



ISSN 1727-1320 (Print),
ISSN 2308-6459 (Online)

ВЕСТНИК ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

PLANT PROTECTION NEWS

2022 TOM 105 ВЫПУСК 2
VOLUME ISSUE



Санкт-Петербург
St. Petersburg, Russia

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ РАЗВЕДЕНИЯ ХИЩНЫХ КЛЕЩЕЙ *NEOSEIULUS CUCUMERIS* И *TRANSEIUS MONTDORENSIS* ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Л.П. Красавина, О.В. Трапезникова*

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

* ответственный за переписку, e-mail: olvet@inbox.ru

Изучена возможность разведения хищных клещей-фитосейд *Neoseiulus cucumeris* и *Transeius montdorensis* при использовании древесных опилок лиственных пород в качестве субстрата и замороженного сухофруктового клеща (*Carpoglyphus lactis*) в качестве корма. Выявлено, что на неживом корме в опилках число отродившихся личинок у *N. cucumeris* на 31.5% ниже, чем в контроле, у *T. montdorensis* – на 47.7%; число перелинявших на имаго особей по отношению к контролю ниже на 28.6% и 42.9% соответственно; максимальная суточная скорость роста популяции ниже, чем в контроле у *N. cucumeris* на 3.7 особей, у *T. montdorensis* – на 4.5. На неживом корме в отрубях у *N. cucumeris* из яиц отродилось на 20.5% меньше личинок, чем в контроле, у *T. montdorensis* – на 35.1%; количество перелинявших на имаго особей ниже, чем в контроле, на 18.3% и на 35.3% соответственно; максимальная суточная скорость роста популяции у *N. cucumeris* на 1.7 особей ниже, чем в контроле, а у *T. montdorensis* – на 3.9. На живом корме в опилках процент отродившихся из яиц личинок недостоверно отличается от контроля (ниже на 1.1% у *N. cucumeris* и 14.2% у *T. montdorensis*); количество перелинявших на имаго особей ниже, чем в контроле на 1.7% и 14.8% соответственно; максимальная суточная скорость роста популяции у *N. cucumeris* незначительно ниже (на 0.7 особей), чем в контроле, а у *T. montdorensis* даже превышает контрольный вариант на 0.6 особей за сутки. Полученные данные показали принципиальную возможность использования опилок в качестве более дешевого субстрата при разведении обоих видов хищных клещей и нежелательность использования замороженного корма взамен живого.

Ключевые слова: фитосейиды, *Carpoglyphus lactis*, древесные опилки, замороженный кормовой клещ

Поступила в редакцию: 18.03.2022

Принята к печати: 03.06.2022

Введение

Среди многоядных хищников, используемых в системах биологического контроля трипсов, белокрылок и паутинных клещей, фитосейдные клещи занимают второе место в мире по масштабам производства и применения (Van Lenteren, 2012, Van Lenteren et al., 2018).

Neoseiulus cucumeris Oudemans был завезен в Россию из Западной Европы в 1989 году Г. А. Бегляровым (Ахатов, Ижевский, 2004). Австралийский фитосейдный клещ *Transeius montdorensis* Schicha появился на европейском рынке в 2004 году для биологической защиты растений от сосущих вредителей (Van Lenteren, 2018).

Neoseiulus cucumeris широко распространен в Западной Европе. Этот вид активен в диапазоне температур от 18 до 30°C. При 25°C продолжительность развития составляет 8.7 суток, при 30°C – 6.2 суток (Колодочка, 2006). Вид корма оказывает влияние на продолжительность развития и плодовитость клеща. При питании обычным паутинным клещом *Tetranychus urticae* Koch продолжительность развития самки при температуре 25°C составляет 9.8 суток, период созревания самки – 4.5 суток, плодовитость – 31.8 яиц (Мешков, 1995). Китайские ученые разводили *N. cucumeris* на *Carpoglyphus lactis* Linnaeus. При этом развитие от яйца до взрослой особи при температуре 25±1°C и относительной влажности воздуха 90±5% завершается за 5.9 суток, а самка производит, в среднем, 53.3 яйца. Период созревания самки изменяется от 1.3 до 4.9 суток в зависимости от питания (Ji et al, 2015). При отсутствии жертвы – целевого объекта – *N. cucumeris* переключается на дополнительный источник питания – споры грибов, пыльца, клеточный сок, нектар растений. При возрастании

численности основной жертвы клещ снова переходит к активному хищничеству. *N. cucumeris* чаще всего используют для подавления западного цветочного (калифорнийского) трипса (*Frankliniella occidentalis* Pergande) на овощных и декоративных культурах в теплицах, также клещ способен регулировать численность паутинных клещей (сем. *Tetranychidae*) при условии, что на растениях нет большого количества паутины (Мешков, Салобукина, 2013).

