

ТЕМАТИЧЕСКИЙ БЛОК 1

65

1. Вставьте пропущенное слово/данные и продолжите фразу
(Правильный ответ – 1 балл)

Проверил

ВМ

Толст

баллов

0

2. Вставьте пропущенное слово/данные и продолжите фразу
(Правильный ответ – 1 балл)

Проверил

охране окружающей средот

ВМ

Толст

баллов

1

ТЕМАТИЧЕСКИЙ БЛОК 2

3. Обоснуйте правильность/неправильность утверждения
(Обоснование – 0-1-2-3 балла)

Данное утверждение не является верным, потому что засухи, оказывающие едкое и негативное влияние на жизнь, приводит, чаще всего, к опустошению и охватывают большие территории, но это локальная проблема, а не глобальная, поскольку не охватывает земной шар и не оказывает влияние на большинство групп растений, животных и микроорганизмов.

Проверил

ВМ

Толст

баллов

3

4. Обоснуйте правильность/неправильность утверждения

Укажите 4 аргумента. (Один аргумент – 0-1-2 балла. Всего за задачу 8 баллов)

- Данное утверждение верно, потому что
- а) Солнечное излучение оказывает влияние на все организмы на земном шаре, то есть действует глобально
- б) Солнечное излучение способствует процессу фотосинтеза, солнечная энергия преобразуется в энергию химических связей с выделением кислорода и образованием глюкозы - питательного вещества для растений.
- в) Солнечное излучение оказывает влияние на циркадные ритмы, связанные со сменой дня и ночи, и сезонные ритмы, связанные со сменой ~~дня~~ ^{сезонов} года, в зависимости от этого животные впадают в гибернацию и эстивацию.
- г) Солнечное излучение обеспечивает биогеохимический круговорот веществ на земле.

Проверил	<i>В.И. Новоселов</i>	баллов	<i>8</i>
----------	-----------------------	--------	----------

5. Обоснуйте правильность/ неправо́тность утверждения

Укажите 4 аргумента. (Один аргумент – 0-1-2 балла. Всего за задачу 8 баллов)

Данное утверждение верно, потому что

- а) Фотосинтез - процесс преобразования солнечной энергии в энергию химических связей в зеленых клетках растений и некоторых бактерий (цианобактерии) с последующим образованием питательных веществ отвечает все организмы планеты.
- б) В процессе фотосинтеза, в световую фазу, при фотоллизе воды выделяется кислород, являющийся побочным продуктом фотосинтеза, но необходимым для дыхания аэробов, также растения поглощают углекислый газ, то есть поддерживают постоянство
- в) атмосферы (углеводородов). В процессе фотосинтеза, в темновую фазу, происходит фиксация углекислого газа с последующим образованием глюкозы, необходимой для питания продуцентов (растений или цианобактерий).
- г) В цепи питания растения являются пищей для консументов. Наличие в цепях питания продуцентов обеспечивает многообразие консументов различных порядков.

Проверил *В.И. Мовшилов*

баллов

7

6. Обоснуйте правильность/неправильность утверждения

Укажите 4 аргумента. (Один аргумент -0-1-2 балла. Всего за задачу 8 баллов)

Данное утверждение верно, потому что

а) климатическая система поддерживает необходимые условия жизни для всех организмов. Каждый биом ограничивает определенной климатической зоной, где каждого биома характерен свой климат.

б) климатическая система способствует поддержанию постоянства газов в атмосфере, интенсивность фотосинтеза у растений, дыхания растений и животных.

в) климатическая система создает необходимые абиотические условия существования организмов, такие как свет, влажность, количество осадков, температура

г)

Проверил

Новиков С. баллов

5

7. Обоснуйте правильность/неправильность утверждения

(Обоснование - 0-1-2-3 балла)

Данное утверждение неверно, т.к. постоянство условий среды поддерживают растения в процессе фотосинтеза (поглощают CO_2 и выделяют кислород (O_2)); растения и животные в процессе дыхания (поглощают кислород, выделяют углекислый газ); бактерии в процессах азотфиксации (атмосферный азот превращают в его соединения) и денитрификации (соединение азота в ~~молекулярный~~ молекулярный азот).

Проверил

Новиков С. баллов

2

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП 2017-2018 ГГ.
11 КЛАСС

11-05

8. Вставьте пропущенное слово/данные и продолжите фразу
(Каждый правильный ответ – 1 балл. Всего за задачу 3 балла)

- аммиак, или аммония (NH_3 , NH_4^+)
- нуклеиновые кислоты
- белки

Проверил *В.И.* *Сид* баллов *0*

9. Ответьте на вопрос
(Ответ – 0-1-2-3 балла)

На корнях растений семейства бобовые (многобобовые) поселяются азотфиксирующие (клубеньковые) бактерии, являющиеся симбионтами. В процессе симбиоза клубеньковые бактерии переводят атмосферный азот в соединения азота, тем самым обеспечивая растение питательными веществами. Денитрифицирующие бактерии, являющиеся хемосапротрофами переводят (разрушают) соединения азота в молекулярный азот (N_2), тем самым обеспечивая постоянной процент содержание азота в атмосфере $\approx 78\%$.

Проверил *В.И.* *Сид* баллов *2*

10. Вставьте пропущенное слово и обоснуйте правильность/неправильность утверждения
(Правильный ответ – 1 балл. Обоснование – 0-1-2-3 балла. Всего за задачу 4 балла)

- (слово) больше
- (обоснование) Данное утверждение не является верным, т.к. по закону Чарлса по мере продвижения от полюсов к экватору богатство жизни увеличивается.

Проверил *В.И.* *Сид* баллов *3*

ТЕМАТИЧЕСКИЙ БЛОК 3

11. Обоснуйте правильность/неправильность утверждения
(Обоснование – 0-1-2-3 балла)

Данное утверждение неверно, так как изменение климата является глобальной экологической проблемой, затрагивающей всю мировую экономику. Изменение климата может привести к истощению озонового экрана и появлению озоновых дыр, к таянию ледников, к сокращению площади тропических лесов, парниковому эффекту. На восстановление и решение данных экологических проблем требуются огромные денежные средства, что отразится на мировой экономике.

Проверил

В.И.

баллов

2

12. Обоснуйте правильность/неправильность утверждения
(Обоснование – 0-1-2-3 балла)

Данное утверждение неверно, так как изменение климата, а точнее абсолютных условий среды может привести к разрушению материалов, их выветриванию, выветриванию. Это скажется на экономике в негативную сторону, так как стройматериалы очень затратны в плане энергии и материальном плане.

Проверил

В.И.

баллов

2

13. Обоснуйте правильность/ неправо́тность утверждения

Укажите 4 аргумента. (Один аргумент – 0-1-2 балла. Всего за задачу 8 баллов)

Данное утверждение верно, потому что		
а)	Такие ресурсы, как уголь, нефть и природный газ являются ископаемыми невозобновимыми. Уголь образовался из древовидных папоротников, нефть и природный газ также являются продуктами жизни организмов древних	
б)	экологических эпох. Для добычи угля, нефти и газа пробуривают огромные скважины глубиной до 10км, что несомненно меняет условия окружающей среды (состав почвы, ее качество и т.д.)	
в)	Изменение условий среды обитания сказывается на биоценозе. Происходит сокращение биоразнообразия, что, несомненно, является глобальной проблемой человечества.	
г)	В процессе сжигания угля происходит огромное выделение оксида серы (IV), угарного и углекислого газов, при сжигании нефти выделяется огромное количество углекислого газа. Оксиды серы и углерода являются парниковыми газами => способствуют разрушению озонового слоя.	
Проверил		баллов 7

14. Продолжите фразу

(Каждое продолжение фразы – 0-1-2 балла. Всего за задачу 4 балла)

• энергосбережение – минимальное использование ресурсов и энергии с целью сохранения запасов топлива (нефть, уголь, природный газ)		
• энергоэффективность – максимально выгодное, практически безотходное использование небольшого количества природных ресурсов с целью получения энергии.		
Проверил		баллов 4

15. Обоснуйте правильность/ неправо́тность утверждения

Укажите 4 аргумента. (Один аргумент – 0-1-2 балла. Всего за задачу 8 баллов)

	Данное утверждение является верным, потому что	
а)	сохраняются запасы топлива в стране (нефть, природный газ, уголь), являющиеся истощаемыми и невозобновимыми. Других видов топлива являются биогенными, то есть процессами жизни живых организмов ранних геологических эрх.	
б)	не происходит изменение окружающей среды в процессе добычи полезных ископаемых. Нет Вследствие этого не происходит сокращение численности животных, растений и микроорганизмов.	
в)	страна меньше тратит деньги на импорт продуктов ретификации нефти, топлива: мигрант, бензин, дизельное топливо и т.д.	
г)	вторичное использование также благоприятно скажется на экономике страны, переработка и вторичное использование выгодно, так как не требуются дополнительные затраты на топливо, переработка гораздо дешевле.	
Проверил	баллов	8

ТЕМАТИЧЕСКИЙ БЛОК 4

16. Обоснуйте правильность/ неправо́тность утверждения

Укажите 4 аргумента. (Один аргумент – 0-1-2 балла. Всего за задачу 8 баллов)

Данное утверждение неверно, потому что

- а) Прибрежная зона является литоральной, то есть той зоной, куда проникает 1% солнечного света, и именно там ~~будет~~ будет сосредоточена основная масса организмов.
- б) В глубинах Мирового океана, куда вообще не проникает солнечный свет живут в основном бентосные (донные) организмы, адаптированные к условиям жизни в отсутствие света.
- в) В глубинах Мирового океана практически отсутствует пища для консументов. Ответствуют консументы первого порядка, преобладают хищники, имеющие специальные способы привлечения жертвы (свет или аттрактивные (привлекающие) вещества).
- г) В глубинах Мирового океана, в отличие от прибрежной зоны отсутствуют растения, т.е. они не могут выжить в условиях отсутствия света.

Проверил

баллов

5

ТЕМАТИЧЕСКИЙ БЛОК 5

17. Ответьте на вопрос

(Всего за задачу 10 баллов)

а) сокращение биоразнообразия. Уменьшение численности многих видов животных, растений скажется на устойчивости экосистем, так как не будет многих элементов цепей (сетей) питания.

б) истощение запасов пресной воды. Истощение запасов пресной воды может привести к сокращению биоразнообразия и даже к гибели многих видов животных и растений.

в) истощение запасов полезных ископаемых. Истощение запасов полезных ископаемых приведет к энергетическому кризису, не будет нефти, газа, угля и других топливных ресурсов.

г) истощение озонового слоя, озоновые дыры. Озоновый слой защищает организмы от излучения губительного действия ультрафиолетовых лучей. Его истощение приведет к полному уничтожению организмов под действием ультрафиолета.

д) парниковый эффект. Парниковый эффект обусловлен выбросами большого количества парниковых газов и дреслов. Киотский протокол (1997г.) и Монреальское соглашение (1987г.) нацелены на стабилизацию выбросов газов, но парниковый эффект все равно наблюдается.

Проверил

В.К.

