

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. -№ 1 (124). - Р. 111-123. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.1(124).1847

УДК 632.937.32

Исследовательская статья

Влияние компонентов искусственного корма на развитие и репродуктивные показатели *Phytoseiulus persimilis* и *Amblyseius swirskii*

Алпысбаева К.А.¹ , Әділханқызы А.¹ , Ануарбеков К.К.² , Сейтжан Ә.М.¹ ,
Найманова Б.Ж.¹ , Елшібек А.Б.¹ 

¹Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений
имени Ж. Жиёмбаева, Алматы, Казахстан,

²Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан

Автор-корреспондент: Алпысбаева К.А.: erke07naz05@mail.ru

Соавторы: (1: АӘ) adilhan_ainura@mail.ru; (2: КА) alshyn-kanat@list.ru;

(3: ӘС) asselseitzhan@mail.ru; (4: БН) baljan-sun93@mail.ru; (5: АЕ) aiko.elshibek@mail.ru

Получено: 23-01-2025 **Принято:** 11-03-2025 **Опубликовано:** 31-03-2025

Аннотация

Предпосылки и цель. В современных условиях защита растений в защищенном грунте всё чаще основывается на использовании биологических методов, среди которых хищные клещи-фитосейиды занимают ключевое место благодаря своей способности эффективно контролировать численность вредителей. Однако традиционное разведение фитосейид на растительном материале, заражённом фитофагами, сопряжено с рядом ограничений: необходимостью больших площадей, сложностью сбора акарифагов, вариативностью результатов для разных видов клещей. Кроме того, существуют риски для здоровья работников, связанные с аллергенами и микроорганизмами, возникающими в субстрате кормового материала. Целью наших исследований является разработка искусственной питательной среды фитосейид (*Phytoseiulus persimilis* и *Amblyseius swirskii*) для массового производства, а также внедрение их против вредителей тепличных культур для получения органической продукции.

Материалы и методы. В процессе исследований использованы общепринятые методы в энтомологии и защите растений.

Результаты. В опытах были протестированы четыре вида искусственного корма. В качестве контрольного корма для *Ph. persimilis* использовали *T. urticae*, для *A. Swirskii* – *C. lactis*. По результатам полученных данных оценивали влияние корма на развитие и размножение фитосейид. Одна самка *Ph. persimilis* в среднем за 1 день откладывала на питании кормом D3 – 1,6, при питании кормом D3 – 2,6; D2 и D4 – 3,3 и 3,6, соответственно: для *A. swirskii*: за 3 дня отложили: на корме D3 – 0,3 шт – самый низкий показатель. Немного выше были результаты в варианте при питании кормом D1 – 1,6 шт. Результаты близкие к контролю показали варианты D2 и D4 – 2 и 2,3, соответственно. Контроль – 2,6 шт. Прожорливость: нимфы *Ph.persimilis* за 1 день истребили: контроль – 22, D4 – 15,0, D2 – 15,3, D1 – 12, D3 – 10,6 яиц, а *A.swirskii*: в контроле 19, D4 – 13,5, D2 – 12,0, D1 – 8,0. Продолжительность жизни хищных клещей, содержащихся на разных питательных средах варьировала от 10 до 22 дней.

Закключение. Подбор диет показал, что диета D4 была наиболее эффективной, но менее экономичной. Диета D2, обогащенная гемолимфой восковой моли, продемонстрировала оптимальное соотношение эффективности и стоимости, что делает её предпочтительной для массового производства.

Ключевые слова: *Tetranichus urticae*; *Carpoglyphus lactis*; *Amblyseius swirskii*; *Phytoseiulus persimilis*; искусственная питательная среда.

Введение

В современном мире наблюдается интенсивное развитие технологии производства сельскохозяйственной продукции в условиях защищенного грунта. Увеличивается разнообразие возделываемых культур, выходящих за рамки традиционных овощей, таких как огурцы, томаты и сладкий перец. Сегодня теплицы активно используются для выращивания баклажанов, зеленых культур, клубники, бахчевых растений, а также декоративных и цветочных видов растений [1]. Для обеспечения стабильного производства овощей особенно актуально круглогодичное выращивание культур в закрытом грунте. Известно, более 1200 видов овощных растений, однако в сельском хозяйстве активно культивируется менее 80 из них. Ежегодно урожай овощных культур существенно страдает от воздействия многочисленных фитофагов – как узкоспециализированных, так и многоядных. В закрытом грунте овощные и декоративные культуры могут повреждать около 100 видов беспозвоночных. Эти вредители снижают как количественные, так и качественные показатели продукции [2].

Одним из ключевых факторов повышения урожайности и качества продукции в защищенном грунте является защита растений от вредителей и заболеваний. Специфический микроклимат теплиц благоприятствует не только росту растений, но также создает идеальные условия для размножения и распространения вредных организмов, которые способны существенно снижать продуктивность [3]. Монотонное использование теплиц для одной и той же культуры создает благоприятную среду для развития широкого спектра вредителей, включая белокрылок, паутинных клещей, тлей и трипсов. На промышленных тепличных комплексах растительоядные клещи представляют собой значительную угрозу урожаю [4, 5].

Особенно опасны такие вредители, как обыкновенный паутинный клещ (*Tetranychus urticae* Koch) и трипсы (*Thysanoptera*), которые часто формируют масштабные очаги заражения, что приводит к неконтролируемому росту популяции фитофагов. Борьба с ними имеет важное экономическое значение [6]. Для минимизации вреда, наносимого растениями, необходимы современные средства защиты, которые, с одной стороны, эффективны против вредителей, а с другой – не оказывают негативного воздействия на полезную фауну, продукцию и здоровье работников [7-10].

Биологический метод защиты растений, основанный на использовании естественных врагов вредителей, приобретает все большее значение. Преимущества такого подхода включают экологическую безопасность, снижение затрат на пестициды, повышение рентабельности хозяйств за счет увеличения урожайности и качества продукции. В борьбе с клещами-фитофагами успешно применяются хищные клещи рода *Phytoseiulus persimilis* и *Amblyseius swirskii* (семейство *Phytoseiidae*). Однако использование акарицидов вызывает резистентность популяций фитофагов, накопление токсинов в почве, на растениях и на плодах овощных культур, а также подавление полезной фауны, что делает биологические методы борьбы наиболее перспективными [11]. В настоящее время биологический метод защиты растений в закрытом грунте становится все более востребованным. В условиях закрытого грунта против основных вредителей овощных культур применяют энтомофагов.

