

На правах рукописи

Лихацкий Дмитрий Михайлович

**ОСОБЕННОСТИ ЭНТОМОФАУНЫ АГРОЦЕНОЗА
ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЯХ
ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В СТЕПНОМ ПОВОЛЖЬЕ**

Специальность 06.01.07 – защита растений

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Саратов 2016

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Чекмарева Людмила Ивановна

Официальные оппоненты: **Каменченко Сергей Емельянович**,
доктор сельскохозяйственных наук,
ФГБНУ «Научно-исследовательский институт
сельского хозяйства Юго-Востока»
ведущий научный сотрудник лаборатории
«Защита растений»

Москвичев Александр Юрьевич,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор
ФГБОУ ВО Волгоградского ГАУ, профессор
кафедры «Садоводство и защита растений»

Ведущая организация: ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский
агролесомелиоративный институт»

Защита состоится _____ 2016 года в ____ часов в часов на заседании
диссертационного совета Д220.061.05 при федеральном государственном бюд-
жетном образовательном учреждении высшего образования «Саратовский гос-
ударственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова» по адресу: 410012,
г. Саратов, Театральная площадь, д.1.
e-mail: dissovet01@sgau.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Саратовский
ГАУ и на сайте www.sgau.ru.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2016 года

Ученый секретарь
диссертационного совета

Нарушев Виктор Бисенгалиевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. В течение последних десятилетий видовой состав и вредоносность фитофагов в Поволжье зависит от почвенно-климатических и организационно-хозяйственных условий. Исследования показали, что постепенно нарастает численность, повышается вредоносность и расширяется ареал не только традиционных вредителей, но и ранее не проявлявшихся видов.

В связи с переходом к адаптивно-ландшафтным системам земледелия с менее интенсивной механической обработкой почвы, изменяются условия существования не только культурных растений, но и энтомофауна агроценозов. Отсюда возникает необходимость в изучении энтомокомплекса. Это позволит разработать приемы сохранения видového разнообразия полезной энтомофауны, активизировать ее деятельность и значительно снизить затраты на возделывание сельскохозяйственных культур за счет сокращения инсектицидных обработок и способствовать улучшению экологической обстановки в регионе. Решение этой проблемы для степного Поволжья составляет основу настоящей работы и определяет ее актуальность.

Степень разработанности проблемы. В работах С.Е. Каменченко (1980), Б.С. Якушева (1985), В.И. Танского (2006), И.Д. Еськова, (2007), В.Г. Каплина (2007), Н.А. Емельянова, Е.Е. Критской (2010), Л.И. Чекмаревой (2012) и других ученых описаны видовой состав и биоэкологические особенности развития фитофагов яровой пшеницы, влияние на динамику их численности экологических факторов в условиях Саратовской области. Однако было недостаточно освещено влияние технологических процессов, в частности разных технологий обработки почвы на видовой состав, динамику численности фитофагов, на сохранность энтомофагов в агроценозах зерновых культур.

Цель исследований заключалась в выявлении видového состава энтомофауны агроценозов яровой мягкой пшеницы, изучении экологии вредителей и их энтомофагов при энергосберегающих технологиях обработки почвы в степном Поволжье.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- определить доминирующий видовой состав фитофагов и энтомофагов в посевах яровой мягкой пшеницы;
- изучить особенности динамики численности цикадок, тлей и клопов с учетом различных технологий обработки почвы;
- определить вредоносность фитофагов на посевах яровой мягкой пшеницы;
- установить влияние абиотических и биотических факторов на динамику численности энтомофагов в посевах яровой мягкой пшеницы;
- выявить степень влияния приемов обработки почвы на сохранность популяций хищников и паразитов фитофагов;
- определить роль энтомофагов в регуляции численности вредителей яровой мягкой пшеницы;

- рассчитать потери урожая от комплекса сосущих вредителей и экономическую эффективность возделывания яровой мягкой пшеницы при различных приемах энергосберегающих технологий обработки почвы;

- предложить практические рекомендации с разработанными экономическими порогами вредоносности клопов при энергосберегающих технологиях обработки почвы.

Научная новизна. Изучено влияние приемов обработки почвы на видовой состав энтомофауны яровой мягкой пшеницы в степном Поволжье.

Определены комплексы видов цикадовых (*Cicadinea*), тлевых (*Aphidinea*) и клопов (*Miridae*, *Pentatomidae*, *Scutelleridae*) в посевах яровой мягкой пшеницы.

Установлены различия в динамике численности и поведении насекомых при различных технологиях обработки почвы при выращивании яровой мягкой пшеницы.

На основе корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализов проанализирована роль абиотических и биотических факторов среды в динамике численности вредных и полезных насекомых, как представителей агроценоза яровой мягкой пшеницы в условиях степного Поволжья. Изучено влияние способов обработки почвы на сохранность энтомофагов цикадок, тлей и клопов на посевах яровой мягкой пшеницы. Установлены пороги вредоносности клопов по различным технологиям обработки почвы для определения необходимости проведения химических мероприятий.

Теоретическая и практическая значимость работы. Выявлены особенности распространения и вредоносности фитофагов, позволяющие обосновать практические мероприятия, направленные на снижение количества вредителей и активизацию энтомофагов, что позволит в отдельные годы отказаться от применения инсектицидов. Результаты исследований послужили основой для уточнения и разработки экономических порогов вредоносности основных фитофагов с учетом различных способов обработки почвы на яровой мягкой пшенице.

Рекомендации внедрены в ООО «Эвелина» Саратовского района Саратовской области на площади 300 га, что позволило снизить производственные затраты на 18 %. Экономический эффект составил 2,15-2,21 тыс. рублей с 1 гектара.

Объект и предмет исследований. Объекты исследований – фитофаги и их энтомофаги агроценоза яровой мягкой пшеницы. Предмет исследований – изменение видового состава фитофагов и их энтомофагов, динамики численности и вредоносности сосущих фитофагов (цикадок, тлей, клопов) при возделывании яровой мягкой пшеницы на фоне энергосберегающих технологий обработки почвы.

Методология и методы исследований. В работе использованы результаты ранее проведенных исследований, информационные издания и другие материалы по видовому составу фитофагов и их энтомофагов зернового агроценоза. При получении и обработке результатов полевых исследований использовались экспериментальные, статистические, экономические методы.

Основные положения, выносимые на защиту:

- видовой состав насекомых доминирующих видов в агроценозе яровой мягкой пшеницы при энергосберегающих технологиях обработки почвы;
- изменение численности основных вредителей с колюще-сосущим ротовым аппаратом и их энтомофагов по фенофазам яровой мягкой пшеницы;
- влияние абиотических и биотических факторов на численность вредных и полезных насекомых в посевах яровой мягкой пшеницы;
- вредоносность цикадок, тлей, клопов при различных приемах обработки почвы при выращивании яровой мягкой пшеницы;
- экономическая эффективность защиты яровой мягкой пшеницы при энергосберегающих технологиях обработки почвы.

Степень достоверности подтверждается многолетним периодом проведения лабораторных и полевых исследований, необходимым количеством наблюдений, измерений и анализов, использованием апробированных общепринятых методик, статистической обработкой полученных результатов методом дисперсионного и корреляционного анализа.

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы докладывались на Международной научно-практической конференции «Вавилонские чтения» (Саратов, 2012-2015); на XII международной конференции «Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК» (Брянск, 2015); на всероссийских, региональных и внутривузовских научно-практических конференциях (Саратов, 2012-2015; Пенза, 2012-2013, Оренбург, 2015).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 6 научных статей, в том числе 3 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 7 глав, заключения, предложений производству. Работа изложена на 183 страницах компьютерного текста, включает 35 таблиц, иллюстрирована 39 рисунками, содержит 37 приложений. Список использованной литературы включает 225 наименования, в том числе 24 на иностранных языках.

