмаилов, М.В. Нефедова // Тр. Кубан. гос. агр. ун-та. – 2014.– № 3 (48). – С. 27–30.

Агасьева, И.С. Перспективы использования хищных членистоногих в биологической защите растений открытого грунта / И.С. Агасьева, В.Я. Исмаилов, М.В. Нефедова, Е.В. Федоренко // Современные проблемы сельскохозяйственных наук в мире: сб. тр. Междунар. науч.–практ. конф. – Казань, 2016. – С. 18–20.

Анисимов, А.И. Оценки затратности использования разных кормов для разведения хищного клопа *Podisus maculiventris* / А.И. Анисимов // Известия Санкт-Петербургского гос. агр. ун-та. – 2020. – № 61.

Анисимов, А.И. Оценка прожорливости хищного клеща фитосейулюса, селектированного на устойчивость к повышенной температуре / А.И. Анисимов, Л.Г. Максимова // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования. Сб. научн. труд. СПбГАУ. 2007. Ч. I. С. 151–157.

Анисимов, А.И. Испытание термоустойчивых линий хищного клеща фитосейулюса в производственных условиях / А.И. Анисимов, Л.Г. Максимова // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: сб. науч. тр. СПбГАУ. – 2012. – С. 108–111.

Анисимов, А.И. Продолжительность развития хищного клеща фитосейулюса, селектированного на устойчивость к повышенной температуре картофеля / А.И. Анисимов, Л.Г. Максимова, С.В. Шитов // Вестн. студ. науч. об-ва. Ч. I. – СПб.: СПбГАУ, 2013. – С. 157–160.

Анисимов, А.И. Использование трех видов тлей для выкармливания нимф подизуса до 3-его возраста / А.И. Анисимов, А.Э.С. Касем, Е.Г. Козлова // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Краснодар, 20-22 сентября 2016 г.). Выпуск 9. – Краснодар: ВНИИБЗР. – С. 204–207.

Анисимов, А.И. Разработка методов и средств биологической защиты сельскохозяйственных культур, возделываемых в условиях защищенного грунта. Этап I. Оценка возможностей длительного хранения отселектированных на устойчивость к высоким температурам линий хищного клеща фитосейулюса без поддерживающего отбора / А.И. Анисимов, Л.Г. Максимова, У.Б. Рогозева, Ф.Г. Корнеев, Н.М. Семененко // Отчет о н.-и. работе за 2016 г. лаб. Биол. защиты с.-х. культур от вредителей для МСХ РФ. – СПб., 2017а. – 102 с.

Анисимов, А.И. Разработка методов и средств биологической защиты сельскохозяйственных культур, возделываемых в условиях защищенного грунта. Этап II. Совершенствование технологии разведения хищного клопа

подизуса / А.И. Анисимов, Е.Г. Козлова, Ю.В. Володарцева, А.Э.С. Касем, Н.В. Беницкая, О.Г. Козлова // Отчет о н.-и. работе за 2016 г. лаб. Биол. защиты с.-х. культур от вредителей для МСХ РФ. – СПб., 2017а. – 102 с. Отчет о н.-и. работе за 2016 г. лаб. Биол. защиты с.-х. культур от вредителей для МСХ РФ. – СПб., 2017б. – 69 с.

Анисимов, А.И. Разработка методов и средств биологической защиты сельскохозяйственных культур, возделываемых в условиях защищенного грунта / А.И. Анисимов, Е.Г. Козлова, Л.Г. Байкова, У.Б. Рогозева, Н.М. Семеновенко, Д.А. Бражникова, А.А. Ходжаш, А.Э.С. Касем, А.В. Урванцева, Т.Д. Перова // Отчет о н.-и. работе за 2017 г. лаб. Биол. защиты с.-х. культур от вредителей для МСХ РФ. – СПб., 2018а. – 218 с.

Анисимов, А.И. Выкармливание хищного клопа подизуса – *Podisus maculiventris* Say, личинками трех видов насекомых из отряда Diptera / А.И. Анисимов, Е.Г. Козлова, А.Э.С. Касем // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: материалы Междунар. науч.–практ. конф. (Краснодар, 11-13 сентября 2018 г.). Выпуск 10. – Краснодар: ВНИИБЗР. – С. 153 – 156.

Анисимов, А.И. Испытание личинок трех видов двукрылых насекомых в качестве корма при разведении хищного клопа подизуса – *Podisus maculiventris* / А.И. Анисимов, А.Э.С. Касем, Е.Г. Козлова // Вестник защиты растений. – 2019 – № 4(102). – С. 66–71.

Белякова, Н.А. Особенности современных технологий массового разведения энтомофагов // Защита и карантин растений. – 2008. – № 10. – С. 18–19.

Белякова, Н.А. Производство энтомофагов для тепличного растениеводства // Защита и карантин растений. – 2013. – № 5. – С. 9–12.

Белякова, Н.А. Современные тенденции в развитии технологий разведения и применения многоядных энтомоакарифагов в защищенном грунте / Н.А. Белякова, В.А. Павлюшин // Информ. бюл. ВПРС МОББ. – 2011. – № 42. – С. 29–34.

Белякова, Н.А. Отбор энтомофагов для теплиц / Н.А. Белякова, И.М. Пазюк // Защита и карантин растений. – 2007. – №7. – С. 28–31.

Белякова, Н.А. Освоение природных ресурсов хищников-полифагов для использования в биологической защите / Н.А. Белякова, Л.П. Красавина, А.А. Сапрыкин, И.М. Пазюк // Биологические средства защиты растений, технология их изготовления и применения: сб. науч. тр. - СПб., 2005. – С. 55–63.

Бондаренко, Н.В. Биологическая защита растений / Н.В. Бондаренко. – М.: Агропромиздат, 1986. – 276 с.

Буракова, В.И. Энтомофаг колорадского жука – клоп подизус – в условиях Воронежской области / В.И. Буракова // Биол-кие и хим-кие методы защиты растений: сб. науч. тр. – Воронеж, 1982. – С. 28–29.

Власова, В.А. О возможности акклиматизации подизуса / В.А. Власова, Л.А. Зискинд., Н.Н. Голубева, С.С. Ижевский // Защита растений. – 1980. – №. 4. – С. 46–47.

Гапон, Д.А. Таксономический обзор мировой фауны клопов-щитников (Heteroptera: Pentatomidae) подсемейств Asopinae и Podopinae: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Д.А. Гапон. – СПб., 2008. – 27 с.

Голубева, Н.Н. Лабораторное разведение подизуса / Н.Н. Голубева, Л.А. Зискинд, С.С. Ижевский, Л.А. Стародимова // Защита растений. – 1980. – № 1. – С. 53–54.

Горышин, Н.И. Роль температуры и фотопериода в контроле развития хищного клопа *Podisus maculiventris* (Hemiptera, Pentatomidae) / Н.И. Горышин, Т.А. Волкович., А.Х. Саулич, М. Вагнер, И.А. Борисенко // Зоол. журн. – 1988. – Т. 67, вып. 8. – С. 1148–1161.

Гусев, Г.В. Биологические основы интродукции, применения и массового разведения энтомофагов / Г.В. Гусев // Интродукция, акклиматизация и селекция энтомофагов. – Л., 1987. – С. 3–7.

Гусев, Г.В. Энтомофаги колорадского жука / Г.В. Гусев – М.: Агропромиздат, 1991. – 173 с.

Гусев, Г.В. Биологический метод борьбы с колорадским жуком / Г.В. Гусев, А.Г. Коваль. – М.: Агропромиздат, 1990. – 63 с.

Гусев, Г.В. Особенности питания и поведения хищников колорадского жука - клопов подизуса и периллюса / Г.В. Гусев, Н.В. Шметцер // Бюллетень ВИЗР. – 1979. – № 46. – С. 10–14.

Гусев, Г.В. Методические указания по разведению и хранению хищного клопа подизуса / Г.В. Гусев, Ю.В. Заяц, Л.В. Перепелица, Н.В. Шметцер – Л.: ВИЗР, 1982. – 18 с.

Гусев, Г.В. Опыт массового разведения и применения подизуса в борьбе с колорадским жуком в Краснодарском крае / Г.В. Гусев, А.Г. Коваль, Н.В. Шметцер, Е.Н. Данилкина, Ю.В. Заяц, И.П. Нетребенко // Биологический метод борьбы с вредителями овощных культур: сб. науч. статей, М.: Агропромиздат, 1989. – С. 155–160.

Данилкина, Е.Н. Оценка кормов для разведения подизуса / Е.Н. Данилкина // Защита растений. – 1987. – № 10. – С. 31–32.

Заяц, Ю.В. Круглогодичное разведение хищного клопа подизуса - энтомофага колорадского жука / Ю.В. Заяц // Массовое разведение насекомых: материалы Всесоюз. совещ., (Москва, ВДНХ, янв. 1981 г.). – Кишинев: Штиинца, 1981. – С. 38–39.

Зискинд, Л.А. Хищный клоп *Podisus maculiventris* Say и его совместное использование с пестицидами против колорадского жука: дис. канд. биол. наук / Л.А. Зискинд – М., 1984. – 188 с.

Зискинд, Л.А. Результаты полевых испытаний подизуса против колорадского жука в Молдавии / Л.А. Зискинд, А.Ф. Воротынцева, А.Г. Коваль // Новые методы обнаружения и подавления карантинных вредителей, болезней растений и сорняков: материалы Всесоюз. совещ. – М., 1984. – С. 51–52.

Ижевский, С.С. Перспективы использования интродуцированных хищных клопов *Perillus bioculatus*, *Podisus maculiventris* и *Oplomus nigripennis* var. *pulcher* против *Leptinotarsa decemlineata* / С.С. Ижевский // Биологическое подавление карантинных вредителей и сорняков: сб. науч. тр. ВНИТИКЗР. - М.

- 1981. - С. 20–37.

Ижевский, С.С. Методические указания по производственному испытанию хищного клопа подизуса против колорадского жука на раннем картофеле и баклажанах / С.С. Ижевский, Л.А. Зискинд, Н.А. Филиппов и др. - М.: ВАСХНИЛ, 1984. – 28 с.

Исмаилов, В.Я. Хищный клоп *Perillus bioculatus* (F.) (Hemiptera, Pentatomidae): результаты акклиматизации и новые перспективы / Исмаилов В.Я., Есипенко Л.П., Агасьева И.С., Степанов Д.В. и др. // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар: ВНИИБЗР. – 2008. – С. 114–116.

Исмаилов, В.Я. Разработка элементов технологии биологического контроля пасленовых культур для органического земледелия / В.Я. Исмаилов, И.С. Агасьева, М.В. Нефедова, Е.С. Игнатенко // Современное состояние и перспективы инноваций биометода в сельском хозяйстве: сб. тр. Междунар. научн.-практ. конф. (Одесса, ВПРС МОББ). – Одесса, 2013а. – С. 57–58.

Исмаилов, В.Я. Разработка элементов технологии биологической защиты томатов для органического земледелия / В.Я. Исмаилов, И.С. Агасьева, А.А. Пачкин, М.В. Нефедова, Е.С. Игнатенко // Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов: сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар: КубГАУ, 2013б. – С. 329-331.

Исмаилов, В.Я. Разработка системы биологической защиты пасленовых культур от основных вредителей / В.Я. Исмаилов, И.С. Агасьева, М.В. Нефедова, Е.С. Листопадова // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар: ВНИИБЗР, 2014. – С. 231–235.

Касем, А.Э.С. Развитие и репродуктивный потенциал хищного клопа подизуса при использовании имаго ситотроги в качестве корма на последних стадиях развития / А.Э.С. Касем, А.И. Анисимов, Е.Г. Козлова // Роль молодых учёных в решении актуальных задач АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых учёных (1–2 марта 2018 г.). – СПб.: СПбГАУ, 2018. – С.

23–26.

Киль, В.И. Мониторинг хищного клопа *Perillus bioculatus* по фенотипам окраски переднеспинки и генетический анализ наследования признака / В.И. Киль, И.С. Агасьева, В.Я. Исмаилов и др. // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар: ВНИИБЗР, 2011. – С. 308–311.

Киль, В.И. Особенности биологии хищного клопа *Perillus bioculatus* F. и изучение его филогении методом ПЦР. / В.И. Киль, В.Я. Исмаилов И.С. Агасьева, и др. // Докл. Российской академии с.-х. наук. – 2012. – № 3. – С. 30–33.

Коваль, А.Г. Оценка влияния корма на развитие хищного клопа подизуса / А.Г. Коваль // Вторая Всесоюзная конф. по промышленному разведению насекомых (Москва, 26–28 декабря 1989 г.): тез. докл. – М.: МГУ, 1989. – С. 46–47.

Козлова, Е.Г. Адаптация хищного клопа подизуса *Podisus maculiventris* к питанию тлей *Schizaphis graminum* на ранних стадиях развития / Е.Г. Козлова, А.И. Анисимов, А.А. Ходжаш // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем. Становление и перспективы развития органического земледелия в Российской Федерации: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Краснодар, 11–13 сент. 2018 г.). Вып. 10. – Краснодар: ВНИИБЗР. – С. 233–236.

Козлова, Е.Г. Использование трех видов тлей при разведении хищного клопа подизуса / Е.Г. Козлова, А.Э.С. Касем, А.И. Анисимов // Вестник защиты растений. – 2019 – № 3(101). – С. 52–59.

Колесниченко, Л.И. Сравнительная фенология подизуса и колорадского жука в условиях Черновицкой области / Л.И. Колесниченко // Исслед. по энтомол. и акарол. на Украине: тез. докл. II съезда УЭО (Ужгород, 1980). – Киев, 1980. – С. 104–105.

Максимова, Л.Г. Оценка эффективности термоустойчивых линий фитосейулюса в модельных экспериментах / Л.Г. Максимова, А.И. Анисимов // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: сб. науч. труд. – СПбГАУ. – 2013. – С. 74–77.

Нефедова, М.В. Разработка методов разведения и применения хищных клопов *Perillus bioculatus* Fabr. и *Podisus maculiventris* Say для биологического контроля колорадского жука с учетом эффективности природных популяций энтомофагов: дис. ... канд. биол. наук / М.В. Нефедова. – М.: 2018. – 207 с.

Новожилов, К.В. Оценка применения подизуса в комплексной системе защиты баклажанов от колорадского жука / К.В. Новожилов, Г.В. Гусев, И.Н. Сазонова и др. // Интродукция, акклиматизация и селекция энтомофагов: сб. науч. тр. – Л.: ВИЗР, 1987. – С. 26–35.

Новожилов, К.В. Возможность комплексной защиты баклажанов от колорадского жука в Молдове / К.В. Новожилов, Г.В. Гусев, И.Н. Сазонова, А.Г. Коваль, С.Н. Моралев, Ф.И. Патрушку // Экологические основы применения инсектоакарицидов: сб. науч. тр. – Л.: ВИЗР, 1991. – С. 78–89.

Овсянко, Э.П. Фракционный состав липидов хищного клопа подизуса и его лабораторного корма / Э.П. Овсянко, Л.В. Ляшова // Бюл. Всесоюз. НИИ защиты растений. – 1988. – № 70. – С. 50–54.

Саулич, А.Х Биология и экология хищного клопа *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera, Pentatomidae) и возможности его использования против колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera, Chrysomelidae): Учебно-методическое пособие к курсу «Сезонные циклы насекомых» для студентов магистратуры на кафедре энтомологии / А.Х. Саулич, Д.Л. Мусолин. – СПб., 2011. – 84 с.

Урбах, В.Ю. Биометрические методы (статистическая обработка опытных данных в биологии, сельском хозяйстве и медицине) / В.Ю. Урбах. – М.: Наука, 1964. – 415 с.

Филиппов, Н.А. Основные направления исследований по биологической борьбе с колорадским жуком на раннем картофеле и баклажанах / Н.А. Филиппов // Информ. бюл. ВПС МОББ. – 1987. – С. 67–71.

Филиппов, Н.А. О возможности использования яиц зерновой моли для содержания личинок подизуса (*Podisus maculiventris* Say) / Н.А. Филиппов, А.Ф.

Воротынцева, В.Л. Рыбак // Массовое разведение насекомых: сб. статей. – Кишинев: Штиинца, 1984. – С. 43–47.

Филиппов, Н.А. Полевая эффективность сезонной колонизации хищных клопов периллюса и подизуса в борьбе с колорадским жуком / Н.А. Филиппов, Г.В. Гусев, А.Ф. Воротынцева, А.П. Адашкевич, А.П. Адашкевич, Л.И. Колисниченко, Л.А. Зискинд // Биолог. регуляция численности вредных организмов: сб. науч. статей. – М.: Агропромиздат, 1986а. – С. 257–267.

Филиппов, Н.А. Новый хозяин для массового разведения и применения хищного клопа подизуса для борьбы с колорадским жуком на раннем картофеле и баклажанах / Н.А. Филиппов, А.Ф. Воротынцева, Н.Я. Прант // 1-я Всесоюз. конф. по промышленному разведению насекомых: тез. докл. – М.: МГУ, 1986б. – С. 49.

Филиппов, Н.А. Особенности распространения личинок подизуса от точки выпуска на картофеле с высокой численностью колорадского жука / Н.А. Филиппов, А.Ф. Воротынцева, А.С. Стенгач и др. // Энтомофаги и микроорганизмы в защите растений: сб. науч. тр. – Кишинев, 1987. – С. 43–47.

Хлистовский, Е.Д. Принципы и методы разведения насекомых на искусственных полусинтетических средах / Е.Д. Хлистовский // Проблемы защиты растений: материалы юбил. заседания ученого совета СКНИИФ, посвящ. 30-летию создания института (4–7 окт. 1990 г.). – Краснодар, 1991. – С. 8–12.

Хлистовский, Е.Д. Искусственные питательные среды для выращивания личинок хищных клопов семейства Pentatomidae / Е.Д. Хлистовский, И.Н. Олещенко, Ж.А. Ширинян, В.Я. Исмаилов // Зоол. журн. – 1985. – Т. 64, вып. 1. – С. 117–123.

Шагов, Е.Н. Развитие подизуса в условиях постоянных температур / Е.Н. Шагов, Н.Н. Шутова // Защита растений. – 1977 – № 4. – С. 48–49.