Для массового разведения энтомофагов необходимо оптимизировать производство их кормовой базы – фитофагов. Интенсификация этого процесса возможна за счёт строгого контроля абиотических факторов и разработки искусственных питательных сред, которые устраняют многие проблемы традиционных методов разведения, включая высокую трудоемкость, использование больших площадей и риски для здоровья работников [12-17]. Эффективные технологии разведения хищных клещей на искусственных субстратах открывают новые перспективы для улучшения систем защиты растений в защищенном грунте. В настоящее время многие ученые мира занимаются разработкой искусственных питательных сред для разведения акарифагов [17-19]. Например, Абу-Авад и др. установили, что *A. gossipi* и *A. swirskii* успешно развивались, выживали и размножались на нескольких искусственных диетах, содержащих дрожжи, молоко, аминокислоты, сахарозу, глюкозу и консерванты. Однако даже на наиболее эффективном рационе яйцекладка у самок была ниже, чем при естественном питании [20]. Аналогичные результаты получили Огава и Осакабе: диета на основе дрожжевых компонентов,

сахарозы и яичного желтка поддерживала развитие и выживание *Neoseiulus californicus*, но его плодовитость также оставалась низкой [21]. Таким образом, для успешного разведения хищных клещей в лабораторных условиях ведутся активные исследования, направленные на поиск доступных и технологичных методик, а также разработку новых видов корма, получение которых является более экономичным, чем традиционное использование кормовых клещей, разводимых на отрубях или фасоли [22].

Наши исследования ориентированы на разработку искусственной питательной среды для массового разведения хищных клещей фитосейид, что ранее не осуществлялось в Казахстане. В отличие от традиционного метода, основанного на использовании природных жертв, предлагаемый подход направлен на создание стабильной, доступной и экономически выгодной системы разведения. Это позволит снизить зависимость от естественных кормов, обеспечить круглогодичное стабильное производство хищных клещей фитосейид (*Phytoseiulus persimilis* и *Amblyseius swirskii*) и способствовать их широкому внедрению в тепличное хозяйство.

Материалы и методы

Разработка искусственного корма для хищных клещей направлено на упрощение и ускорение их массового разведения, что позволяет уменьшить зависимость от живых кормов, таких как паутинные и мучные клещи, которые традиционно используются для выращивания полезных хищных клещей. Искусственный корм должен удовлетворять потребности клещей в питательных веществах и стимулировать их размножение, что важно для успешного массового разведения и поддержания популяций в лабораторных условиях.

Основные компоненты для разработки искусственного корма включают: Белки и аминокислоты – они необходимы для роста и размножения клещей. Источником белков в своих экспериментах мы использовали яйца, гемолимфу *Galleria mellonella*, пептон, дрожжевой экстракт и сухое молоко. Источником липидов, обеспечивающих энергией, служил дрожжевой экстракт. Витамины и микроэлементы для оптимизации жизнедеятельности и улучшения выживаемости. Источником данных элементов служил дрожжевой экстракт, витамины группы В, сухое молоко.

Условия для содержания клещей: температура 25 °С, влажность 75-85%.

Для постановки экспериментов нами были отобраны по 10 пар (10 самцов+10 самок) хищных клещей. Повторность 3-х кратная. Пары помещали в чашки Петри и кормили пищей с различным составом. Ежедневно отбирали отложенные яйца самками с целью учета их плодовитости.

ИПС 1 (D1): 25% сахарозы, 25% пептона, 25% дрожжевого экстракта, 25% яичного желтка;

ИПС 2 (D2) состояла из: 80% (D1) + 20% гемолимфы большой восковой моли (*Galleria mellonella*);

ИПС 3 (D3) состояла из: 30% сахарозы, 30% яичного желтка, 15% пептона и 25% дистиллированной воды;

ИПС 4 (D4) состояла из: 5% сахарозы, 6% глюкозы, 28% дрожжевого экстракта, 28% сухого молока и 33% комплекса витаминов группы В.

В качестве контроля применяли традиционное питание: яйца *Tetranychus urticae* – для *Phytoseiulus persimilis* и яйца *Carpoglyphus lactis* L. – для *Amblyseius swirskii*. Яйца фитофагов отбирали под микроскопом с помощью смоченного на конце водой энтомологической булавкой в количестве 100 шт для каждой повторности. Яйца хищных клещей равномерно распределяли на дно чашек Петри плотно уложенной на дне фильтровальной бумагой с дальнейшим подселением хищных клещей. Акарифагов подкармливали предложенными видами питания каждые 2 дня, учёт отложенных яиц проводили ежедневно.

В рамках проведенного исследования была осуществлена оценка развития и размножения фитосейид при использовании искусственной питательной среды. Основным параметром, подлежащим оценке, являлось определение плодовитости самок.

Плодовитость самки определяли по формуле:

$$Пл = \frac{N}{2n}, \quad (1)$$

где: N – количество яиц, отложенных самками фитосейулюса за 2 суток, шт,
 n – первоначальное количество самок, помещенных в садок, шт.

При разработке искусственного корма для фитосейид (*Phytoseiidae*) важным критерием является обеспечение успешного выхода личинок из яиц, их развития до взрослой стадии и дальнейшей их жизнеспособности. Корм должен быть сбалансирован для поддержания как питания взрослых клещей, так и нормального развития яиц. В рамках исследования оценивали эффективность отрождения фитосейид на искусственной питательной среде. Отрождение яиц, отложенных самками, вычисляли по формуле:

$$O = \frac{(k-n)}{N} \times 100, \quad (2)$$

где k – количество взрослых особей фитосейид, шт;
 n – первоначальное количество самок, помещенных в садок, шт;
 N – количество яиц, отложенных самками за 2 суток, шт [18].

Следующим шагом эксперимента было выявление дальнейшей прожорливости хищных клещей фитосейид в отношении их основного корма (*Tetranychus urticae* и *Carpoglyphus lactis*) после прекращения кормления искусственного питательного корма.

Прожорливость хищников вычисляли по формуле:

$$Pr = \frac{(M - m)}{2n}, \quad (3)$$

где M – первоначальное количество паутиных клещей, помещенных в садок, шт;
 m – количество оставшихся паутиных клещей, шт;
 n – первоначальное количество самок, помещенных в садок, шт [19].