баллов

6

Максимальное количество баллов за сообщение - 18

Всего количество баллов за проектный тур - 38

348

ФИО Богданова Юлия Сергеевна

Территория, ОО: Уайковский р-н МОУ "СОШ №10"

Название работы: Искусство эргодик-математики: использование аксиоматической логики с элементами теории множеств в моделировании логикоритма и математической модели

шкала оценки сообщений

	Показатели	Градации	Баллы				
выступление	1. Соответствие сообщения заявленной теме, цели и задачам проекта	соответствует полностью	2				
		есть несоответствия (отступления)	1	2	2	2	2
		в основном не соответствует	0				
	2. Структурированность (организация) сообщения, которая обеспечивает понимание его содержания	структурировано, обеспечивает	2				
		структурировано, не обеспечивает	1	2	2	1	1,7
		не структурировано, не обеспечивает	0				
	3. Культура выступления - чтение с листа или рассказ, обращённый к аудитории	рассказ без обращения к тексту	2				
		рассказ с обращением к тексту	1	2	2	2	2
		чтение с листа	0				
	4. Доступность сообщения о содержании проекта, его целях, задачах, методах и результатах	доступно без уточняющих вопросов	2				
		доступно с уточняющими вопросами	1	2	2	2	2
		недоступно с уточняющими вопросами	0				
5. Целесообразность, инструментальность наглядности, уровень её использования	целесообразна	2					
	целесообразность сомнительна	1	2	2	1	1,7	
	не целесообразна	0					
6. Соблюдение временного регламента сообщения (не более 7 минут)	соблюдён (не превышен)	2					
	превышение без замечания	1	2	2	2	2	
	превышение с замечанием	0					
дискуссия	7. Чёткость и полнота ответов на дополнительные вопросы по существу сообщения	все ответы чёткие, полные	2				
		некоторые ответы нечёткие	1	1	2	2	1,7
		все ответы нечёткие/неполные	0				
	8. Владение специальной терминологией по теме проекта, использованной в сообщении	владеет свободно	2				
		иногда был неточен, ошибался	1	1	2	2	1,7
		не владеет	0				
	9. Культура дискуссии - умение понять собеседника и аргументировано ответить на его вопросы	ответил на все вопросы	2				
		ответил на большую часть вопросов	1	1	2	2	1,7
		не ответил на большую часть вопросов	0				

16,5

М. максимальное количество баллов за рукопись проекта - 20

<i>шкала оценки рукописи проекта</i>						
<i>Показатели</i>	<i>Градация</i>	<i>Баллы</i>				
1. <i>Обоснованность и актуальность темы проекта - целесообразность аргументов, подтверждающих актуальность темы проекта</i>	обоснована; аргументы целесообразны	2				
	обоснована; целесообразна часть аргументов	1	2	2	2	2
	не обоснована, аргументы отсутствуют	0				
2. <i>Конкретность, ясность формулировки цели, задач, а также их соответствие теме проекта</i>	конкретны, ясны, соответствуют	2				
	неконкретны, неясны или не соответствуют	1	2	2	2	2
	цель и задачи не поставлены	0				
	явно нецелесообразна или отсутствует	0				
3. <i>Теоретическая значимость обзора - представлена и обоснована модель объекта, показаны её недостатки</i>	модель полная и обоснованная	2				
	модель неполная и слабо обоснованная	1	2	1	2	1
	модель объекта отсутствует	0				
4. <i>Значимость работы для оценки возможного экологического риска в рассматриваемой области</i>	приведена оценка экологического риска	2				
	оценка экологического риска частична	1	1	1	1	1
	нет оценки экологического риска	0				
5. <i>Значимость работы для снижения возможного экологического риска в рассматриваемой области</i>	предлагаются мероприятия для снижения	2				
	снижение риска рассматриваются фрагментарно	1	1	2	2	1
	снижение риска не рассматривается	0				
6. <i>Обоснованность методик доказана логически и/или ссылкой на авторитеты и/или приведением фактов</i>	применение методик обосновано	2				
	методики обоснованы не достаточно	1	2	2	2	2
	методики не обоснованы	0				
7. <i>Наглядность (многообразие способов) представления результатов - графики, гистограммы, схемы, фото</i>	использованы все возможные способы	2				
	использована часть способов	1	2	2	2	2
	использован только один способ	0				
8. <i>Дискуссионность (полемичность) обсуждения полученных результатов с разных точек зрения, позиций</i>	приводятся и обсуждаются разные позиции	2				
	разные позиции приводятся без обсуждения	1	1	1	2	1
	приводится и обсуждается одна позиция	0				
9. <i>Соответствие содержания выводов содержанию цели и задач</i>	соответствуют; гипотеза оценивается	2				
	частично; гипотеза только упоминается	1	1	2	2	1
	не соответствуют; гипотеза не оценивается	0				
10. <i>Оформление рукописи (введение, лит.обзор, материалы и методы, результаты, обсуждение, выводы, литература)</i>	грамотно структурирована (все разделы)	2				
	имеются не все разделы, неуд.список лит-ры	1	2	2	2	2
	оформлена небрежно	0				

Заключительный этап Всероссийской олимпиады школьников по экологии

Управление общего и профессионального образования администрации
Чайковского муниципального района Пермского края

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение

«Средняя общеобразовательная школа №10»

(Новый образовательный центр)

Номинация «Биология и экология беспозвоночных»

**ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКАРИФАГОВ ДЛЯ БОРЬБЫ С
ВРЕДИТЕЛЯМИ ОГУРЦОВ ПОСРЕДСТВОМ
МОНИТОРИНГА И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ**

Автор:

Бедулева Юлия Сергеевна,
Учащаяся класса 11-2
МАОУ «СОШ №10» (НОЦ)

Руководитель:

Пархоменко Надежда Степановна,
Учитель биологии
МАОУ «СОШ №10» (НОЦ)

Консультант:

Салямова Ольга Юрьевна,
Главный агроном ООО
«Теплицы Чайковского»

Содержание

Введение	3
Глава 1. Обзор литературы	6
Глава 2. Методика и материалы	11
2.1 Мониторинг очагов заражения паутиным клещем, обоснование выбора акарифагов	
2.2 Характеристика объектов исследований и обоснованность ответов	
2.3 Построение математической модели «Паутиный клещ-акарифаги»	
Глава 3. Результаты исследований	17
3.1 Мониторинг очагов заражения и расселения акарифагов	
3.2 Анализ урожайности партенокарпических огурцов сорта «Эффект» в зависимости от применения акарифагов	
3.3 Анализ урожайности насекомоопыляемых огурцов сорта «Эстафета» в зависимости от применения акарифагов	
3.4 Математическая модель «Хищник-жертва»	
Заключение	32
Список литературы	33
Приложение 1 «Фотографии, демонстрирующие материалы и оборудование, используемые в исследовании»	36
Приложение 2. «Фотографии, демонстрирующие этапы проведения эксперимента»	38

Введение

Биологический метод защиты растений – метод, основанный на использовании против вредных организмов (животных, фитопатогенных микроорганизмов и сорных растений) исключительно биологических средств, против насекомых-вредителей используются их естественные враги — насекомые-хищники.

Данная работа посвящена изучению биологии, экологии и физиологии энтомофагов, используемых для борьбы с сельскохозяйственным вредителем – паутинным клещом. Паутинные клещи — одни из наиболее распространенных растительноядных видов, повреждающих плантации плодово-ягодных, овощных и декоративных культур.

В нашем исследовании в качестве хищных энтомофагов используют другие виды клещей, относящихся к экологической группе акарифагов. База для проведения исследования была предоставлена ООО «Теплицы Чайковского», расположенного в 9 километрах от города Чайковский. Нам стало интересно узнать, каким образом на данном предприятии борются с вредителями огурцов, и мы провели собственное исследование.

Цель работы: изучение эффективности использования акарифагов для повышения урожайности огурцов.

Эффективность использования хищных клещей будет оцениваться на основании:

- результатов визуального мониторинга;
- построения математической модели типа «Хищник – жертва», где «хищник» - клещ – акарифаг Фитосейулюс (*Phytoseiulus persimilis*), «жертва» - паутинный клещ (*Tetranychus urticae*).

Объекты исследования: паутинный клещ (*Tetranychus urticae*) и его естественные враги – Амлисейус калифорнийский (*Amblyseius californicus*) и Фитосейулюс (*Phytoseiulus persimilis*).

Предмет исследования: биология и экология вышеуказанных клещей, способы борьбы с вредителями, урожайность огурцов, математическая модель.

В работе исследуется урожайность партенокарпических огурцов сорта «Эффект» и пчелоопыляемого сорта «Эстафета».

Сроки исследования: с февраля по июль 2016 года, аналогичный период в 2017 году. Исследования рассчитаны на 2 года.

Задачи:

1. Познакомиться с технологией выращивания огурцов на ООО «Теплицы Чайковского».
2. Овладеть методикой обнаружения вредителей и их подсчета.
3. Сравнить урожайность огурцов на обработанном энтомофагами блоке (опыт) и необработанном (контроль).
4. Сделать вывод об эффективности применения акарифагов, исходя из результатов мониторинга.
5. Построить компьютерную модель численности популяций по типу «Хищник (акарифаги) – жертва (паутинный клещ)».

Гипотезы:

- предполагаем, что использование акарифагов значительно повышает урожайность огурцов;
- в лабораторных условиях можно спрогнозировать рост численности популяции клещей, используя математические модели.

Автор представленной работы самостоятельно изучила биологию вышеуказанных членистоногих, совместно с агрономом теплицы познакомилась с технологией выращивания огурцов, участвовала в процессе сбора и взвешивания урожая. Самостоятельно произвела подсчет количества очагов, зараженных паутинным клещом, помогала сотрудникам расселять хищных клещей. На основании проведенных опытов сравнила полученные результаты с контрольных и опытных участков. Освоила работу с биноклем, дозатором по расселению энтомофагов, изучила методы математического моделирования в биологии. Представленные в работе компьютерные модели – авторские.

Данная работа рассматривает один из **экологических рисков** современности (вероятность возникновения отрицательных изменений в окружающей природной среде) - загрязнение среды пестицидами, накопление их в сельскохозяйственной продукции и передача по цепям питания. Считаем, что данная работа дает оценку возможного экологического риска негативного воздействия пестицидов на огурцы, как продукта питания человека, который является конечным звеном в цепях питания. Все имеющиеся в настоящее время средства химической борьбы с этими организмами приносят краткосрочный эффект и требуют постоянной смены стратегий химической

борьбы, замены одних пестицидов на другие, четкого контроля за дозировками, несоблюдение которых негативно отражается на состоянии самих растений. Безусловно, отдельной огромной проблемой химических методов защиты является экологический аспект. Рассматриваемый в работе метод борьбы с паутинным клещом снимает эти проблемы. Использование этого способа актуально, так как при выращивании огурцов для их опыления используют пчел и шмелей, которые очень чувствительны к ядохимикатам.

Пути снижения экологического риска - отказ от использования химикатов, замена их альтернативным экологически чистым методом – биологическим методом защиты. Биологический метод защиты культурных растений (биологический контроль) широко используют в настоящее время во всём мире для регуляции численности вредителей. Он позволяет снизить количество пестицидов для обработки сельскохозяйственных угодий, что приводит к уменьшению химического загрязнения окружающей среды, а самое главное – получить биологически чистую продукцию, привлекательную для потребителей.

Представленное исследование является результатом прохождения профессиональной пробы и реализации ПРОграммы «ПРОпуск в ПРОфессию» по профессиональному самоопределению старшеклассников Нового образовательного центра.

Выражаем благодарность главному агроному предприятия Салямовой Ольге Юрьевне за предоставление результатов мониторинга за 2013-2015гг, за помощь в освоении методики обнаружения, картирования и борьбы с паразитическими клещами.

Глава 1. Обзор литературы

1.1 Понятие о биологическом способе борьбы и его эффективности

БИОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД (борьбы с вредителями, сорными растениями и болезнями) — использование организмов, которые могут подавлять сорняки, насекомых, клещей и т.д. При биометодом используют насекомых, патогенные грибы, микроорганизмы, а также птиц (в первую очередь для защиты садов). Некоторые из хищных насекомых и клещей были специально завезены к нам из других стран. В основном их используют для борьбы с насекомыми в теплицах. Так, против паутинного клеща используют хищного клеща *Amblyseius californicus* и *Phytoseiulus persimilis*. Они либо сами пожирают вредителей, либо это делают их личинки. Эти клещи очень маленькие, их трудно рассмотреть без микроскопа. Биологические методы борьбы принципиально ориентируются не на полное их уничтожение, а только на удержание численности вредителей на уровне минимального вреда. Более того, большинству растений свойственна реакция активации роста и ветвления в ответ на умеренное повреждение, что делает относительно полезной низкую численность вредителей [1, 23,33].