Шитов, С.В. Плодовитость хищного клеща фитосейулюса, селекционированного на устойчивость к повышенной температуре / С.В. Шитов, Л.Г. Максимова., А.И. Анисимов // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: сб. науч. тр. – СПб.: СПбГАУ, 2013. – С. 68–71.

Яркулов, Ф.Я. Экологические основы биологической защиты тепличных культур / Ф.Я. Яркулов, Н.А. Белякова // Защита и карантин растений. – 2007. – № 1. – С. 19–22.

Ables, J.R. Efficacy of *Podisus maculiventris* as a predator of variegated cutworm on greenhouse cotton of predaceous stinkbugs (Hemiptera: Pentatomidae) / J.R. Ables, D.W. McCommas, Jr. // Journal of Economic Entomology. – 1982. – Vol. 85. – P. 720–726.

Agasieva, I.S. The Development of the Technology for Biological Control of Vegetable Crop Pests / Agasieva I.S., Nefedova M.V., Listopadova E.S. // Proceedings of the 2nd European conference on agriculture. Association for advanced studies and higher education GmbH. – Vienna: East West, 2014. – 42 p.

Aldrich, J.R. Seasonal variation of black pigmentation under the wings in a true bug (Hemiptera: Pentatomidae): a laboratory and field study / J.R. Aldrich // Proc. Ent. Soc. Wash. – 1986. – Vol. 88. – No. 3. – P. 409–421.

Aldrich, J.R. Suppression of Colorado potato beetle infestation by pheromone-mediated augmentation of the predatory spined soldier bug, *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae) / J.R. Aldrich, W.W. Cantelo // Agric. For. Entomol. – 1999. – No. 1. – P. 209–217.

Anisimov, A.I. Possibility to use aphids as available diet for some nymph instars of *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Asopinae) / A.I. Anisimov, A.E.S. Kasem, E.G. Kozlova // The 14<sup>th</sup> International Symposium on Biocontrol and Biotechnology (Russia, Saint Petersburg, Pushkin, Nov. 6–9, 2016): abstracts and program – P. 75 – 76.

Barker, D. Nutrient composition of selected whole invertebrates / D. Barker, M.P. Fitzpatrick, E.S. Dierenfeld // Zoo Biol. – 1998. – Vol. 17. – P. 123–134.

Bernard, J.B. Feeding captive insectivorous animals: nutritional aspects of insects as food / J.B. Bernard, M.E. Allen // Nutrition Advisory Group Handbook, 1997. – P. 1–7.

Biever, K.D. Suppression of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) with augmentative releases of predaceous stinkbugs (Hemiptera:

Pentatomidae) / K.D. Biever, R.L. Chauvin // J. Econ. Entomol. – 1992. – Vol. 85. – P. 720–726.

Biever, K.D. Use of a predator, *Podisus maculiventris*, to distribute virus and initiate epizootics / K.D. Biever, P.L. Andrews, P.A. Andrews // J. Econ. Entomol. – 1982. – Vol. 75. – P. 150–152.

Bukkens, S.G.F. The nutritional value of edible insects / S.G.F. Bukkens // Ecol. Food Nutr. – 1997. – Vol. 36. – P. 287–319.

Chocorosqui, V.R. Developmental and predatory performance of *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae) reared on a meat-based artificial diet / V.R. Chocorosqui, P. De Clercq // Meded Fac Landbouwwet Univ. Gent. – 1999. – Vol. 64. – P. 229–234.

Cohen, A.C. Artificial media for rearing entomophages comprising sticky, cooked whole egg / A.C. Cohen – US Patent 5945271 – 1999.

Costello, S.L. Morphology and life history characteristics of *Podisus mucronatus* (Heteroptera: Pentatomidae) / S.L. Costello, P.D. Pratt, M.B. Rayachhetry, T.D. Center // Florida Entomologist. – 2002. – Vol. 85. – P. 344–350.

Coudron, T.A. Life history and cost analysis for continuous rearing of *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae) on a zoophytophagous artificial diet / T.A. Coudron, J. Wittmeyer, Y. Kim // J. Econ. Entomol. – 2002. – Vol. 95. – P. 1159–1168.

Couturier, M. Observations biologiques sur *Podisus maculiventris* Say Hemiptre prédateur américain du Doryphore / M. Couturier // Rev. Zool. Agr. Appl. – 1936. – Vol. 35. – P. 47.

Couturier, M. Contribution à l'étude biologique de *Podisus maculiventris* Say, prédateur américain du doryphore / M. Couturier // Ann. Epiph. Phytogén. (n.s.). – 1938. – Vol. 4. – P. 95–165.

De Clercq, P. Spined soldier bug, *Podisus maculiventris* Say (Hemiptera: Pentatomidae: Asopinae) / P. De Clercq // Encyclopedia of Entomology; ed. J.L. Capinera. – 2008. – Vol. 4. – P. 3508–3510.

De Clercq, P. Influence of feeding interval on reproduction and longevity of *Podisus sagitta* (Heteroptera: Pentatomidae) / P. De Clercq, D. Degheele // Entomophaga. – 1992. – Vol. 37. – P. 583–590.

De Clercq, P. Quality of predatory bugs of the genus *Podisus* (Heteroptera: Pentatomidae) reared on natural and artificial diets / P. De Clercq, D. Degheele // Proceedings of the 7th Workshop of the IOBC Global Working Group on Quality Control; eds. G. Nicoli, M. Benuzzi, N.C. Leppla. – 1993. – Vol. 3. – P. 133–139.

De Clercq, P. Laboratory Measurement of Predation by *Podisus maculiventris* and *P. sagitta* (Hemiptera: Pentatomidae) on Beet Armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) / P. De Clercq, D. Degheele // Journal of Economic Entomology. – 1994. – Vol. 87. – No. 1. – P. 76–83.

De Clercq, P. Unnatural prey and artificial diets for rearing *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae) Bio Control / P. De Clercq, F. Merlevede, L. Tirry // Biological Control. – 1998. – Vol. 12. – No. 2. – P. 137–142.

De Clercq, P. Predation by *Podisus maculiventris* on different life stages of *Nezara viridula* / P. De Clercq, K.W. Wyckhuys, H.N. De Oliveira, J.K. Klapwijk // Florida Entomologist. – 2002. – Vol. 85. – P. 197–202.

De Clercq, P. Interaction between *Podisus maculiventris* and *Harmonia axyridis* two predators used in augmentative biological control in greenhouse crops / P. De Clercq, I. Peeters, G. Vergauwe, O. Thas // Journal of BioControl. – 2003. – Vol. 48, No. 1. – P. 39 – 55.

De Clercq, P. Heteropteran predator production: status and contributions to mass production of insects / P. De Clercq, T.A. Coudron, E.W. Riddick // Conference Paper. – 2013. – Vol. 1. – P. 57–100.

Deitz, L.L. A Guide to the Identification and Biology of Soybean Arthropods in North Carolina / L.L. Deitz, H.W. Van Duyn, J.R. Bradley Jr, R.L. Rabb, W.M. Brooks, R.W. Stinner // North Carolina Agricultural Experiment Station Technical Bulletin. – 1976. – Vol. 238. – P. 1–264.

Desurmont, G. Predation by *Podisus maculiventris* (Say) (Hemiptera: Pentatomidae) on viburnum leaf beetle, *Pyrrhalta viburni* (Paykull) (Coleoptera:

Chrysomelidae), under laboratory and field conditions / G. Desurmont, P.A. Weston // *Environ Entomol.* – 2008a. – Vol. 37, No. 5. – P. 1241–1251.

Desurmont, G. Influence of prey size and environmental factors on predation by *Podisus maculiventris* on Viburnum leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) / G. Desurmont, P.A. Weston // *Can. Entomol.* – 2008b. – Vol. 140. – P. 192–202.

Draganov, H. Evaluation of the possibilities for application of *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera, Tenebrionidae) in technology for mass breeding the predatory bug *Podisus maculiventris* Say (Heteroptera, Pentatomidae) / H. Draganov // *Rastenievadni Nauki.* – 2007. – Vol. 44, No. 3. – P. 252–255.

Drummond, F.A. Development and survival of *Podisus maculiventris* Say, a predator of the Colorado potato beetle / F.A. Drummond, R.L. James, R.A. Casagrande, H. Faubert // *Environ. Entomol.* – 1984. – Vol. 13. No 5. – P. 1283–1286.

Evans, E.W. Essential versus alternative foods of insect predators: benefits of a mixed diet / E.W. Evans, A.T. Stevenson, D.R. Richards // *Oecologia.* 1999. – Vol. 121. – P. 107–112.

Filippov, N.A. The efficiency of *Podisus* against potato bugs when grown on different types of food / N.A. Filippov, A.F. Vorotyntseva, N.Y. Prant, A.S. Stengach, A.V. Tuzlukov, N.A. Cherna // *A biological method for controlling pests (vegetable crops).* – Moscow (Russia): Agropromizdat. – 1989. – P. 148–155.

Finke, M.D. Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores / M.D. Finke // *Zoo Biol.* – 2002. Vol. 21. – P. 269–285.

Finke, M.D. Nutrient content of insects / M.D. Finke // *Encyclopedia of Entomology*; ed. Capinera, J.L., Dordrecht; London: Kluwer Academic, 2004. – P. 1562–1575.

Greenstone, M.H. Choosing natural enemies for conservation biological control: use of the prey detectability half-life to rank key predators of Colorado potato beetle / M.H. Greenstone, Z. Szendrei, M.E. Payton // *Entomologia Experimentalis et Applicata.* – 2010. – Vol. 136. – P. 97 – 107.

Glenister, C.S. Predatory heteropterans in augmentative biological control: an industry perspective / C.S. Glenister // *Predatory Heteroptera: their ecology and use in biological control*; eds. M. Coll, J.R. Ruberson. – Maryland: Lanham, 1998. – P. 199–208.

Hayslip, N.E. Insects attacking cabbage and other crucifers in Florida / N.E. Hayslip, W.G. Genung, E.G. Kelsheimer, J.W. Wilson // *Florida Agricultural Experiment Station Research Bulletin*. – 1953. – No. 534 – 57 p.

Herrick N.J., Reitz S.R. Temporal occurrence of *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae) in North Florida // *Florida Entomologist*. – 2004. – Vol. 87. – P. 587–590.

Herrick, N.J. Predation by *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae) on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) larvae parasitized by *Cotesia plutellae* (Hymenoptera: Braconidae) and its impact on cabbage / N.J. Herrick, S.R. Reitz, J.E. Carpenter, C.W. O'Brien // *Biological Control*. – 2008. – Vol. 45, No. 3. – P. 386–395.

Hoffmann, M.P. Natural enemies of vegetable insect pests / M.P. Hoffmann, A.C. Frodsham. – Ithaca, NY: Cornell Univ., – 1993. – 63 p.

Hough-Goldstein, J.A. Use of predatory pentatomids in integrated pest management of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) / J.A. Hough-Goldstein // *Predatory Heteroptera: their ecology and use in biological control*; eds. M. Coll, J.R. Ruberson. – Maryland: Lanham, 1998. – P. 209–223.

Hough-Goldstein, J. Comparison of *Perillus bioculatus* and *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae) as potential control agents of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) / J. Hough-Goldstein, D. McPherson // *J. Econ. Entomol.* – 1996. – Vol. 89. – P. 1116–1123.

Hough-Goldstein, J. Inundative release of predatory stink bugs for control of Colorado potato beetle / J. Hough-Goldstein, S. Whalen // *Biological Control*. – 1993. – No. 3. – P. 343–347.

Hough-Goldstein, J.A. Arthropod natural enemies of the Colorado potato beetle / J.A. Hough-Goldstein, G.E. Heimpel, H.E. Bechmann, C.E. Mason // *Crop. Prot.* – 1993. – Vol. 12. – P. 324–334.

Kasem, A.E.S. Development and reproductive potential of a generalist predator, *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Aspionae) feeding adult of grain moth / A.E.S. Kasem, A.I. Anisimov // *The 14<sup>th</sup> International Symposium on Biocontrol and Biotechnology (Russia, Saint Petersburg, Pushkin, Nov. 6–9, 2016): abstracts and program.* – Saint Petersburg, 2016. – P. 35.

Kasem, A.E.S. Feeding the nymph instars of predatory bug *Podisus maculiventris* Say by three species of aphids / A.S. Kasem, A.I. Anisimov, E.G. Kozlova // *Роль молодых учёных в решении актуальных задач АПК: сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. молодых учёных и студентов / СПбГАУ.* – СПб., 2016. – С. 97–100.

Kasem, A.E. Performance of a generalist predator, *Podisus maculiventris* (Say) (Hemiptera: Pentatomidae) fed with adult grain moth *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Lepidoptera: Pyralidae) at late nymphal and adult stages / A.E. Kasem, E.G. Kozlova, A.I. Anisimov // *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* – 2020. – Vol. 421. – 022059.

Khloptseva, R.I. The use of entomophages in biological pest control in the USSR. // *Biocontrol News Information.* – 1991. – No. 12. – P. 243–246.

Lambdin, P.L. Evaluation of dewinged spined soldier bugs *Podisus maculiventris* (Say), for longevity and suppression of the Mexican bean beetle, *Epilachna varivestis* Mulsant, on snapbeans / P.L. Lambdin, A.M. Baker // *J. Entomol. Sci.* – 1986. – Vol. 21. – P. 263–266.

Lemos, W.P. Effects of diet on development of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het., Pentatomidae), a predator of the cotton leafworm / W.P. Lemos, F.S. Ramalho, J.E. Serro, J.C. Zanuncio // *J. Appl. Entomol.* – 2003. – Vol. 127. – P. 389–395.

Lemos, W.P. Body weight and protein content in the haemolymph of females of the zoophytophagous predator *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae)

with different diets and ages / W.P. Lemos, J.E. Serrao, J.C. Zanuncio, M.C. Lacerda, T.V. Zanuncio, R.C. Ribeiro // *Journal of Plant Diseases and Protection*, Stuttgart. – 2009a. – Vol. 116, No. 5. – P. 218–222.

Lemos, W.P. Fat body of the zoophytophagous predator *Brontocoris tabidus* (Het.: Pentatomidae) females: impact of the herbivory and age / W.P. Lemos, J.C. Zanuncio, F.S. Ramalho, J.E. Serrao, // *Micron*, Amsterdam. – 2009b. – Vol. 40, No. 5/6. – P. 635–638.

Li, L.Y. Biology and rearing methods of *Eocanthecona furcellata* (Wolff) (Hemiptera: Pentatomidae) / L.Y. Li, D.F. Zhu, M.L. Zhang, M.F. Guo // *Parasitoids and Predators (Insecta) of Agricultural and Forestry Arthropod Pests*; ed. L.Y. Li. – Guangzhou: Guangdong High Education Press, 1997. – P. 234–240.

Loginova, E. Predators with a future as bioagents against glasshouse pests / E. Loginova, A. Mateeva // *Bull. OEPP/EPPO*. – 1992. – Vol. 22. – P. 463–466.

Lopez, J.D., Jr. Comparative efficacy of four insect predators of the bollworm and tobacco budworm / J.D. Lopez, Jr., R.L. Ridgway, R.E. Pinnell // *Environmental Entomology*. – 1976. – Vol. 5. – P. 1160–1164.

Lundgren, J.G. Reproductive ecology of predaceous Heteroptera / J.G. Lundgren // *Biol. Control* – 2011. – Vol. 59, iss. 1 – P. 37–52.

Mahdian, K. Effects of diet on development and reproduction of the predatory pentatomids *Picromerus bidens* and *Podisus maculiventris* / K. Mahdian, J. Kerckhove, L. Tirry, P. De Clercq // *BioControl*. – 2006. – Vol. 51. – P. 725–739.

Mallampalli, N. Evidence for intraguild predation by *Podisus maculiventris* on a ladybeetle, *Coleomegilla maculata*: Implications for biological control of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* / N. Mallampalli, I. Castellanos, P. Barbosa // *Bio Control*. – 2002. – Vol. 47, No. 4. – P. 387–398.

Marston, N.L. Reaction of five species of soybean caterpillars to attack by the predator, *Podisus maculiventris* / N.L. Marston., G.T. Schmidt, K.D. Bierer, W.A. Dickerson, // *Environmental Entomology*. – 1978. – Vol. 7. – P. 53–56.

McPherson, J.E. A list of the prey species of *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae) / J.E. McPherson // Great Lakes Entomol. – 1980. – Vol. 13. – P. 17–24.

McPherson, J.E. Stink Bugs of Economic Importance in America North of Mexico / J.E. McPherson, R.M. McPherson // CRC Press LLC, United States of America. – 2000. – 272 p.

Montemayor, C.O. Development time and predation rate of *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae) feeding on *Microtheca ochroloma* (Coleoptera: Chrysomelidae) / C.O. Montemayor, R.D. Cave // Environ Entomol. – 2011. – Vol. 40, No. 4. – 948–954.

Mukerji, M.K. Laboratory rearing of a Quebec strain of the pentatomid predator, *Podisus maculiventris* (Say) (Hemiptera: Pentatomidae) / M.K. Mukerji, E.J. LeRoux // Phytoprotection. – 1965. – Vol. 46. – P. 40–60.

Mukerji, M.K. The effect of predator age on the functional response of *Podisus maculiventris* to the prey size of *Galleria mellonella* / M.K. Mukerji, E.J. LeRoux // Can. Entomol. – 1969a. – Vol. 101. – P. 314–327.

Mukerji, M.K. A quantitative study of food consumption and growth of *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae) / M.K. Mukerji, E.J. LeRoux // Can. Entomol. – 1969b. – Vol. 101. – P. 387–403.

Mukerji, M.K. A study of energetics of *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae) / M.K. Mukerji, E.J. LeRoux // Can. Entomol. – 1969c. – Vol. 101. – P. 449–460.

Neves, R.C.S. Reproduction and dispersal of wing-clipped predatory stinkbugs, *Podisus nigrispinus* in cotton fields / R.C.S. Neves, J.B. Torres, L.M. Vivan // BioControl. – 2009. – Vol. 54, No. 1. – P. 9–17.

Oliveira, H.N. Nymphal development and feeding preference of *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae) on eggs of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) parasitised or not by *Trichogramma brassicae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) / H.N. Oliveira, P. De Clercq, J.C. Zanuncio, D. Pratisoli, E.P. Pedruzzi // Braz. J. Biol. – 2004. – Vol. 64, No. 3a. – P. 459–463.