Результаты и обсуждение

В лабораторных условиях нами были проведены исследования по подбору оптимальной искусственной питательной среды для разведения хищных клещей (*Phytoseiidae*) в лабораторных условиях. Целью работы было создание питательной среды, которая будет обеспечивать высокие показатели выживаемости и размножения клещей, а также будет поддерживать их способность эффективно контролировать популяции вредных насекомых в условиях закрытого грунта на возделываемых культурах.

Для достижения этой цели тестировали различные составы питательных сред, включающие сбалансированные комбинации белков, липидов, аминокислот и микроэлементов. Важно было обеспечить, чтобы составы стимулировали поедаемость корма, проверялась привлекательность среды для клещей, их активное питание и усвоение питательных веществ. Высокий уровень отрождения личинок обеспечивался полноценным составом, необходимым для здорового развития и успешного выхода личинок из яиц. Скорость роста и размножения – питательная среда должна способствовать полноценному развитию и быстрому воспроизводству клещей.

В ходе исследования были протестированы четыре варианта искусственного корма с различным составом (D1, D2, D3, D4) для оценки их пригодности в качестве пищи для массового разведения хищных клещей *Phytoseiulus persimilis* и *Amblyseius swirskii* (рисунок 1).

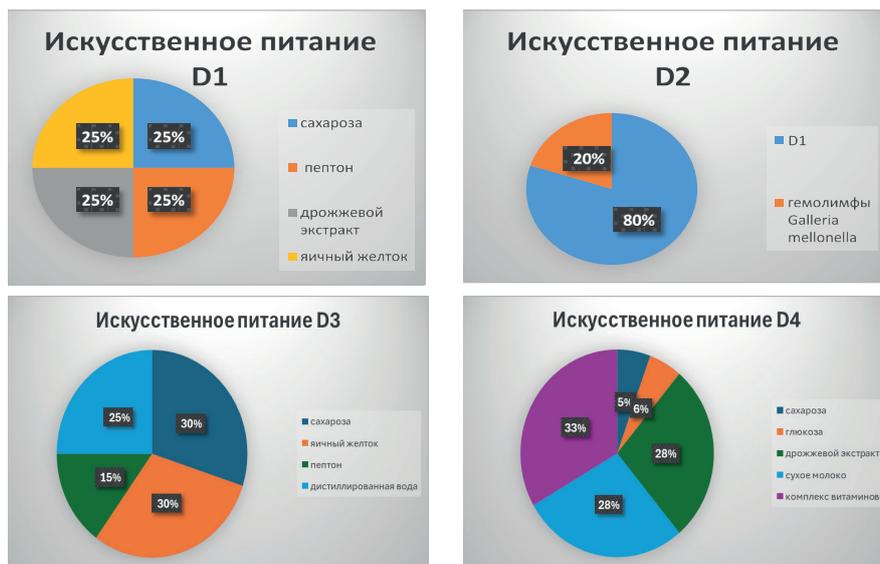


Рисунок 1 – Подбор состава искусственного корма для фитосейдных клещей

В проведенном эксперименте оценивали развитие и размножение фитосейд на искусственной питательной среде.

Результаты по определению плодовитости фитосейдулюса отражены на рисунке 2, где приведены цифры 1-го дня, повторность 3-х кратная.

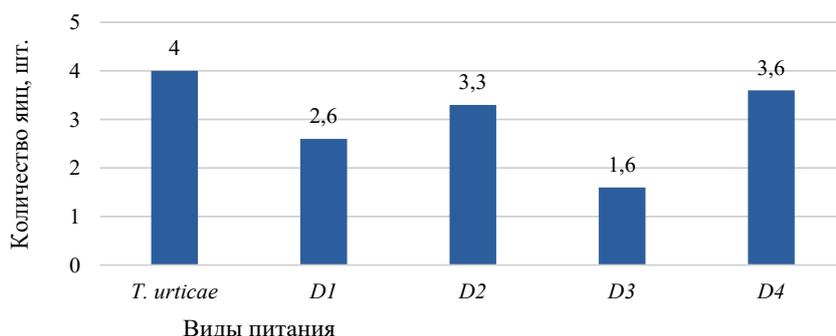


Рисунок 2 – Плодовитость *Phytoseiulus persimilis* на искусственной питательной среде

На рисунке 2 видно, что самое малое количество яиц было отложено самками *Phytoseiulus persimilis* при питании кормом D3 – 1,6, при питании кормом D3 – 2,6. Эти варианты показали самые низкие показатели по плодовитости. Среди тестируемого корма отличились среды D2 и D4 – 3,3 и 3,6, соответственно, в состав которого входили такие компоненты как сахароза и дрожжевой экстракт в разных пропорциях. Различие данных составов в комплексе витаминов группы В и гемолимфой восковой моли. В этом же эксперименте видно, что наилучшим результатом по плодовитости показал контрольный вариант, где в качестве питания служили яйца его лабораторного хозяина – *Tetranychus urticae*.

Аналогичный эксперимент по определению плодовитости был поставлен в отношении *Amblyseius swirskii*. Хищных клещей также в течении 5 дней содержали на различном корме при температуре 25 °С и относительной влажности 75%. Опыт был поставлен в 4 вариантах+ контроль (яйца *Carpoglyphus lactis*). Повторность 3-х кратная. На рисунке 3 отражены средние результаты 3-х дней.

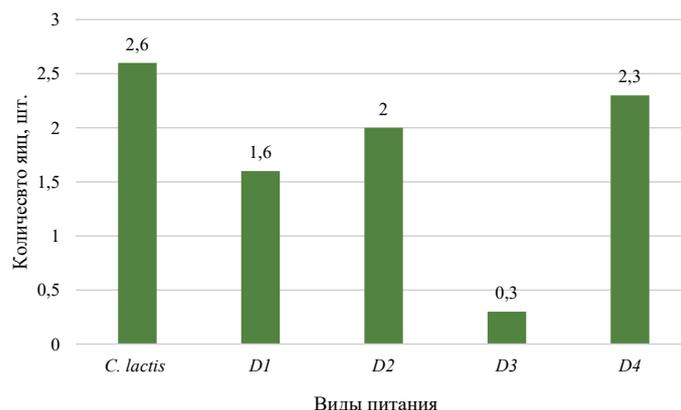


Рисунок 3 – Плодовитость *Amblyseius swirskii* на искусственной питательной среде

По полученным результатам видно, что на корме D3 за 3 дня отложили 0,3 шт – самый низкий показатель. Немного выше были результаты в варианте при питании кормом D1 – 1,6 шт. Результаты близкие к контролю показали варианты D2 и D4, как и в предыдущем эксперименте – 2 и 2,3 соответственно. Контроль – 2,6 шт.