Transeius montdorensis был обнаружен в Квинсленде в Южной Австралии 1994 годах. При температуре 25°C продолжительность развития клеща завершается за 7 суток, от одной пары особей за 28 дней можно получить в среднем 52.7 яйца. Суточная плодовитость одной самки варьирует от 2.52 до 3.58 яиц. Яйца чувствительны к низкой влажности, при 50% влажности из яиц выходит около 70.8% личинок (Steiner et al, 2003). Вид успешно применяется в теплицах против трипсов, паутинных клещей (Holmes, GreatRex, 2011, Labbe et al, 2019, Télleza et al, 2020). В производственных теплицах *Transeius montdorensis* значительно уменьшал популяцию белокрылок на протяжении всего сезона (Medd, GreatRex, 2014).

По общепринятой в настоящее время методике фитосейд разводят в пшеничных отрубях, которыми питаются кормовые клещи – сухофруктовый (*Carpoglyphus lactis*), гниlostный удлиненный (*Tyrophagus putrescentiae* Schrank), мучной (*Acarus farris* Oudemans), узкий (*Thyreophagus entomophagus* Laboulbene & Robin) и др. Содержание хищных и кормовых клещей в одной среде обитания упрощает технологию разведения (Бегляров, Сучалкин, 1985, Сучалкин, 1987, Доброхотов, 2008, Красавина

и др., 2009). При этом основные этапы технологического процесса производства многоядных клещей остаются постоянными: подготовка питательного субстрата для разведения кормового клеща, размножение кормового клеща, размножение хищного клеща. При нарушении оптимальных параметров температуры и влажности отруби могут плесневеть, загнивать, перегреваться, и развитие клещей при этом резко затормаживается или совсем прекращается.

Совершенствование технологии разведения фитосейд связано с подбором более дешевого субстрата и поиском нового корма, способного находиться в субстрате.

Субстрат должен не только позволять клещам свободно передвигаться, питаться, размножаться, но и обеспечивать защиту межвидовых и внутривидовых взаимодействий, например, ограничивать каннибализм. Требования к органолептическим свойствам используемого материала очень высоки, субстрат не должен отталкивать клещей, в противном случае хищники будут активно уходить из него. Большмансом К. Й. Ф. с соавторами были теоретически оценены механические особенности (включая оптимальный размер полостей) различных субстратов для разведения фитосейд: древесные опилки, сухие чешуеподобные

оболочки семян злаков (пшеница, рис, рожь, овес, просо) и др. (Большманс и др., 2018).

Оптимизация технологии массового разведения акарифагов напрямую связана с подбором дешевого корма – основной жертвы, ее равнозначной замены или искусственных питательных сред. Были апробированы различные диеты, например, при разведении *Amblyseius limonicus* (Garman et McGregor) использовали пыльцу рогоза и яйца мельничной огневки (*Ephestia kuehniella* Zeller). Яйца мельничной огневки нужно держать замороженными, кроме того, яйца быстро засыхают, а при высокой влажности плесневеют (Lui, Zhang, 2017). Искусственный рацион *Typhlodromips swirskii* (Athias-Henriot) состоял из меда, сахарозы, триптона, дрожжевого экстракта, яичного желтка и гемолимфы мухи черная львинка (*Hermetia illucens* (Linnaeus)) (Nguyen et al., 2014). Кроме того, этот вид выращивали как на живом, так и замороженном гнилостном удлинённом клеще (Pirayeshfar, 2020).

Цель настоящей работы – определить возможность разведения двух видов хищных клещей (*Neoseiulus cucumeris* и *Transeius montdorensis*) в опилках древесных пород и оценить использование в качестве корма для этих видов замороженного сухофруктового клеща.

Материалы и методы

Исследования проводили с популяциями хищных клещей *N. cucumeris* (получен из Санкт-Петербургского аграрного университета), *T. montdorensis* и сухофруктового кормового клеща *C. lactis* (выделены нами из субстрата с хищными клещами, которые были поставлены в тепличные комбинаты зарубежными фирмами).

Методы разведения кормовых и хищных клещей на отрубях

Разведение кормового клеща (*Carpoglyphus lactis*)

В качестве субстрата для разведения кормового клеща используют пшеничные отруби (производитель ООО «Здоровка», г. Санкт-Петербург). Отруби в стеклянных или пластиковых сосудах объемом 0.5 л помещают в эксикаторы, где поддерживается влажность 75–85% и температура 23–26 °С. Исходная плотность клещей в отрубях составляет 50 особей в 1 см³, толщина слоя отрубей – 5 см. Плотность кормового клеща регулярно (раз в двое суток) контролируется по следующей методике: отруби тщательно перемешивают, отбирают пробу объемом 5 см³ и подсчитывают количество клещей в 1 см³ (все подвижные стадии). Эту операцию повторяют 5 раз, и полученное количество клещей усредняют. Накопление кормового клеща продолжается 10–15 суток до достижения плотности 2000–2500 особей в 1 см³ отрубей. Оставшийся после закладки маточной культуры кормового клеща материал используют для массового разведения.

Массовое разведение кормовых клещей проводят по доработанной нами общепринятой методике разведения (Красавина и др., 2009) в пластиковых тазках объемом 6 и 11 л, которые ставят один в другой, предварительно в таз большего объема наливают воду. Тазы размещают на стеллажах. Чистые отруби заселяют кормовым клещом из маточной культуры с начальной плотностью 50 особей на 1 см³ и помещают в таз. Тазы закрывают пищевой пленкой-стрейч, предварительно смоченной водой из пульверизатора с нижней стороны для достижения влажности воздуха над субстратом 75–90%. Пленка не должна быть

плотно натянута на тазы, между пленкой и кромкой таза воздух должен проходить через небольшие отверстия. После двухнедельного цикла накопления кормового клеща проводят влажную уборку и начинают цикл заново, а биоматериал отправляют в помещение для размножения хищных клещей.