С 1 января 1990 года в России запрещена химическая обработка в закрытом грунте. Это требует расширения биологических методов борьбы с вредителями. Ведь большая часть продукции теплиц — огурцы, помидоры, салат — идет в пищу без тепловой обработки, и остаточные количества инсектицидов здесь особенно опасны. Биологический метод борьбы с вредителями растений в природных экосистемах (применение паразитов, хищников, возбудителей болезней) в силу сформулированного выше закона невозможен (доказательных фактов успешности его применения в мировой литературе не существует), а в антропогенных экосистемах затраты на его реализацию, как правило, не компенсируются экономическим эффектом [8,18].

Биологические методы борьбы с вредителями основаны на подавлении роста и развития одного вида растений другим, насекомых одного вида насекомыми другого. Мир антагонистов велик и разнообразен, и возможности разработки биологических методов далеко не исчерпаны. К разработке биологических методов привлекают различных специалистов: экологов, агрономов, физиологов, биохимиков, микробиологов, вирусологов и др. Этот метод на приусадебных участках заключается в создании благоприятных условий для развития хищников и паразитов (энтомофагов) вредителей, а

также в применении биологических препаратов. Применение биологических методов борьбы с вредителями предотвращает загрязнение природной среды пестицидами, способствует сохранению полезной фауны. Эти методы все шире внедряются в сельскохозяйственное производство [19, 20, 33].

1.2 История развития биологических методов борьбы

Вред, приносимый растениям болезнями и вредителями, был известен человеку ещё в глубокой древности. Так, в ассирийских клинописях и египетских фресках (3-е тыс. до н. э.) упоминается об опустошительных налётах пустынной саранчи; у древних греческих и римских писателей находят описания ржавчины, головни, рака деревьев и других болезней, считавшихся проявлением «гнева божьего». В начале 18 в. делаются попытки классификации болезней растений (французский ботаник Ж. Турнефор). Во 2-й половине 18 в. многочисленными опытами доказывается заразность многих болезней (в России — А. Т. Болотов). Во 2-й половине 19 в. немецким учёным А. де Бари, русским — М. С. Ворониным и др. были открыты новые виды фитопатогенных грибов, изучены их морфология, особенности развития. С 19 в. появляются также работы обобщающего характера о вредных насекомых. Огромные убытки, нанесённые экономике многих стран во 2-й половине 19 в. вредными насекомыми и болезнями (филлоксера, саранча, фитофтороз картофеля и др.), вызвали необходимость централизации их изучения и разработки мер борьбы с ними. В разных странах появляются государственные бюро, департаменты, управления по энтомологии и фитопатологии, организуются научно-исследовательские работы. В России в конце 70 — начале 80-х гг. 19 в. организуются постоянно действующие Одесская и Харьковская энтомологические комиссии; в 1887 впервые учреждается должность губернского энтомолога, в 1894 при Департаменте земледелия создаётся Бюро по энтомологии, которым заведовал И. А. Порчинский, много сделавший по организации защиты растений в стране. С 1904 возникают энтомологические станции в Киеве, Воронеже, Харькове, Ставрополе, Ташкенте и др.; при некоторых сельскохозяйственных опытных станциях организуются отделы энтомологии. Фитопатологические исследования в 1903—07 проводит Центральная фитопатологическая станция при Петербургском ботаническом саде; с 1907 при Департаменте земледелия учреждают Бюро по микологии и фитопатологии. К 1916 в России насчитывалось 30 учреждений по защите растений. В конце 19 — 1-й половине 20 вв. были открыты тысячи новых видов фитопатогенных грибов, бактерий, вирусов,

нематод (русские учёные А. А. Ячевский, Д. И. Ивановский, И. Л. Сербинов, Г. К. Бургвиц, американские — Э. Смит, У. Стэнли и др.); изучаются видовой состав главных вредителей, их биология и физиология. В основе фитопатологических и энтомологических исследований лежат принципы и методы экологии и биоценологии. Совершенствуются меры борьбы с вредными организмами. Развиваются агротехнические, биологические, химические, биофизические и другие методы борьбы, включающие как способы прямого уничтожения вредных организмов, так и косвенные воздействия через факторы среды, растения-хозяина или комплекс других организмов, связанных в развитии с вредителями или другими патогенами. Русскими учёными Н. М. Кулагиным, Н. В. Курдюмовым и др. впервые выдвигается принцип комплексного дифференцированного использования методов защиты растений и прежде всего профилактических, дающих, как правило, наибольший успех. Первые успешные опыты использования полезных насекомых были осуществлены в Китае (применение хищных муравьёв против гусениц и др. вредителей). Более активные и широкие исследования начинаются в конце 19 в. Начало исследованиям в России положено И. И. Мечниковым (1879), использовавшим гриб — возбудитель зелёной мускардины против хлебного жука и свекловичного долгоносика. Важное значение имели работы И. М. Красильщика, И. А. Порчинского, И. В. Васильева, Н. В. Курдюмова, И. Я. Шевырёва, В. П. [34], Пospelова, Н. А. Теленга и др. учёных. Методы применения паразитов и хищников вредных насекомых в СССР были различны. Эффективными в борьбе с вредителями, завезёнными из других стран, стали интродукция и акклиматизация энтомофагов, ограничивающих их численность на родине. Например, с помощью завезённого (1931) из Австралии хищного жука родолии ликвидированы очаги австралийского желобчатого червеца; с помощью завезённого (1926, 1930) из США паразита афелинуса ведётся эффективная борьба с красной кровяной тлёй. Местные виды энтомофагов используются методом сезонной колонизации. Например, разводят в специальных биологических лабораториях и затем выпускают на посевы паразита яйцеда трихограмму против вредных совок, плодовых и шелкопрядов; жука криптолемуса против мучнистых червецов на цитрусовых культурах и виноградниках; псевдафикуса против червеца Комстока; хищного клеща фитосейулюса против паутиных клещей в теплицах и т.д. Для борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур в ряде стран используют также и патогенные для них грибы, бактерии и вирусы. В СССР было налажено производство бактериального

биопрепарата энтобактерина, успешно применяемого против комплекса листогрызущих вредителей; в сочетании с пестицидами используют грибной биопрепарат боверин против колорадского картофельного жука и др.; изучаются и другие препараты. Разрабатываются методики накопления вирусов ядерного полиэдро́за против непарного и соснового шелкопря́дов, капустной совки и др., вирусов гранулё́за против озимой и зерновой совок и других вредителей. В СССР применяли микробиологический метод борьбы с крысами и мышевидными грызунами — искусственно заражали грызунов болезнетворными микробами, вызывающими губительные эпизоотии. В Австралии против кроликов используют вирус миксоматоза[24, 34].

1.3 Математические модели и их использование в биологии

Математическая модель — математическое представление реальности, один из вариантов модели как системы, исследование которой позволяет получать информацию о некоторой другой системе. Математическое моделирование динамики биологических популяций не только актуальная, но и чрезвычайно интересная проблема. Существование биологического объекта в составе экосистемы обуславливается как закономерными внутренними процессами (репродукция, рост, питание, смертность и др.), так и случайными внешними явлениями, которые оказывают непосредственное влияние на протекание процессов жизнедеятельности. Многие идеи в области моделирования были предложены биологами. Достаточно вспомнить, что родоначальником общей теории систем был биолог Людвиг фон Берталанфи.

Одна из задач, которые решают биологи, - изучение изменения численности животных в некоторой области. Обычно их пересчитывают раз в год, поэтому модель изменения численности получается дискретной – с её помощью можно определить численность с интервалом 1 год.

Исключительную роль в развитии математической экологии сыграла модель «Хищник-жертва» Лотки-Вольтерра. На ее основе можно построить множество иных, более сложных моделей. Например, они могут описывать взаимосвязь не двух, а большего количества ресурсов.

Уравнения Вольтерра послужили отправной точкой для создания большинства динамических моделей как в экологии, так и в микробиологии вплоть до сегодняшнего дня. Вольтерра изучал сосуществование видов при более широких гипотезах, в частности при изменении внешних условий и с учетом явления последействия [35].

Глава 2. Методика и материалы

2.1 Мониторинг очагов заражения паутинным клещем

Для проведения мониторинга численности клещей – жертвы и клещей- хищников вся территория опытной теплицы (площадь 0,5 га) была разбита на грядки по 11 грядок справа и слева от центральной дорожки (на рисунках синим цветом). Каждую грядку в свою очередь делим на 12 пролетов. В компьютере в программе Microsoft Excel была составлена схема, ячейки которой окрашивали в разный цвет в зависимости от размеров очага поражения паразитом.

Синий цвет – довольно крупные очаги, но не на весь лист (фото 7), желтый – маленькие очаги (2-3 взрослые особи и 5-6 молодых, кладки яиц); оранжевый цвет - большие очаги на весь лист (фото 8), желтые с буквой «С» - старые очаги). Совместно с агрономом производили осмотр листьев огурцов и заносили обнаруженные очаги в компьютер. Результаты осмотра отправляются в ЗАО «Тепличный сервис», где на основании мониторинга специалисты составляют программу биозащиты огурцов и предлагают схему расселения акарифагов: количество, частота внесения, видовое предпочтение. На основании полученных рекомендаций специалисты ООО «Теплицы Чайковского» составляют собственную биопрограмму, исходя из возможностей предприятия (таблица 1). В «Теплицах Чайковского» основными членистоногими, используемых для борьбы с паутинным клещом, выбрали амблисейуса и фитосейулюса, или Филька, как ласково называют клеща сотрудники теплицы. Оба клеща хищники, узко специализированы на уничтожении паутинного клеща.

Так как паутинный клещ микроскопически мал, то его присутствие определяем по следам жизнедеятельности вредителей: это могут быть белые или желтые точки на нижней части листьев, которые образуются в результате прокуса клещами тканей растений и высасывания клеточного сока. При массовом поражении листа могут обесцвечиваться и засыхать, между листьев видна тонкая паутина, все это приводит к нарушению фотосинтеза, в результате растение начинает болеть и может погибнуть (фото 8).

2.2 Характеристика объектов исследований и обоснованность выбора

Фитосейулюс (*Phytoseiulus persimilis*) в природных условиях встречается лишь в странах с тропическим климатом. Успешно интродуцирован во многие страны Европы и Америки.

Размер тела акарифага составляет порядка 0.5 мм. Окраска тела варьирует от оранжево-красной до тёмно-красной, иногда вишнёвой. Яйца овальные, молочно-белого цвета с желтовато-оранжевым оттенком, размером 0.18 на 0.21 мм. Они хорошо отличаются от более мелких (0.14 мм) и шарообразных яиц паутиного клеща. Яйца акарифага более требовательны к гидротермическим условиям, чем личинки, нимфы и взрослые особи. Личинка шестиногая желтовато-оранжевой окраски. Размер тела 0.17–0.20 мм. Личинки малоподвижны и не питаются. При обычных условиях цикл онтогенеза в 1,5–1,9 раза короче, чем у паутиных клещей, и занимает около 5 дней при 30°C, 9 дней при температуре 20°C и 25 дней при температуре 15°C. Самка акарифага откладывает от 2 до 6 яиц в сутки, а за жизненный цикл 100 яиц. Продолжительность жизни акарифага порядка 20–25 дней [2, 17, 21, 30].