В этих же экспериментах нами была проведена оценка влияния питательной среды на дальнейшее развитие яиц хищных клещей фитосейид, т.е. проводили учёт выхода нимф из отложенных яиц (рисунок 4).

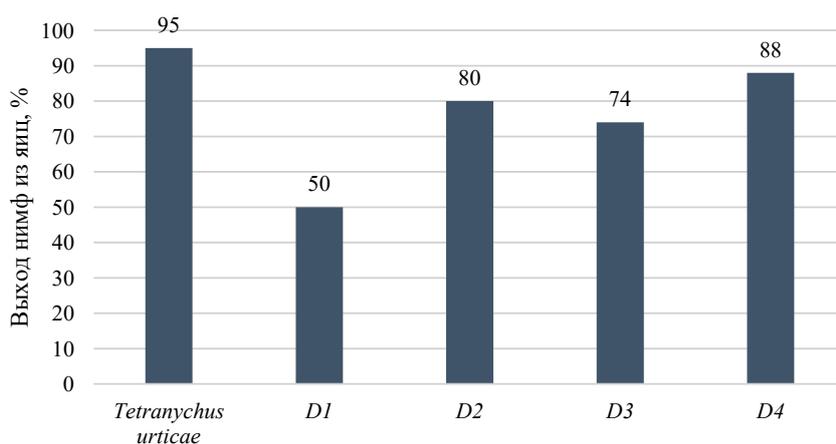


Рисунок 4 – Отрождение нимф *Phytoseiulus persimilis* при питании на искусственной питательной среде

Как видно из рисунка 4, процент отрождения нимф варьировал от 50 до 95% в зависимости от питания. Так, по результатам отрождения нимф *Phytoseiulus persimilis* в контрольном варианте (*Tetranychus urticae*) составил 95%, а при подкормке фитосейдных клещей искусственными видами корма D4 и D2 отрождение нимф составила 88 и 80%, соответственно – достаточно неплохие результаты. Немного меньшие результаты были получены на питании D3 – 74% и самый низкий показатель 50% был достигнут при питании на корме D1.

Выход нимф из яиц на различном виде питания в отношении *Amblyseius swirskii* показал результаты немного ниже в сравнении с *Phytoseiulus persimilis*. Результаты отражены на рисунке 5.

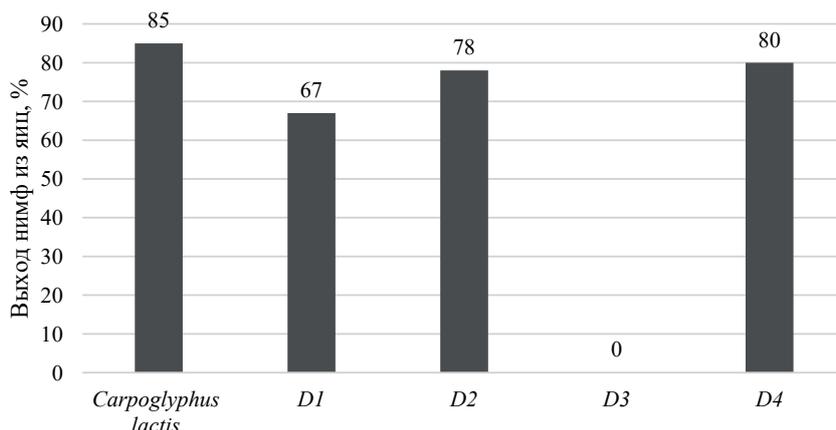


Рисунок 5 – Отрождение нимф *Amblyseius swirskii* при подкормке различными видами корма

Так, выход нимф в контрольном варианте составил 85%, выход нимф из яиц в 80% показал корм D4. Искусственный корм D2 – 78% и при питании на D3 отражения нимф из яиц зафиксировано не было. Хотелось бы отметить, что и отложенных яиц на данном корме было меньше всего. Из этого следует, что возможно его нужно исключить как вариант для дальнейших исследований.

Так же из поставленных экспериментов было выявлено, что наилучшие результаты были достигнуты при питании искусственным кормом D4 как для *Phytoseiulus persimilis*, так и для *Amblyseius swirskii*. Питание в контрольных вариантах, с использованием лабораторных хозяинов (*Tetranychus urticae* и *Carpoglyphus lactis*) для хищных клещей продемонстрировало лучшие результаты, как по откладке яиц, так и отрождению нимф.

Следовательно, данные эксперименты вызывают необходимость дальнейшего изучения состава искусственного питательного корма.

Один из важных критериев оценки клещей – их прожорливость. Нами в лабораторных условиях были поставлены эксперименты по определению прожорливости *Phytoseiulus persimilis* и *Amblyseius swirskii* после выхода нимф на питания вышеуказанными вариантами пищи. Для нимф *Phytoseiulus persimilis* предлагали яйца *Tetranychus urticae*, для нимф *Amblyseius swirskii* – *Carpoglyphus lactis*.

Для каждой группы хищных клещей предлагали одинаковое количество яиц. Опыт ставили в 3-х повторностях. Наблюдение вели 5 дней, учеты проводили ежедневно. В таблице отражены результаты 1-го дня (таблица 1).

Таблица 1 – Прожорливость нимф фитосейдных клещей при подкормке искусственным питательным кормом

Варианты питания	Среднее потребление яиц за сутки, шт	
	<i>Phytoseiulus persimilis</i>	<i>Amblyseius swirskii</i>
Контроль	22,0	19,0
D1	12,0	8,0
D2	15,3	12,0
D3	10,6	-
D4	15,0	13,5
НСР _{0,05}	8,80	9,16

В результате поставленных экспериментов, нами было выявлено, что содержание хищных клещей на искусственном корме влияет на их дальнейшую прожорливость.