Разведение хищных клещей *Neoseiulus cucumeris* и *Transeius montdorensis*

Для массового разведения хищных клещей используют те же емкости и методику, как и для массового разведения кормового клеща. В тазы объемом 6 л насыпают отруби, заселенные кормовым клещом, и добавляют в них хищного клеща. Исходная плотность кормового клеща в субстрате – до 100 особей в 1 см³, хищного клеща – 10–13 особей в 1 см³. Толщина слоя субстрата 5–7 см. Плотность популяции кормового и хищного клещей определяют по методикам, описанным выше. Продолжительность производственного цикла составляет 12–14 суток в зависимости от температуры. Для разведения *N. cucumeris* показатели температуры должны быть 24–26 °С, влажности 80–85%, для *T. montdorensis* – 25–27 °С и 85–90% влажности.

Методика сбора чистого кормового клеща

Метод сбора «чистого» сухофруктового клеща, разработанный нами, основан на регуляторной роли фактора плотности популяции при переуплотнении лабораторных культур. При увеличении плотности популяции проявляется инстинкт массовой миграции. Снижение численности особей в группе идет путем рассредоточения, т.е. клещи выходят из субстрата на его поверхность и стенки садков. В дальнейшем клещи собираются в «клубочки», что является приспособлением к переживанию неблагоприятных условий.

Контроль численности и внесение чистых отрубей в качестве корма проводили каждые двое суток. Тазы с клещом закрывали влажным атласным материалом так, чтобы края материала были погружены в воду, что позволяло поддерживать необходимую влажность в отрубях. Сигналом

для сбора клеща служила его численность: при плотности 2400–2600 особей в 1 см³ свежие отруби переставали добавлять, и клещи начинали собираться на ткани. Клещей собирали мягкой кисточкой в чашки Петри и замораживали в морозильной камере бытового холодильника при температуре – 6 °С в течение 5–7 суток. Замороженного сухофруктового клеща перед использованием размораживали при температуре +24 °С.

Методика проведения опытов

Опилки лиственных пород, используемые в качестве субстрата для разведения хищных клещей, отсеивали до фракции 2–4.5 мм и промораживали в бытовом холодильнике при температуре – 6 °С в течение 7 суток. Разведение проводили в чашках Петри (диаметр 5 см) при толщине слоя 0.5–0.7 см. Чашки Петри с субстратом помещали в климатические камеры, в которых поддерживались необходимые параметры температуры и влажности (см. выше). Опыты проводили по следующим вариантам:

- 1) разведение хищных клещей на древесных опилках, корм – замороженный сухофруктовый клещ (10 особей кормового клеща на 1 амблисейуса в сутки);
- 2) разведение хищных клещей на стандартном субстрате – пшеничные отруби «Здоровка», корм – замороженный сухофруктовый клещ (10 особей кормового клеща на 1 амблисейуса в сутки);
- 3) разведение хищных клещей на древесных опилках, корм – живой сухофруктовый клещ (10 особей кормового клеща на 1 амблисейуса в сутки);

Результаты

Количество выживших самок у обоих видов во всех вариантах опыта со временем снижается (табл. 1). В опытном варианте неживой корм + опилки через 10 суток у *N. cucumeris* и *T. montdorensis* количество самок сокращается почти на 30% и составляет 71.3% и 70.8% от начального количества соответственно. В контрольном варианте (живой корм + отруби) сохраняется 75.0% самок *N. cucumeris* и 79.2% самок *T. montdorensis*. К окончанию опыта во всех вариантах остаются единичные особи самок.

По количеству личинок на 16 сутки получены следующие результаты (цифры приведены в таблице 1). В варианте «неживой корм + опилки» у *N. cucumeris* число личинок на 31.5% ниже, чем в контроле (различия достоверны, $p \leq 0.001$); в варианте «неживой корм + отруби» на 20.5% ниже, чем в контроле (различия достоверны, $p \leq 0.05$); в то время как в варианте «живой корм + опилки» число личинок незначительно ниже, чем в контроле, на 1.1% (различия недостоверны). Такие же закономерности характерны и для *T. montdorensis* (табл. 1): в опытных вариантах «неживой корм + опилки» и «неживой корм + отруби» количество личинок достоверно ниже ($p \leq 0.001$), чем в контроле, на 41.7% и 35.1% соответственно; в варианте «живой корм + опилки» число личинок ниже контрольного варианта на 14.2% (различия недостоверны). При этом средние значения показателей развития и репродуктивного потенциала *T. montdorensis* во всех вариантах опыта выше, чем у *N. cucumeris*.