По пищевой специализации фитосейулюс является типичным олигофагом. Он питается представителями семейства паутиных клещей (обыкновенный и садовый паутиный, боярышниковый и др.). Фитосейулюс может питаться клещами как в активных фазах их развития, так и их яйцами. Самки фитосейулюса уничтожают ежедневно до 30 яиц или до 25 особей вредителя более поздних фаз его развития. Предпочитают питаться свежее отложенными яйцами жертвы. При питании диапаузирующими самками паутиного клеща хищник за сутки уничтожает 4–5 самок вредителя, однако при этом у акарифага снижается плодовитость. Без пищи самки хищника гибнут через 4 суток. Взрослые хищники при избытке жертвы уничтожают преимущественно взрослых вредителей и более крупных нимф, оставляя некоторую часть нимф, личинок и яиц для питания личинок собственного потомства. Уничтожив основную часть колонии вредителя, взрослые клещи мигрируют на другие заселёнными паутиными клещами листья, где вновь откладывают яйца и продолжают свою деятельность.

Преимущества:

- применяется на широком диапазоне культур (овощные, декоративные);
- воздействует на все стадии развития вредителя;
- при оптимальных условиях высокая степень активности;
- простота использования;
- способен подавить популяцию вредителя на 95%;
- пролонгированный эффект применения акарифага [4, 23,30].

Амблисейус (*Amblyseius californicus*)—акарифаг, часто используется для контроля над обыкновенным паутинным (*Tetranychus urticae*), карминовым (*Tetranychus cinnabarinus*), цикламеновым (*Phytonemus pallidus*) клещами и ряде других фитофагов клещей на различных культурах, в умеренных и субтропических регионах по всему миру. В случае отсутствия основного источника пищи, может дополнительно питаться и воспроизводить популяцию за счет альтернативных источников. Взрослые самки размером приблизительно 0,1 мм в длину, овальной формы. Самцы немного меньше, чем самки. Взрослые особи полупрозрачные, бледно-оранжевого, персикового или розового цвета. Яйца округлой формы, примерно 0,04 мм в длину, бледно-белого цвета. Жизненный цикл акарифага состоит из пяти этапов: яйцо, личинка, протонимфа, дейтонимфа и взрослая особь. Общее время воспроизводства при 21°C, почти 10 дней, а при 30°C снижается до 5 дней. Данные показатели — показатели для основной жертвы акарифага — *Tetranychus urticae* составляют соответственно 16 и 7 дней. Продолжительность жизни хищника 20 дней[3, 7, 29]. Самка акарифага откладывает от 2 до 4 яиц в день. В течение суток при 26°C одна особь хищника уничтожает в среднем 11,6 яиц и нимф вредителя. Самка за свою жизнь способна уничтожить 150 клещей. В профилактических целях проводят выселения акарифага из расчета 5–10 особей на 1м², каждые 2–3 недели. При высокой степени развития популяции вредителя применение акарифага, как основного хищника малоэффективно, что объясняется слабым воспроизводством последнего. Дополнительные подселения к основному хищнику — *Phytoseiulus persimilis*, в случае высокой плотности вредителя, проводят из расчета 15–30 особей на 1м², при необходимости выселения проводят повторно. Акарифаг активен при температурах от прим. 8°C до прим. 35°C и может применяться в условиях открытого грунта. Лоялен к широкому диапазону относительной влажности воздуха — 40–80%. Устойчив к ряду синтетических пестицидов (акарицидов, инсектицидов). Данные показатели позволяют использовать акарифага в тех случаях, когда наблюдается

снижение активности *Phytoseiulus persimilis* в результате неблагоприятных условий (летние месяцы).

Преимущества:

- пролонгированность действия, в виду возможности питания альтернативной пищей;
- питается рядом растительноядных клещей;
- отсутствие явления каннибализма;
- широкий диапазон гидротермических показателей при применении акарифага;
- устойчив к воздействиям химических препаратов;
- высокая эффективность при профилактическом применении [9-14, 29].

Паутиный клещ (*Tetranychus urticae*) -это мелкое животное (0,3-0,6 мм) с округлым телом, покрытым редкими, но довольно заметными (под увеличением) щетинками. Самки немного крупнее – до 1 мм. Все виды, в той или иной степени, оплетают пораженные участки растения едва заметной паутиной, за что они и получили свое название. Паутиные клещи живут колониями, как правило прячутся на нижней стороне листьев, под комочками почвы, под опавшими листьями, в оконных рамах и пр. Каждая колония может содержать сотни индивидуумов. Чаще всего клещи желтоватые, буроватые, зеленоватые. Могут иметь темно окрашенные пятна по бокам тела. Непитающиеся зимующие самки обычно рыжевато-красного цвета. Из оплодотворенных яиц появляются самки, из неоплодотворенных выходят самцы. Развитие одного поколения клеща протекает в течение 12-23 дней, в зависимости от температуры и влажности. Оптимальные условия — около 27°C и низкая относительная влажность воздуха. Взрослые самки живут 2-4 недели и способны за это время отложить несколько сотен яиц. Яйца после откладки созревают приблизительно три дня и могут сохраняться живыми до 5 лет в почве, на коре растений, на горшках, в т.ч. в щелях оконных рам и подоконника. Поэтому борьба с этими паразитами может носить очень затяжной характер, если не применять препараты, способные воздействовать на яйца. При неблагоприятном климате они переходят в состояние диапаузы. Это состояние, в котором все физиологические процессы резко замедляются в 3-4 раза, что-то вроде анабиоза. Для получения потомства самка откладывает яйца малочисленными группками по 1-2-3 штуки. Всего она может вывести около 2 сотен яиц. Впоследствии из оплодотворенных выйдут самки, из неоплодотворенных - самцы. Стадия яйца длится трое суток, потом появляются личинки. Продолжительность их развития не больше суток,

затем наступает стадия нимфы. Нимфа самца линяет 3 раза и проживает 1-2 стадии развития, нимфа самки 3 линьки и 2 стадии развития. На это уходит 4 дня. Спустя неделю появляются взрослые особи, способные производить потомство. Самка может располагать яйца на корешках растений, в грунте и т.д. При неблагоприятных условиях внешней среды развитие яиц замирает и может возобновиться даже спустя 4-5 лет. При 20° клещ проходит все стадии развития за 20 суток, при 25° - за 10-12 суток, при 30-32° - за 5-6 дней. При благоприятных климатических условиях, не впадая в диапаузу, взрослая особь существует от 16 до 30 суток [5, 6, 16, 31].

2.3 Построение математической модели «Акарифаг - Паутинный клещ»

2.3.1 Модель неограниченного роста

Обозначим через N_0 начальную численность паутинного клеща, а через N_i численности клеща через полгода (время оборота) с момента начала наблюдений. Количество родившихся и умерших клещей пропорционально численности, поэтому прирост клещей равен $k_p \cdot N_i - k_c \cdot N_i$, где k_p и k_c – коэффициенты рождаемости и смертности. Тогда количество клещей в $(i+1)$ -й оборот может быть вычислен через их количество N_i в предыдущем обороте (рис.1)[35].

$$N_{i+1} = N_i + k_p \cdot N_i - k_c \cdot N_i = (1 + K) \cdot N_i, \quad \text{Формула 1}$$

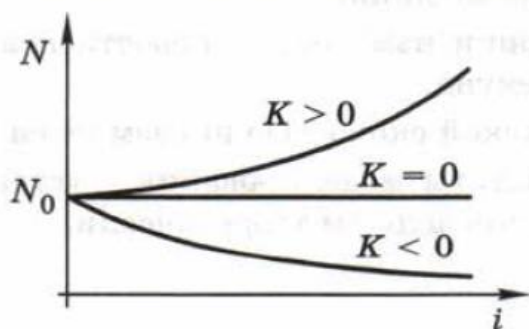


Рис.1. График изменения численности популяции при коэффициенте рождаемости большем смертности, равном смертности и меньшем смертности

Компьютерная модель в Excel

1. Неограниченный рост (модель 1)

В ячейки В1 вносим начальную численность паутинных клещей (N_0) равную 100.

В ячейку В2 вносим максимальную численность популяции (L) равную 1000.

В ячейку В3 вносим коэффициент прироста (k) равный 0,5.

В ячейку В7 вносим формулу неограниченного роста, обозначенную через язык программирования Excel =В1*(В3+1). Протянем данную формулу в диапазоне В7:В34.

2.3.2 Модель ограниченного роста

Бельгийский математик Пьер Ферхюльст предложил ввести максимальную численность популяции L и построить модель так, чтобы численность животных не превышала этой величины. Как только численность приближается к L , коэффициент прироста уменьшается и рост замедляется (рис.2) [35].

$$N_{i+1} = (1 + K_L) \cdot N_i,$$

но теперь коэффициент прироста K_L зависит от численности N_i :

$$K_L = K \cdot \frac{L - N_i}{L},$$

где K — начальный коэффициент (при нулевой численности). Видно, что при увеличении N_i коэффициент K_L уменьшается и при $N_i = L$ становится равен нулю.

Формула 2



Рис.2. Графики, демонстрирующие неограниченный и ограниченный рост популяции

Компьютерная модель в программе Excel

2. Ограниченный рост(модель 2)

В ячейку С7 вносим формулу ограниченного роста, обозначенную через язык программирования Excel =(((1+(\$B\$3*(\$B\$2-\$C6)/\$B\$2))*\$C6)). Протянем данную формулу в диапазоне С7:С34.

Глава 3 Результаты исследований

3.1 Мониторинг очагов заражения и результатов расселения акарифагов

Огурцы были посажены 10.01.2016 года. Первый осмотр растений на обнаружение паутинного клеща был произведен 13.02.2016 (рис.3). Как видно из результатов первого мониторинга, из 1056 ячеек правого пролета клещи были обнаружены в 151 случаях, в левом -137. Таким образом, 27,3 % растений оказались зараженными, но очаги небольшие, на схеме окрашены желтым цветом.

Частота осмотра и внесения акарифагов зависит напрямую от цикла развития паутинного клеща: весь цикл развития от яйца до взрослого клеща проходит за 20 дней, поэтому тщательный мониторинг ведется в течение месяца. Так за февраль 2016 года нами совместно с сотрудниками теплицы было произведено 3 осмотра огурцов (13.02.2016; 17.02.2016; 24.02.2016), в марте (06.03.2016), в апреле (09.04.2016), мае (11.05.2016).

Первое расселение акарифагов было произведено 14.02.2016. Расселение шло по составленной биопрограмме, где прописывается каких и сколько хищников вносят в теплицу (таблица 1). Согласно этой схеме первоначально вносят 4 упаковки по 500 штук *Amblyseius* и 8 упаковок по 4000 *Phytoseiulus*. Такое сочетание хищников считается эффективным и экономически оправданным. Упаковки с *Amblyseius* развешивают между огурцами, на пакетиках делают надрез, хищные клещи выползают из них и расселяются на растениях в поисках паутинного клеща (фото 15). Так как культура *Amblyseius* импортная, то в пакет добавляют отруби для их питания во время транспортировки (фото 16). *Phytoseiulus* расселяют вручную на зараженные листья, используя упаковки с дозаторами (фото 6).

Второй осмотр растений был произведен 17.02.2016. Результаты осмотра представлены на рис.2. Как видно из схемы, количество очагов к этому времени не изменилось, но они перешли в категорию довольно крупных, окрашенных на схеме синим и красным цветами. Большие очаги были обнаружены в 34 пролетах (синий цвет), что составило 3,2 % от общего заражения. Очень большие очаги (красный цвет) составили 20 ячеек - 1,89%. За три дня, прошедшие с момента расселения акарифагов, мы не зафиксировали желаемых результатов (рис. 4).

Уменьшение количества очагов и их размеров мы стали наблюдать через 10 дней после внесения хищных клещей (рис.3, результаты мониторинга от 24.02.2016). Значительно уменьшилось количество больших очагов с 3,2 % до 1,9% (21 синяя ячейка) и очень больших (5 красных ячеек): с 1,89% до 0,5 %. Видимо за этот период хищники благополучно расселились на листьях и начали активно уничтожать паутиного клеща. Внесение акарифагов продолжалось с 10 по 22 недели после посадки - период активной вегетации огурцов и завязывания плодов. Расселяли по 8-9 упаковок в основном фитосейулюса, или Фильку.