Как видно из таблицы 1, при созданных благоприятных условиях климата при питании привычным кормом нимфы *Phytoseiulus persimilis* и *Amblyseius swirskii* в день съедали по 22 и 19 яиц, соответственно (у каждого свой лабораторный корм). При альтернативном питании

прожорливость нимф существенно снижается. Так нимфа *Phytoseiulus persimilis*, отложенной самкой на питании D1, съела в день в среднем 12, что на 10 яиц меньше, чем в контроле; D2 – 15,3, D3 – 10,6 и D4 – 15,0 яиц кормового клеща. При учете съеденных яиц *Carpoglyphus lactis* нимфами *Amblyseius swirskii* учитывали результаты 3-х вариантов+контроль. Так как отрождения нимф на питании D3 не было. В этом варианте также лучшими результатами отличился контрольный вариант, где количество съеденных яиц составило – 25. На питании D1 родительскими линиями нимф в прошлом оказались самыми не результативными, всего съедено 8 яиц; D2 и D4 – 12,0 и 13,5 соответственно. Для оценки значимости различий в прожорливости нимф хищных клещей *Phytoseiulus persimilis* и *Amblyseius swirskii* при кормлении различными искусственными диетами был проведен статистический анализ, как дисперсионный анализ (ANOVA). Результаты дисперсионного анализа (ANOVA) показали наличие статистически значимых различий между вариантами питания: *Phytoseiulus persimilis*: $F = 312,01$, $p < 0,0000000002$ и *Amblyseius swirskii*: $F = 668,21$, $p < 0,0000000007$. Следует отметить, что различия в потреблении яиц естественного корма между вариантами опыта существенны.

А также для оценки значимости различий каждого варианта питания с контролем проведен анализ оценки t-критерий Стьюдента. Результаты анализа показали: *Phytoseiulus persimilis*: все искусственные корма статистически значимо снизили уровень потребления яиц по сравнению с контролем. Наиболее выраженное отличие зафиксировано у диеты D3 ($t = 25,78$, $p < 0,00001$), в то время как D1 ($t = 21,34$, $p < 0,00003$), D2 ($t = 14,99$, $p < 0,00012$) и D4 ($t = 16,20$, $p < 0,00009$) также показали значительное уменьшение прожорливости. *Amblyseius swirskii*: наибольшее снижение потребления корма наблюдалось у нимф, разведенных на диете D1 ($t = 41,18$, $p < 0,000002$), что указывает на значительное отличие от контрольного варианта. Существенное снижение отмечено также для D2 ($t = 23,74$, $p < 0,00002$) и D4 ($t = 19,43$, $p < 0,00004$).

Дополнительно был рассчитан критерий наименьшей существенной разности (НСР) при уровне значимости 0,05: *Phytoseiulus persimilis*: 8,80, а *Amblyseius swirskii*: 9,16. Это означает, что разница в среднем потреблении яиц должна превышать 8,80 для *P. persimilis* и 9,16 для *A. swirskii*, чтобы считаться статистически значимой.

Проведенный статистический анализ подтверждает значительное влияние искусственного питания на прожорливость нимф хищных клещей. Наибольшее снижение потребления яиц наблюдалось у нимф, разведенных на диете D3, тогда как D2 и D4 показали более сбалансированные результаты. Эти данные будут учитываться при разработке оптимальных искусственных кормовых для массового разведения фитосейидных клещей.

В этом же эксперименте нами была определена продолжительность жизни самок и самцов клещей при потреблении альтернативной пищи. Результаты показали следующее: на диете D1 средняя продолжительность жизни *Ph. persimilis* составила 14-16 дней. Хотя данная диета обеспечивала стабильное развитие популяции, она не способствовала её максимальному росту, несмотря на достаточную жизнеспособность клещей. На диете D2 продолжительность жизни увеличилась до 18-20 дней. Введение гемолимфы восковой моли значительно улучшило питательный состав за счёт наличия белков и липидов, что привело к повышенной активности и лучшей выживаемости *Ph. persimilis*. Для диеты D3 продолжительность жизни составляла 12-14 дней. Несмотря на присутствие яичного желтка и пептона, отсутствие необходимых микроэлементов и витаминов ограничивало активность и жизнеспособность клещей, что делало данную диету менее эффективной. D4 продемонстрировала продолжительность жизни в диапазоне 16-18 дней. Этот вариант отличался сбалансированным составом витаминов и белков, что способствовало хорошей жизнеспособности клещей. В контрольном варианте, где питание основывалось на *Tetranychus urticae*, продолжительность жизни составляла 25-30 дней, что является наивысшим показателем. Традиционное питание полностью удовлетворяло потребности *Ph. persimilis*, обеспечивая максимальную активность и размножение.

Продолжительность жизни *Amblyseius swirskii*, разведенных на искусственной питательной среде показала следующие результаты:

При питании на D1 продолжительность жизни составляла 12-15 дней. Это достаточно сбалансированная диета, которая обеспечивает амблисейусов необходимыми питательными веществами. D2 - продолжительность жизни – 15-18 дней. Дополнительные питательные вещества

из гемолимфы могут улучшить общее состояние и выживаемость. D3 продемонстрировала продолжительность жизни: 10-13 дней. Данная диета менее разнообразна, что может влиять на продолжительность жизни. На диете D4 продолжительность жизни увеличилась 12-16 дней. Обогащение витаминами может положительно сказаться на здоровье и выживаемости. Показатели контрольного варианта продолжительность жизни составляла 18-22 дня. Этот вариант может обеспечивать оптимальные условия для выживания, так как он использует естественный источник питания.

Заключение

В условиях закрытого грунта защита овощных культур от вредителей постепенно переходит на применение биологических агентов, среди которых хищные клещи *Phytoseiulus persimilis* и *Amblyseius swirskii* занимают ключевое место. Однако их массовое разведение затруднено из-за зависимости от лабораторных хозяев, что требует дополнительных затрат на их содержание и создает определенные риски в лабораторных условиях. В связи с этим возникает необходимость разработки альтернативных питательных сред, способных обеспечить эффективное развитие и размножение хищных клещей.

Нами в ходе проведенных исследований были протестированы различные составы искусственного корма с целью оптимизации их использования в лабораторных условиях. Результаты опытов показали, что наибольшую эффективность по плодовитости и выживаемости продемонстрировали диеты D2 и D4. Диета D4 обеспечивала максимальную продуктивность, но была менее экономичной. В то же время диета D2, обогащенная гемолимфой восковой моли, показала сбалансированные результаты, сочетая эффективность и доступность. Продолжительность жизни клещей варьировала от 10 до 22 дней, а показатели прожорливости были выше у особей, выращенных на естественном корме, однако D2 и D4 показали наилучшие результаты. Таким образом, диета D2 является наиболее перспективной для массового разведения хищных клещей. Дальнейшие исследования будут сосредоточены на её оптимизации и повышении выживаемости клещей в производственных условиях.