Количество имаго на 16 сутки у *N. cucumeris* в варианте «неживой корм + опилки» достоверно ниже ($p \leq 0.001$) контрольного варианта на 28.6%, в варианте «неживой корм + отруби» на 18.3% ($p \leq 0.05$), а в варианте «живой корм + опилки» различия недостоверны, и показатели снижаются

4) разведение хищных клещей на стандартном субстрате – пшеничные отруби «Здоровка», корм – живой сухофруктовый клещ (10 особей кормового клеща на 1 амблисейуса в сутки).

В опилки вносили «чистых» живых кормовых клещей, предварительно собранных по описанной выше методике, при этом для их подкормки использовали фруктозу (2 г на чашку Петри) и кусочки различных сухофруктов (изюм, курага, яблоко, абрикос, груша). Замороженных кормовых клещей помещали прямо в субстраты, предварительно отсчитав нужное количество.

В чашки Петри, подготовленные для опытов, отсаживали по 8 самок и 2 самца хищных клещей, которые еще не размножались. Клещей оставляли в чашках Петри на двое суток, а затем отсаживали в новые чашки Петри. Подобную методику применял Большманс К. Й. Ф. для определения плодовитости у *T. swirskii* (Большманс и др., 2018). Чашки Петри с отложенными в них яйцами оставляли для учетов количества личинок и имаго. Подопытных клещей через каждые двое суток пересаживали на свежий корм и учитывали количество выживших самок в течение 14–16 суток. В каждом варианте опыта было 3 повторности. Оценивали такие биологические показатели хищных клещей, как выживаемость самок, количество личинок и имаго и скорость изменения численности имаго.

При статистической обработке результатов использовался t-критерий Стьюдента.

У *T. montdorensis* наблюдаются такие же закономерности: различия достоверны ($p \leq 0.001$) в вариантах «неживой корм + опилки» и «неживой корм + отруби», число имаго ниже, чем в контроле на 42.9% и 35.3% соответственно, а в варианте «живой корм + опилки» этот показатель ниже контрольного на 14.5% (различия недостоверны) (табл. 1).

Графики динамики численности хищных клещей в разных вариантах опыта и в контроле показаны на рис. 1, 2.

Скорость изменения численности имаго в течение 16 суток также зависит от субстрата и корма (рис. 3, 4), и у обоих видов клещей во всех вариантах опыта через 10 суток происходит неуклонное снижение этого показателя.

У *N. cucumeris* (рис. 3) в варианте «неживой корм + опилки» в первые 10 суток эксперимента этот показатель изменяется от 4.5 до 6.1 особей за сутки, что на 38.8% ниже, чем в контрольном варианте. При замене опилок на отруби, т.е., в варианте «неживой корм + отруби», максимальная скорость роста доходит до 8 особей за сутки, что на 18.4% ниже, чем в контроле. В варианте «живой корм + опилки» скорость роста популяции достигает 9 особей в сутки, что ниже контрольного варианта на 8.2%.

У *T. montdorensis* (рис. 4) в варианте «неживой корм + опилки» максимальная скорость роста численности не превышает 9.2 особей за сутки, что на 32.8% ниже, чем в контрольном варианте. В варианте «неживой корм + отруби» максимальная скорость роста достигает 9.8 особей за сутки, что на 28.5% ниже, чем в контроле. В варианте «живой корм + опилки» максимальная скорость роста составила 14.3 особей за сутки, что на 4.4% превышает показатели в контроле.

Таблица 1. Средние значения показателей численности *Neoseiulus cucumeris* и *Transeius montdorensis* при разведении на разных субстратах при использовании в качестве корма *Carpoglyphus lactis* в живом и замороженном виде

Показатели	Варианты опыта			
	1	2	3	4
<i>Neoseiulus cucumeris</i>				
Процент самок от их начального количества на 10-е сутки.	71.3	62.5	71.3	75.0
Число личинок на 16 сутки, экз.	103.7±5.2	120.3±9.7	149.7±15.9	151.3±8.4
Число имаго на 16 сутки, экз.	83.3±3.8	95.3±7.9	114.7±1.2	116.7±4.8
<i>Transeius montdorensis</i>				
Процент самок от их начального количества на 10-е сутки.	70.8	70.8	83.6	79.2
Число личинок на 16 сутки, экз.	120.3±13.8	134.0±2.5	177.0±7.0	206.3±14.4
Число имаго на 16 сутки, экз.	105.0±11.1	119.0±3.2	157.3±7.7	184.0±11.0

1 – неживой корм + опилки; 2 – неживой корм + отруби; 3 – живой корм + опилки; 4 – живой корм + отруби (контроль).

Table 1. Abundance of *Neoseiulus cucumeris* and *Transeius montdorensis* when breeding on different substrates using live and frozen *Carpoglyphus lactis* as feed (mean±SE)

Indicators	Treatments			
	1	2	3	4
<i>Neoseiulus cucumeris</i>				
Percent females surviving on the 10th day	71.3	62.5	71.3	75.0
Number of larvae on day 16	103.7±5.2	120.3±9.7	149.7±15.9	151.3±8.4
Number of adults on day 16	83.3±3.8	95.3±7.9	114.7±1.2	116.7±4.8
<i>Transeius montdorensis</i>				
Percentage females surviving on the 10th day	70.8	70.8	83.6	79.2
Number of larvae on day 16	120.3±13.8	134.0±2.5	177.0±7.0	206.3±14.4
Number of adults on day 16	105.0±11.1	119.0±3.2	157.3±7.7	184.0±11.0

1 – frozen feed + sawdust; 2 – frozen feed + wheat bran; 3 – live feed + sawdust; 4 – live feed + wheat bran (control).