O'Neil, R.J. Comparison of laboratory and field measurements of functional response of *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae) / R.J. O'Neil // Journal of Kansas Entomological Society. – 1989. – Vol. 62. – P. 148–155.

Orr, D.B. Reproductive biology and behavior of *Telenomus calvus* (Hymenoptera: Scelionidae), a phoretic egg parasitoid of *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae) / D.B. Orr, J.S. Russin., D.J. Boethel // Can. Entomol. – 1986. – Vol. 118. – P. 1063–1072.

Pascual-Ruíz, S. The effects of different prey regimes on the proteolytic digestion of nymphs of the spined soldier bug, *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae) / S. Pascual-Ruiz, L.I.V. Carrillo, F. Álvarez-Alfageme, M.F. Ruíz, P. Castanera, F. Ortego // Bulletin of entomological research. – 2009. – Vol. 99, No 5. – P. 487–91.

Peykaran, M.N. Proximate composition and fatty acids profiles of *Artemia* cysts, and nauplii from different geographical regions of Iran / Peykaran M.N., Vahabzadeh H., Seidgar M., Hafezieh M. Pourali H. R. // Iranian Journal of Fisheries Sciences. – 2014. – Vol. 13, No. 3. P. 761–775.

Pfannenstiel, R.S. Orientation of a hemipteran predator to vibrations produced by feeding caterpillars / R.S. Pfannenstiel, R.E. Hunt, K.V. Yeargan // J. Insect Behav. – 1995. – Vol. 8. – P. 1–9.

Pruscynsky, S. Researchers on biology and introduction of *Podisus maculiventris* (Say) – new for Poland predator of the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) / S. Pruscynsky, W. Wegorek // Mat. 22-j Ses. nauk; Inst. ochr. rosl., Poznan. – 1981. – P. 127–136.

Richman, D.B. Comparative life cycles of four species of predatory stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) / D.B. Richman, W.H. Whitcomb // Florida Entomol. – 1978. – Vol. 61. – P. 113–119.

Richman, D.V. Stages in the life cycle of a predatory stink bug, *Podisus maculiventris* (Say) (Hemiptera: Pentatomidae) / D.B. Richman, F.W. Mead // Entomol. Circ. 216 (Florida Dept. Agric. Consumer Serv.). – 1980.

Riddick, E.W. Benefits and limitations of factitious prey and artificial diets on life parameters of predatory beetles, bugs, and lacewings: a mini review / E.W. Riddick // *BioControl*. – 2009. – Vol. 54. – P. 325–339.

Thonison, S.N. Lipid nutrition during larvae development of the parasitic wasp, *Exeristes* / S.N. Thonison, J.S. Barlow // *Insect physiology*. – 1972. – P. 579–583.

Torres, J.B. The predatory stinkbug *Podisus nigrispinus*: biology, ecology and augmentative releases for lepidopteran larval control in *Eucalyptus* forests in Brazil / J.B. Torres, J.C. Zanuncio, M.A. Moura // *Perspectives in Agriculture, Veterinary Sciences, Nutrition and Natural Resources*, Wallingford. – 2006. – Vol. 15, No. 1. – P. 1–18.

Warren, L.O. Biology of the spined soldier bug, *Podisus maculiventris* (Hemiptera:Pentatomidae) / L.O. Warren, G. Wallis // *J. Ga. Entomol. Soc.* – 1971. – Vol. 6. – P. 109–116.

Wittmeyer, J.L. Life table parameters, reproductive rate, intrinsic rate of increase and realized cost of rearing *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae) on an artificial diet / J.L. Wittmeyer, T.A. Coudron // *J Econ Entomol.* – 2001. – Vol. 94. – P. 1344–1352.

Wittmeyer J.L. Ovarian development, fertility and fecundity in *Podisus maculiventris* Say (Heteroptera: Pentatomidae): an analysis of the impact of nymphal, adult, male and female nutritional source on reproduction / J.L. Wittmeyer, T.A. Coudron, T.S. Adams // *Invertebr. Reprod. Dev.* – Vol. 39. – P. 9–20.

Whitcomb, W.H. Natural populations of entomophagous arthropods and their effects on the agroecosystem / W.H. Whitcomb // *Proceedings of the Mississippi Symposium of Biological Control*. University Press of Mississippi. – 1973. – P. 150–169.

Yu, S.J. Biochemical defense capacity in the spined soldier bug (*Podisus maculiventris*) and its lepidopterous prey / S.J. Yu // *Pestic. Biochem. Physiol.* – 1987. – Vol. 28. – P. 216–223.

Zanuncio, J.C. Hemipterous predators of eucalypt defoliator caterpillars. / J.C. Zanuncio, J.B. Alves, T.V. Zanuncio, J.F. Garcia // Forest Ecology and Management, Amsterdam. – 1994a. – Vol. 65, No. 1. – P. 65–73.

Zanuncio, J.C. New methodology for creation in laboratory of predator hemiptera / J.C. Zanuncio, J.E.M. Leite, G.P. Santos, E.C. Nascimanto // Revista Ceres, Viçosa. – 1994b. – Vol. 41. – P. 88–93.

Zanuncio, J.C. Egg parasitoids of *Podisus sculptus* Distant (Heteroptera: Pentatomidae) in an Eucalyptus plantation in the Brazilian Amazonian Region / J.C. Zanuncio, H.N. Oliveira, J.B. Torres, D. Pratissoli // Revista de Biologia Tropical, San José. – 2000. – Vol. 48, No. 4. – P. 989–992.

Zanuncio, J.C. Nymphal development and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed with combinations of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) pupae and *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) larvae / J.C. Zanuncio, A.J. Molina–Rugama, J.E. Serrão, D. Pratissoli // Biocontrol Science and Technology, London. – 2001. – Vol. 11, No. 3. – P. 331–337.

Zanuncio, J.C. Production and Use of Heteroptera Predators for the Biological Control of Eucalyptus Pests in Brazil / J.C. Zanuncio, W.S. Tavares, B.V. Fernandes, T.V. Zanuncio // J. Ekoloji. – 2014. – Vol. 23, iss. 91. – P. 98–104.

Zanuncio, T.V. Rearing the predator *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) with *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) pupa on *Eucalyptus grandis* in the field / T.V. Zanuncio // American Journal of Plant Sciences. – 2011. – No. 2. – P. 449–456.

Интернет источники:

Taxonomy – *Podisus maculiventris* (spined soldier bug). URL: <http://www.uniprot.org/taxonomy/29025>. (дата обращения: 26.02.2020).

Mark Steinmetz. URL: [https://marksteinmetz.photoshelter.com/image/I00005\\_DyeVnE6TLU](https://marksteinmetz.photoshelter.com/image/I00005_DyeVnE6TLU). (дата обращения: 26.02.2020).

Bugs for growers. URL: <https://bugsforgrowers.com/products/>. (дата обращения: 19.03.2020).

Featured Creatures. URL: [http://entnemdept.ufl.edu/creatures/beneficial/podisus\\_maculiventris.htm](http://entnemdept.ufl.edu/creatures/beneficial/podisus_maculiventris.htm). (дата обращения: 26.02.2020).

Википедия. Обыкновенная злаковая тля. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 26.02.2020).

Syngenta. Зеленая, персиковая, или оранжевая тля. URL: <https://www.syngenta.ru/target/myzodes-persicae> (дата обращения: 26.02.2020).

Inrae. *Megoura viciae* Buckton. URL: [https://www6.inrae.fr/encyclopedie-pucerons\\_eng/Species/Aphids/Megoura/M.-viciae](https://www6.inrae.fr/encyclopedie-pucerons_eng/Species/Aphids/Megoura/M.-viciae) (дата обращения: 26.02.2020).

AgroFlora.ru Зерновая моль. URL: <http://agroflora.ru/zernovaya-mol>. (дата обращения: 26.02.2020).

Википедия. Чёрная львинка. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Чёрная\\_львинка](https://ru.wikipedia.org/wiki/Чёрная_львинка) (дата обращения: 26.02.2020).

Pro Science. URL: [http://polit.ru/news/2015/05/27/ps\\_bsfl/](http://polit.ru/news/2015/05/27/ps_bsfl/). (дата обращения: 26.02.2020).

Макроидентификация. URL: <http://macroid.ru/showphoto.php?photo=5045&size=big&cat=3965>. (дата обращения: 26.02.2020).

Zoofirma.ru Личинки и куколки двукрылых. URL: <http://www.zoofirma.ru/knigi/kurs-zoologii-t-1-abrikosov/3186-lichinki-i-kukolkidvukrylyh.html>. (дата обращения: 26.02.2020).

Наука и жизнь, № 2, февр. 2020 г. URL: <https://www.nkj.ru/news/31169/>. (дата обращения: 26.02.2020).

Планета экзотики. Огнёвка пчелиная, или большая восковая моль (*Galleria mellonella*). URL: <https://planetexotic.ru/kaltsiy-preparaty-uborka/kormovye-naseko/459/> (дата обращения 25.11.2019).

Avito. Продажа товаров для охоты и рыбалки в Санкт-Петербурге. URL: [https://www.avito.ru/sanktpeterburg/ohota\\_i\\_rybalka/oparysh\\_1542466598](https://www.avito.ru/sanktpeterburg/ohota_i_rybalka/oparysh_1542466598) (дата обращения 25.11.2019).

Avito. Личинки мухи черная львинка. URL: [https://www.avito.ru/sankt-peterburg/tovary\\_dlya\\_zhivotnyh/lichinki\\_muhi\\_chernaya\\_lvinka\\_824374941](https://www.avito.ru/sankt-peterburg/tovary_dlya_zhivotnyh/lichinki_muhi_chernaya_lvinka_824374941) (дата обращения 25.11.2019).

Доски.ru. Крупный мотыль, опарыш, червь для рыбалки. URL: <https://sankt-peterburg.doski.ru/prodam-motyl-oparysh-cherv-dostavka-po-s-peterburgu-besplatnaya-msg589416.htm> (дата обращения 25.11.2019).

Юла. Живой корм, Мучной червь, мучной хрущак. URL: <https://youla.ru/fryazino/zhivotnye/tovary/muchnoi-khrushchak5b76b46f5eaa9edaf75b842d> (дата обращения 22.01.2020).

Exomenu.ru. Зоофобас. URL: <https://exomenu.ru/zofobas-100-sht/> (дата обращения 22.01.2020).

Агропромышленный портал России. Отбор. Методы селекции по нескольким признакам. URL: <http://agro-portal24.ru/ovcevodstvo-i-kozovodstvo/3269-otbor-metody-selekcii-po-neskolkim-priznakam.html> (дата обращения 22.01.2020).

Nasco. Showing Results for "pea aphids". URL: [https://www.enasco.com/search/?ea\\_q=pea%20aphids&boxsearchBy=easyAskSearchTermSearchStrategy&boxea\\_path=All%20Products&boxea\\_rpp=16&boxea\\_cp=1](https://www.enasco.com/search/?ea_q=pea%20aphids&boxsearchBy=easyAskSearchTermSearchStrategy&boxea_path=All%20Products&boxea_rpp=16&boxea_cp=1) (дата обращения 29.07.2020).

Яндекс Маркет. Ковер пророщенной пшеницы в закрытой упаковке Vitavim/Витавим. URL: <https://market.yandex.ru/search?text=Ковер%20пророщенной%20пшеницы%20в%20закрытой%20упаковке&pp=900&vid=2&mclid=1003&onstock=0&lr=2&local-offers-first=0> (дата обращения 30.07.2020).

Нестор. Бобы овощные (*Vicia faba* L. var. major Harz). URL: [http://agronestor.ru/\\_semena-ovoshchnih-kultur/bobi-ovoshchnie-vicia-faba-l-var-major-harz/](http://agronestor.ru/_semena-ovoshchnih-kultur/bobi-ovoshchnie-vicia-faba-l-var-major-harz/) (дата обращения 30.07.2020).

Дом семян. Семена бобов весовые. URL:  
<https://www.seed.ru/catalog/semena-bobov-vesovye/> (дата обращения 30.07.2020).

Архив курса доллара США 29 июля 2020 года по данным ЦБ РФ. URL:  
<https://www.vbr.ru/banki/kurs-valut/cbrf/usd/29-07-2020/> (дата обращения 30.07.2020).

Carolina. Greater Wax Moth Larvae (*Galleria mellonella*), Living. URL:  
<https://m.carolina.com/moths/greater-wax-moth-larvae-galleria-mellonella-living/143928.pr> (дата обращения 30.07.2020).

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение А. Иллюстрации к параграфу 3.1.

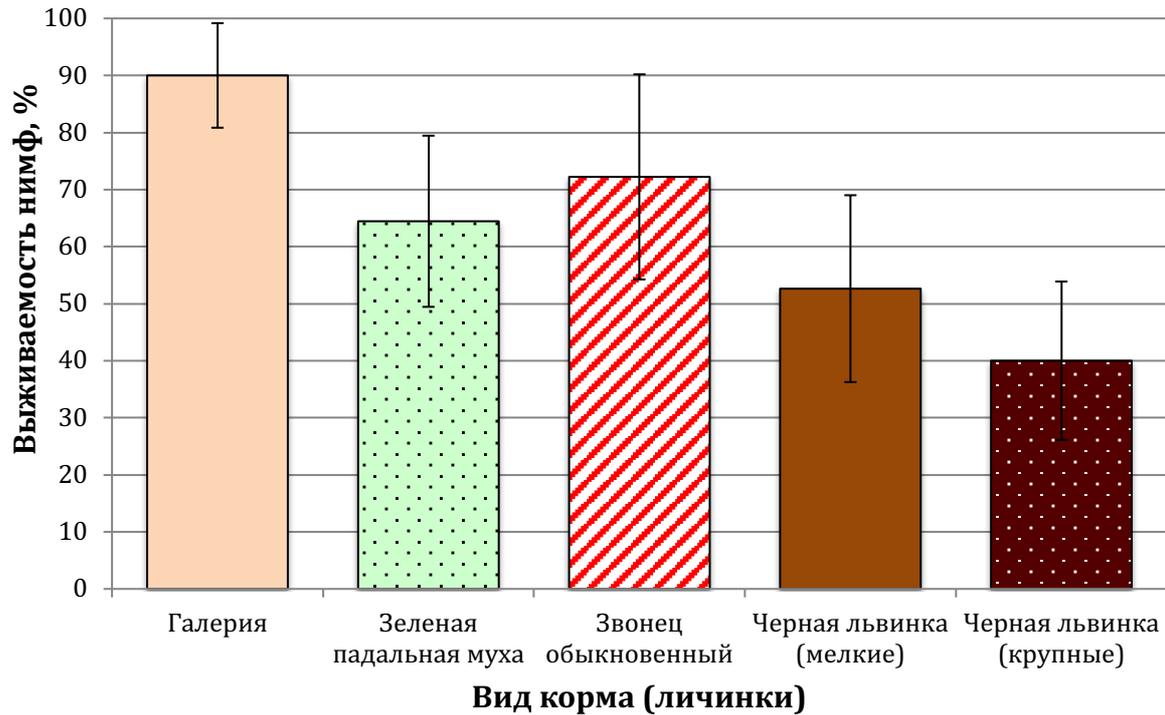


Рисунок А.1. Выживаемость хищного клопа подизуса при кормлении нимф личинками 3-х видов двукрылых (планками погрешностей обозначены доверительные интервалы для вероятности 0,95)

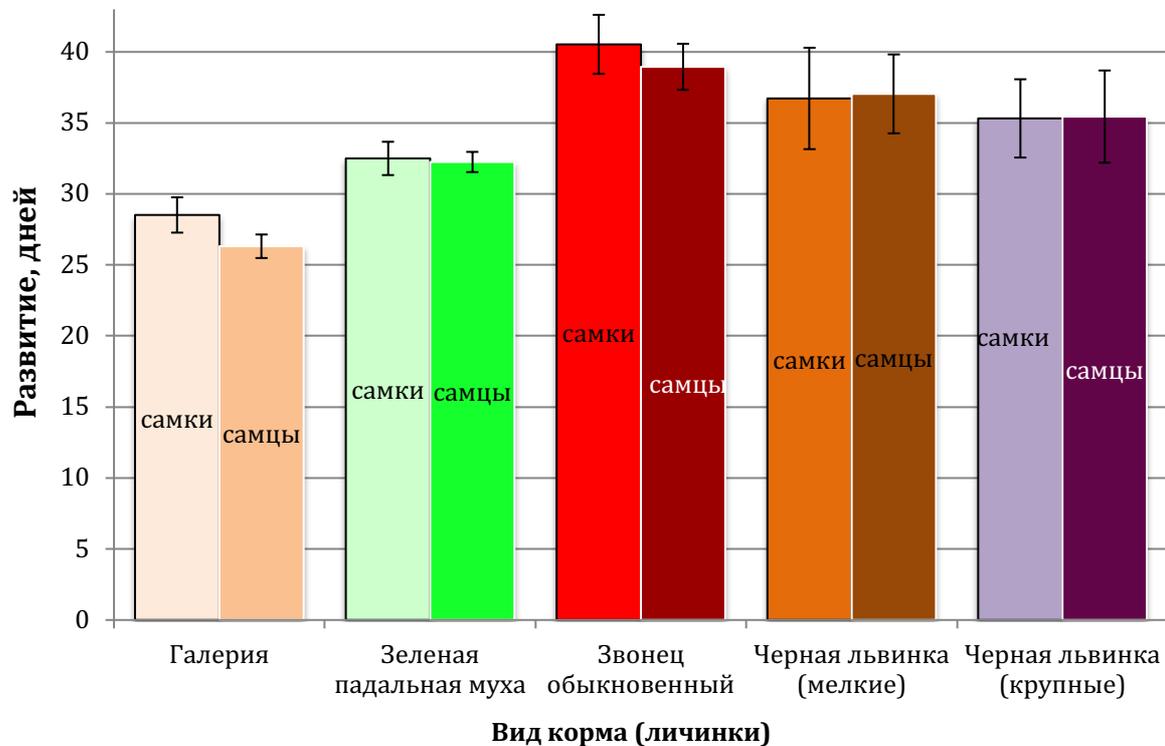


Рисунок А.2. Продолжительность развития подизуса при выкармливании его нимф личинками 3-х видов двукрылых (обозначение как на рисунке А.1)