Вклад авторов

КА и АӘ: формулирование задач, разработка исследовательской методики по подбору искусственных питательных сред для разведения фитосейдных клещей, анализ литературных данных, написание основной части статьи, организация лабораторных экспериментов по оценке жизнеспособности фитосейдных клещей, интерпретация данных, а также редактирование и подготовка статьи к публикации. ӘС, БН и АЕ: проведение лабораторных экспериментов, сбор и обработка данных, участие в анализе полученных результатов. Все авторы приняли участие в работе, ознакомились с финальной версией статьи.

Информация о финансировании

Исследования выполнены в рамках проекта грантового финансирования научных исследований на 2023-2025 годы по теме: АР 19679736 «Разработка искусственной питательной среды для массового производства хищных клещей фитосейид (*Phytoseiulus persimilis* и *Amblyseius swirskii*) против вредителей тепличных культур».

Список литературы

- 1 Петрищева, ТЮ, Крестинина, ЮН. (2021). Биологические средства защиты растений как альтернатива пестицидам - EDN ADZFDF. *Заметки учёного*, 12(1), 48-51.
- 2 Козлова, ЕА. (2022). Биологизация систем защиты сельскохозяйственных культур от болезней. *Вестник аграрной науки*, 1(94), 17-22.
- 3 Клишина, ЛИ. (2012). Применение биологических средств защиты растений в защищенном грунте. *Вестник нижегородской государственной сельскохозяйственной академии*, 1, 27-30.

- 4 Штерншис, МВ. (2013). Биологическая защита растений в Сибири. *Защита и карантин растений*, 4, 19-22.
- 5 Кашутина, ЕВ, Слободянюк, ГА, Игнатъева, ТН, Андреевко, ОН, Хейшхо, ИВ. (2019). Технология защиты огурца в закрытом грунте в зоне черноморских субтропиков. *Международный научно-исследовательский журнал*, 11(89):2, 11-15. DOI: 10.23670/IRJ.2019.89.11.036.
- 6 Migeon, A. (2015). The Jean Gutierrez spider mite collection. *Zookeys*, 489, 15-24. DOI:10.3897/Zookeys.489. 9292.
- 7 Иванова, ГП, и др. (2011). *Технология управления численностью вредных организмов овощных культур тепличных агроценозов на основе интеграции методов и средств защиты растений*. Методические рекомендации. М.: Росинфрамагротех, 204.
- 8 Park, YL, Lee, JH. (2002). Leaf cell and tissue damage of cucumber caused by two spotted spider mites (Acari: Tetranychidae). *J. Econ. Entomol*, 95, 952-957.
- 9 Андреева, ИВ. (2011). Обыкновенный паутиный клещ в системе триотрофа с использованием биопрепаратов. *Достижения науки и техники АПК*, 11, 27-29.
- 10 Камаев, ИО, Миронова, МК. (2018). Фитосанитарный риск растительоядных клещей (Arachnida: Acariformes). *Карантин растений. Наука и практика*, 3(25), 13-20.
- 11 Войтка, ДВ, Янковская, ЕН, Янковская, СЮ, Гарко, ЛС, Федорович, МВ. (2018). Совместимость химических и биологических средств защиты растений с энтомоакарифагом *Neoseiulus barkeri* Hughes. *Защита растений*, 42, 306-315.
- 12 Долженко, ТВ. (2017). Критерии формирования биологизированного ассортимента средств защиты растений от вредителей. Биологическая защита растений: успехи, проблемы, перспективы: информ. бюл. ВПРС МОББ. СПб.: 52, 111-115.
- 13 Mite composition, use thereof, method for rearing the phytoseiid predatory mite *Amblyseius swirskii*, rearing system for rearing said phytoseiid mite and methods for biological pest control on a crop. (2006). WO Patent WO/2006/057552 Bolckmans, KJF, van Houten, YM.
- 14 Bayu, M., Ullah, MS, Takano, Y., Gotoh, T. (2017). Impact of constant versus fluctuating temperatures on the development and life history parameters of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, 72, 205-227.
- 15 Alpysbayeva, K., Sharipova, D., Nurmanov, B., Seitzhan, A., Naimanova, B. (2024). Enhancing biological control efficiency: Predatory potential of *Phytoseiulus persimilis* against *Tetranychus urticae* in greenhouse conditions. *Organic Farming*, 10(2), 133-141. DOI: 10.56578/of100204.
- 16 Nguyen, DT. (2015). Fundamental principles of micro-segmentation teaching. *Vietnam Journal of Education & Society*, 55(116), 56-58.
- 17 Адилханкызы, А., Мухтарханова, АА, Алпысбаева, КА, Чадинова, АМ, Нурманов, Б. (2019). Некоторые биоэкологические особенности хищного клеща *Phytoseiulus persimilis* А.-Н. *Известия ОмТУ*, 3, 27-31.
- 18 Migeon, A. et al. (2019). A predator-prey system: *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): worldwide occurrence datasets. *Acarologia*, 59(3), 301-307. DOI: 10.24349/acarologia/20194322.
- 19 Aguilar-Fenollosa, E., Rey-Caballero, J., Blasco, JM, Segarra-Moragues, JG, Hurtado, MA, Jaques, JA. (2016). Patterns of ambulatory dispersal in *Tetranychus urticae* can be associated with host plant specialization. *Experimental and Applied Acarology*, 68, 1-20. DOI: 10.1007/s10493-015-9969-1.
- 20 Abou-Awad, B., Reda, A., Elsayi, S. (1992). Effects of artificial and natural diets on the development and reproduction of two phytoseiid mites *Amblyseius gossipi* and *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae). *International Journal of Tropical Insect Science*, 13, 441-445.
- 21 Ogawa, Y., Osakabe, M. (2008). Development, long-term survival, and the maintenance of fertility in *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) reared on an artificial diet. *Experimental and Applied Acarology*, 45, 123-136.
- 22 Okassa, M., Tixier, MS. (2010). Kreiter Morphological and molecular diagnostics of *Phytoseiulus persimilis* and *Phytoseiulus macropilis* (Acari: Phytoseiidae). *Exp Appl Acarol*, 52, 291-303. DOI: 10.1007/s10493-010-9364-x.