Личный вклад автора. Соискателю принадлежит постановка проблемы, разработка программы исследований, выбор объектов и критическая оценка литературных источников, проведение полевых и лабораторных исследований, обработка фактических данных, обобщение результатов исследований, изложение заключения и разработка предложений производству.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность проблемы, показана степень разработанности темы, определены и сформулированы цели, задачи исследований, научная новизна, основные положения, выносимые на защиту, обоснованность и достоверность, практическая и теоретическая значимость, приведены: апробация работы, публикации, структура и объем диссертации.

В первой главе приводится обзор литературы. Исследованиями российских и зарубежных ученых в последние годы изучен видовой состав фитофагов и их энтомофагов в агрофитоценозах и характер его изменения. В связи с пере-

ходом на новые энергосберегающие технологии возделывания зерновых культур важное место занимают обработки почвы, среди которых широко распространяются минимальная и нулевая обработки. В связи с этим большое значение приобретает изучение влияния этих обработок на видовой состав, динамику численности и вредоносность основных фитофагов, а так же исследования биологических мер борьбы с вредителями (П.И. Сусидко, В.Н. Писаренко, 1983; Stassart et al., 1983; В.И. Танский, В.А. Чулкина, 1984; В.И. Танский, А.Е. Чумаков, 1984; И.Н. Пластун и др., 1988; House G.J., Alzusaray M.R., 1989; И.Г. Бокина, 2006, В.И. Танский, 2008).

Во второй главе приведены методики выполнения исследований, рассмотрены агроклиматические особенности степного Поволжья.

Исследования проводились в 2012-2014 гг. на опытном поле Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова в Саратовском районе Саратовской области.

Климат района проведения исследований сухой континентальный. Сумма активных температур 2500-2700 °С. Среднегодовое количество осадков 392 мм. ГТК составляет 0,6-0,9. Почва – чернозем южный. По погодным условиям 2012 год был засушливым, 2013 и 2014 годы относительно влажными.

Исследования включали в себя 2 опыта. Схема первого опыта состояла из шести вариантов: 1. Нулевая обработка почвы; 2. Нулевая обработка почвы + опрыскивание инсектицидом; 3. Минимальная обработка почвы; 4. Минимальная обработка почвы + опрыскивание инсектицидом; 5. Вспашка; 6. Вспашка + опрыскивание инсектицидом.

Схема второго опыта включала четыре варианта: 1. Вспашка после люцерны; 2. Вспашка после люцерны + опрыскивание инсектицидом; 3. Вспашка после чечевицы; 4. Вспашка после чечевицы + опрыскивание инсектицидом.

Площадь делянки – 200 м². Расположение делянок рендомизированное. Повторность четырехкратная. В фазы кущения и начала молочной спелости яровой мягкой пшеницы проводили опрыскивание посевов инсектицидом Актара (д.в. тиаметоксам, 240 г/л, кс) нормой расхода 0,06 л/га. Участок с обработкой инсектицидом был принят за контроль установления вредоносности фитофагов – клопов, тлей, цикадок (по И.П. Дядечко, 1964).

Учеты по выявлению видового состава насекомых при разных обработках почвы проводили по фазам вегетации яровой пшеницы, используя следующие методики: визуальное исследование проводили по методике Г.Е. Осмоловского (1964); детальное исследование проводилось на модельных растениях по методике К.К. Фасулати (1971); фенологические и фаунистические исследования насекомых по выявлению видового состава, фенологии энтомофагов по фазам развития культуры по методике В.Ф. Палий (1970).

Количество пробных площадок для исследований видового состава насекомых (по 1 м²) на каждом варианте варьировало в зависимости от метода учета численности вредителей. Учет проводился методом стандартного кошения энтомологическим сачком – 1 стандартное кошение (1 ст.к.) – 25 взмахов в 4-х кратной повторности. Для исследования насекомых, живущих на поверхности почвы, использовали земляные ловушки, по 20 шт. на варианте.

Численность злаковых тлей и клопов учитывалась на растениях с 1 м² в 4-х кратной повторности. Учеты проводились каждые 7 дней в период вегетации яровой мягкой пшеницы. Изучение характера повреждения яровой мягкой пшеницы клопами проводилось с использованием марлевых изоляторов в фазы кущения, колошения и молочной спелости. Учет кокциnellид производили на 1 м², златогазок – на 100 модельных растениях в 4-х кратной повторности.

Определение видового состава собранных насекомых проводилось и подтверждалось по коллекциям насекомых, составленным по соответствующим группам: М.И. Дмитриевой, В.И. Танским, А.Ф. Емельяновым, М.Е. Тер-Миносян, В.Ф. Шиловым (1973-1985).

Биологическую урожайность определяли методом учетных площадок, хозяйственную – прямым комбайнированием. Для исследований и наблюдений за развитием яровой мягкой пшеницы были использованы общие методические указания по проведению полевых опытов (Б.А. Доспехов, 1985; Б.Д. Кирюшин, 2004, 2005). Экономическую эффективность определяли по общепринятым методикам (А.В. Голубев, Л.В. Трушина, 1994). Экспериментальные данные обрабатывались методами дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализов на компьютере по методике Б.А. Доспехова (1985) с использованием программ Excel и Agros.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В третьей главе представлены исследования по выявлению видового состава фитофагов агроценоза яровой мягкой пшеницы в степном Поволжье. Установлено изменение состава доминирующих видов, за счет внедрения минимализации обработки почвы. Выявлено 24 вида фитофага, относящиеся к 7 отрядам, 38 видов хищных энтомофагов, относящиеся к 4 отрядам насекомых и пауки 6 семейств. Обнаружены паразиты злаковых тлей.

В фазу кущения наибольшее количество всех видов фитофагов было зафиксировано в контрольном варианте при вспашке и меньшее количество на опытных делянках с минимальной обработкой. В конце вегетации больше всего насекомых было при нулевой обработке почвы. Это больше половины всех учтенных особей фитофагов в опыте. Меньше всего фитофагов питалось яровой мягкой пшеницей при минимальной обработке почвы. При нулевой обработке в конце вегетации численность фитофагов была значительной. Это можно объяснить хорошими условиями их перезимовки при сохранении стерни.

Отмечено, что в фазу кущения при нулевой обработке почвы доминировали тли – 92%, в то время как при вспашке их было 64%. При минимальной обработке преобладали шведские мухи – 94%. Здесь же сосущие фитофаги были представлены только цикадками и клопами. В целом, в фазу кущения, видовой состав фитофагов на вспашке был самым широким – шесть групп растительноядных насекомых, в т.ч. хлебные блошки (0,8%) и саранча (0,4%) (рисунок 1).