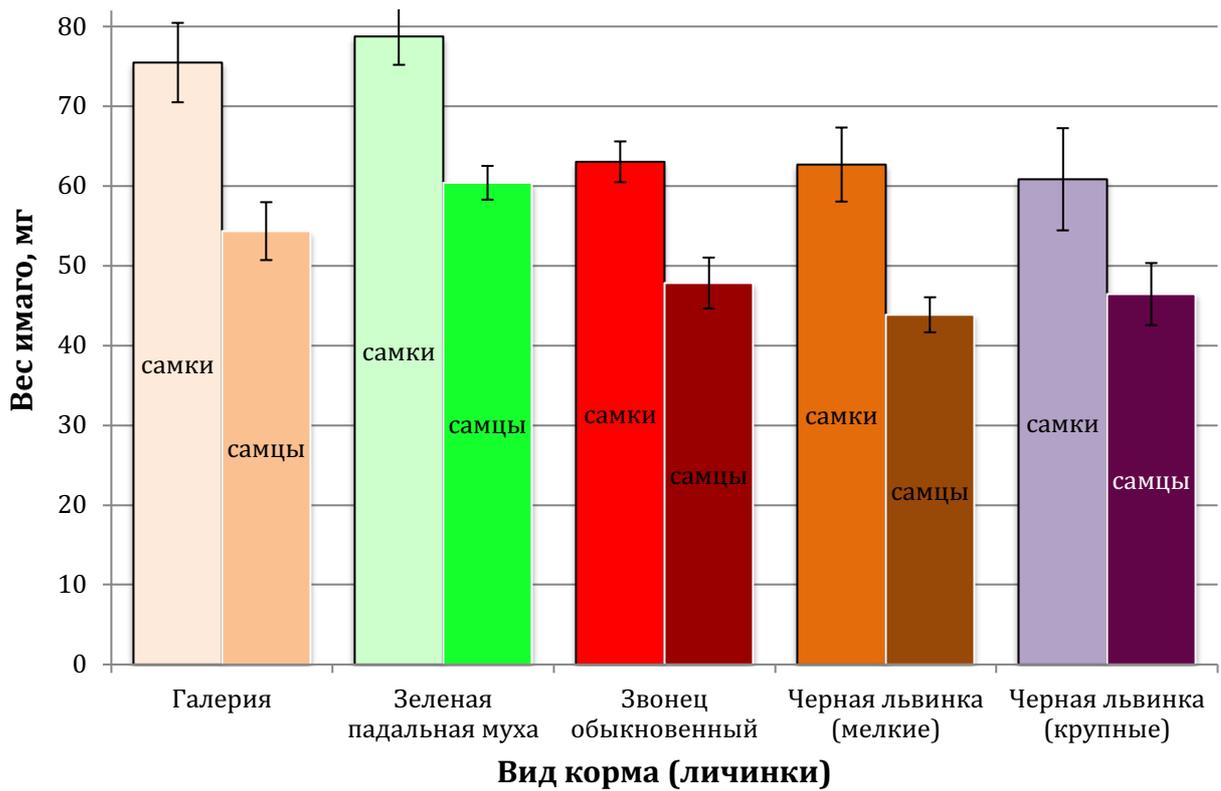


Рисунок А.3. Масса имаго подизуса при выкармливании его нимф личинками 3-х видов двукрылых (обозначение как на рисунке А.1)

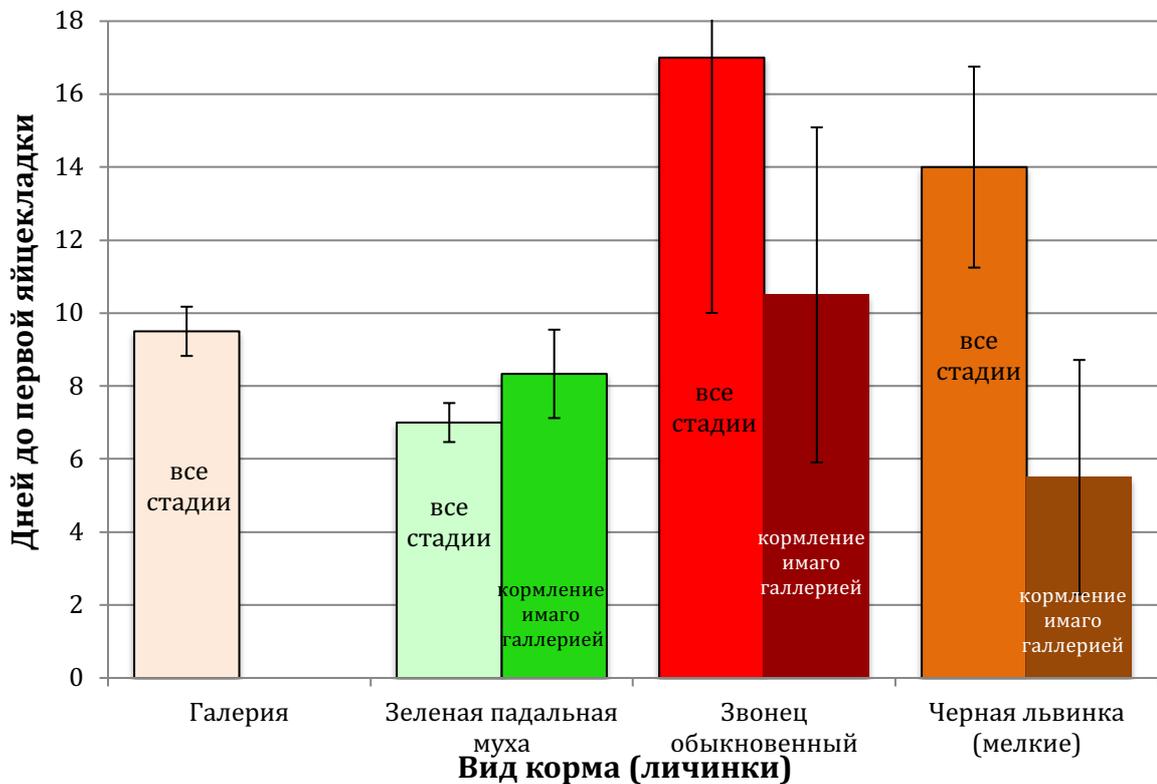


Рисунок А.4. Преовипозиционный период имаго подизуса при его выкармливании личинками 3-х видов двукрылых (обозначение как на рисунке А.1)

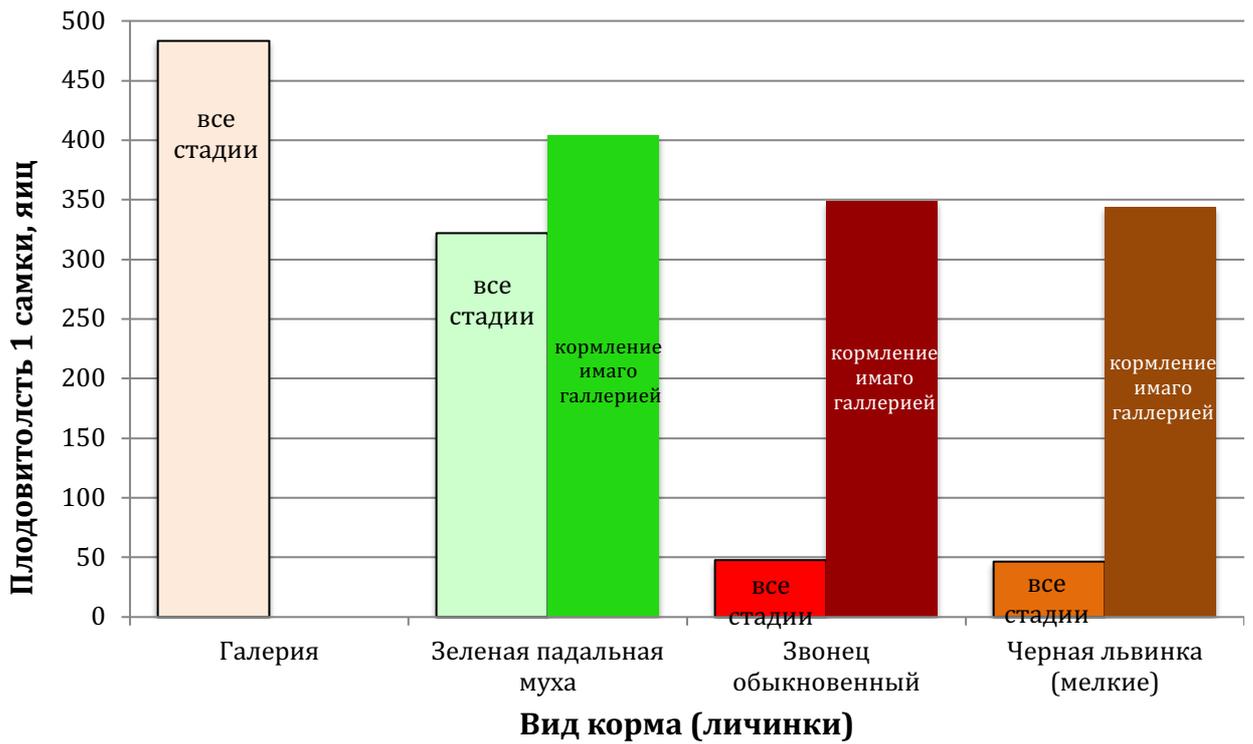


Рисунок А.5. Плодовитость имаго подизуса при его выкармливании личинками 3-х видов двукрылых (обозначение как на рисунке А.1)

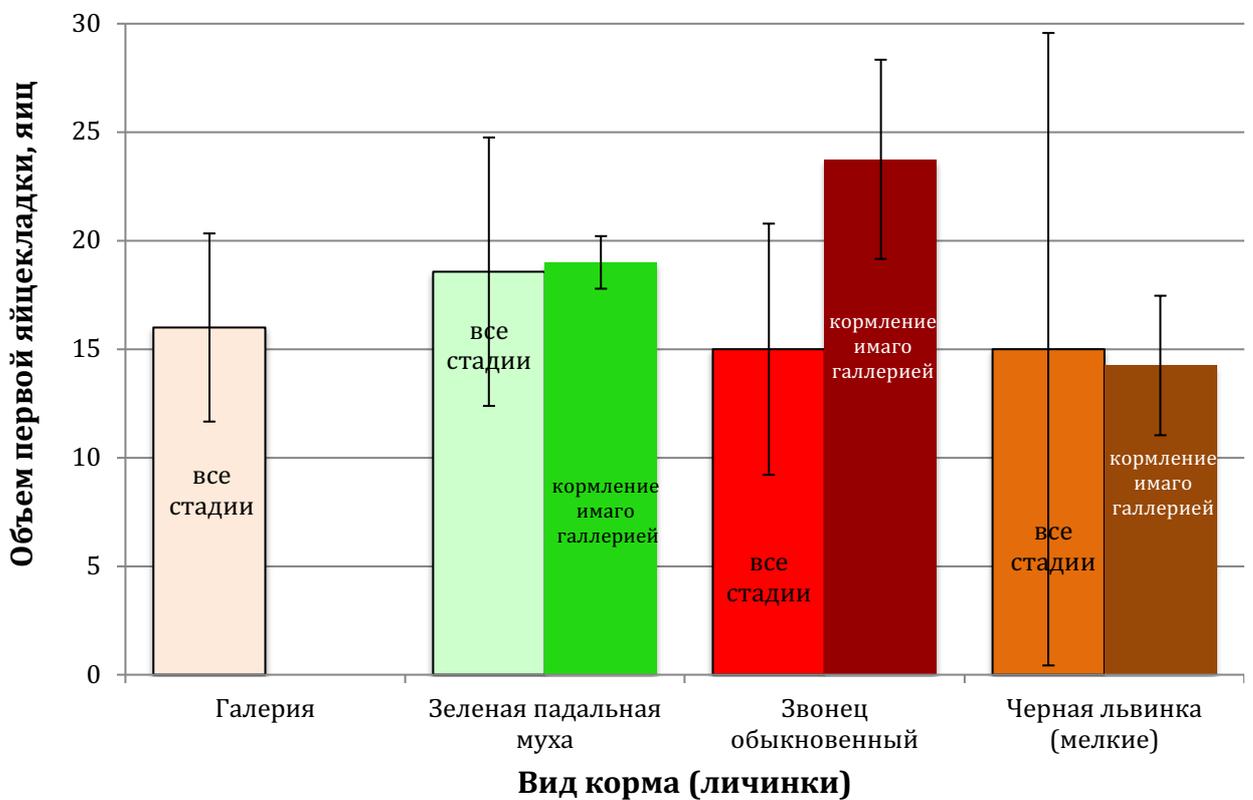


Рисунок А.6. Объем первой яйцекладки подизуса при его выкармливании личинками 3-х видов двукрылых (обозначение как на рисунке А.1)

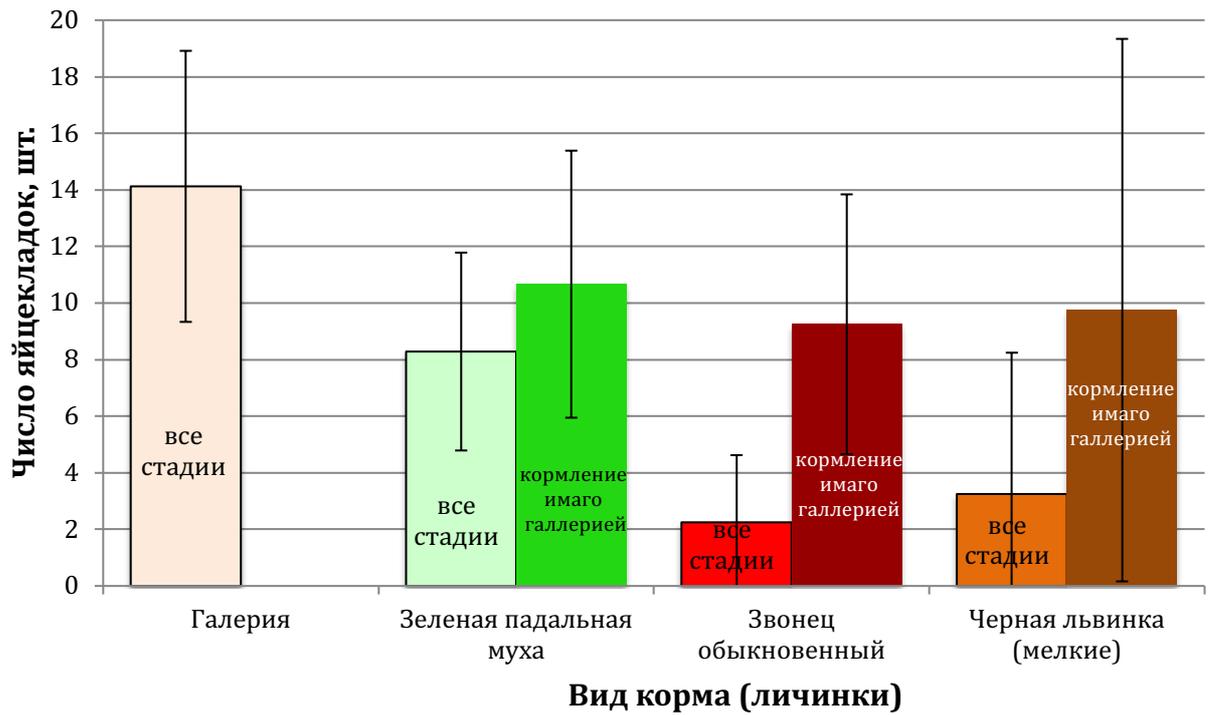


Рисунок А.7. Среднее число яйцекладок подизуса при его выкармливании личинками 3-х видов двукрылых (обозначение как на рисунке А.1)

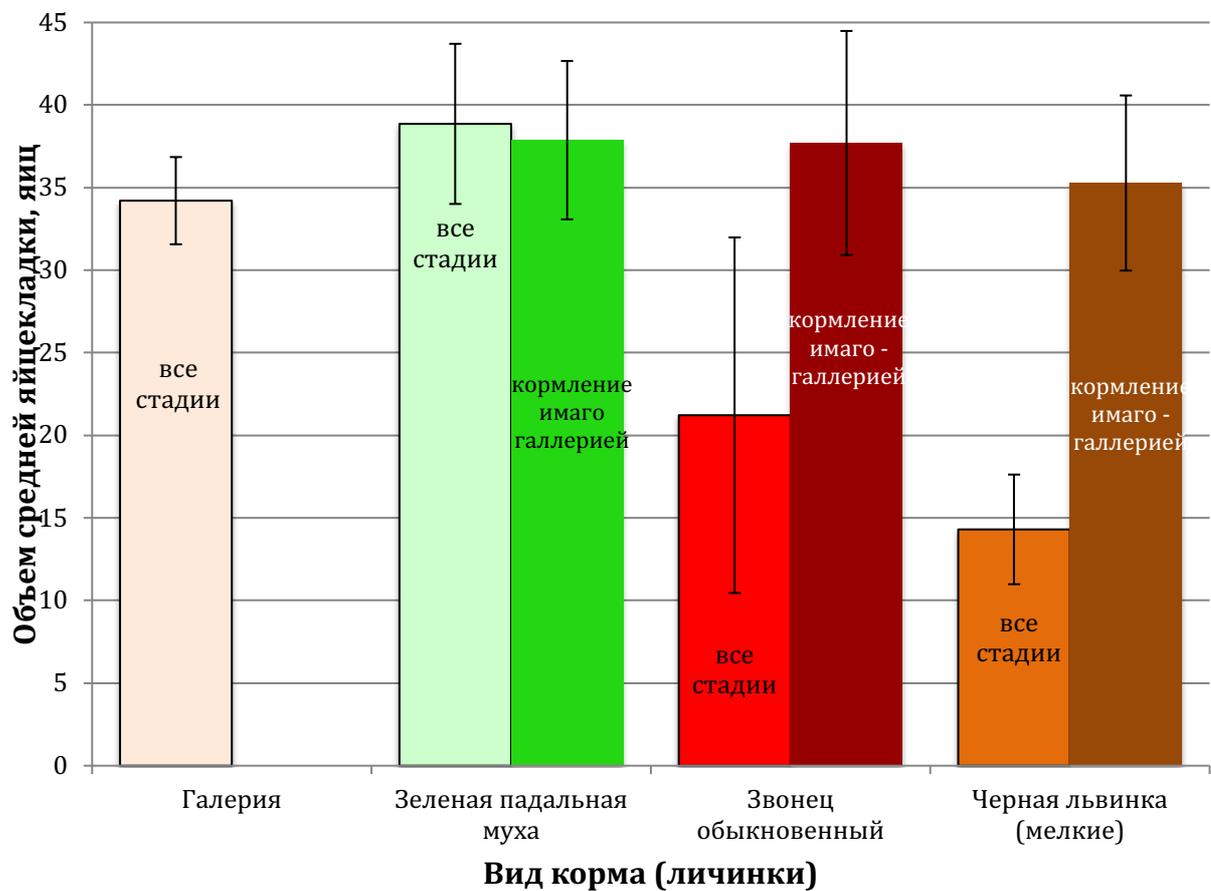


Рисунок А.8. Объем средней яйцекладки пары имаго подизуса при их выкармливании личинками 3-х видов двукрылых (обозначение как на рисунке А.1)