References

- 1 Petrishcheva, TYU, Krestinina, YUN. (2021). Biologicheskie sredstva zashchity rastenij kak al'ternativa pesticidam - EDN ADZFFD. *Zametki uchenogo*, 12(1), 48-51. [in Russ].
- 2 Kozlova, EA. (2022). Biologizaciya sistem zashchity sel'skohozyajstvennyh kul'tur ot boleznei. *Vestnik agrarnoi nauki*, 1(94), 17-22. [in Russ].
- 3 Klishina, LI. (2012). Primenenie biologicheskikh sredstv zashchity rastenii v zashchishchennom grunte. *Vestnik nizhegorodskoi gosudarstvennoi sel'skohozyajstvennoi akademii*, 1, 27-30. [in Russ].
- 4 Shternshis, MV. (2013). Biologicheskaya zashchita rastenii v Sibiri. *Zashchita i karantin rastenii*, 4, 19-22. [in Russ].
- 5 Kashutina, EV, Slobodyanyuk, GA, Ignat'eva, TN, Andreenko, ON, Hejshkho, IV. (2019). Tekhnologiya zashchity ogurca v zakrytom grunte v zone chernomorskih subtropikov. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal*, 11(89): 2, 11-15. DOI: 10.23670/IRJ.2019.89.11.036. [in Russ].
- 6 Migeon, A. (2015). The Jean Gutierrez spider mite collection. *Zookeys*, 489, 15-24. DOI:10.3897/zookeys.489. 9292.
- 7 Ivanova, GP. i dr. (2011). Tekhnologiya upravleniya chislennost'yu vrednyh organizmov ovoshchnyh kul'tur teplichnyh agrocenozov na osnove integracii metodov i sredstv zashchity rastenij. Metod. Rekomendacii. M.: Rosinformagrotekh, 204. [in Russ].
- 8 Park, YL, Lee, JH. (2002). Leaf cell and tissue damage of cucumber caused by two spotted spider mites (Acari: Tetranychidae). *J. Econ. Entomol*, 95, 952-957.
- 9 Andreeva, IV. (2011). Obyknovennyj pautinnyi kleshch v sisteme triotrofa s ispol'zovaniem biopreparatov. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 11, 27-29. [in Russ].
- 10 Kamaev, IO, Mironova, MK. (2018). Fitosanitarnyi risk rastitel'noyadnyh kleshchei (Arachnida: Acariformes). *Karantin rastenii. Nauka i praktika*, 3(25), 13-20. [in Russ].
- 11 Vojtka, DV, Yankovskaya, EN, Yankovskaya, SYU, Garko, LS, Fedorovich, MV. (2018). Sovmestimost' himicheskikh i biologicheskikh sredstv zashchity rastenij s ntomoakarifagom Neoseiulus barkeri Hughes. *Zashchita rastenii*, 42, 306-315. [in Russ].
- 12 Dolzhenko, TV. (2017). Kriterii formirovaniya biologizirovannogo assortimenta sredstv zashchity rastenij ot vreditelej. Biologicheskaya zashchita rastenii: uspekhi, problemy, perspektivy: inform. byul. VPRS MOBB. SPb.: 52, 111-115. [In Russ].
- 13 Mite composition, use thereof, method for rearing the phytoseiid predatory mite *Amblyseius swirskii*, rearing system for rearing said phytoseiid mite and methods for biological pest control on a crop. (2006). WO Patent WO/2006/057552 Bolckmans, KJF, van Houten, YM.
- 14 Bayu, M., Ullah, MS, Takano, Y., Gotoh, T. (2017). Impact of constant versus fluctuating temperatures on the development and life history parameters of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, 72, 205-227.
- 15 Alpysbayeva, K., Sharipova, D., Nurmanov, B., Seitzhan, A., Naimanova, B. (2024). Enhancing biological control efficiency: Predatory potential of *Phytoseiulus persimilis* against *Tetranychus urticae* in greenhouse conditions. *Organic Farming*, 10(2), 133-141. DOI: 10.56578/of100204.
- 16 Nguyen, DT. (2015). Fundamental principles of micro-segmentation teaching. *Vietnam Journal of Education & Society*, 55(116), 56-58.
- 17 Adilhankyzy, A., Muhtarhanova, AA, Alpysbaeva, KA, Chadinova, AM, Nurmanov, B. (2019). Nekotorye bioekologicheskie osobennosti hishhnogo kleshha *Phytoseiulus persimilis* A.– H. *Izvestiya OshTU*, 3, 27-31.
- 18 Migeon, A. et al. (2019). A predator-prey system: *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): worldwide occurrence datasets. *Acarologia*, 59(3), 301-307. DOI: 10.24349/acarologia/20194322.
- 19 Aguilar-Fenollosa, E., Rey-Caballero, J., Blasco, JM, Segarra-Moragues, JG, Hurtado, MA, Jaques, JA. (2016). Patterns of ambulatory dispersal in *Tetranychus urticae* can be associated with host plant specialization. *Experimental and Applied Acarology*, 68, 1-20. DOI: 10.1007/s10493-015-9969-1.
- 20 Abou-Awad, B., Reda, A., Elsayi, S. (1992). Effects of artificial and natural diets on the development and reproduction of two phytoseiid mites *Amblyseius gossipi* and *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae). *International Journal of Tropical Insect Science*, 13, 441-445.

21 Ogawa, Y., Osakabe, M. (2008). Development, long-term survival, and the maintenance of fertility in *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) reared on an artificial diet. *Experimental and Applied Acarology*, 45, 123-136.

22 Okassa, M., Tixier, MS. (2010). Kreiter Morphological and molecular diagnostics of *Phytoseiulus persimilis* and *Phytoseiulus macropilis* (Acari: Phytoseiidae). *Exp Appl Acarol*, 52, 291-303. DOI: 10.1007/s10493-010-9364-x.