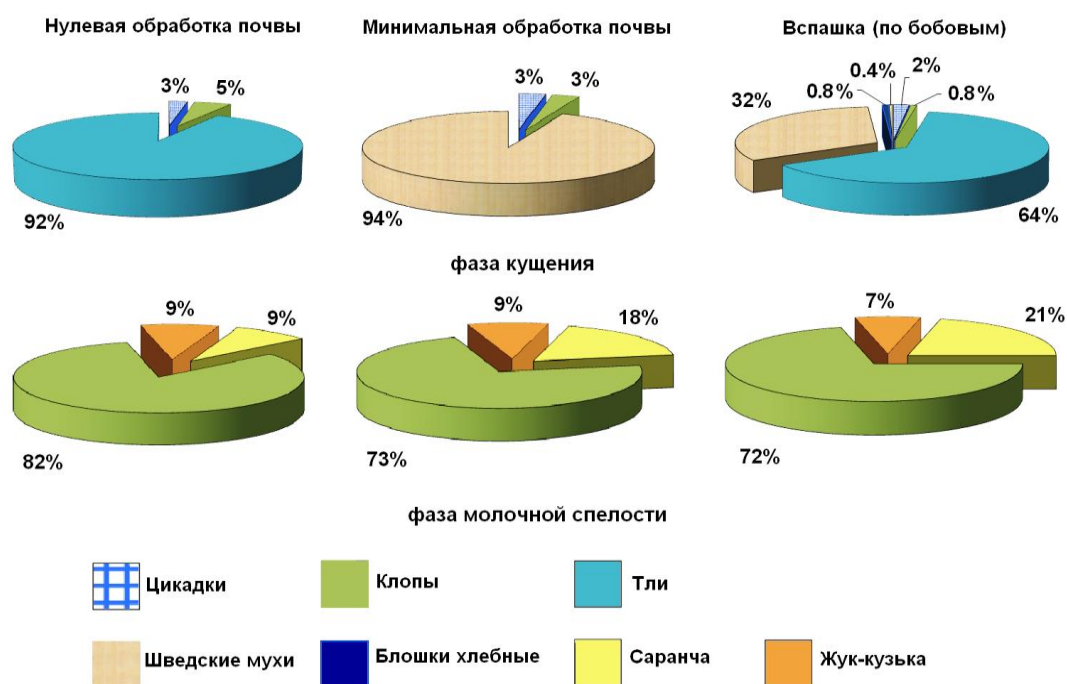


Рисунок 1 – Соотношение видового состава фитофагов при разных приемах обработки почвы

В фазу молочной спелости видовой состав фитофагов сократился до видов насекомых, способных питаться созревающим зерном (клопы, саранча и жук-кузьяка). В этот период доминировали клопы на всех видах обработки: на нулевой обработке – до 82%, при минимальной обработке – до 73%, при вспашке – до 72%.

Самый распространённый и многочисленный вид клоп вредная черепашка (*Eurygaster integriceps* Put.) уступил место представителям семейств Щитники – *Pentatomidae* (остроголовые клопы элии) и Слепняки – *Miridae* (хлебные и другие клопики) (рисунок 2).



Рисунок 2 – Соотношение видового состава клопов при разных приемах обработки почвы

За период вегетации яровой мягкой пшеницы наиболее многочисленными оказались хлебные клопики (сем. *Miridae*) – в среднем по опыту 72,3% от всех выявленных полужесткокрылых (от 68% – при минимальной обработке до 79% –

при вспашке почвы). В достаточно большом количестве представлены остроголовые клопы – элии (14% – при вспашке, 17% – при нулевой и 21% – при минимальной обработках почвы). Вредоносные клопы-черепашки в наибольшем количестве представлены при нулевой обработке почвы – 13%.

В фазу кущения посевы яровой мягкой пшеницы оказались более привлекательны для хлебных клопиков. Отмечена вспышка их численности. В фазу молочной спелости видовой состав стал шире за счет клопов семейства *Scutelleridae* и *Pentatomidae* (клопы-черепашки и элии). В годы исследований, были зафиксированы вспышки численности сосущих вредителей – злаковых тлей и клопов слепняков.

Приемы обработки почвы влияли на численность и видовой состав фитофагов. На фоне нулевой обработки почвы клопы составляли 9,4%, злаковые цикадки – 21,9%, злаковые тли – 68,7%. На фоне минимальной обработки почвы клопы занимали 9,2 %, злаковые цикадки – 29,8%, злаковые тли – 61,0%; на фоне вспашки – 7,6%, 33,5% и 58,9% соответственно.

Увеличение численности и видового состава фитофагов в зависимости от обработки почвы происходит в ряду: минимальная обработка → нулевая обработка → вспашка.

Доминирующие виды энтомофагов – кокцинеллиды и пауки, занимали больше половины сообщества в агроценозах при энергосберегающих технологиях обработки почвы (рисунок 3).

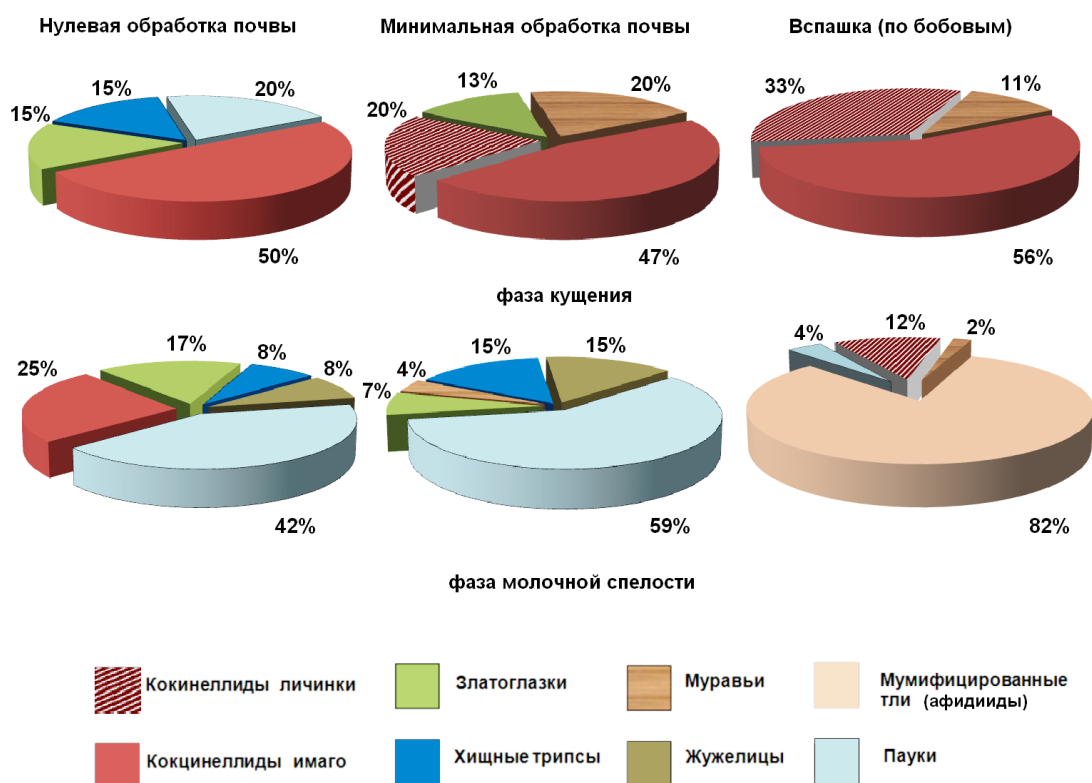


Рисунок 3 – Соотношение видового состава энтомофагов в агроценозе яровой мягкой пшеницы при разных приемах обработки почвы

В фазу кущения на нулевой обработке почвы было 50% имаго кокци-неллид, на минимальной обработке почвы – 47% имаго и 20% личинок кокци-неллид (67% популяции кокцинеллид от всех учтенных энтомофагов в вариан-те).

На вспашке процентное соотношение имаго и личинок кокцинеллид со-ставило 56% и 33%, соответственно, т.е. 89% популяции кокцинеллид от всех учтенных энтомофагов в варианте.

Среди остальных представителей отмечены златоглазки (превалирующие на нулевой обработке почвы 15% в фазу кущения и 17% в фазу молочной спе-лости, и на минимальной обработке почвы – 13% и 7% соответственно), хищ-ные трипсы (на нулевой обработке почвы 15% в фазу кущения и 8% в фазу мо-лочной спелости, на минимальной обработке почвы 15% в фазу молочной спе-лости), а так же муравьи, жужелицы.

Увеличение видового состава энтомофагов в зависимости от обработки почвы происходит в ряду: вспашка → нулевая обработка = минимальная обра-ботка.

Численность самых эффективных энтомофагов пшеничных агроценозов (кокцинеллид и пауков) в зависимости от обработки почвы увеличивалась в ря-ду: нулевая обработка → вспашка → минимальная обработка.

В четвертой главе представлена динамика численности цикадок, тлей, клопов и влияние на них экологических факторов.

На жизнедеятельность и численность насекомых большое значение ока-зывают погодные условия.