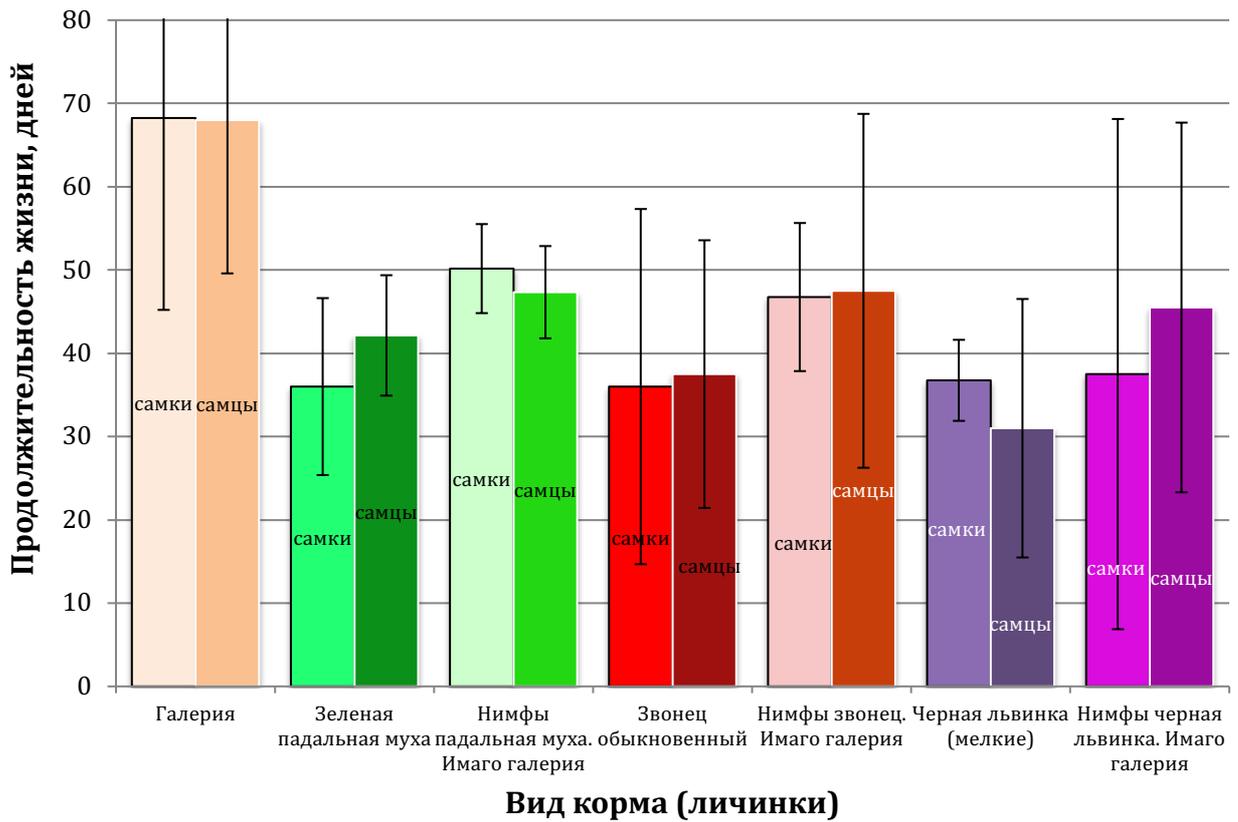


Рисунок А.9. Продолжительность жизни имаго подизуса при их выкармливании личинками 3-х видов двукрылых (обозначение как на рисунке А.1)

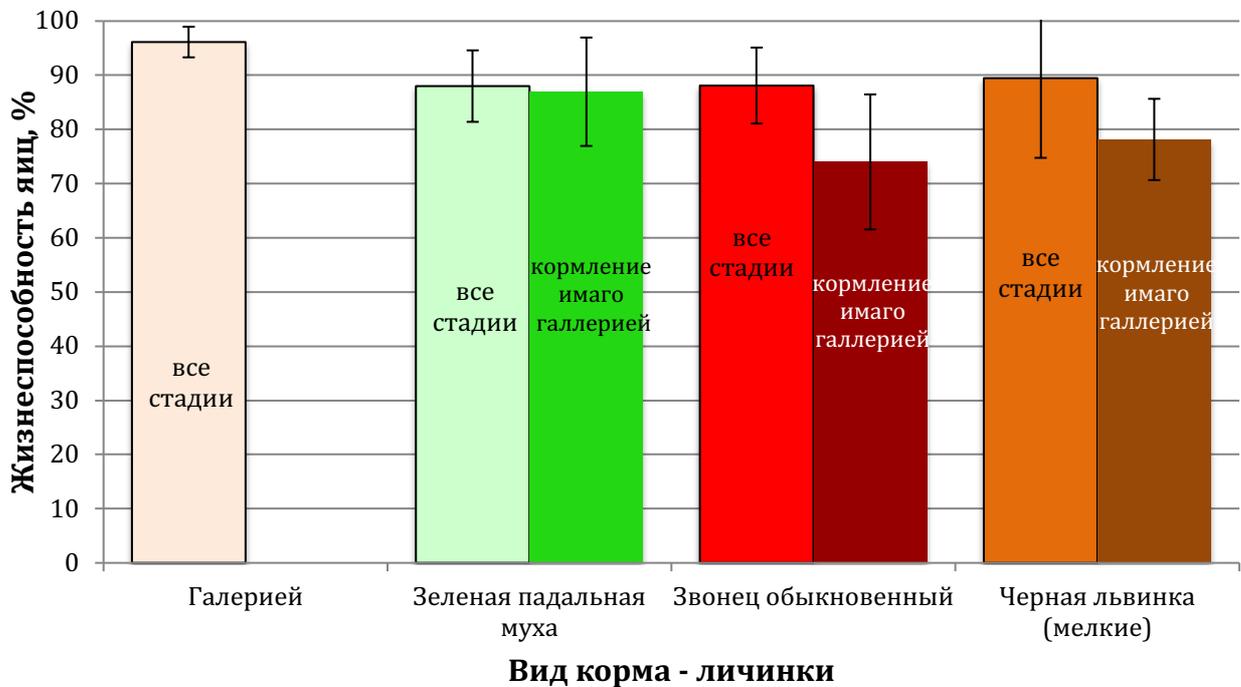


Рисунок А.10. Отрождение нимф из яиц, отложенных самками подизуса, при их выкармливании личинками 3-х видов двукрылых (обозначение как на рисунке А.1)

### Приложение Б. Иллюстрации к параграфу 3.3

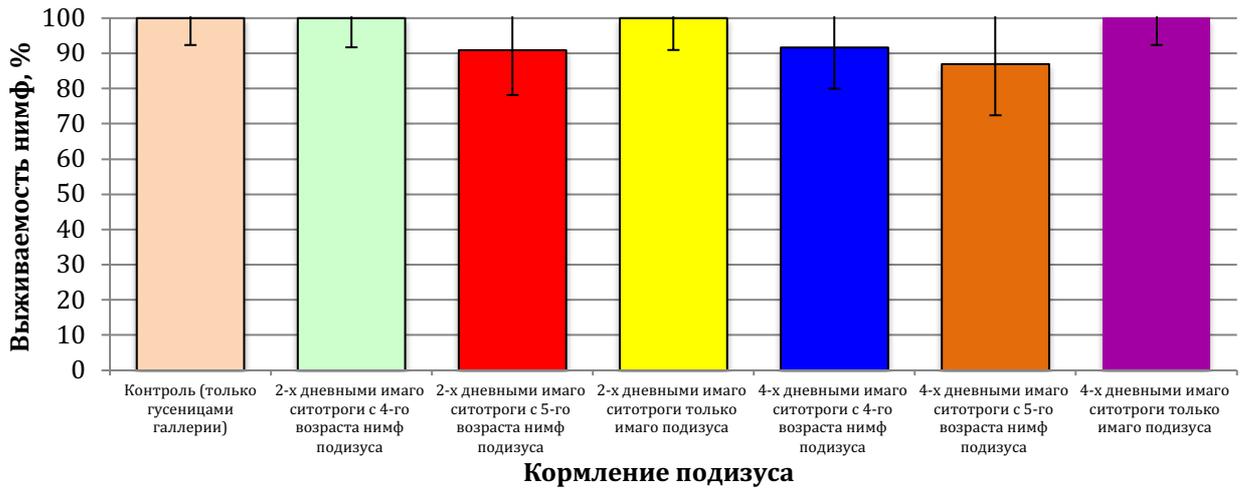


Рисунок Б.1. Выживаемость нимф подизуса при их кормлении имаго ситотроги с 4-го или с 5-го возраста (планками погрешностей обозначены доверительные интервалы для вероятности 0,95)

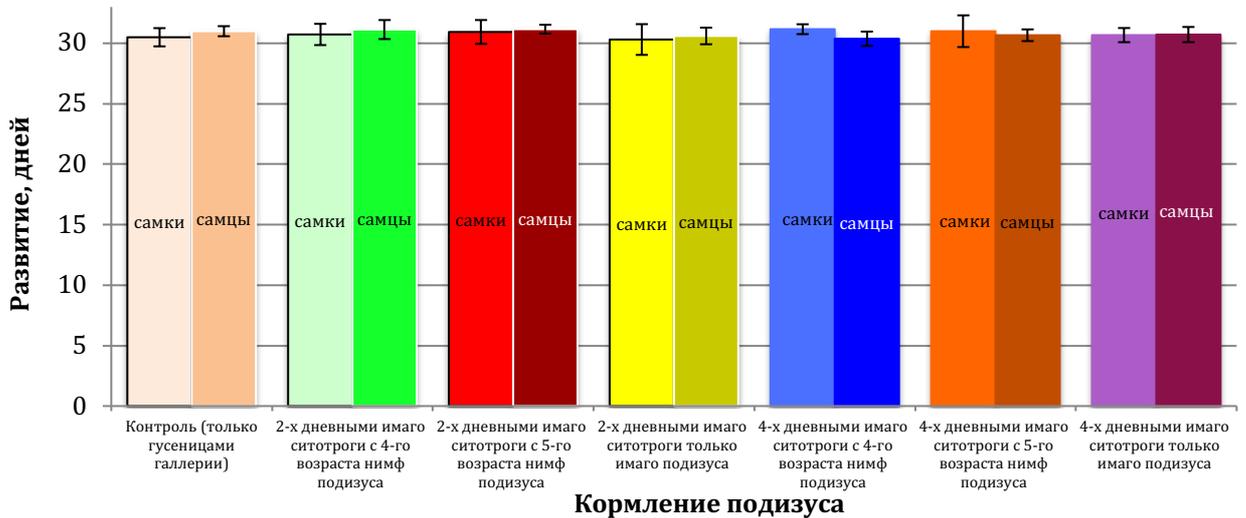


Рисунок Б.2. Продолжительность развития подизуса при выкармливании нимф бабочками ситотроги с 4-го или с 5-го возраста (обозначение как на рисунке Б.1)

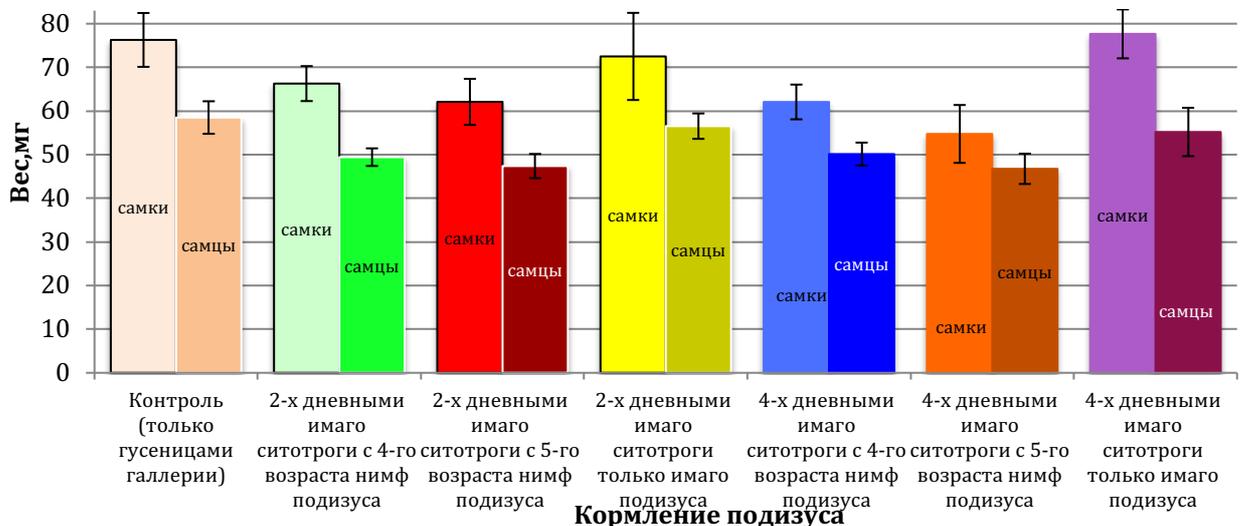


Рисунок Б.3. Масса имаго подизуса при выкармливании его нимф на последних стадиях развития бабочками ситотроги (обозначение как на рисунке Б.1)

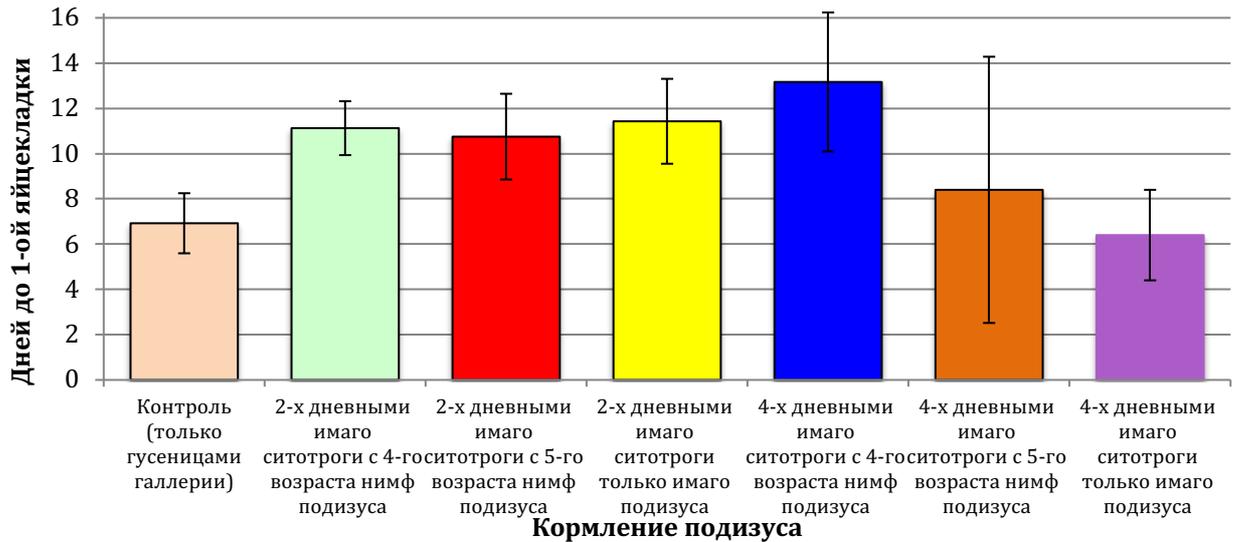


Рисунок Б.4. Преовипозиционный период имаго подизуса при выкармливании его нимф на последних стадиях развития и кормлении имаго бабочками ситотроги (обозначение как на рисунке Б.1)

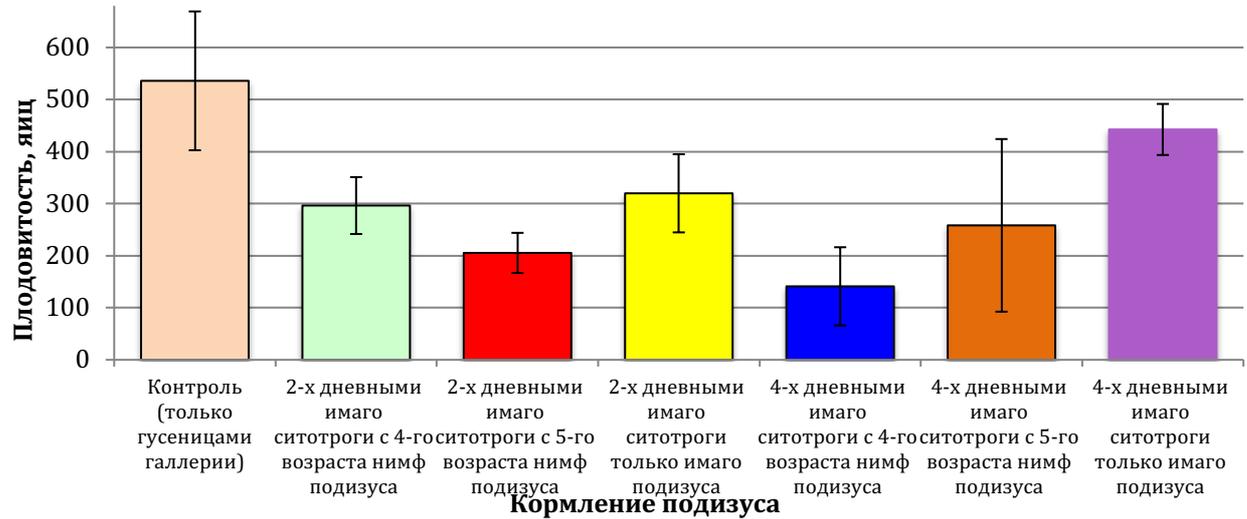


Рисунок Б.5. Плодовитость самок подизуса при выкармливании нимф и кормлении имаго бабочками ситотроги (обозначение как на рисунке Б.1)