Программа биозащиты		
2 блок Огурцы 5000м2		
	Амблисейус калифорн.	Фитоселлиус
вредитель	клещ	клещ
Норма	проф. 25/м2	проф. 2/м2
внесения	легк. 100/м2	легк. 6/м2
частота внесения	однократ	регулярно
Неделя		
1	51	
2	52	2 уп*2тыс
3	1	3уп*500пак
4	2	
5	3	5уп*4тыс
6	6	8уп*4тыс
7	7	
8	8	8уп*4тыс
9	9	
0	10	8уп*4тыс
1	12	8уп*4тыс
2	14	8уп*4тыс
3	16	9уп*2тыс
4	18	9уп*2тыс
5	20	9уп*2тыс
6	22	9уп*2тыс

Таблица1.Биопрограмма расселения акарифагов в опытном блоке теплицы

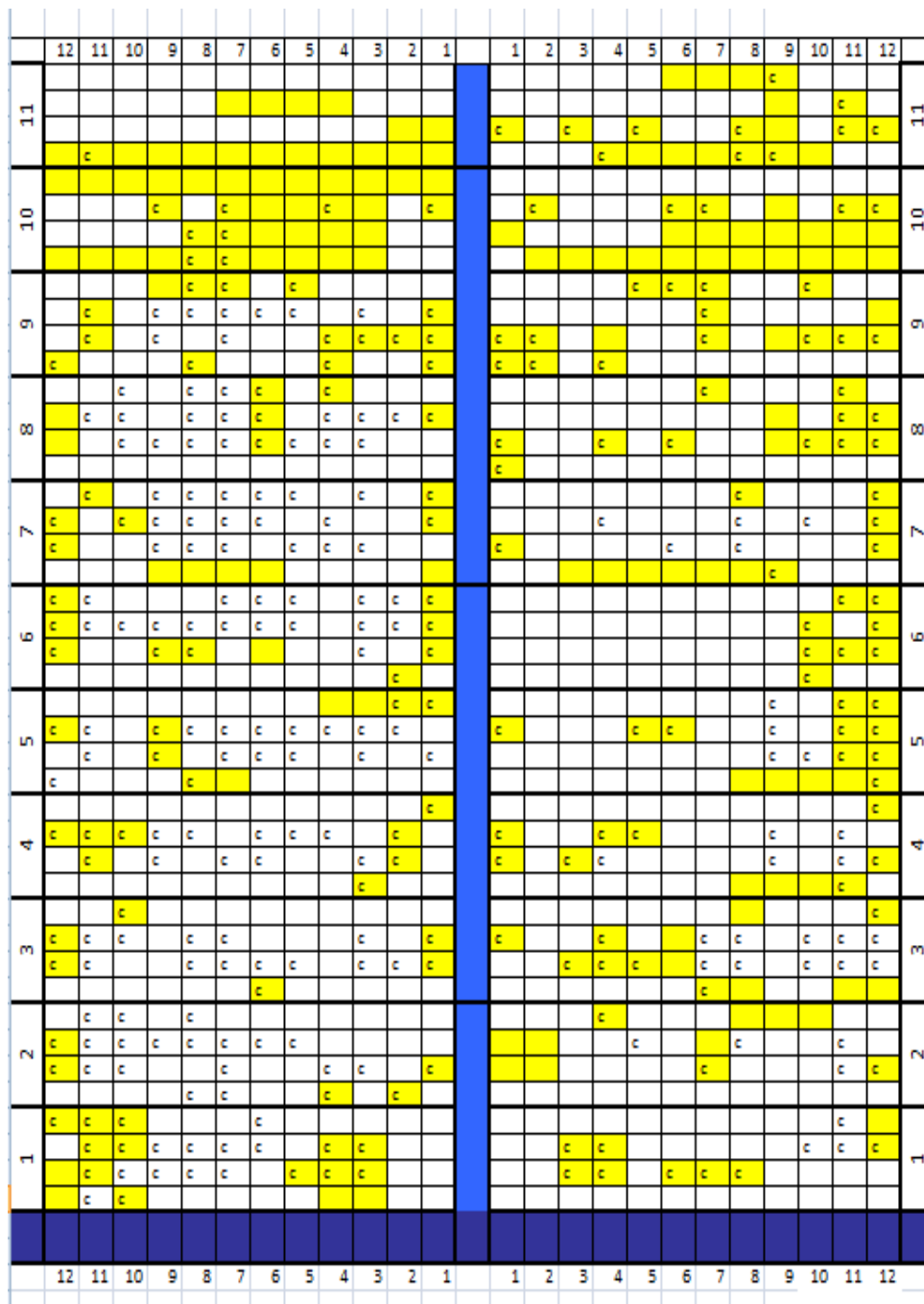
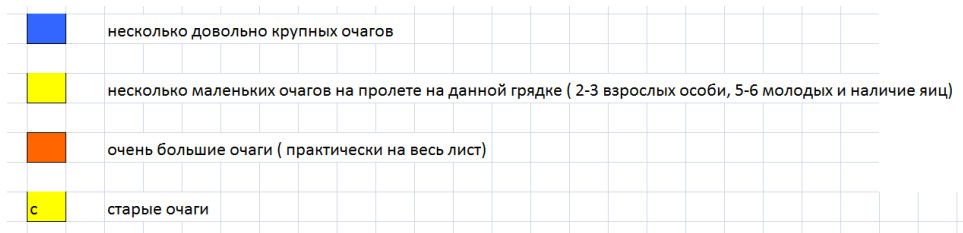


Рис. 3. Результаты мониторинга очагов заражения на 13.02.2016



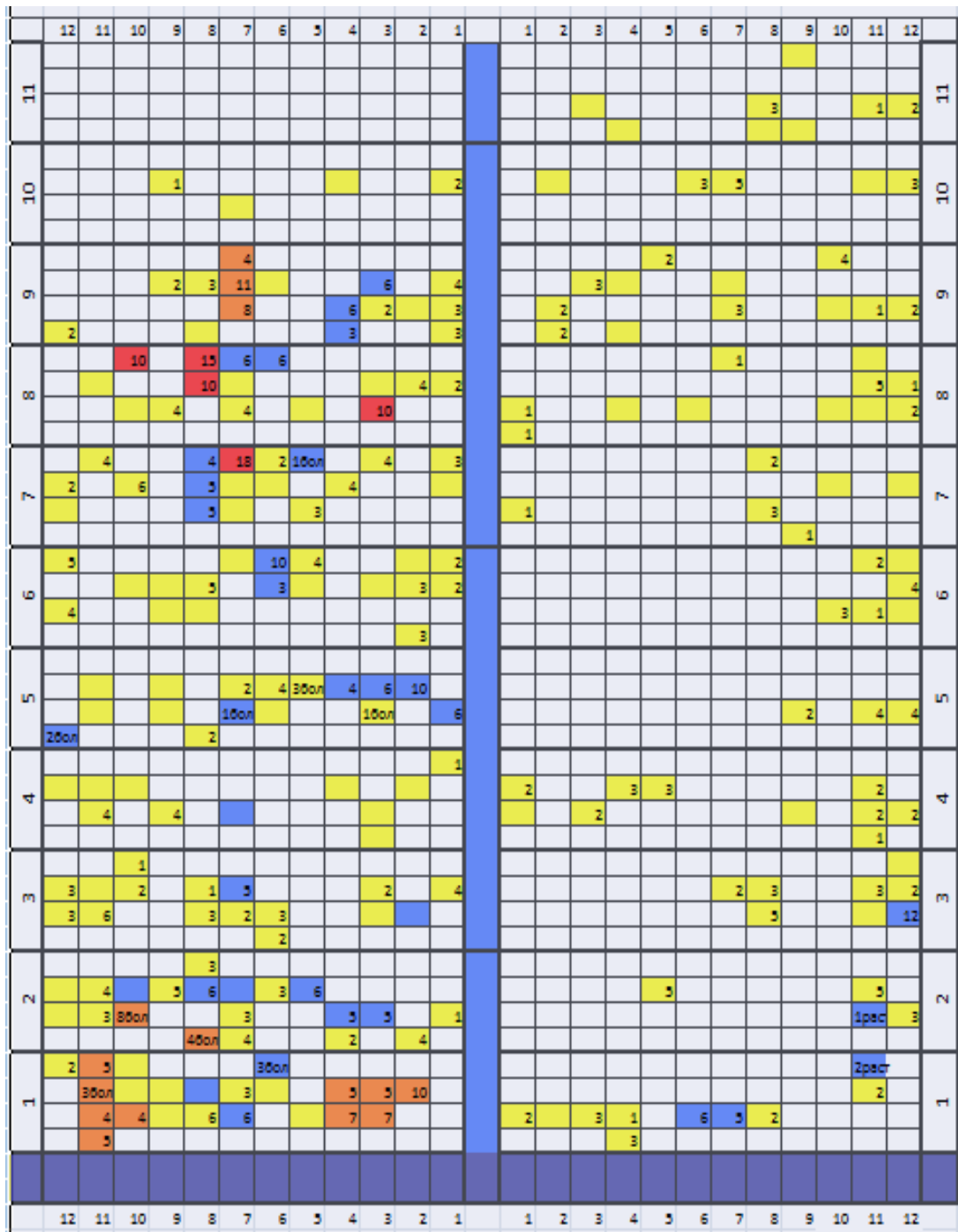


Рис. 4. Результаты мониторинга очагов заражения на 17.02.2016

- несколько довольно крупных очагов
- несколько маленьких очагов на пролете на данной грядке (2-3 взрослых особи, 5-6 молодых и наличие яиц)
- очень большие очаги (практически на весь лист)
- с старые очаги