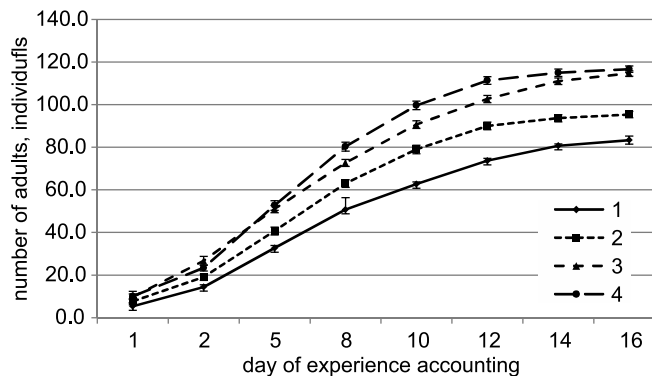
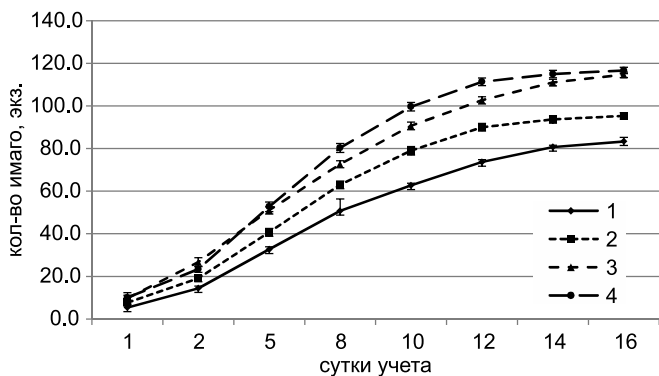


Рисунок 1. Динамика численности имаго *N. cucumeris* на разных субстратах и на разных кормах, где:

1 – неживой корм + опилки; 2 – неживой корм + отруби; 3 – живой корм + опилки; 4 – живой корм + отруби (контроль)

Figure 1. Dynamics of *N. cucumeris* adult abundance on different substrates and on different feeds, where:

1 – frozen feed + sawdust; 2 – frozen feed + wheat bran; 3 – live feed + sawdust; 4 – live feed + wheat bran (control)

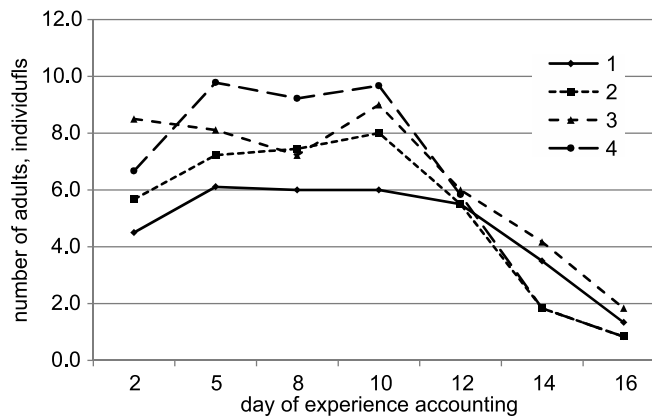
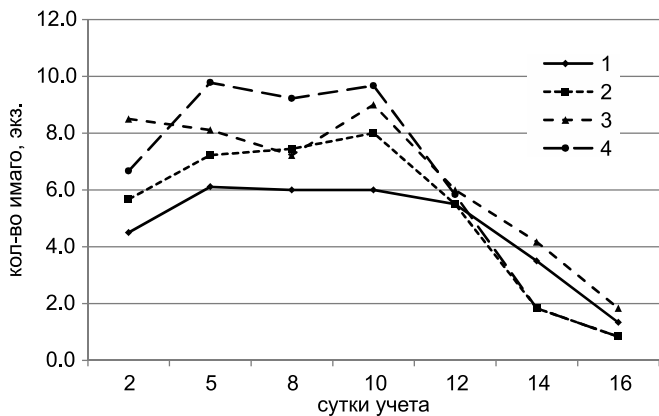


Рисунок 2. Динамика численности имаго *T. montdorensis* на разных субстратах и на разных кормах, где:

1 – неживой корм + опилки; 2 – неживой корм + отруби; 3 – живой корм + опилки; 4 – живой корм + отруби (контроль)

Figure 2. Dynamics of *T. montdorensis* adult abundance on different substrates and on different feeds, where:

1 – frozen feed + sawdust; 2 – frozen feed + wheat bran; 3 – live feed + sawdust; 4 – live feed + wheat bran (control)