Численность тлей, цикадок и клопов была тесно связана с суммой осад-ков за вегетацию яровой мягкой пшеницы. При математическом анализе экспе-риментальных данных зависимость численности тлей (y) от суммы осадков за вегетацию (x) выражались уравнением вида $y=427,5-0,34x$. Коэффициент корр-еляции равнялся $r=-0,370$.

Зависимость следует разделить на два этапа: первый – при выпадении осадков до 170 мм, второй – при количестве осадков более 170 мм. В первом случае коэффициент корреляции равнялся $r=0,739$. При увеличении суммы осадков за вегетацию с 90 мм до 170 мм численность тлей возрастала с 300 до 420 экз. на 1 м².

Во втором случае наблюдалась обратная тесная связь численности тлей с суммой осадков. Коэффициент корреляции равнялся $r= -0,771$.

С увеличением суммы осадков с 170 мм до 250 мм численность злаковой тли снижалась с 420 до 300 экз. на 1 м². Видимо интенсивные осадки способ-ствовали смыванию тлей с растений.

Зависимость численности тлей (y) от величины гидротермического коэф-фициента (x) аппроксимировалось уравнением вида $y=442,2-0,53x$ при коэффи-циенте корреляции $r= -0,530$. С увеличением температуры численность тлей снижалась, особенно при выпадении осадков.

Численность цикадок (y) с увеличением осадков с 100 мм до 270 мм возраст-тала с 110 до 220 экз./ст.к. Уравнение взаимосвязи имело вид $y=67,34+0,59x$.

Коэффициент корреляции $r=0,910$. С увеличением гидротермического коэффициента (х) отмечено увеличение численности цикадок. Уравнение взаимосвязи имело вид $y=94,056+74,35x$, при коэффициенте корреляции $r=0,810$.

Аналогично цикадкам, сумма осадков влияла на численность клопов. Численность клопов (у) увеличивалась с увеличением суммы осадков (х). Коэффициенты корреляции соответственно равнялись $r=0,920$; $r=0,880$ и $r=0,951$ (рисунок 4).

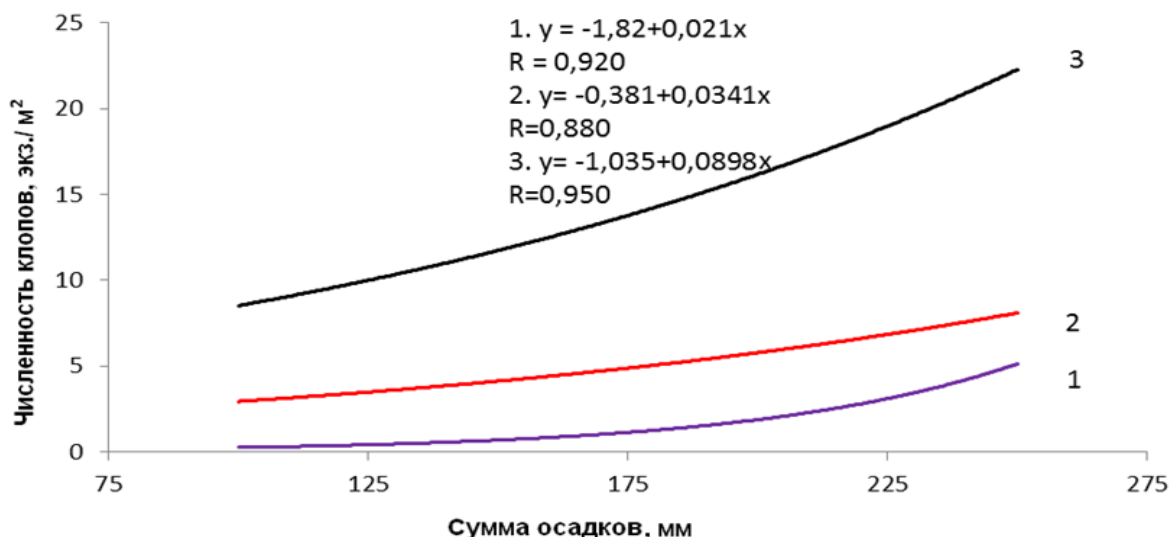


Рисунок 4 – Влияние осадков на численность различных видов клопов
 (1 – клоп-черепашка, 2 – остроголовый клоп, 3 – хлебный клопик)

1. $t_{\phi}=3,28$ $t_{05}=3,18$ $t_{\phi}>t_{05}$; 2. $t_{\phi}=3,58$ $t_{05}=3,57$ $t_{\phi}>t_{05}$; 3. $t_{\phi}=3,20$ $t_{05}=3,18$ $t_{\phi}>t_{05}$

Наиболее интенсивно с увеличением осадков возрастала численность хлебных клопиков (рисунок 5).

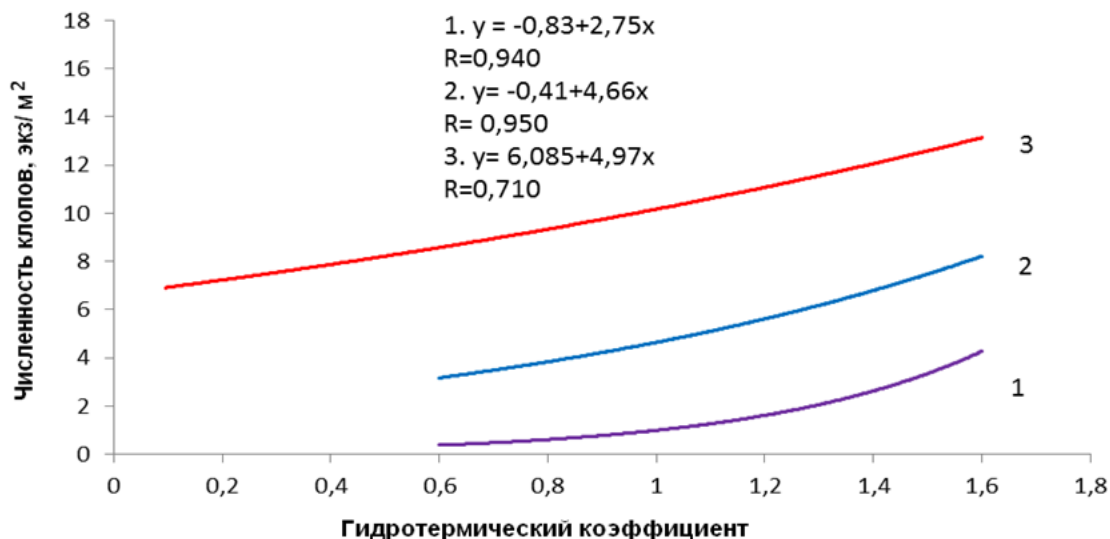


Рисунок 5 – Влияние гидротермического коэффициента на численность клопов
 (1 – клоп-черепашка, 2 – остроголовый клоп, 3 – хлебный клопик)

1. $t_{\phi}=4,33$ $t_{05}=4,3$ $t_{\phi}>t_{05}$; 2. $t_{\phi}=4,33$ $t_{05}=4,3$ $t_{\phi}>t_{05}$ 3. $t_{\phi}=2,30$ $t_{05}=4,30$ $t_{\phi}<t_{05}$

Аналогичную зависимость численность клопов (y) имело от гидротермического коэффициента (x). Коэффициенты корреляции равнялись в зависимости от вида соответственно $r=0,940$; $r=0,950$ и $r=0,710$.

В первый период вегетации на нулевой и минимальной обработках почвы численность клопов была выше, чем на вариантах со вспашкой, а к концу вегетации численность клопов растет более интенсивно при вспашке.

В засушливый год динамика численности клопов указывала на постепенное снижение роста популяции фитофага, в то время как во влагообеспеченные годы в период налива – молочной спелости зерна нарастание численности клопов все еще продолжалось (рисунок 6).