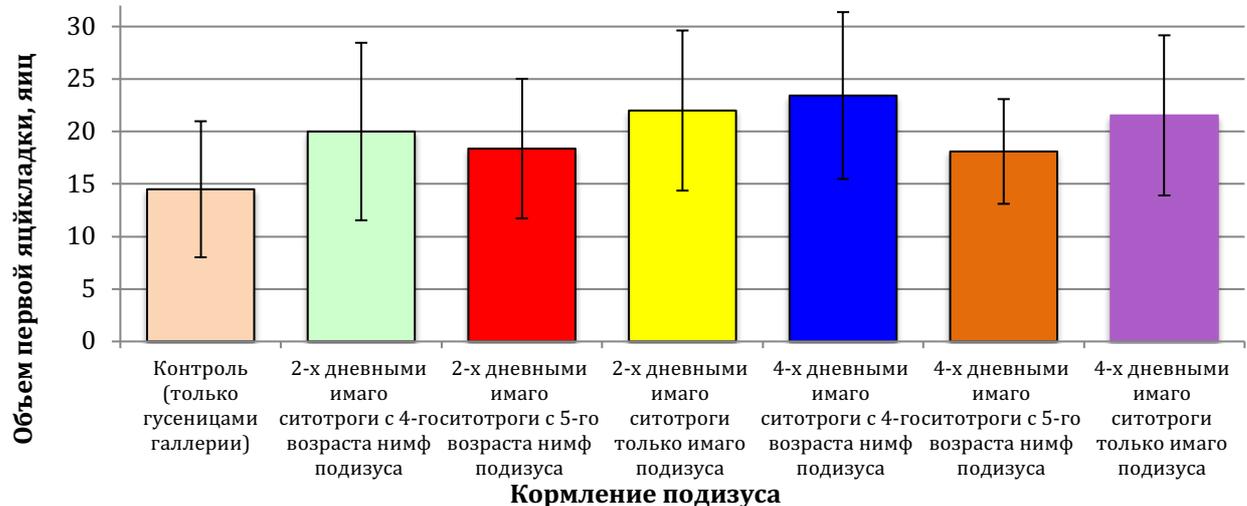


Рисунок Б.6. Объем первой яйцекладки подизуса при выкармливании нимф и кормлении имаго бабочками ситотроги (обозначение как на рисунке Б.1)

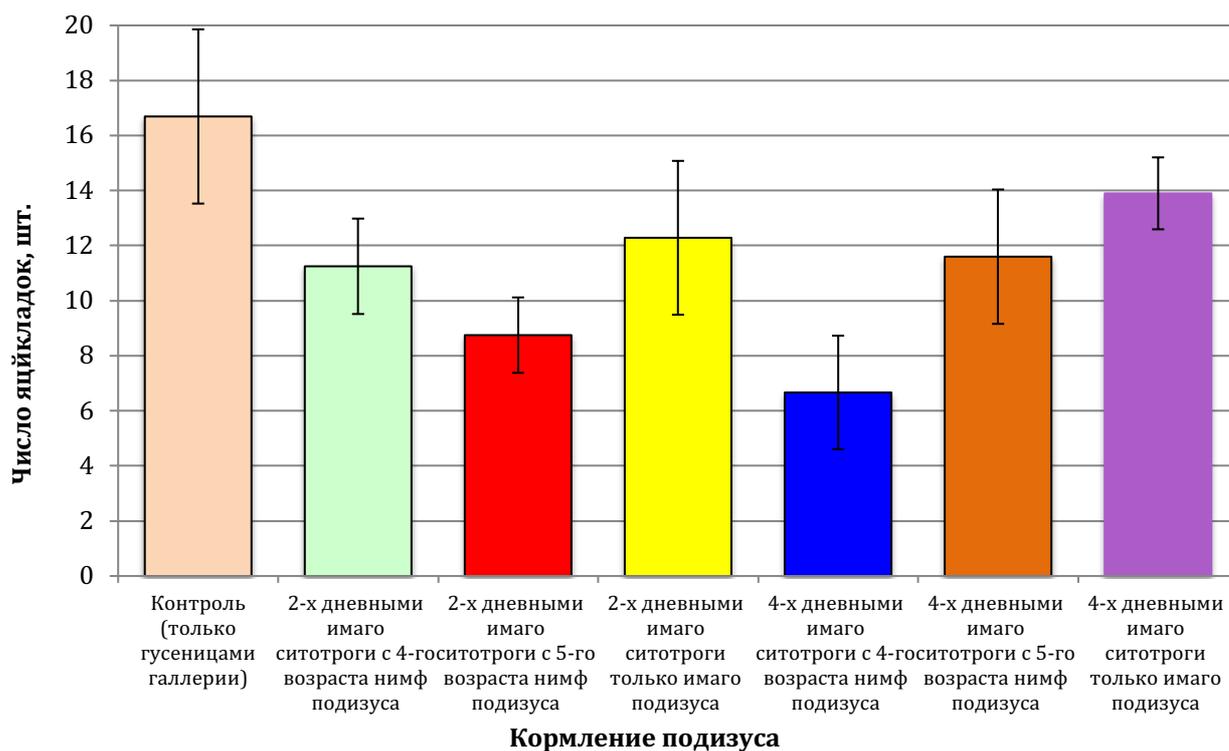


Рисунок Б.7. Среднее число яйцекладок самки подизуса при выкармливании нимф и кормлении имаго бабочками ситотроги (обозначение как на рисунке 3.1)

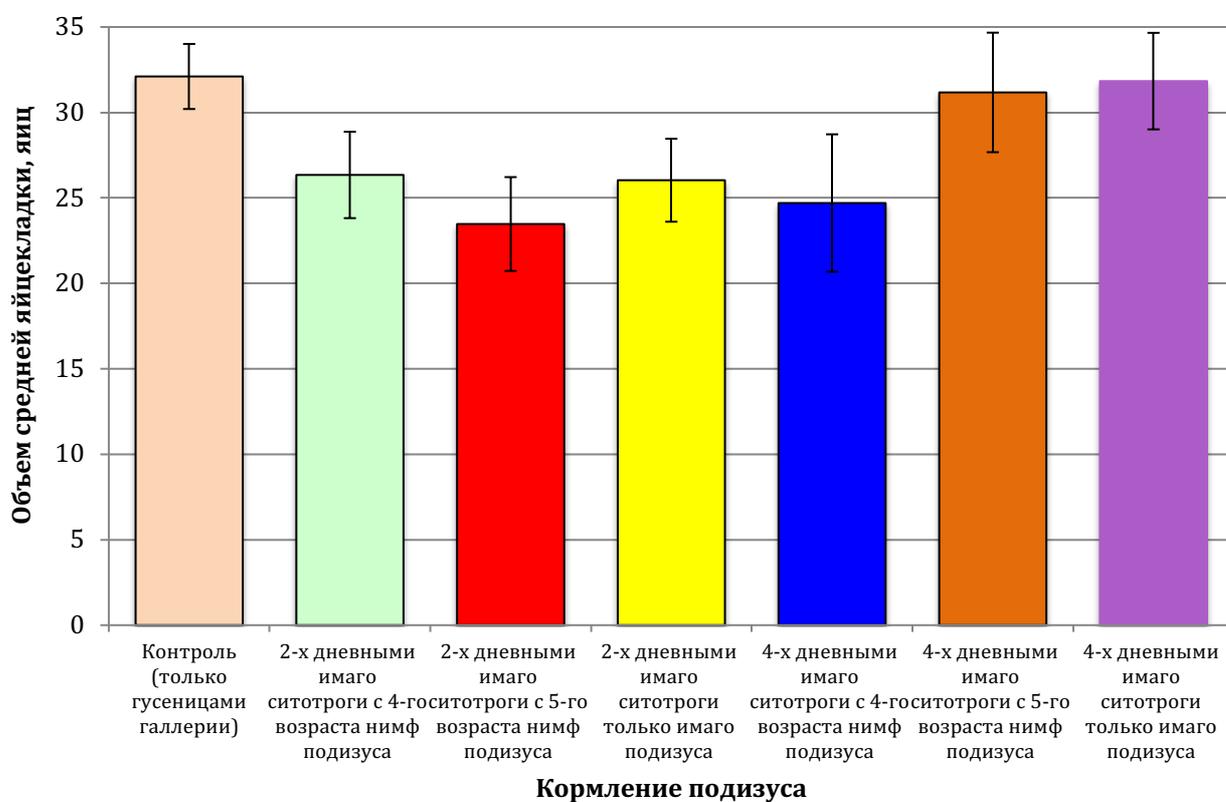


Рисунок Б.8. Объем средней яйцекладки самок подизуса при выкармливании нимф и кормлении имаго бабочками ситотроги (обозначение как на рисунке Б.1)

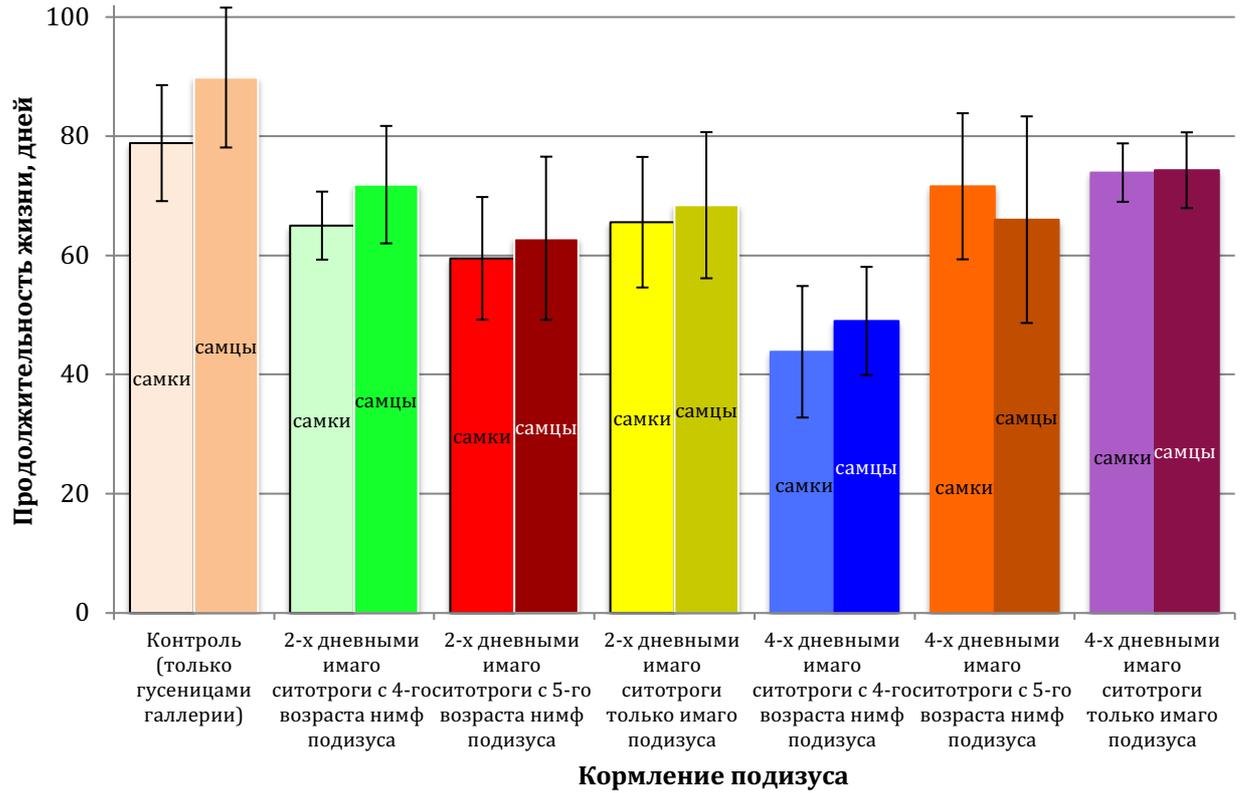


Рисунок Б.9. Продолжительность жизни имаго подизуса при выкармливании нимф и кормлении имаго бабочками ситотроги (обозначение как на рисунке Б.1)

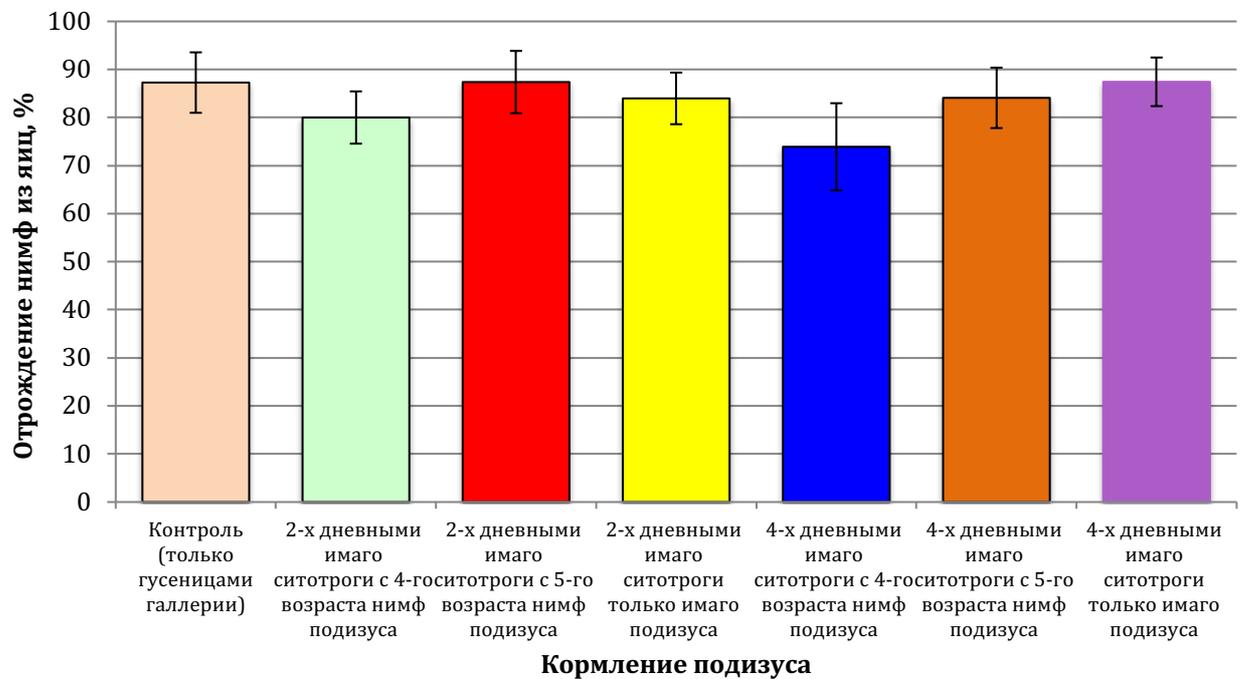


Рисунок Б.10. Отрождение нимф из яиц, отложенных самками подизуса, при выкармливании нимф и имаго бабочками ситотроги (обозначение как на рисунке Б.1)

Приложение В. Акт испытаний хищного клопа подизуса в системе биологической защиты тепличных культур от вредных чешуекрылых в производственных условиях ООО «Круглый Год»

АКТ

испытаний, проведенных в производственных теплицах ООО «Круглый Год»

Составлен в том, что в летний период 2017 года в производственных теплицах ООО «Круглый Год» для борьбы с с вредными чешуекрылыми: совками, белянками, пяденицами, были проведены выпуски хищного клопа подизуса. Подизуса размножали в ВНИИ защиты растений (ВИЗР) сотрудниками ВИЗР и Санкт-Петербургского аграрного университета (СПбГАУ).

Выпуски проводили на культуры огурца (сорт Мева) и салата (сорт Фрилис). 560 имаго клопа было выпущено на культуру салата на площадь 10000м кв. 1600 имаго клопа было выпущено на культуру огурца на площадь 20000 м кв. Защита была удовлетворительна несмотря на благоприятные для развития совков условия сезона.

Считаем, что своевременные выпуски имаго подизуса позволяют эффективно снижать вредоносность чешуекрылых и получать экологически чистую продукцию.