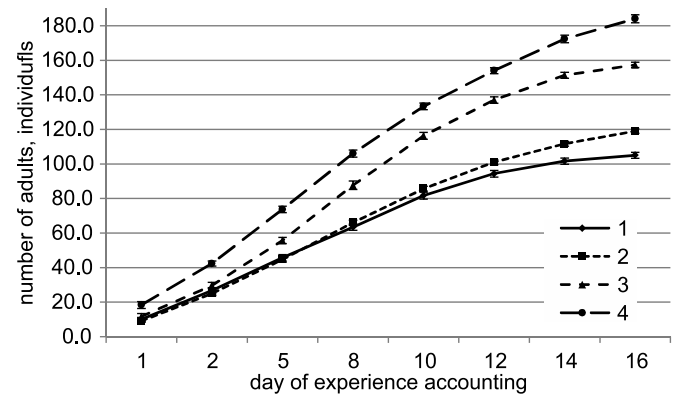
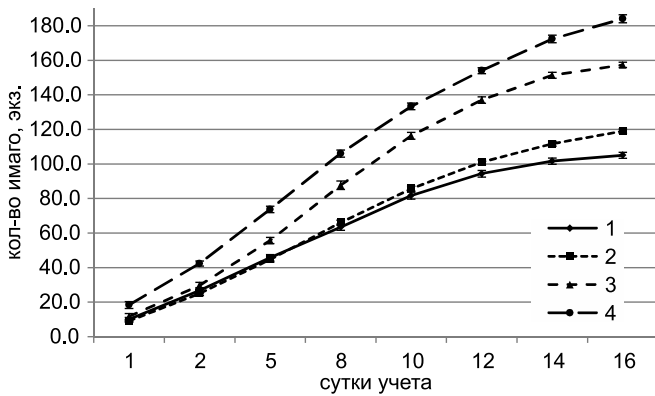


Рисунок 3. Суточная скорость изменения численности имаго *N. cucumeris* в разных вариантах опыта, где:

1 – неживой корм + опилки; 2 – неживой корм + отруби; 3 – живой корм + опилки; 4 – живой корм + отруби (контроль)

Figure 3. Daily change in the abundance of *N. cucumeris* adults in different treatments, where:

1 – frozen feed + sawdust; 2 – frozen feed + wheat bran; 3 – live feed + sawdust; 4 – live feed + wheat bran (control)

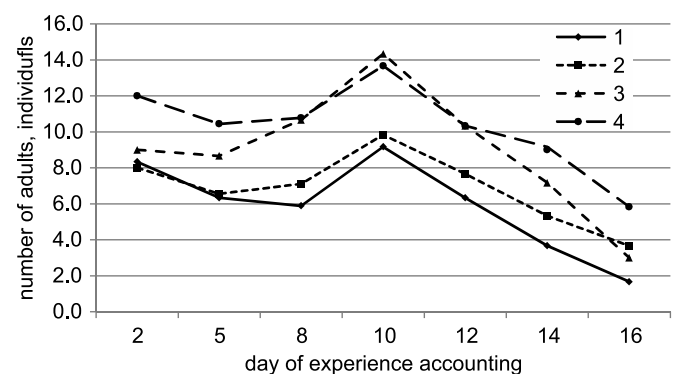
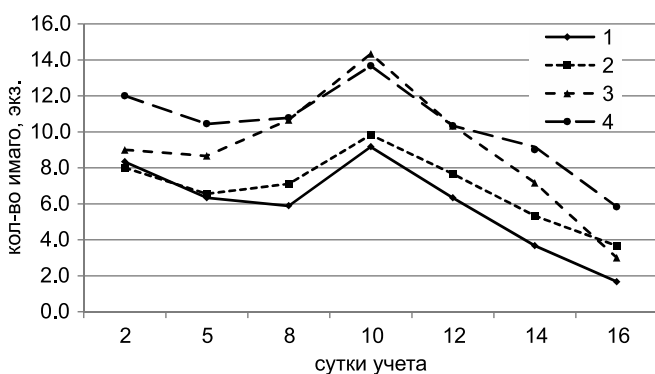


Рисунок 4. Суточная скорость изменения численности имаго *T. montdorensis* в разных вариантах опыта, где:

1 – неживой корм + опилки; 2 – неживой корм + отруби; 3 – живой корм + опилки; 4 – живой корм + отруби (контроль)

Figure 4. Daily change in the abundance of *T. montdorensis* adults in different treatments, where:

1 – frozen feed + sawdust; 2 – frozen feed + wheat bran; 3 – live feed + sawdust; 4 – live feed + wheat bran (control)

Обсуждение

Лучшие результаты по всем тестируемым параметрам получены в контроле, близкий к нему вариант – «живой корм + опилки», при котором репродуктивные показатели у обоих видов лишь незначительно снижаются по сравнению с контрольным вариантом. Худшие результаты наблюдались в вариантах с замороженным сухофруктовым клещом на обоих субстратах – все показатели были достоверно ниже, чем в контроле.