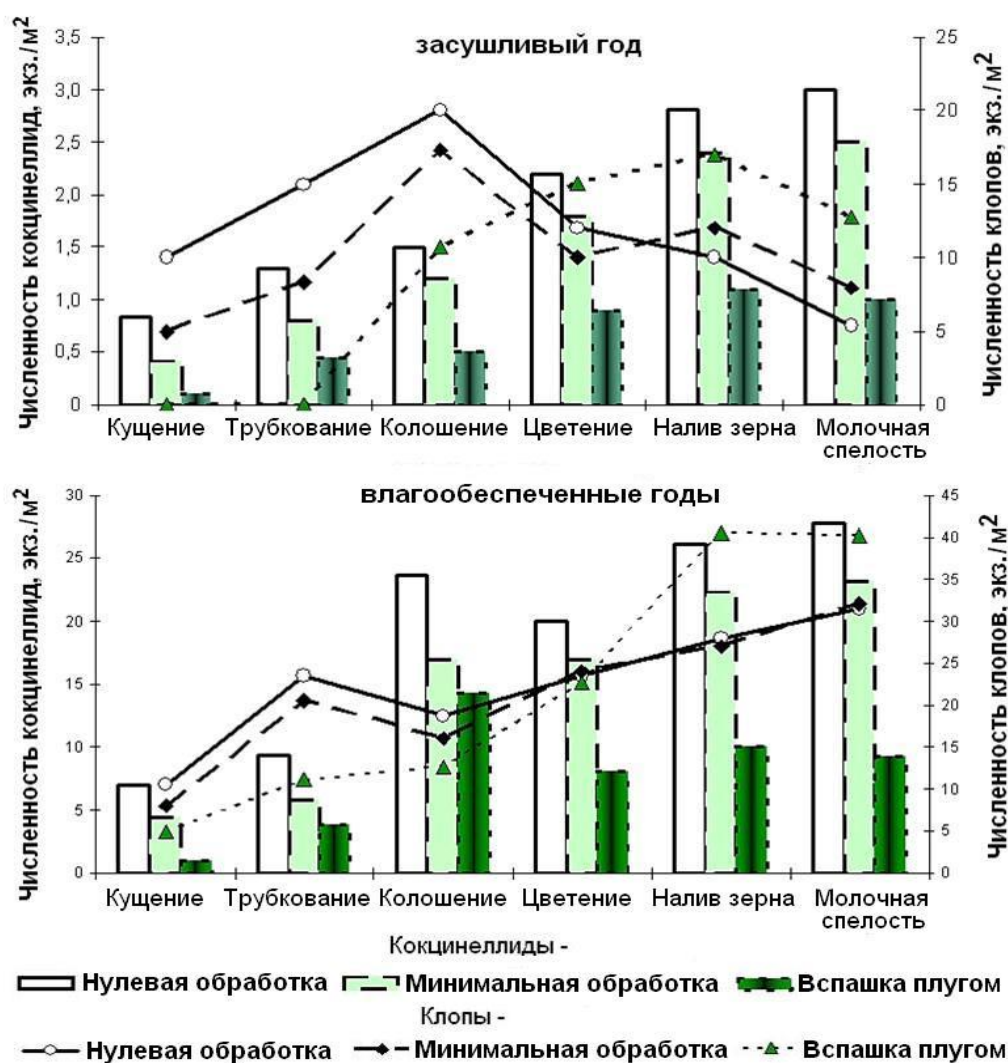


Рисунок 6 – Динамика численности кокциnellид и клопов в засушливый (2012 г.) и влагообеспеченные годы (среднее за 2013–2014 гг.)

Численность кокциnellид постепенно возрастает к концу вегетации вне зависимости от влагообеспеченности года, это связано с особенностями цикла развития энтомофага и тем, что клопы для хищных коровок не являются излюбленной пищей.

В пятой главе представлен анализ влияния абиотических и биотических факторов на численность хищных и паразитических энтомофагов в агроценозе яровой мягкой пшеницы.

Температура воздуха положительно влияет на численность хищных энтомофагов вне зависимости от приемов обработки почвы, так коэффициенты корреляции составили: $r=0,401$ при нулевой обработке, $r=0,404$ при минимальной обработке; $r=0,640$ при вспашке после чечевицы и $r=0,766$ при вспашке после люцерны. Осадки несколько сдерживают численность кокцинелл в период вегетации яровой пшеницы: $r= -0,404$ при нулевой обработке; $r= -0,434$ при минимальной обработке; $r= -0,568$ при вспашке после чечевицы и $r= -0,476$ при вспашке после люцерны.

С увеличением фитофагов (x) интенсивно увеличивалась численность кокцинелл (y), как энтомофагов питающихся этими видами вредителей. Коэффициенты корреляции равнялись соответственно $r=0,551$; $r=0,996$; $r=0,917$ и $r=0,440$. Теснота связей колебалась от средней до сильной (рисунок 7).

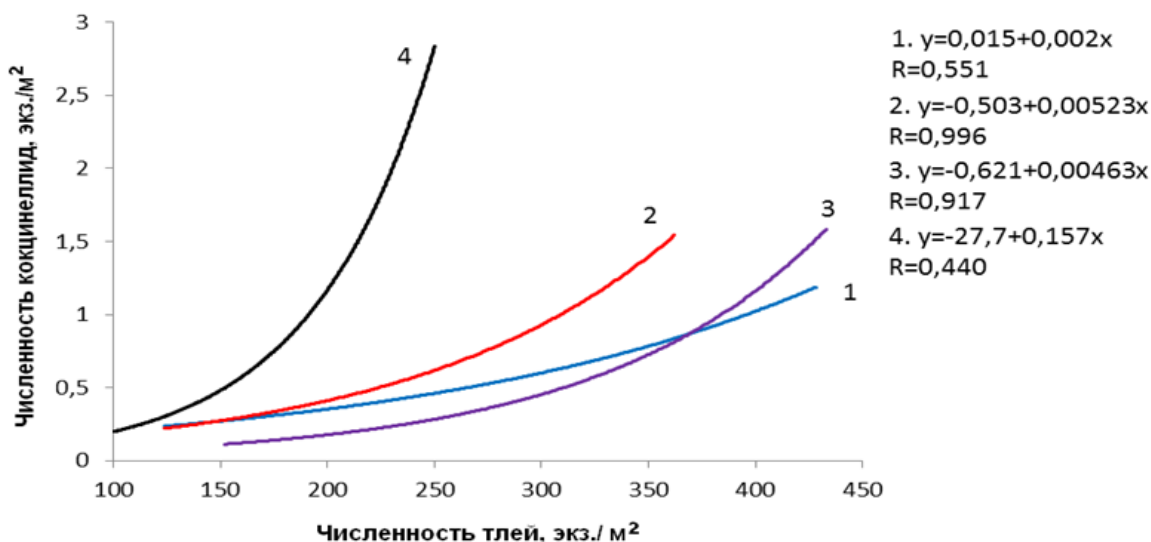


Рисунок 7 – Трофические связи кокцинелл и тлей

(1 – нулевая обработка, 2 – минимальная обработка, 3 – вспашка по чечевице, 4 – вспашка по люцерне)

1. $t_{\phi}=3,92$ $t_{05}=2,77$ $t_{\phi}>t_{05}$; 2. $t_{\phi}=4,58$ $t_{05}=2,57$ $t_{\phi}>t_{05}$;
 3. $t_{\phi}=3,79$ $t_{05}=3,18$ $t_{\phi}>t_{05}$ 4. $t_{\phi}=3,92$ $t_{05}=3,18$ $t_{\phi}>t_{05}$.

Обработки почвы влияли на условия обитания, и как следствие на пищевую активность кокцинелл.

По люцерне зависимость численности кокцинелл от количества тлей при минимальной обработке сравнима со вспашкой по чечевице.

Низкая активность кокцинелл при вспашке по люцерне объясняется высокой конкуренцией с другими энтомофагами. Судя по уравнениям, пищевая активность энтомофагов при нулевой обработке так же была низкой.