Генеральный директор

Специалист по защите растений

Ведущий научный сотрудник СПбГАУ



*М.В. Мирочкин*

*Г.С. Орлова*  
*Е.Г. Козлова*

В.М. Мирочкин

Г.С. Орлова

Е.Г. Козлова

## Приложение Г. Иллюстрации к параграфу 4.3.

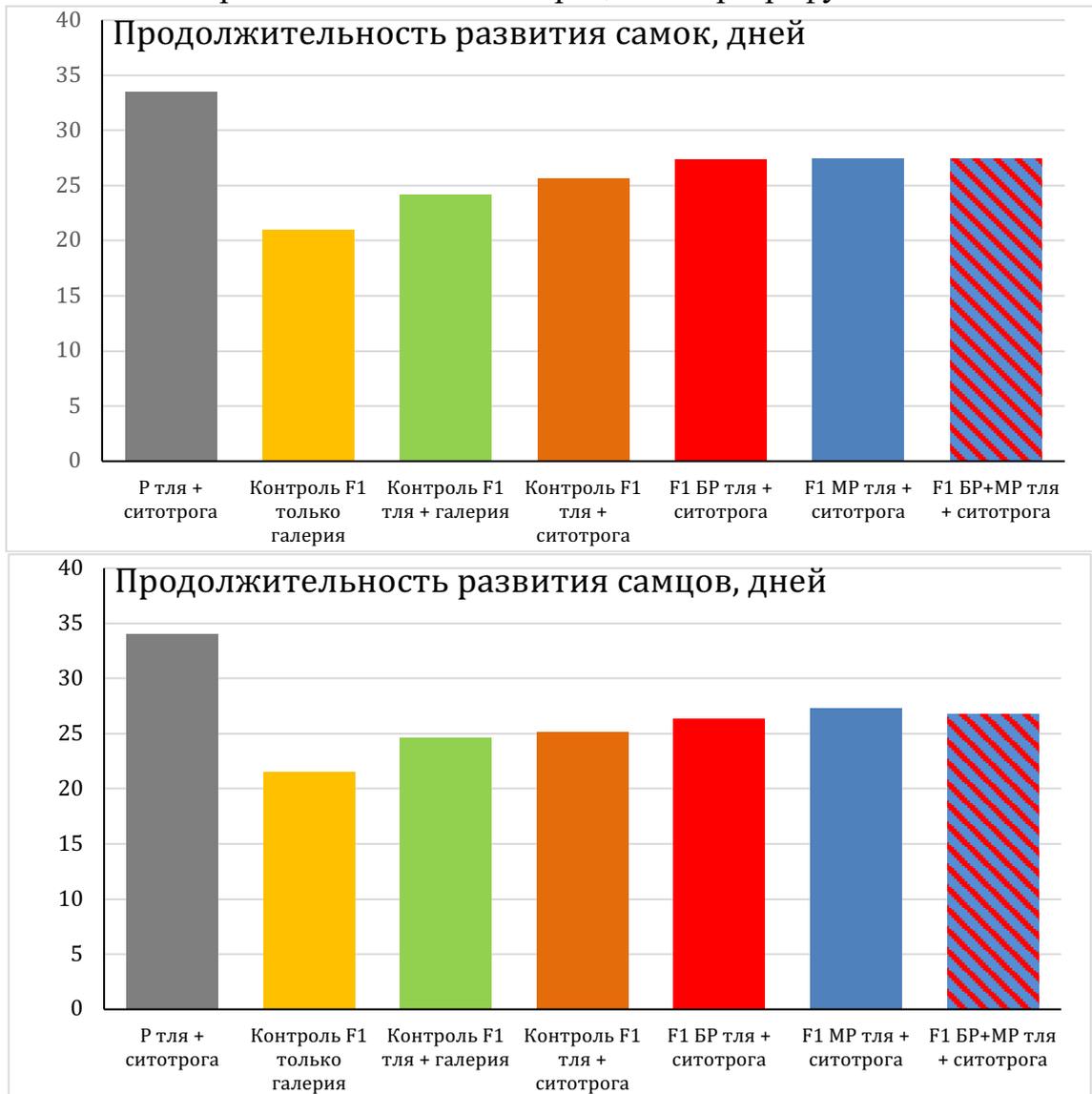


Рисунок Г.1. Сравнение отдельных вариантов опыта по продолжительности развития самок и самцов подизуса

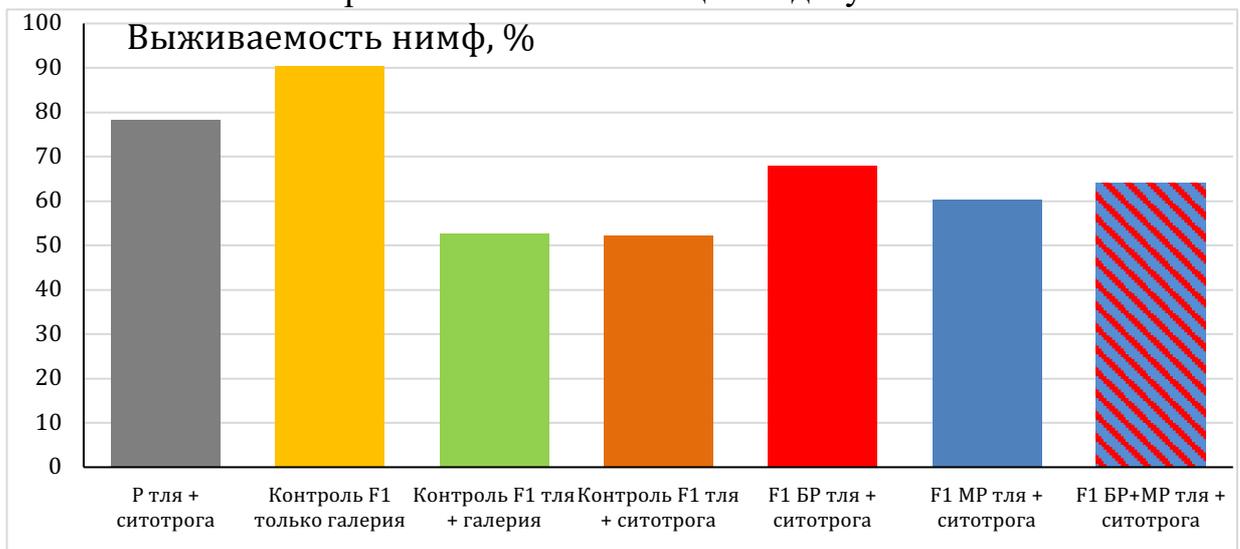


Рисунок Г.2. Сравнение отдельных вариантов опыта по выживаемости нимф подизуса

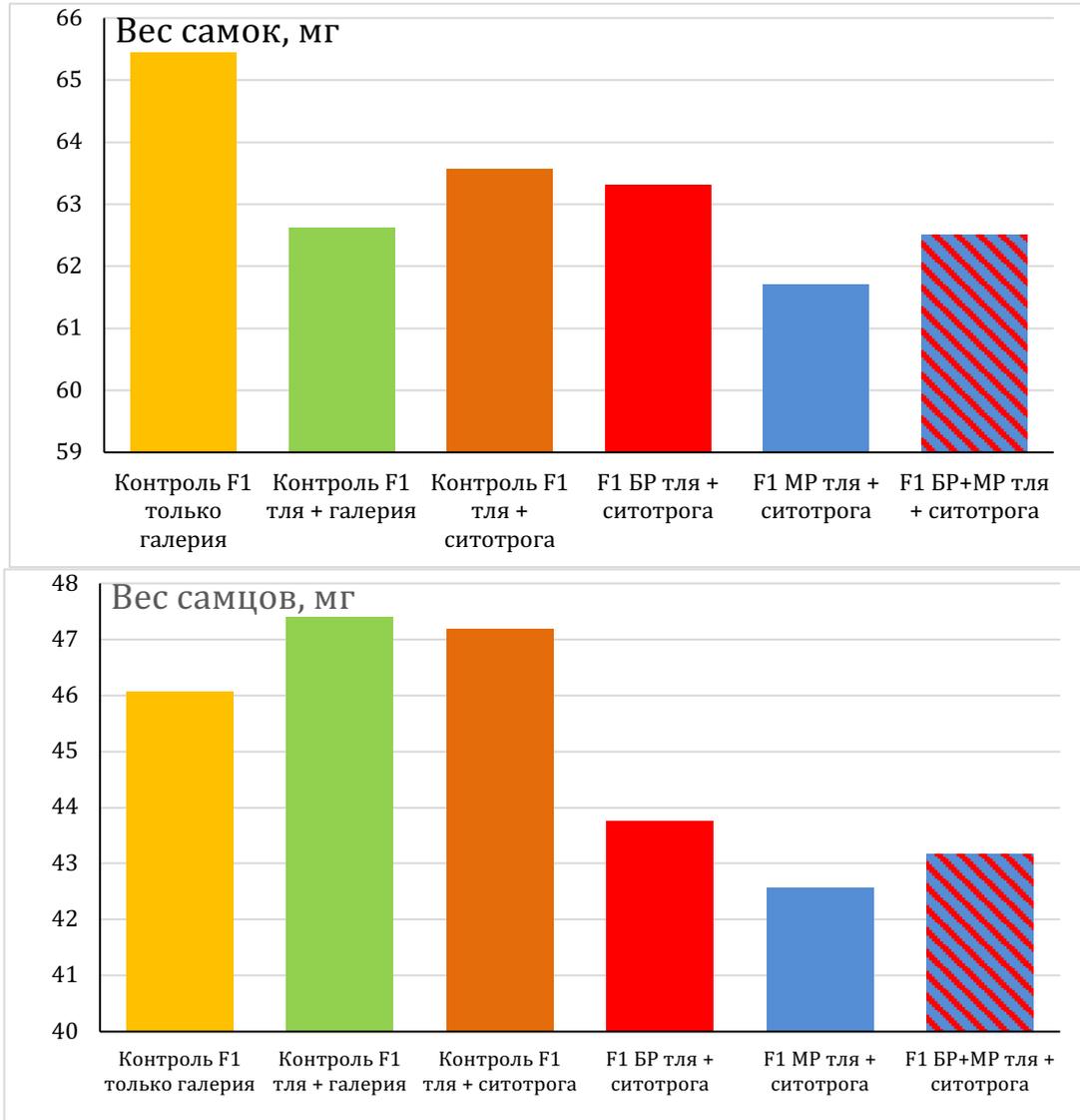


Рисунок Г.3. Сравнение отдельных вариантов опыта по массе самок и самцов подизуса

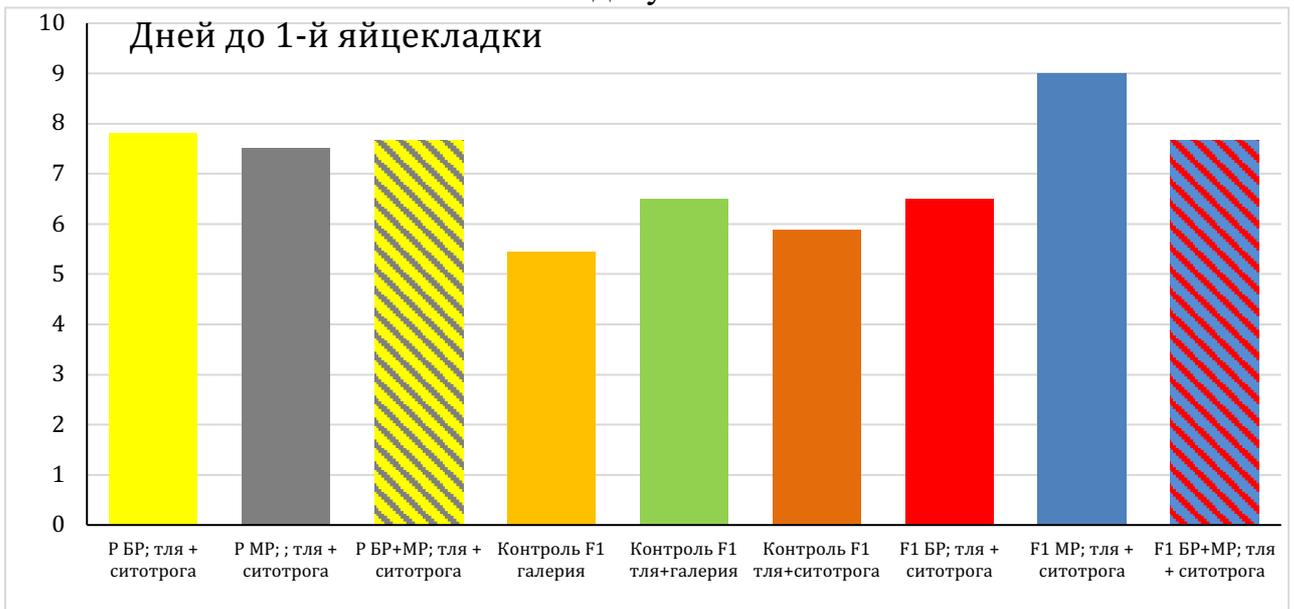


Рисунок Г.4. Сравнение отдельных вариантов опыта по продолжительности преовипозиционного периода у пары хищных клопов

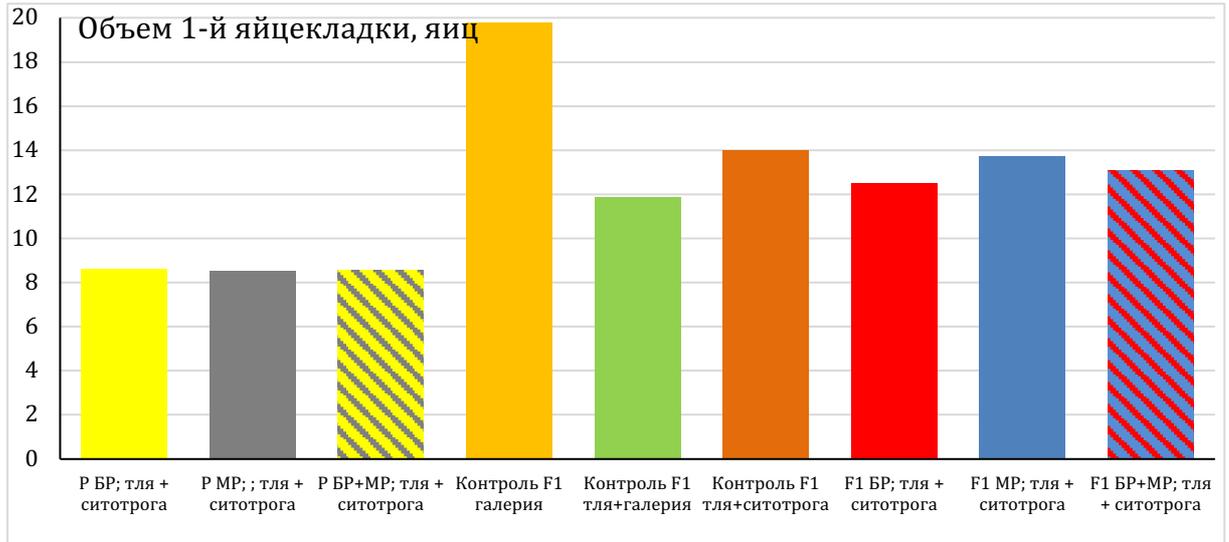


Рисунок Г.5. Сравнение отдельных вариантов опыта по объему первой яйцекладки у пар хищных клопов

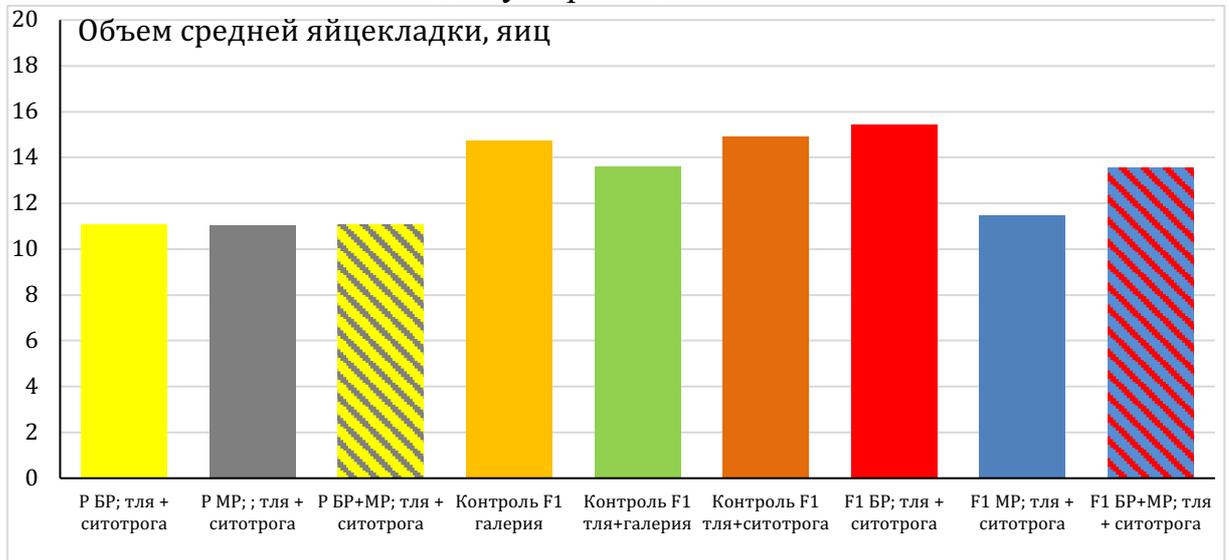


Рисунок Г.6. Сравнение отдельных вариантов опыта по среднему объему всех яйцекладок у пар хищных клопов

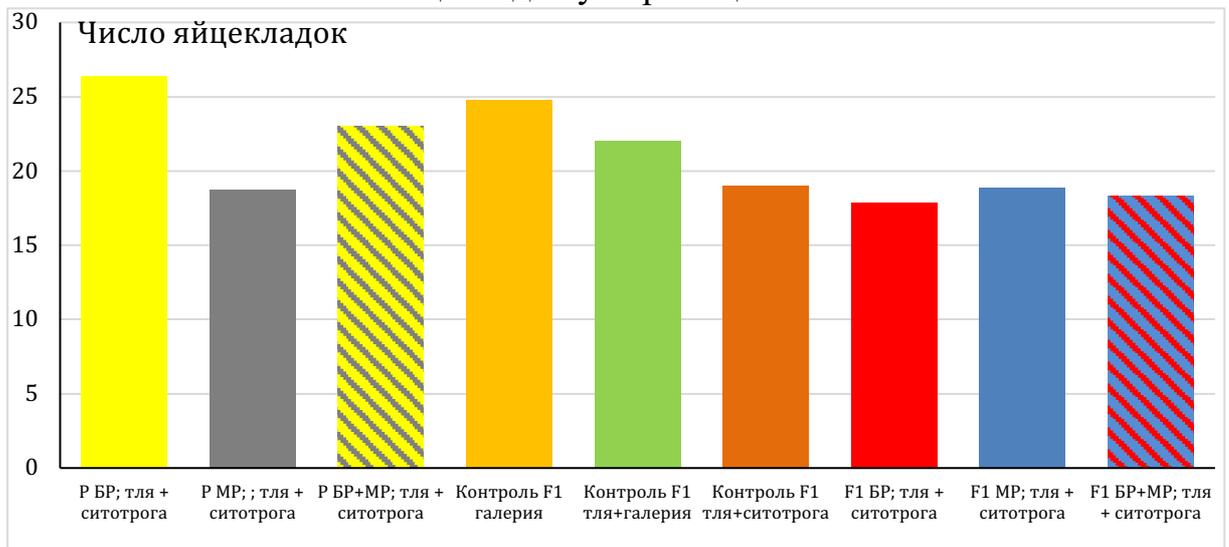


Рисунок Г.7. Сравнение отдельных вариантов опыта по среднему числу яйцекладок, получаемых от пары хищных клопов