Жасанды қорек компоненттерінің *Phytoseiulus persimilis* және *Amblyseius swirskii* дамуы мен репродуктивті көрсеткіштеріне әсері

Алпысбаева К.А., Әділханқызы А., Ануарбеков К.К., Сейтжан Ә.М.,
Найманова Б.Ж., Елшібек А.Б.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Қазіргі таңда жабық алаңдардағы өсімдіктерді қорғау көбіне биологиялық әдістерге негізделеді. Солардың ішінде фитосейид жыртқыш кенелер зиянкестердің санын тиімді бақылау қабілетіне байланысты негізгі орын алады. Алайда фитосейидтерді фитофагтармен залалданған өсімдік материалында дәстүрлі түрде өсірудің бірқатар шектеулері бар, атап айтқанда, үлкен алаңдардың қажеттілігі, акарифагтарды жинаудың күрделілігі, әртүрлі кенелер түрлері үшін нәтижелердің әркелкілігі. Сонымен қатар, қоректік материал субстратындағы аллергиялар мен микроорганизмдердің пайда болуына байланысты жұмысшылар денсаулығына қауіп төнуі мүмкін. Біздің зерттеулеріміздің мақсаты – фитосейид жыртқыш кенелері (*Phytoseiulus persimilis* және *Amblyseius swirskii*) үшін жасанды қоректік орта әзірлеу және оларды жаппай өндіруге енгізу, сондай-ақ жылыжай дақылдарының зиянкестеріне қарсы жыртқыш кенелерді қолдану арқылы органикалық өнім алу.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу барысында энтомология және өсімдік қорғау саласындағы жалпыға ортақ әдістер қолданылды.

Нәтижелер. Тәжірибелерде *Amblyseius* тұқымдасына жататын жыртқыш кенелер үшін төрт түрлі жасанды қорек сыналды. *Ph. persimilis* үшін бақылау нұсқасында қорек ретінде *T. urticae*, ал *A. swirskii* үшін *C. lactis* қолданылды. Алынған мәліметтерге сүйене отырып, қорек түрдерінің жыртқыш кенелердің дамуы мен көбеюіне әсері бағаланды. Қоректену мен жұмыртқа салу көрсеткіштері күн сайын 5 күн бойы тіркелді. Жыртқыштардың бүкіл онтогенез кезеңіндегі тіршілік ету ұзақтығы зерттелді. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде төмендегідей деректер алынды: бір *Ph. persimilis* аналығы D3 қорегінде күніне орташа есеппен 1,6 жұмыртқа салды, ал D3 қорегімен қоректенгенде – 2,6; D2 және D4 қоректерінде сәйкесінше – 3,3 және 3,6. *A. swirskii* үшін 3 күн ішінде жұмыртқалар саны: D3 қорегінде – 0,3 дана – ең төменгі көрсеткіш. D1 қорегінде бұл көрсеткіш 1,6 дана болды. Бақылауға жақын нәтижелер D2 және D4 жемдерінде алынды сәйкесінше – 2 және 2,3 жұмыртқа. Бақылауда – 2,6 жұмыртқа. Қоректену көрсеткіші: *Ph. persimilis* нимфалары 1 күнде мынадай жұмыртқа мөлшерін жойды: бақылау – 22,0, D4 – 15,0, D2 – 15,3, D1 – 12, D3 – 10,6. Ал *A. swirskii*: бақылауда – 19, D4 – 13,5, D2 – 12,0, D1 – 8,0. Әртүрлі қоректік ортада өсірілген жыртқыш кенелердің өмір сүру ұзақтығы 10–22 күн аралығында болды.

Қорытынды. Диеталарды іріктеу нәтижесінде D4 диетасы ең тиімді болғанымен, экономикалық тұрғыдан тиімсіз екені анықталды. Балауызды күйе көбелегі жұлдызқұртының гемолимфасымен байытылған D2 диетасы тиімділік пен өзіндік күн арасындағы оңтайлы арақатынасын көрсетті, бұл оны жаппай өндіру үшін ең қолайлы екенін дәлелдеді.

Кілт сөздер: *Tetranychus urticae*; *Carpoglyphus lactis*; *Amblyseius swirskii*; *Phytoseiulus persimilis*; жасанды қоректік орта.

The effect of artificial feed components on the development and reproductive performance of *Phytoseiulus persimilis* and *Amblyseius swirskii*

Karlygash A. Alpysbaeva, Amýra Ádilhanqyzy, Kanat K. Anuarbekov, Assel M. Seitzhan, Balzhan Zh. Naïmanova, Ayazhan B. Yelshibek

Abstract

Background and Aim. In modern conditions, plant protection in controlled environments increasingly relies on biological methods, among which predatory phytoseiid mites occupy a key place due to their ability to effectively control pest populations. However, the traditional breeding of phytoseiids on plant material infested with phytophagous mites presents several challenges including a need for large areas, the difficulty of collecting acariphages, and the variability of results for different mite species. In addition, there are health risks to workers associated with allergens and microorganisms originating in the substrate of the feed material. The aim of our research was to develop an artificial feeding medium for predatory mites of phytoseiids (*Phytoseiulus persimilis* and *Amblyseius swirskii*) for mass production, and to introduce predatory mites against pests of greenhouse crops for organic production.

Materials and Methods. Standard entomological and plant protection methods were used in this study.

Results. Four types of artificial diet designed for predatory mites of the genus *Amblyseius* were tested in the experiments. *T. urticae* was used as a control diet for *Ph. persimilis*, for *A. Swirskii* - *C. lactis*. The effects of different diets on the development and reproduction of predatory mites were evaluated based on the collected data. Parameters such as predation rate and egg-laying capacity were recorded daily over five days, while longevity was assessed throughout the entire ontogenetic period of the predators. As a result, the following data were obtained: one female *Ph. persimilis* laid an average of 1 days' worth of 1.6 eggs when feeding on D3 diet, 2.6 eggs when feeding on D3 D2 and D4, 3.3 and 3.6 eggs, respectively: For *A. swirskii*: the three-day egg deposition rates were as follows: 0.3 eggs on diet D3 (the lowest rate), 1.6 eggs on diet D1, and 2.0 and 2.3 eggs on diets D2 and D4, respectively, compared to 2.6 eggs in the control group.

Regarding voracity, *Ph. persimilis* nymphs consumed the following numbers of prey per day: 22 in the control group, 15.0 on diet D4, 15.3 on diet D2, 12.0 on diet D1, and 10.6 on diet D3. *A. swirskii* nymphs consumed 19 prey in the control group, 13.5 on diet D4, 12.0 on diet D2, and 8.0 on diet D1.

The life expectancy of predatory mites kept on different nutrient media varied from 10 to 22 days.

Conclusion. The selection of diets showed that diet D4 was the most effective but also the least economical. Diet D2, which was enriched with wax moth haemolymph, showed an optimal balance between efficacy and cost, making it the most suitable option for mass production.

Keywords: *Tetranychus urticae*; *Carpoglyphus lactis*; *Amblyseius swirskii*; *Phytoseiulus persimilis*; artificial nutrient medium.