Аналогично тлям проявлялось влияние численности цикадок (x) на количество кокцинелл (y).

Коэффициенты корреляции равнялись соответственно $r=0,648$; $r=0,980$ и $r=0,861$ (рисунок 8).

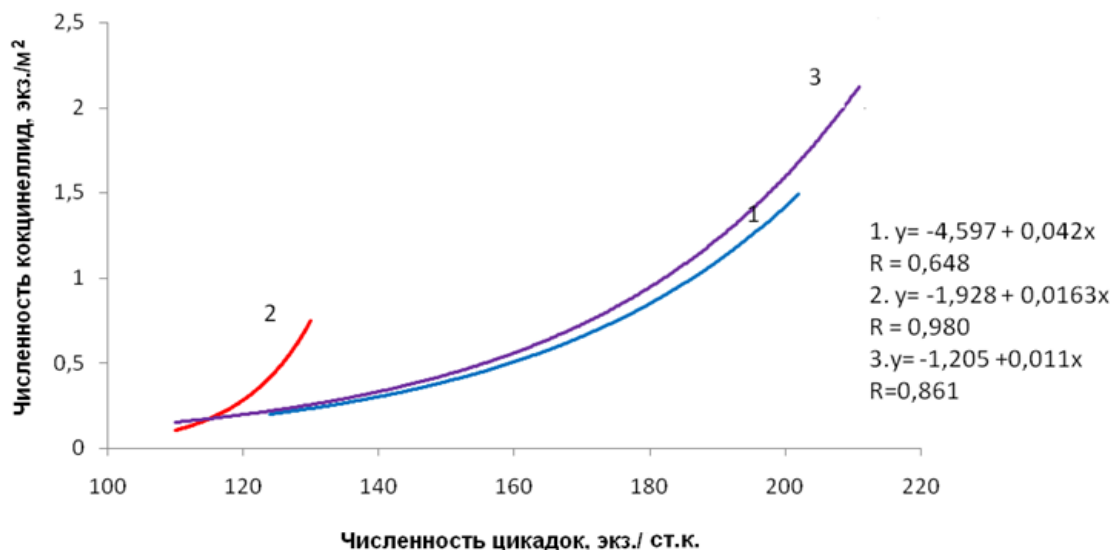


Рисунок 8 – Трофические связи кокциnellид и цикадок

(1 – нулевая обработка, 2 – минимальная обработка, 3 – вспашка по чечевице)

1. $t_{\phi}=2,38$ $t_{05}=2,36$ $t_{\phi}>t_{05}$; 2. $t_{\phi}=9,80$ $t_{05}=4,30$ $t_{\phi}>t_{05}$; 3. $t_{\phi}=2,39$ $t_{05}=2,30$ $t_{\phi}>t_{05}$

Из уравнений, видно, что наименьшая пищевая активность наблюдалась при нулевой обработке. Она была в 3-4 раза ниже, чем при минимальной обработке и вспашке. Видимо отсутствие обработки почвы создавало благоприятные условия для обитания цикадок.

Зависимости численности кокциnellид (y) от количества клопов (x) выражались коэффициентами корреляции соответственно $r=0,980$; $r=0,990$ и $r=0,971$ (рисунок 9).

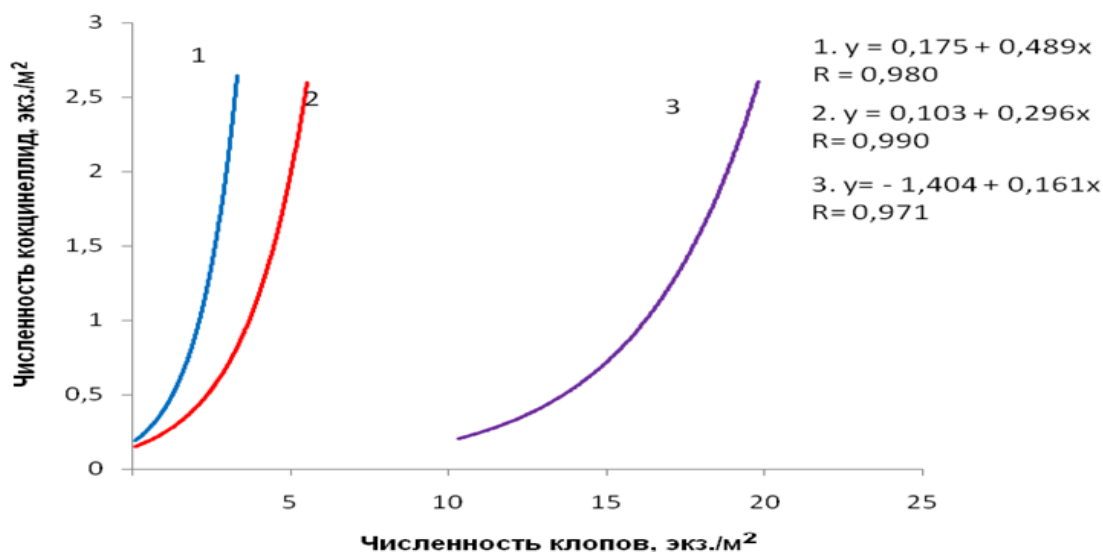


Рисунок 9 – Трофические связи кокциnellид и клопов

(1 – клоп-черепашка, 2 – остроголовый клоп, 3 – хлебный клопик)

1. $t_{\phi}=9,8$ $t_{05}=4,30$ $t_{\phi}>t_{05}$; 2. $t_{\phi}=9,8$ $t_{05}=4,30$ $t_{\phi}>t_{05}$; 3. $t_{\phi}=9,8$ $t_{05}=4,30$ $t_{\phi}>t_{05}$

Трофические связи кокцинелл и хлебных клопиков были наиболее тесными. Значительно слабей они проявлялись с остроголовыми клопами-элиями и самые низкие – с клопом-черепашкой.

При наличии 1 экз./м² кокцинелл численность личинок младших возрастов клопа-черепашки снижалась на 1 экз./м², остроголовых клопов – на 2 экз./м² и личинок и имаго хлебных клопиков – более, чем на 8 экз./м².

Внутренние паразиты тлей. Численность сосущих фитофагов регулировалась с паразитическими энтомофагами афидидами. За вегетационный период яровой мягкой пшеницы с увеличением численности зараженных тлей количество здоровых тлей уменьшалось ($r=-0,511$).

Паразиты начинают заражать тлю в фазу трубкования (рисунок 10).

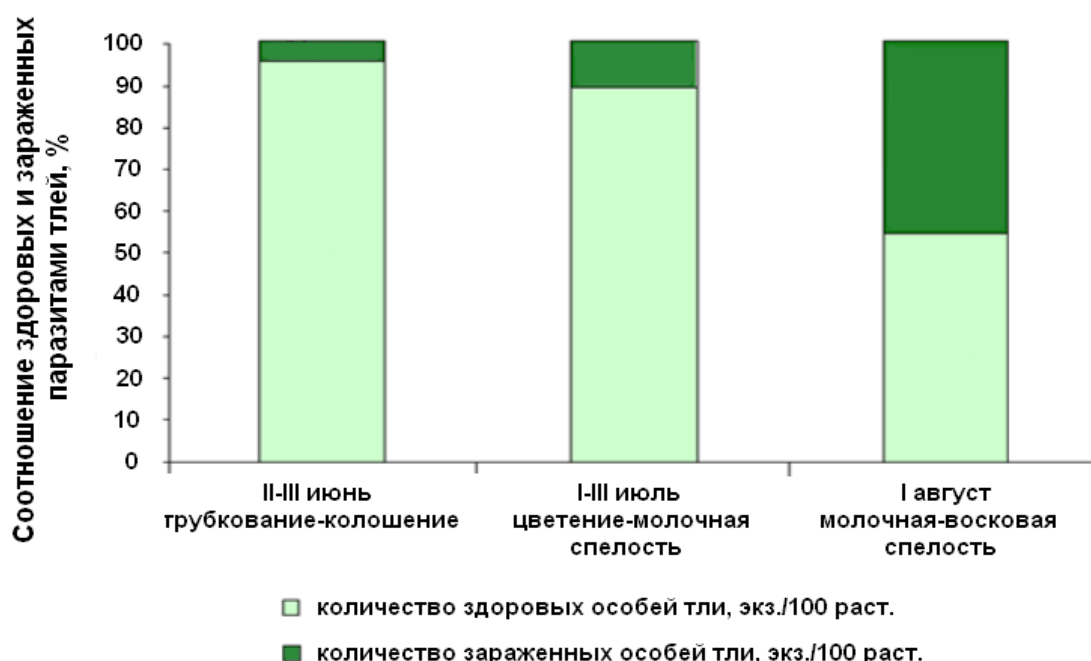


Рисунок 10 – Соотношение зараженных паразитами тлей в агроценозе яровой мягкой пшеницы

В период выхода в трубку – восковой спелости зерна температура воздуха положительно коррелирует с количеством паразитов тлей.