Скорость изменения численности имаго у обоих видов зависела от плодовитости самок хищных клещей в день учета. Плодовитость самок у *T. montdorensis* изменяется при температуре 25 °С от 1.9 до 3.6 яиц в сутки (Steiner et al, 2003), а у *N. cucumeris* – от 0.5 до 1.4 яиц в сутки (Мешков, Салобукина, 2013). Кривые скорости роста численности клещей дают представления о процессах, проходящих в популяциях в разных вариантах опыта. На рис. 3 и 4 показано, что скорость изменения роста численности имаго на 5–8 сутки непостоянна, но к 10 суткам эксперимента увеличивается во всех вариантах опыта у обоих видов клещей. Ее последующее снижение может быть обусловлено гибелью части самок к 10 суткам и снижением плодовитости у оставшихся особей. Снижение репродуктивных показателей клещей при переводе на новый корм можно объяснить тем, что сокращалось время пригодности

замороженного корма, а, следовательно, снижалась возможность полноценного питания, что оказывало негативное влияние на жизнеспособность и продуктивность разводимой культуры.

По результатам экспериментов можно сделать вывод, что древесные опилки являются пригодным субстратом для разведения обоих протестированных видов хищных клещей. При этом оптимальный корм – это живой сухофруктовый клещ. Тем не менее, и при разведении на замороженном корме оба клеща не прекращают свое развитие и не покидают субстрат. Полностью отказываться от использования замороженного корма не следует, поскольку при массовом разведении энтомоакарифагов желательно иметь запас корма в случае нехватки живого материала. Необходимо провести дополнительные исследования по подготовке замороженного сухофруктового клеща, применяя различные методы заморозки при разных температурах, а также провести ряд опытов по разведению сухофруктового клеща на отходах производства сухофруктов. Кроме того, требуются дополнительные исследования по подбору оптимального корма для сухофруктового клеща при его содержании в опилках. Все это может привести к дальнейшей оптимизации технологии разведения фитосейид.

Авторы выражают искреннюю благодарность д.б.н. З.А. Федотовой (Санкт-Петербург) за определение клещей и к.б.н. И.И. Кабаку (Санкт-Петербург) за помощь в оформлении статьи.

Библиографический список (References)

- Ахатов АК, Ижевский СС (2004) Вредители тепличных и оранжерейных растений (морфология, образ жизни, вредоносность, борьба). М.: Товарищество научных изданий КМК. 307 с.
- Бегляров ГА, Сучалкин ФА (1985) Методические указания по биологическому методу борьбы с табачным трипсом в защищенном грунте. М.: Колос. 40 с.
- Большманс КЙФ, Ван Хоутен ИМ, Ван Бааль АЭ, Тиммер Р, Морель ДМ (2018) Композиция клещей, носитель, способ разведения клещей и их применения. Патент на изобретение RUS 2675521 С2
- Доброхотов СА (2008) Совершенствование методов разведения применения хищных клещей из рода *Amblyseius* для борьбы с трипсами в теплицах. Автореф. дис. ... к.б.н. СПб. 19 с.
- Колодочка ЛА (2006) Клещи-фитосейиды Палеарктики (Phytoseiidae, Parasitiformes) фаунистика, систематика, экология, эволюция. Вестник зоологии 21:250
- Красавина ЛП, Белякова НА, Зуева ЛИ, Осемеж НС и др. (2009) Способ разведения хищного клеща амблисейуса *Amblyseius cucumeris* Oud. Патент на изобретение RUS 2351126
- Мешков ЮИ, Салобукина НН (2013) Использование хищного клеща в защите тепличных культур от западного цветочного трипса. Гавриш 2:20–23
- Сучалкин ФА (1987) Разработка биологического метода борьбы с табачным трипсом на огурцах в защищенном грунте. Автореф. дис. ... к.б.н. Голицино. 24 с.
- Holmes ND, GreatRex RM (2011) Control of whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* (Westwood)) and thrips (*Thrips tabaci* (Lindeman)) with the predatory Phytoseiid mite *Typhlodromips montdorensis* (Schicha) on cucumber plants. Conference Title: Proceedings of the IOBC/WPRS Working Group “Integrated Control in Protected crops, Temperate Climate”, Sutton Scotney, UK, 18–22 September 2011. Bulletin 68:55–58
- Ji J, Zhang YX, Lin JZ, Chen X, Sun L, Saito Y (2015) Life histories of three predatory mites feeding upon *Carpoglyphus lactis* (Acari, Phytoseiidae; Carpoglyphidae). *Systematic and Applied Acarology* 20(5):491–496. <https://doi.org/10.11158/saa.20.5.5>
- Labbé RM, Gagnier D, Shipp (2019) Comparison of *Transeius montdorensis* (Acari: Phytoseiidae) to other Phytoseiid
- Mites for the Short-Season Suppression of Western Flower Thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Environmental Entomology* 48(2):335–342. <http://doi.org/10.1093/ee/nvz017>
- Lui JF, Zhang ZQ (2017) Development, survival and reproduction of a New Zealand strain of *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae) on *Typha orientalis* pollen, *Ephestia kuehniella* eggs, and an artificial diet. *International Journal of Acarology* 43:153–159. <http://doi:10.1080/01647954.2016.1273972>
- Medd NC, GreatRex RM (2014) An evaluation of three predatory mite species for the control of greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*). *Pest Management Science* 70(10):1492–1496. <http://doi:org/10.1002/ps.3794>
- Nguyen DT, Vangansbeke D, De Clercq P (2014) Solid artificial diets for the phytoseiid predator *Amblyseius swirskii*. *BioControl* 59:719–727
- Pirayeshfar F, Safavi SA, Moayeri HRS, Messelink GJ (2020) The potential of highly nutritious frozen stages of *Tyrophagus putrescentiae* as a supplemental food source for the predatory mite *Amblyseius swirskii*. *Biocontrol Science and Technology* 30(5):403–417. <http://doi:10.1080/09583157.2020>
- Steiner MY, Goodwin S, Wellham TM, Barchia IM, Spohr LJ (2003) Biological studies of the Australian predatory mite *Typhlodromips montdorensis* (Schicha) (Acari: Phytoseiidae), a potential biocontrol agent for western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). *Australian Journal of Entomology* 42(2):124–130
- Téllez M, Cabello T, Gámez M, Burguillo FJ, Rodríguez E (2020) Comparative study of two predatory mites *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot and *Transeius montdorensis* (Schicha) by predator-prey models for improving biological control of greenhouse cucumber. *Ecological Modelling* 431:109197
- Van Lenteren JC (2012) The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *BioControl* 57:1–20
- Van Lenteren JC, Bolckmans K, Köhl J, Ravensberg WJ, Urbaneja A (2018) Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. *BioControl* 63:39–59. <http://doi:10.1007/s10526-017-9801-4>