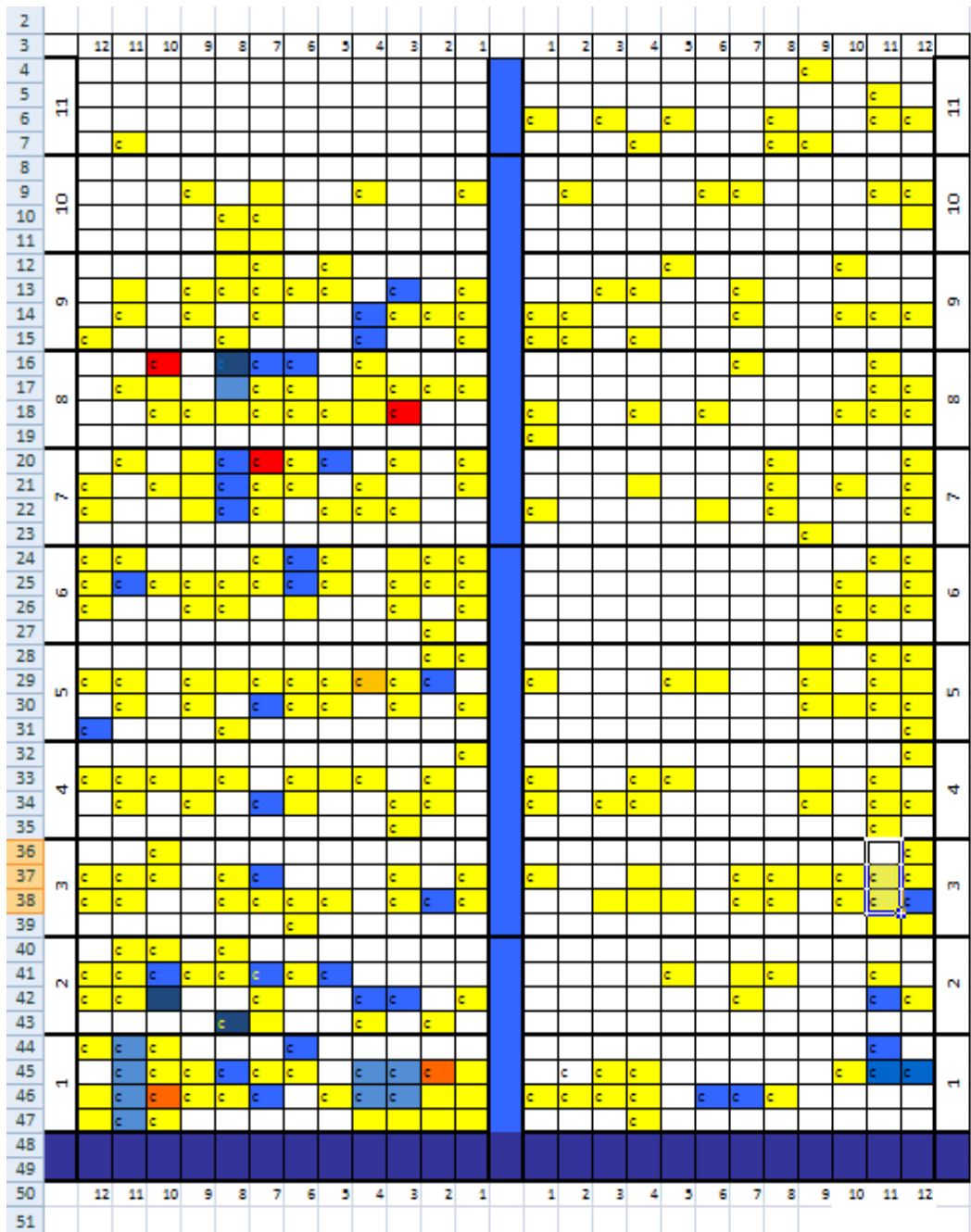






Рис. 5. Результаты мониторинга очагов заражения на 24.02.2016

	несколько довольно крупных очагов
	несколько маленьких очагов на пролете на данной грядке (2-3 взрослых особи, 5-6 молодых и наличие яиц)
	очень большие очаги (практически на весь лист)
	старые очаги

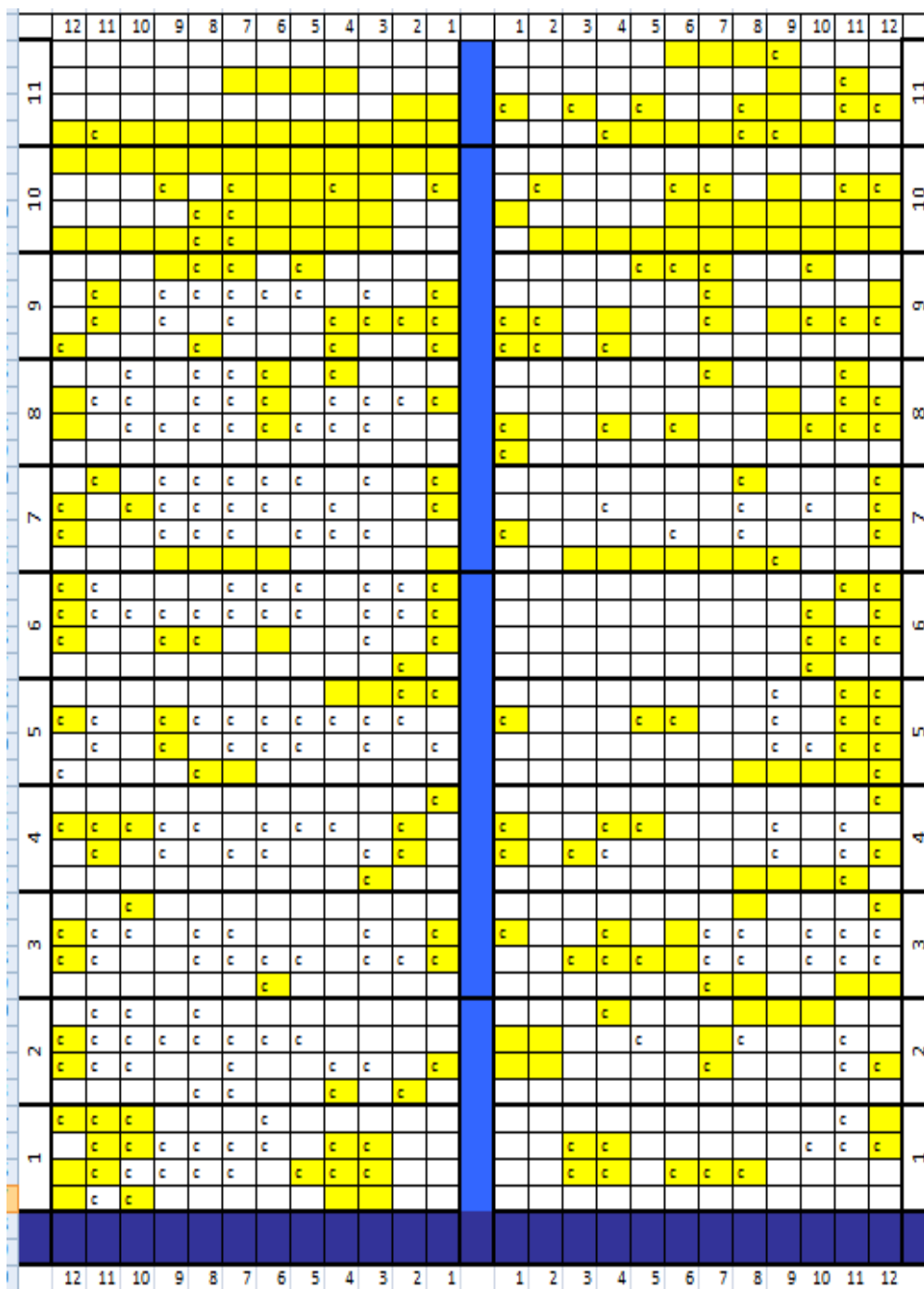
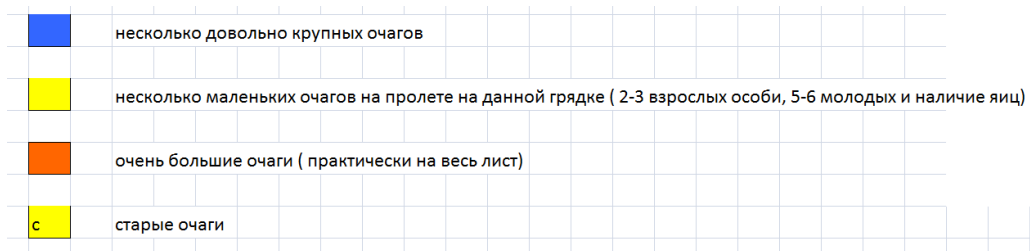


Рис. 6. Результаты мониторинга очагов заражения на 09.04.2016



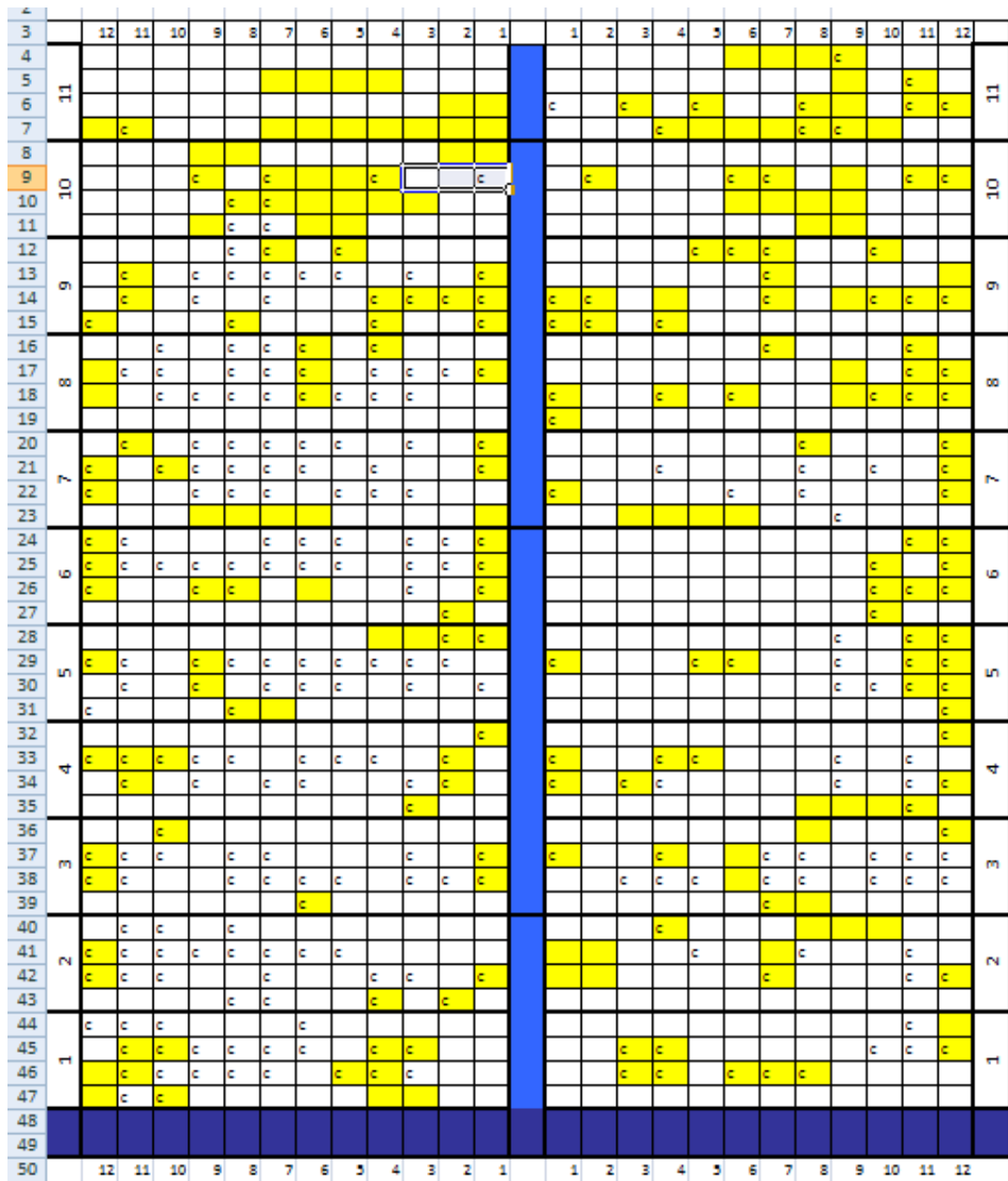






Рис. 7. Результаты мониторинга очагов заражения на 11.05.2016

	несколько довольно крупных очагов
	несколько маленьких очагов на пролете на данной грядке (2-3 взрослых особи, 5-6 молодых и наличие яиц)
	очень большие очаги (практически на весь лист)
	старые очаги

Анализируя результаты мониторинга за 09.04.2016, следует отметить, что к этому времени не было отмечено ни крупных, ни очень крупных очагов. На рисунке исчезли красные и синие цвета, и преобладает желтый цвет с маленькими очагами расселения паутинного клеща (рис. 6). Процент поражения растений составил 25 % (264 ячейки из 1056). Начиная с апреля, теплицы выходят на проектную мощность и начинают собирать наибольшие урожаи огурцов.

Следующий мониторинг был произведен 11.05.2016, результаты представлены на рис. 7. Схема с местонахождением паразита вся в желтой гамме. Визуально видно, что количество очагов значительно уменьшилось, цвет ячеек свидетельствует об их незначительном поражении. Процент поражения равен 20,86% (220 ячеек из 1056).

Предприятие не добивается полного уничтожения паутинного клеща, так как это необходимая пища для хищных клещей: амблисейуса и фитосейулюса.