В начале вегетации зараженных паразитами тлей было 10%. В период цветения – молочной спелости число их достигало 18%. По мере созревания зерна численность зараженных тлей афидидами увеличивалась до 45%.

Афидиды слабо снижали численность тлей в засушливые годы.

В шестой главе представлен анализ влияния сосущих фитофагов на урожайность яровой мягкой пшеницы.

Урожайность яровой мягкой пшеницы заметно снижалась от сосущих фитофагов. Тли снижали урожайность яровой мягкой пшеницы в зависимости от обработки почвы по-разному (рисунок 11).

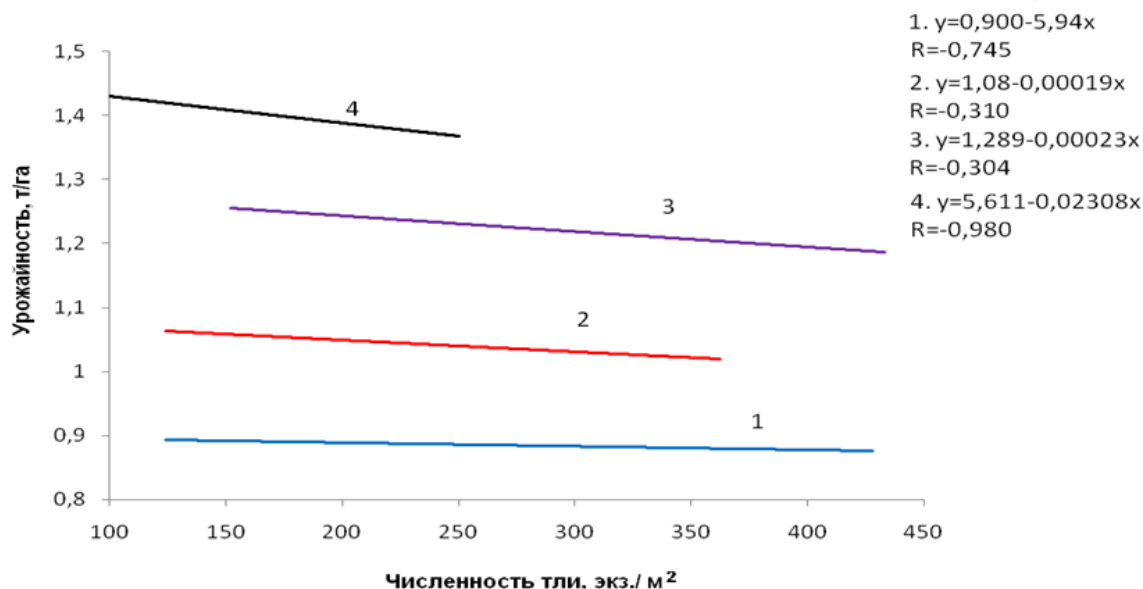


Рисунок 11 – Зависимость урожайности яровой мягкой пшеницы от количества тлей
(1 – нулевая обработка, 2 – минимальная обработка, 3 – вспашка по чечевице,
4 – вспашка по люцерне)

1. $t_{\phi}=2,88$ $t_{05}=2,36$ $t_{\phi}>t_{05}$; 2. $t_{\phi}=2,30$ $t_{05}=4,30$ $t_{\phi}<t_{05}$
3. $t_{\phi}=3,10$ $t_{05}=4,30$ $t_{\phi}<t_{05}$; 4. $t_{\phi}=9,80$ $t_{05}=4,30$ $t_{\phi}>t_{05}$

Зависимость урожайности зерна яровой мягкой пшеницы (y) от численности тлей (x) характеризовалась коэффициентами корреляции соответственно $r= -0,745$; $r= -0,310$; $r= -0,304$ и $r= -0,980$.

Из уравнений и данных рисунка 11 очевидно, что вредоносность тли заметно проявлялись при вспашке с численностью 300-350 экз./м², при минимальной обработке с численностью 150-160 экз./м².

При нулевой обработке даже незначительное количество тлей (100-150 экз./м²) снижало урожайность вследствие компенсаторной способности растений.

Меньше всего реагировала на повреждение тлями яровая мягкая пшеница, посеянная после люцерны. Улучшение условий произрастания пшеницы способствовали увеличению компенсаторной способности растений.

Зависимость урожайности (y) от плотности цикадок экз./ст.к. (x) выражалась коэффициентами корреляции соответственно $r= -0,856$; $r= -0,822$; $r= -0,700$ и $r= -0,710$ (рисунок 12).

Самая высокая вредоносность цикадок отмечена при нулевой обработке почвы. При плотности цикадок 120-130 экз./ст.к. урожайность существенно снижалась. Гораздо меньшая вредоносность отмечена при вспашке по чечевице и минимальной обработке почвы. В этих случаях заметную вредоносность наносили цикадки при численности 200-220 экз./ст.к.

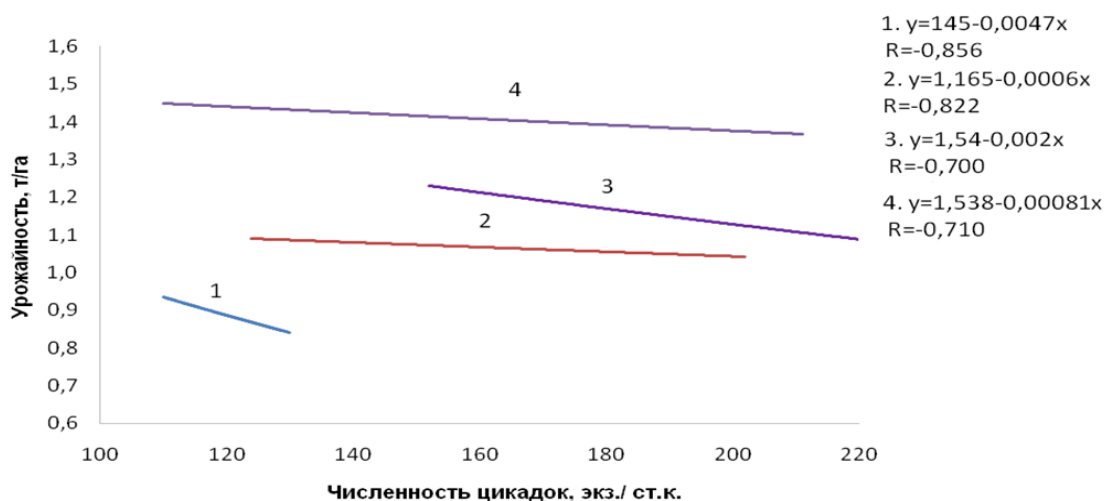


Рисунок 12 – Зависимость урожайности яровой мягкой пшеницы от количества цикадок при различных приемах обработки почвы
 (1 – нулевая обработка, 2 – минимальная обработка, 3 – вспашка по чечевице, 4 – вспашка по люцерне)

1. $t_{\phi}=8,50$ $t_{05}=3,18$ $t_{\phi}>t_{05}$; 2. $t_{\phi}=2,90$ $t_{05}=2,77$ $t_{\phi}>t_{05}$;
 3. $t_{\phi}=2,39$ $t_{05}=2,36$ $t_{\phi}>t_{05}$; 4. $t_{\phi}=2,39$ $t_{05}=2,36$ $t_{\phi}>t_{05}$

Наименьшая вредоносность цикадок была на пшенице, посеянной после люцерны. Высокая агротехника и хорошие условия произрастания яровой мягкой пшеницы снижали вредоносность сосущих фитофагов в силу компенсаторной способности растений.