Translation of Russian References

- Akhatov AK, Izhevskiy SS (2004) [Pests of plants in greenhouses (morphology, mode of life, harming activity, control)]. Moscow: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK]. 307 p. (In Russian)
- Begliarov GA, Suchalkin FA (1985) [Guides for biocontrol of *Thrips tabaci* in greenhouses]. Moscow: Kolos. 40 p. (In Russian)
- Bolkmans CF, Van Houten IM, Van Baal AE, Timer R, Morel DM (2018) [Composition of mites, carrier, method of breeding ticks and their application] Patent RU 2675521 C2 (In Russian)
- Dobrokhотов SA (2008) [Improvement of methods of mass rearing and application of predatory mites of the genus *Amblyseius* for thrips control in greenhouses]. *Abstr. PhD Thesis*. St. Petersburg. 19 p. (In Russian)
- Kolodochka LA (2006) [Ticks-phytoseiids of the Palearctic (Phytoseiidae, Parasitiformes) faunistics, systematics, ecology, evolution] *Vestnik zoology* 21:250 (In Russian)
- Krasavina LP, Belyakova NA, Zuyeva LI, Osemezh NS and al (2009) [Method of mass rearing of the predatory mite *Amblyseius cucumeris* Oud.]. Patent RU 2351126. (In Russian)
- Meshkov YuI, Salobukina NN (2013) [Use of a predatory mite in control of *Frankliniella occidentalis* in greenhouses]. *Gavriish. 2:20–23*. (In Russian)
- Suchalkin FA (1987) [Development of biocontrol of *Thrips tabaci* on cucumber in greenhouses]. *Abstr. PhD Thesis*. Golitsino. 24 p. (In Russian)

IMPROVEMENT OF BREEDING METHODS OF PREDATORY MITES *NEOSEIULUS CUCUMERIS* AND *TRANSEIUS MONTDORENSIS* FOR BIOLOGICAL PLANT PROTECTION

L.P. Krasavina, O.V. Trapeznikova*

All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia

**corresponding author, e-mail: olvet@inbox.ru*

The possibility of breeding of phytoseiid predatory mites *Neoseiulus cucumeris* and *Transeius montdorensis* using hardwood sawdust as a substrate and frozen dried fruit mite (*Carpoglyphus lactis*) as feed was studied. The number of larvae produced by *N. cucumeris* was 31.5% lower on frozen feed in sawdust than in the control, while in *T. montdorensis* it was lower by 47.7%. The number of individuals surviving to adulthood compared to the control was lower by 28.6% and 42.9%, respectively. The maximum daily growth rate of the population was reduced relatively to the control by 3.7 individuals in *N. cucumeris*, and by 4.5 in *T. montdorensis* –. On frozen feed in bran, *N. cucumeris* produced 20.5% fewer larvae than in the control, *T. montdorensis* – 35.1% fewer larvae. The number of individuals surviving to adulthood was reduced by 18.3% and 35.3%, respectively, compared to the control. The maximum daily population growth rate was 1.7 individuals lower than in the control in *N. cucumeris*, and – 3.9 individuals lower in *T. montdorensis*. On live feed in sawdust, larval production was similar to the control (lower by 1.1% in *N. cucumeris* and 14.2% in *T. montdorensis*). The number of individuals was reduced relatively to the control by 1.7% and 14.8%, respectively. The maximum daily population growth rate in *N. cucumeris* is slightly lower (by 0.7 individuals) than in the control, and in *T. montdorensis* it even exceeded the control by 0.6 individuals per day. Our results showed the possibility of using sawdust as a cheaper substrate for breeding of both species of predatory mites and poor performance of the frozen feed compared to the live one.

Keywords: phytoseids, *Carpoglyphus lactis*, sawdust, frozen feed

Submitted: 18.03.2022

Accepted: 03.06.2022