3.2 Анализ урожайности партенокарпических огурцов сорта «Эффект» в зависимости от применения акарифагов

Сбор урожая огурцов длится в течение оборота - 6 месяцев: начинается в феврале и заканчивается в июне (таблица 2 и 3). Огурцы собирают 3 раза в неделю.

Как видно из таблицы 1, наибольший урожай партенокарпических огурцов сорта «Эффект» (фото 13) был собран в мае и июне, наименьший в феврале и июле. С 1 м² в контроле было собрано в среднем 21,28 кг, с опытных площадок – 23,61 кг, разница составила 2,33 кг. Наибольшая разность урожайности была отмечена в марте (разница между контролем и опытом составила 0,67кг) и мае (разница - 0,62 кг) и июле (разница - 0,64 кг). Если сделать пересчет урожайности на всю теплицу, площадь которой 5000м², то получается значительная разница. Так в контроле за весь период было собрано 106,4 тонн огурцов. В опыте урожайность была больше: 2014 г -139,5 т огурцов; 2015 г - 121 т огурцов; 2016 г - 131,4 т огурцов; средние показатели 130,6 т в год.

Таким образом, эффективность применения акарифагов выразилась в экономической выгоде равной 24,2 тонн продукции.

3.3 Анализ урожайности насекомоопыляемых огурцов сорта «Эстафета» в зависимости от применения акарифагов

Данные урожая сорта «Эстафета» представлены в таблице 2. С 1 квадратного метра в контроле было собрано в среднем 20,28 кг, с опытных площадок – 27,46 кг, разница составила 7,08 кг. Наибольшая разность урожайности была отмечена в мае (разница между контролем и опытом составила 1, 56 кг) и июне (разница 3,82 кг).

Зафиксированная разница в урожае с м² между контролем и опытом незначительная, однако если сделать перерасчет на всю теплицу, как и в предыдущем случае, то получается значительная разница. В контрольный 2013 год (не обрабатывали акарифагами) было собрано 101, 9 т огурцов, это значительно меньше, чем в последующие годы, когда для борьбы с клещом использовали энтомофагов: 2014 г – 129,4 т огурцов; 2015 г – 140,85 т огурцов; 2016 г – 141,6 т огурцов; в среднем за эти годы было собрано 137,3 т продукции. Эти данные подтверждают эффективность применения в теплице биологических методов борьбы с паразитами, которые дали предприятию выгоду в 35,4 тонн огурцов.

Следует так же отметить, «Эстафета» является насекомоопыляемым сортом, и пчелы очень чувствительны к ядохимикатам, используемых для борьбы с паразитами. Поэтому применение акарифагов – решение данной проблемы.

Мониторинг урожайности партенокарпических огурцов сорта «Эффект» в зависимости от применения акарифагов, кг/м²

Год	Февраль кг/м ²	Март кг/м ²	Апрель кг/м ²	Май кг/м ²	Июнь кг/м ²	Июль кг/м ²	Итого кг/м ²	Всего, кг на 5000 м ²
2013 (контроль)	0,28	2,8	5,2	7,1	5,3	0,6	21,28	106400
2014 (опыт)	0,34	3,6	6,35	7,9	7,7	2	27,89	139450
2015 (опыт)	0,25	3,76	5,49	6,93	6,94	0,93	24,2	121000
2016 (опыт)	0,33	3,05	5,02	8,32	8,68	1,08	26,28	131400
среднее 14-16гг	0,25	3,47	5,62	7,72	5,21	1,34	23,61	118050
разница	-0,03	0,67	0,42	0,62	-0,09	0,74	2,33	11650
план	0,2	3	5	7,85	7,75	1,2	25	

При сопоставлении урожайности разных сортов огурцов, отмечаем, что урожайность была больше по сравнению с партенокарпическим сортом «Эффект».

Выращивание насекомоопыляемых сортов огурцов более трудоемкий процесс по сравнению с выращиванием партенокарпических сортов, так как связан дополнительно еще и с уходом опылителей: пчел и шмелей. Но, несмотря на это, предприятие отдает предпочтение насекомоопыляемым сортам из-за высоких вкусовых качеств.

Продукция данного предприятия, выращенная без применения ядохимикатов, считается экологически чистой, высококачественной, пользуется большим спросом у покупателей.

Мониторинг урожайности насекомоопыляемых огурцов сорта «Эстафета» в зависимости от применения акарифагов, кг/м²

Год	Февраль кг/м ²	Март кг/м ²	Апрель кг/м ²	Май кг/м ²	Июнь кг/м ²	Июль кг/м ²	Итого кг/м ²	Всего
2013(контроль)	0,28	2,6	5	7	4,9	0,6	20,38	10190 0
2014(опыт)	0,09	2,5	5,7	8,2	7,4	2	25,885	12942 5
2015(опыт)	0,64	3,7	4,58	7,89	9,4	1,96	28,17	14085 0
2016(опыт)	0,16	2,76	4,11	9,6	9,37	2,32	28,32	14160 0
Среднее14-16гг	0,29	2,99	4,79	8,56	8,72	2,09	27,46	13730 0
разница	0,01	0,39	-0,21	1,56	3,82	1,49	7,08	35400
План	0,2	3	4,5	8,1	8	7,2	25	

3.4 Результаты построения математической модели «Хищник-жертва»

Из литературных данных мы выяснили, что цикл развития паутиного клеща составляет 28 дней. За всю жизнь самка откладывает около 200 яиц. Предположим, что начальная численность паутиного клеща (N_0) равна 100, коэффициент рождаемости (k) паутиных клещей при отсутствии акарифагов равен 0,5.

Модель 1 неограниченного роста (рис 9) отражает изменение численности паутиного клеща без хищника-Фильки.

Если представить, что коэффициент рождаемости паутиных клещей больше их смертности, то график роста этой популяции будет экспоненциальный и будет соответствовать кривой на рис. 9

Английский ученый и экономист Томас Мальтус использовал ее для описания роста населения Земли, поэтому эту модель иногда называют моделью Мальтуса.

Недостаток этой модели в том, что она не учитывает ограниченность ресурсов, влияющих на численность клещей: освещенность, влажность, температурный режим, качество субстрата и количество пищи. Поэтому модель Мальтуса адекватна только при небольших интервалах наблюдений.

	A	B	C
1	N_0	100	
2	L	1000	
3	k	0,5	
4			
5	Год	N (неогр. рост)	N(огр. рост)
6	0	100,0	100,0
7	1	150,0	145,0
8	2	225,0	207,0
9	3	337,5	289,1
10	4	506,3	391,8
11	5	759,4	511,0
12	6	1139,1	635,9
13	7	1708,6	751,7
14	8	2562,9	845,0
15	9	3844,3	910,5
16	10	5766,5	951,2
17	11	8649,8	848,4
18	12	12974,6	786,7
19	13	19462,0	744,6
20	14	29192,9	713,7
21	15	43789,4	689,9
22	16	65684,1	670,8
23	17	98526,1	655,2
24	18	147789,2	642,2
25	19	221683,8	631,1
26	20	332525,7	621,5
27	21	498788,5	613,1
28	22	748182,8	605,7
29	23	1122274,1	599,1
30	24	1683411,2	593,2
31	25	2525116,8	587,9
32	26	3787675,2	583,0
33	27	5681512,9	578,6
34	28	8522269,3	574,5

Рис. 8. Таблица с вводными данными, выполненная в программе Microsoft Excel

После ввода начальных данных строим график изменения численности паутиных клещей при отсутствии акарифагов (рис.9). Данный график соответствует реальным данным первого месяца оборота, когда акарифагов не вносят.



Рис. 9. График, демонстрирующий экспоненциальный рост популяции паутиных клещей при отсутствии хищников



Рис. 10. График изменения численности паутинового клеща в зависимости от внесения акарифагов

Модель 2 Ограниченного роста при наличии хищников – фитосейюлуса

Учитывая цикл развития паутинного клеща и его плодовитость, предположим, что Филька за день съедает 25 взрослых особей и 30 яиц паразита. Цикл развития хищника короче цикла развития паразита на 7 дней и составляет 21 день.

Внесение Фильки было произведено спустя месяц после посадки огурцов. Полученная модель (рис.10) наглядно демонстрирует изменение численности паутинного клеща. После внесения акарифагов численность популяции паразита будет продолжать расти в течение 10 дней, так как хищники не успели расселиться и не поедают паутинного клеща. Спустя 10 дней популяция паутинного клеща уменьшается, после чего наблюдается стабилизация, так как акарифаги не поедают всех жертв, а оставляют их для своего потомства, в этом проявляется забота о последующем поколении.

Описанную выше зависимость численности паутинного клеща от внесения акарифагов можно смоделировать в лабораторных условиях. Результаты прогнозирования отражены на рисунке 10.

Как видно из графика численность паразитов после внесения акарифагов продолжает расти - кривая идет вверх. Когда хищники расселились, то они начали поедать своих жертв – паутинных клещей, кривая идет вниз. Затем наступает равновесие – количество клещей обоих видов остается примерно постоянным. Численность жертв не достигает предельного значения, так как мешают хищники. Вместе с тем количество Филек не растет бесконечно – не хватает еды.

Таким образом, в теплице наблюдается равновесие численности обоих видов (рис.11).



Рис. 11 Графики, отражающие зависимость численности паутинного клеща от внесения Фильки

Заключение

В работе представлен четырехлетний мониторинг эффективности использования акарифагов как биологический способ борьбы с паразитами при выращивании огурцов. В ООО «Теплицах Чайковского» основными членистоногими, используемых для борьбы с паутинным клещом, являются акарифаги: амблисейус и фитосейулюс. Исследовали урожайность партенокарпического сорта «Эффект» и пчелоопыляемого сорта «Эстафета».

Для проведения мониторинга численности клещей в программе Microsoft Excel была составлена схема, ячейки которой окрашивали в разный цвет в зависимости от размеров очага поражения паразитом: синий цвет – довольно крупные очаги, но не на весь лист, желтый – маленькие очаги (2-3 взрослые особи и 5-6 молодых, кладки яиц); оранжевый цвет - большие очаги на весь лист, желтые с буквой «С» - старые очаги. Мониторинг урожайности длится в течение одного оборота (6 месяцев) ежегодно: с февраля по июль.

В ходе исследования были сделаны следующие **выводы**:

- В контроле партенокарпических огурцов за весь период было собрано 106,4 тонн огурцов. В опыте урожайность была больше: 2014 г -139,5 т огурцов; 2015 г - 121 т огурцов; 2016 г - 131,4 т огурцов; средние показатели 130,6 т в год. Эффективность применения акарифагов выразилась в 24,2 тонн продукции.
- В контроле пчелоопыляемых огурцов было собрано 101, 9 т огурцов, это значительно меньше, чем в опыте: 2014 г – 129,4 т огурцов; 2015 г – 140,85 т огурцов; 2016 г – 141,6 т огурцов; в среднем за эти годы было собрано 137,3 т продукции. Эффективность применения акарифагов составила 35,4 тонн огурцов.
- Наибольшая урожайность огурцов обоих сортов была отмечена в марте и мае.
- Математическая модель типа «Хищник-жертва» помогает спрогнозировать рост численности клещей в лабораторных условиях, составить программу биозащиты огурцов от вредителей, рассчитать нормы и сроки внесения акарифагов.

Таким образом, гипотезы, выдвинутые в начале исследования, подтвердились. Результаты мониторинга продемонстрировали, **эффективность** применения акарифагов как биологического способа борьбы с паутинным клещом, урожайность насекомоопыляемого сорта «Эстафета» была больше по сравнению с партенокарпическим сортом «Эффект».

Использование акарифагов снимает ряд экологических проблем: отказ от пестицидов, которые могут накапливаться в почве, в тканях и плодах растений. Применение акарифагов при выращивании огурцов - решение проблемы использования пчел и шмелей, которые очень чувствительны к ядохимикатам.