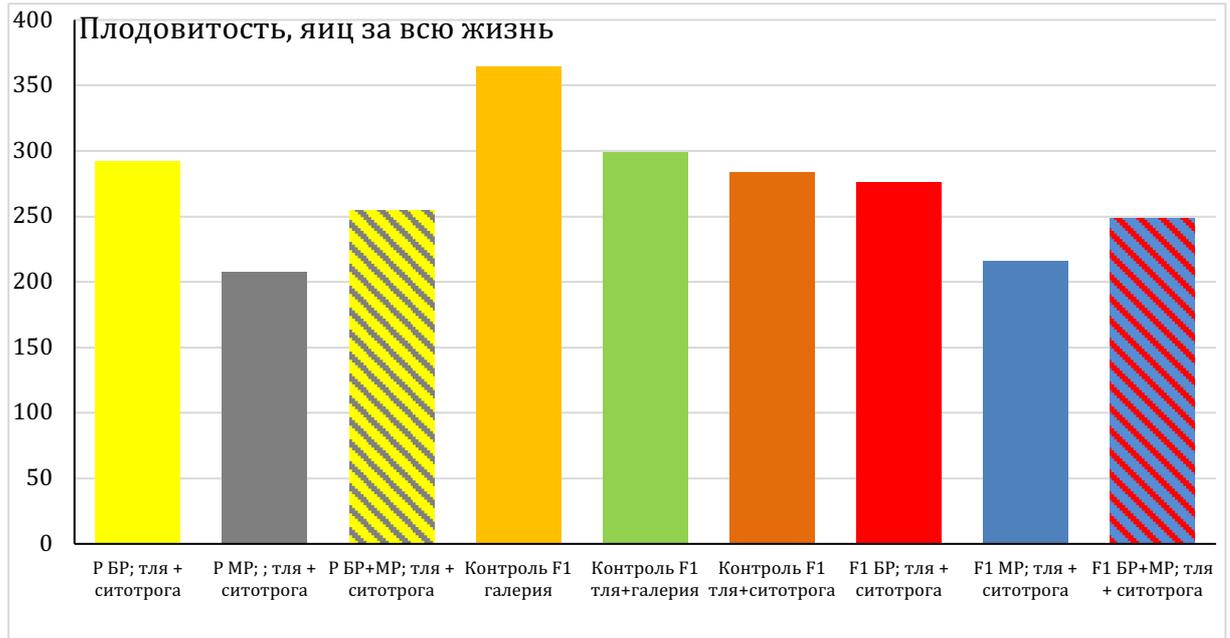


Рисунок Г.8. Сравнение отдельных вариантов опыта по плодовитости пар хищных клопов

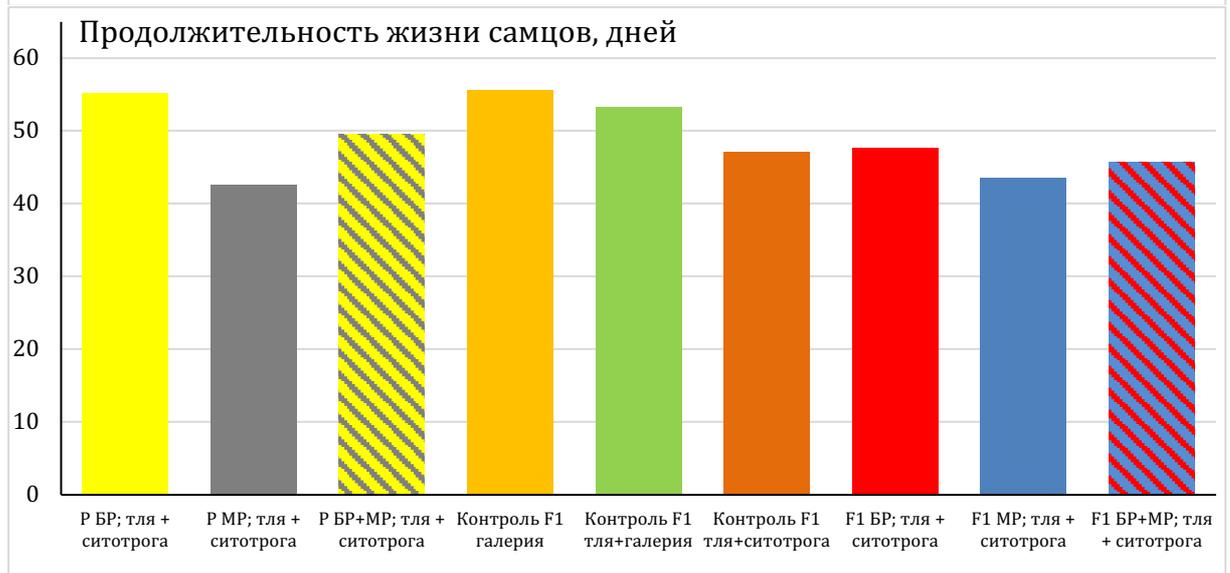
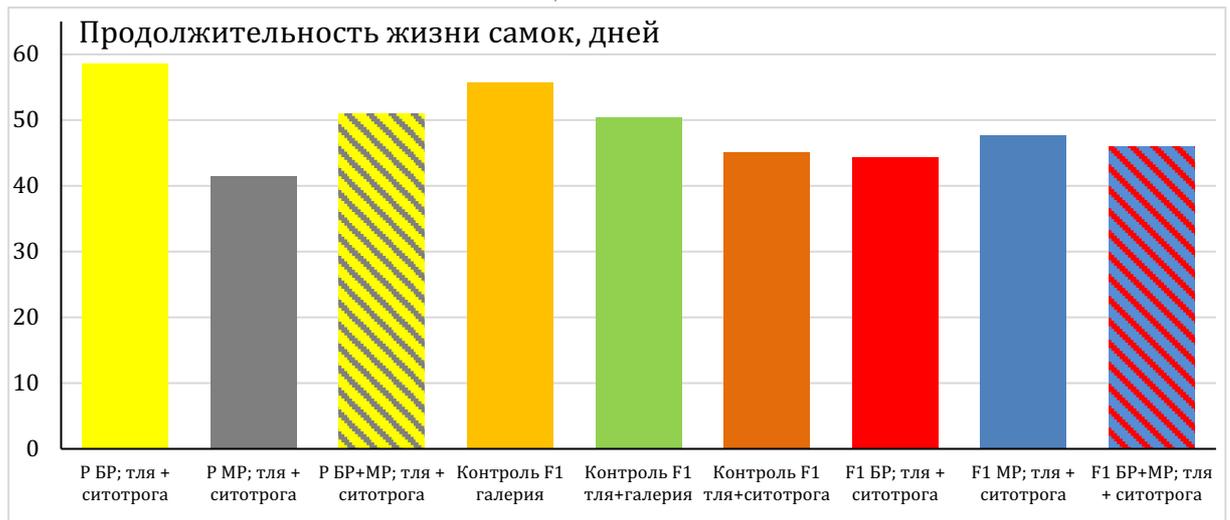


Рисунок Г.9. Сравнение отдельных вариантов опыта по продолжительности жизни самок и самцов подизуса

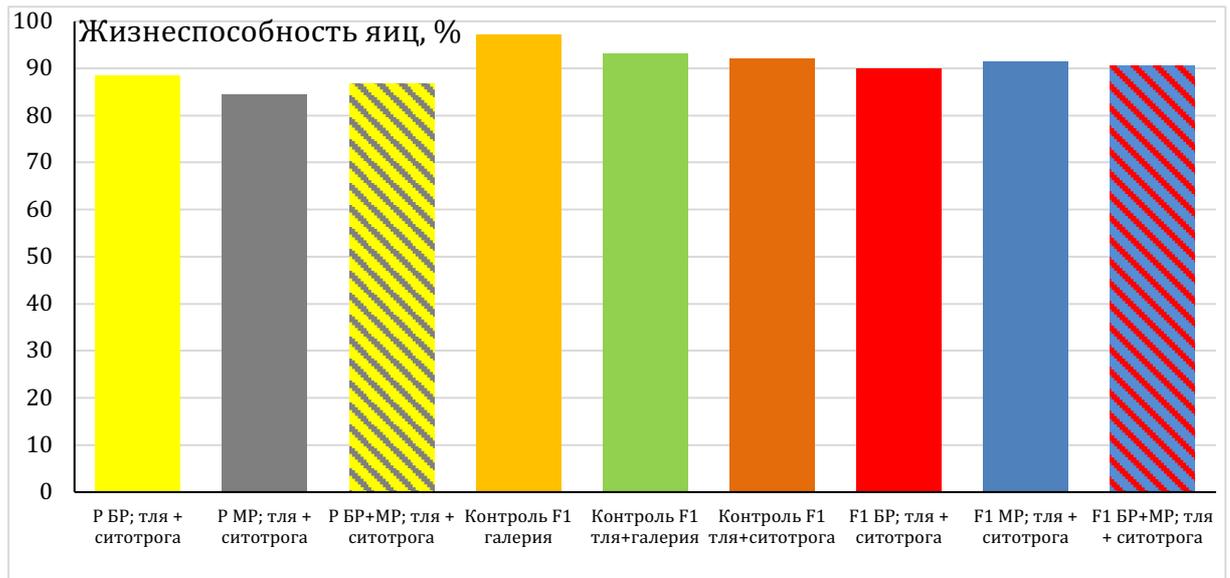


Рисунок Г.10. Сравнение отдельных вариантов опыта по жизнеспособности яиц, откладываемых самками подизуса

## Приложение Д. Расчет стоимости тлей

К сожалению, нам не удалось найти данных о продаже (стоимости) тлей на рынке Российской Федерации. Однако, такие данные о продаже в США разводимой на бобах гороховой тли (*Acyrtosiphon pisum* Harris), найти удалось ([https://www.enasco.com/search/?ea\\_q=pea%20aphids&boxsearchBy=easyAskSearchTermSearchStrategy&boxea\\_path=All%20Products&boxea\\_rpp=16&boxea\\_cpr=1](https://www.enasco.com/search/?ea_q=pea%20aphids&boxsearchBy=easyAskSearchTermSearchStrategy&boxea_path=All%20Products&boxea_rpp=16&boxea_cpr=1); дата обращения 29.07.2020). Эти данные мы использовали для приблизительного расчета стоимости виковой и персиковой тли.

Для приблизительного расчета стоимости злаковой тли использовали данные о продаже ковра проростков пшеницы, на рынке Российской Федерации <https://market.yandex.ru/search?text=Ковер%20пророщенной%20пшеницы%20в%20закрытой%20упаковке&pp=900&vid=2&mclid=1003&onstock=0&lr=2&local-offers-first=0>; 30.07.2020).

### А. Виковая (*Megoura viciae*) и персиковая (*Myzus persicae*) тли

Виковую и персиковую, как и гороховую, тлю разводят на пророщенных бобах. Стоимость одного проростка бобов (*Vicia fava*), заселенного гороховой тлей (рис. Д.1) в компании Nasco (США) составляет 24.00 US \$, в то же время упаковка из 20-ти семян бобов (рис. Д.2), которые используют для разведения тлей в той же компании составляет 3.50 US \$.



Рисунок Д.1. Проростки бобов, заселенные гороховой тлей ([https://www.enasco.com/search/?ea\\_q=pea%20aphids&boxsearchBy=easyAskSearchTermSearchStrategy&boxea\\_path=All%20Products&boxea\\_rpp=16&boxea\\_cpr=1](https://www.enasco.com/search/?ea_q=pea%20aphids&boxsearchBy=easyAskSearchTermSearchStrategy&boxea_path=All%20Products&boxea_rpp=16&boxea_cpr=1); 29.07.2020)



Рисунок Д.2 Бобы для выращивания гороховой тли в компании Nasco (США) ([https://www.enasco.com/search/?ea\\_q=pea%20aphids&boxsearchBy=easyAskSearchTermSearchStrategy&boxea\\_path=All%20Products&boxea\\_rpp=16&boxea\\_cr=1](https://www.enasco.com/search/?ea_q=pea%20aphids&boxsearchBy=easyAskSearchTermSearchStrategy&boxea_path=All%20Products&boxea_rpp=16&boxea_cr=1); дата обращения 29.07.2020)

Следовательно, стоимость одного семени боба составляет  $3.50/20=0.175$  US \$, что составляет всего 0.005147 или 0.5147% от стоимости продаваемого растения с тлей, а процесс проращивания бобов, их заселения тлей, затраты на уход за растениями в период размножения тли и т.д., а также прибыль от продажи продукта составляет 99.4853%.

На период проведения расчетов стоимости тлей цены на семена бобов в России (Санкт-Петербург) варьировали от 380 ([http://agronestor.ru/\\_semena-ovoshchnih-kultur/bobi-ovoshchnie-vicia-faba-l-var-major-harz/](http://agronestor.ru/_semena-ovoshchnih-kultur/bobi-ovoshchnie-vicia-faba-l-var-major-harz/); дата обращения 30.07.2020), при всхожести 80% (рис. Д.3), до 833 рублей за 1 кг рублей за 1 кг (<https://www.seed.ru/catalog/semena-bobov-vesovye/>; дата обращения 30.07.2020), при всхожести 94% (рис. Д.4), рублей за 1 кг. Для расчетов мы использовали стоимость более дешевых семян, которая составила 475 рублей за 1 кг всхожих семян.

Проведенные нами дополнительные измерения показали, что в 100 граммах бобов содержится в среднем  $113 \pm 0.82$  шт. семян. Следовательно, стоимость 1 всхожего семени составляет  $475/1130=0.420$  руб., а стоимость 1 растения с тлей, если принять те же условия для их культивирования и продажи, что и в США, составит  $0.420/0.005147=81.67$  руб.

В наших опытах с разведением подизуса на диетах, включающих тлей, с одного всхожего растения бобов удавалось получить в среднем  $0.147 \pm 0.0078$

г виковой и  $0.240 \pm 0.0119$  г персиковой тли. Следовательно, 1 г виковой тли можно собрать с  $1/0.147=6.8$  растения, а персиковой – с  $1/0.240=4.15$  растения, и стоимость 1 г виковой тли должна составить  $81.67 \times 6.8=556$  руб., а персиковой –  $81.67 \times 4.15 = 339$  руб., т.е. может быть довольно высокой.



Рисунок Д.3. Бобы овощные – Вировские ([http://agronestor.ru/\\_semena-ovoshchnih-kultur/bobi-ovoshchnie-vicia-faba-l-var-major-harz/](http://agronestor.ru/_semena-ovoshchnih-kultur/bobi-ovoshchnie-vicia-faba-l-var-major-harz/); 30.07.2020)

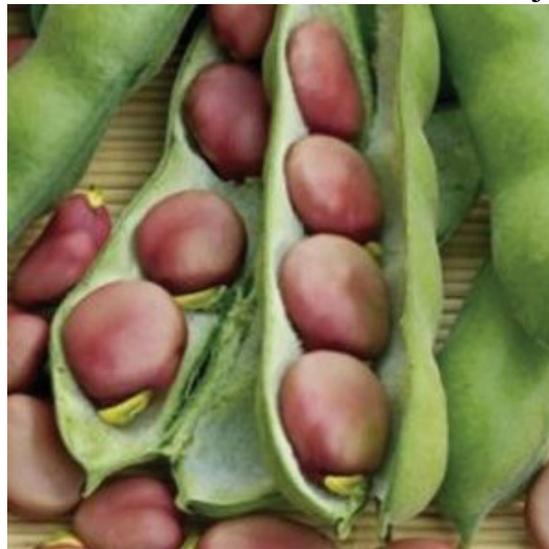


Рисунок Д4. Бобы овощные – Русские черные 8 (<https://www.seed.ru/catalog/semena-bobov-vesovye/>; 30.07.2020)

Однако, цены на одни и те же товаров и услуг в разных странах могут сильно различаться, даже с учетом официального курса их валют. Чтобы в какой-то степени подкорректировать этот момент мы сравнили цены на одну и ту же энтомологическую продукцию в России и США, а именно сравнили стоимость гусениц галлерии с учетом официального курса рубля на дату

проведения этих расчетов. На 29 июля 2020 он составил 71.92 рубля за 1 доллар (<https://www.vbr.ru/banki/kurs-valut/cbrf/usd/29-07-2020/>; дата обращения 30.07.2020). При этом в США стоимость 100 г гусениц галлерии составляла 44.96 US \$ (<https://m.carolina.com/moths/greater-wax-moth-larvae-galleria-mellonella-living/143928.pr>; 30.07.2020) или 3233.5 рубля, в то время как в России оставался на уровне 1500 рублей. Таким образом производство и продажа галлерии в США выше, чем в России в 2.16 раза.

Учитывая это можно считать, что стоимость 1 г виковой тли при ее производстве и продаже в России будет составлять  $556/2.16=258$  рублей, а персиковой тли –  $339/2.16=157$  рублей. Эти значения мы и использовали для предварительной экономической оценки стоимости разведения подизуса на разных диетах.

### Б. Злаковая тля (*Myzus persicae*)

Хотя о стоимости (продаже) злаковой тли в Российской мы не нашли, для приблизительной оценки этого показателя использовали информацию о стоимости ковров пророщенной пшеницы (рис. Д5), на сходных с которыми и мы разводили злаковую тлю для кормления нимф подизуса. Например, на сайте Яндекс Маркет можно найти информацию о стоимости ковра пшеницы высотой 8-15 см площадью 30x40 см (1200 кв. см). Она составляет 1250 рублей.



Рисунок Д5. Ковер пророщенной пшеницы (<https://market.yandex.ru/search?text=Ковер%20пророщенной%20пшеницы%20в%20закрытой%20упаковке&pp=900&vid=2&mclid=1003&onstock=0&lr=2&local-offers-first=0>; 30.07.2020)

Проведя дополнительные измерения, мы определили, что с 1 кв. см ковра пророщенной пшеницы можно получить  $0.0059 \pm 0.00025$  г злаковой тли. Это значит, что 1 г злаковой тли можно получить со  $1/0.0059=170$  кв. см ковра пшеницы. Если учесть, что основные затраты при разведении тли на проростках пшеницы приходятся на посев и уход за растениями (процесс заселения пшеницы тлей занимает минимальное время), то стоимость получаемой с единицы площади тли можно считать равной стоимости выращенных растений, за вычетом 20% продукции, которая используется для воспроизведения следующего цикла размножения тли. В этом случае стоимость получения 1 г злаковой тли будет равна  $1250/(1200-1200 \times 0.2) \times 170 = \mathbf{221.24}$  руб.