Отказ от химических способов борьбы с вредителями, дает предприятию экономическую выгоду, делает продукцию биологически чистой, не вредной для здоровья, плоды с высокими вкусовыми качествами, и поэтому продукция данного предприятия востребована у покупателей.

Список литературы

1. Акимов, И.А. Разработка и реализация принципов отбора перспективных для биометода акарифагов / Акимов И.А., Колодочка Л.А., Барабанова
2. Акимов, И.А. Хищные клещи в закрытом грунте / Акимов И.А., Колодочка Л.А.-Киев, 1991. 144 с.
3. Анисимов, А.И. Совершенствование способов выпуска хищных клещей из рода *Amblyseius* в борьбе с трипсами в теплицах на огурце / Анисимов А.И., Великань В.С., Доброхотов С.А. // Вестник защиты растений. СПб-Пушкин, СПб., 2007. - № 4. - С. 47-53.
4. Бегляров, Г.А. Материал по фауне и численности хищных клещей — фитосейид Тамбовской области / Бегляров Г.А., Радецкий В.Д., Полякова // Пятое всесоюзное акарологическое совещание: тезисы докл. — Фрунзе, 1985. С. 29-30.
5. Бондаренко, Н.В. Вредители овощных культур в парниках и теплицах / Бондаренко Н.В. -М.-Л.: Сельхозгиз, 1953. 116 с.
6. Бондаренко, Н.В. В теплицах без пестицидов / Бондаренко Н.В. // Защита растений. 1984. - № 5. - С. 13-14.
7. Великань, В.С. Использование хищных клещей из рода *Amblyseius* против трипсов в теплицах Северо-Запада России / Великань В.С., Доброхотов С.А. // Вестник защиты растений / ВИЗР. СПб., 2005 а. - № 2. - С. 37-44.
8. Гуменная, Н.П. Будущее за биометодом / Гуменная Н.П. // Защита и карантин растений. 2002. - № 10. - С. 12-13.
9. Гуменная, Г.Н. К вопросу производства и применения хищного клеща амблисейуса в защищенном грунте / Гуменная Г.Н. // Гавриш. 2006. - № 4. - С.
10. Доброхотов, С.А. Опыт разведения хищного клеща амблисейуса в теплицах / Доброхотов С.А. // Интегрированная защита сельскохозяйственных растений. Сб. научн. трудов ЛСХИ. Л., 1990. - С. 9-10.
11. Доброхотов, С.А. Некоторые особенности поведения хищного клеща амблисейуса в теплицах на огурце / Доброхотов С.А. // Защита сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков. Сб. научн. трудов ЛГАУ.-Л., 1991.-С. 15-18.
12. Доброхотов, С.А. Нормы выпуска амблисейуса в борьбе с трипсами на огурце / Доброхотов С.А. // Защита и карантин растений. — 2005 в. № 10. -С. 19-20.
13. Доброхотов, С.А. Применение амблисейуса при новых технологиях выращивания огурца в теплицах / Доброхотов С.А., Анисимов А.И. // Защита и карантин растений. - 2007 а. - № 1. - С. 25-26.
14. Доброхотов, С.А. Применение хищного клеща амблисейуса в комплексной биологической защите растений огурца в теплицах / Доброхотов С.А., Сторожков Ю.В. // Ленинградский межотраслевой центр н.т. инф. и пропаганды. Л., 1990. Инф. лист. № 738-90. - 2 с.

15. Ижевский, С.С. Защита тепличных и оранжерейных растений от вредителей / Ижевский С.С., Ахатов А.К., Олейник К.Н., Миронова М.К., Борисов Б.А. М.: КМК, 1999. - 399 с.
16. Красавина, Л.П. Вредители, энтомофаги и акарифаги закрытого грунта / Красавина Л.П., Дорохова Г.И., Великань В.С., Белякова Н.А., Козлова Е.Г. СПб., 2000. - 56 с.
17. Кузнецов, Н.Н. Хищные клещи Прибалтики / Кузнецов Н.Н., Петров В.М. Рига: Зинанте, 1984. - 140 с.
18. Монастырский, А.Л. Массовое разведение насекомых для биологической защиты растений / Монастырский А.Л., Горбатовский В.В.// -М. -1991,-238 с.
19. Павлюшин, В.А. Основные элементы современной биологической защиты растений / Павлюшин В.А. // Биологическая защита растений в Восточно-Сибирском регионе. Материалы научно-производственного семинара (Иркутск, 12-12 июля 2001 г.). СПб., 2002. - С. 3-10.
20. Рукавишников, Б.И. Интегрированная защита тепличных культур / Рукавишников Б.И. // Защита растений. 1980. - № 9. - С. 56-58.
21. Слепко, Е.В. К методике разведения хищного клеща амблисейуса / Слепко, Е.В. // Защита растений от вредителей и болезней в условиях экологизации сельскохозяйственного производства. Сб. научн. трудов СПбГАУ. СПб., - 1992. - С.
22. Танский, В.И. Принципы разработки экономических порогов вредности насекомых в растениеводстве / Танский В.И. // В кн.: Проблемы защиты растений от вредителей, болезней и сорняков. М., 1979. ~ С. 261-265.
23. Тронь, Н.М. Роль хищников в динамике численности сосущих вредителей растений защищённого грунта / Тронь Н.М., Крыжановская Т.В. // Материалы первого Всероссийского съезда по защите растений. СПб, 1995.-С. 373-374.
24. Яркулов, Ф.Я. Экологические основы биологической защиты овощных культур в теплицах Приморского края / Яркулов Ф.Я., Белякова Н.А., Лед-нёв Г.Р., Новикова И.И., Павлюшин В.А. СПб. - Владивосток, 2006. 183 с.

Интернет-источники:

25. Бурковский А., Биологические агенты контроля паутинного клеща, компания «Биотех Системс» [Электронный ресурс]. URL <http://ovoschevodstvo.com/journal/browse/201007/article/198/>
26. Фото фитосейулюса [Электронный ресурс]. URL http://3.bp.blogspot.com/-VmX7WvgAnsM/UTi1z1yy5kI/ACJs/elr_RjIvSZk/s1600/ambliseius.jpg
27. Фото амблисейуса [Электронный ресурс]. URL http://shop.ecobio.club/media/com_ksenmart/images/products/w350xh350/middle-middle-color-center-center-1-0-0-1469811547.7697.jpg

28. Русский фермер ©Фермерское хозяйство в России, Портал для хозяев своей земли: фермеров, дачников и огородников! Цикл развития паутиного клеща [Электронный ресурс]. URL <http://rusfermer.net/ogorod/vrediteli/pautinnyj-kleshh>
29. Доброхотов С.А., Совершенствование методов разведения и применения хищных клещей из рода *Amblyseius* для борьбы с трипсами в теплицах. Научная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat [Электронный ресурс]. URL <http://www.dissercat.com/content/sovershenstvovanie-metodov-razvedeniya-i-primeneniya-khishchnykh-kleshchei-iz-roda-amblyseiu#ixzz52NafIQDy> Научная библиотека диссертаций и авторефератовdisserCat
30. Фитоселлиус[Электронный ресурс]. URL <http://saddom-nn.ru/index.php/en/15-icetheme/homepage-blog/228-backstage-with-the-president-5>
31. Побыванец Р., Помощники-хищные клещи [Электронный ресурс]. URL <http://planeta2012.com.ua/produksiya/biologicheskie-agenti/101-pomoshniki-klechi?showall=1&limitstart=>
32. Фото паутиного клеща
<https://localtvwdaf.files.wordpress.com/2015/09/promo267502390.jpg>
33. Биологические методы борьбы с вредителями [Электронный ресурс]. URL <http://ru-ecology.info/term/1504/>
34. Биологические методы борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур[Электронный ресурс]. URL<http://biofile.ru/bio/34575.html>
35. Математические модели в биологии [Электронный ресурс]. URL <http://vklasse.org/11-klass/uchebniki/informatika/kyu-polyakov-ea-eremin-2013-chast-1>

Фотографии, демонстрирующие объекты исследования



Фото 1. *Amblyseius californicus* под микроскопом [26]



Фото 2. *Phytoseiulus persimilis* под микроскопом [27]



Фото 3. Паутиный клещ под микроскопом [32]



Фото 4. Поврежденный паутиным клещом лист под бинокляром (фото Ю. Бедулева, 2017)



Фото 5. Паутинный клещ под микроскопом (фото Ю. Бедулева, 2017)



Фото 6. Дозатор для расселения акарифагов (фото Ю. Бедулева, 2017)



Фото 7. Незначительное повреждение листа паутинным клещом (фото Ю. Бедулева, 2017)

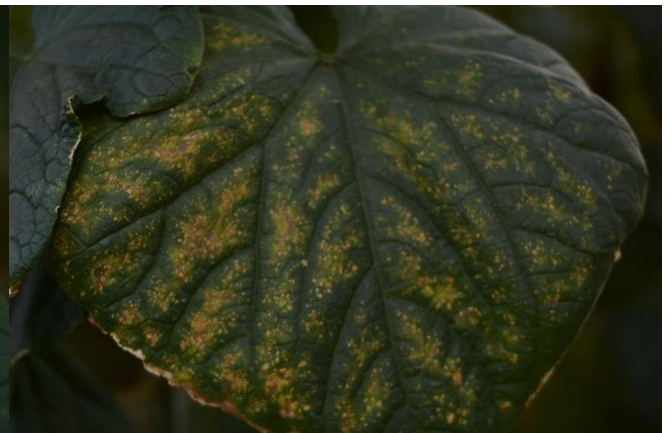


Фото 8. Окончательный этап повреждения листа паутинным клещом (фото Ю. Бедулева, 2017)

Фотоматериал, демонстрирующий этапы проведения исследования

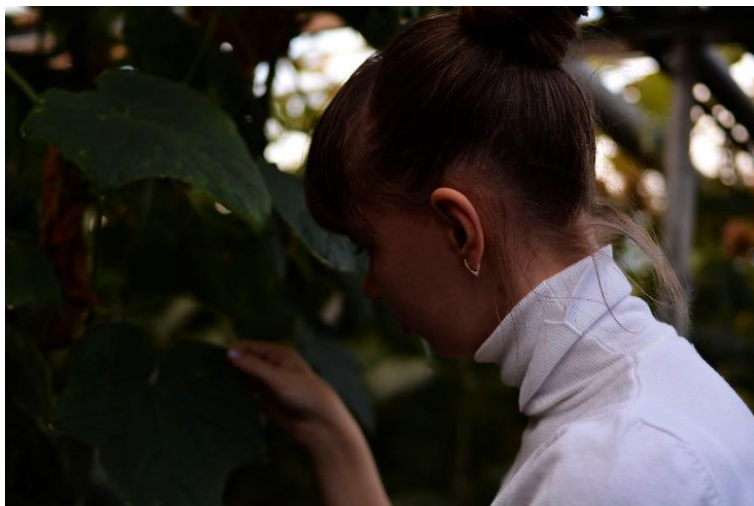


Фото 9. Осмотр листьев огурца на наличие очагов паутинного клеща (фото Н. Пархоменко, 2017)



Фото 10. Оценка листьев на степень поражения паразитом (фото Н. Пархоменко, 2017)



Фото 11. Расселение акарифагов на пораженные листья огурцов (фото Н. Пархоменко, 2017)



Фото 12. Наблюдение за паутинным клещом под бинокляром (фото Н. Пархоменко, 2017)



Фото 13. Партенокарпический сорт огурцов «Эффект» (фото Ю. Бедулева, 2017)



Фото 14. Пчелоопыляемый сорт огурцов «Эстафета» (фото Ю. Бедулева, 2017)



Фото 15. Упаковка с *Amblyseius californicus* (фото Ю. Бедулева, 2017)



Фото 16. *Amblyseius californicus* в отрубях (фото Ю. Бедулева, 2017)