Зависимость урожайности (y) от численности клопов (x) при нулевой обработке почвы характеризовалась коэффициентами корреляции соответственно $r=-0,971$; $r=-0,732$; $r=-0,981$ (рисунок 13).

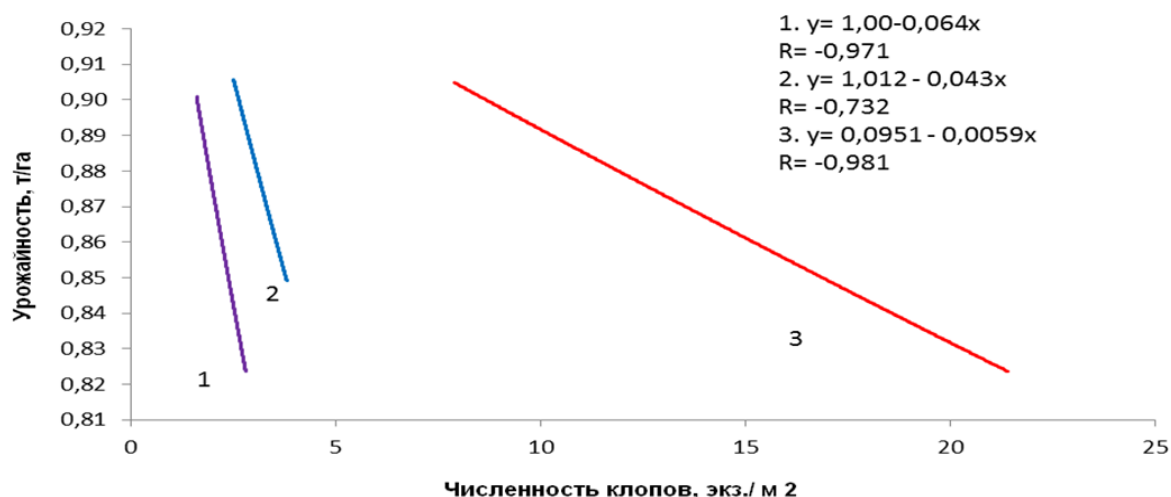


Рисунок 13 – Зависимость урожайности яровой мягкой пшеницы от численности клопов при нулевой обработке почвы
 (1 – клоп-черепашка, 2 – остроголовый клоп, 3 – хлебный клопик)

1. $t_{\phi}=9,70$ $t_{05}=4,30$ $t_{\phi}>t_{05}$; 2. $t_{\phi}=2,39$ $t_{05}=2,36$ $t_{\phi}>t_{05}$ 3. $t_{\phi}=9,80$ $t_{05}=4,30$ $t_{\phi}>t_{05}$

Вредоносность 1 клопа-черепашки составила – 6,4 г, 1 остроголового клопа – 4,3 г, 1 хлебного клопика – 0,6 г. Пищевая активность клопа-черепашки была самая высокая. Самая низкая пищевая активность оказалась у хлебного клопика. Общая вредоносность по всем вариантам была выше у клопа-черепашки.

Существенный вред может причинить 1-2 экз. клопа-черепашки на 1 м². У остроголового клопа для такого недобора урожая необходима численность 4-5 экз. на м², а для хлебного клопика – 15-20 экз. на м².

При минимальной обработке почвы зависимость урожайности зерна яровой мягкой пшеницы (у) от численности клопов (х) выражались величинами коэффициентов корреляции соответственно $r=-0,970$; $r=-0,981$ и $r=-0,883$ (рисунок 14).

Вредоносность клопа-черепашки при минимальной обработке почвы составляла 4,1 г/м², остроголового клопа – 0,91 г/м², хлебного клопика – 0,46 г/м². Наибольшую пищевую активность проявляли клопы-черепашки, наименьшую – хлебные клопика. Вредоносность у клопов-черепашек была ощутимой при плотности 3-4 экз. на м².

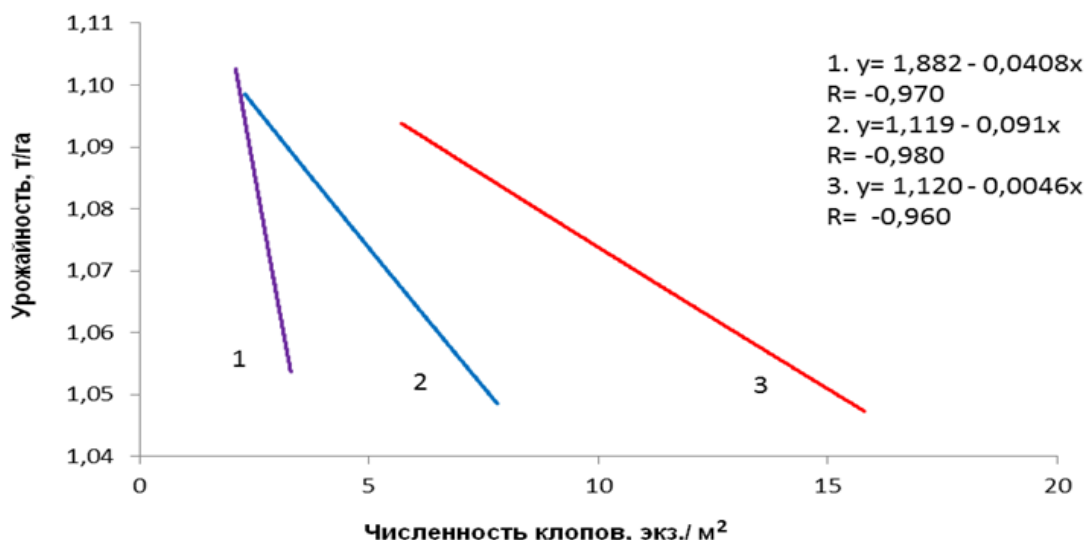


Рисунок 14 – Зависимость урожайности яровой мягкой пшеницы от численности клопов при минимальной обработке почвы

(1 – клоп-черепашка, 2 – остроголовый клоп, 3 – хлебный клопик)

1. $t_{\phi}=9,7$ $t_{05}=4,3$ $t_{\phi}>t_{05}$; 2. $t_{\phi}=9,7$ $t_{05}=4,3$ $t_{\phi}>t_{05}$; 3. $t_{\phi}=9,7$ $t_{05}=4,3$ $t_{\phi}>t_{05}$

У остроголового клопа при минимальной обработке почвы такой же вред отмечен при 7-8 экз. на 1 м², а у хлебных клопиков – при 15-16 экз. на 1 м². При вспашке зависимость урожайности (у) от численности клопов (х) выражалась коэффициентами корреляции $r=-0,982$; $r=-0,901$ и $r=-0,980$ (рисунок 15).

При вспашке вредоносность клопа-черепашки составляла 3,6 г, остроголового клопа – 2,2 г, хлебных клопиков – 0,13 г.

Вредоносность клопов-черепашек была выше других. При 2 экз./м² они наносят заметные потери зерна, такие же потери зерна отмечены при 5-6 экз./м² остроголовых клопов, при 20-30 экз./м² хлебных клопиков.

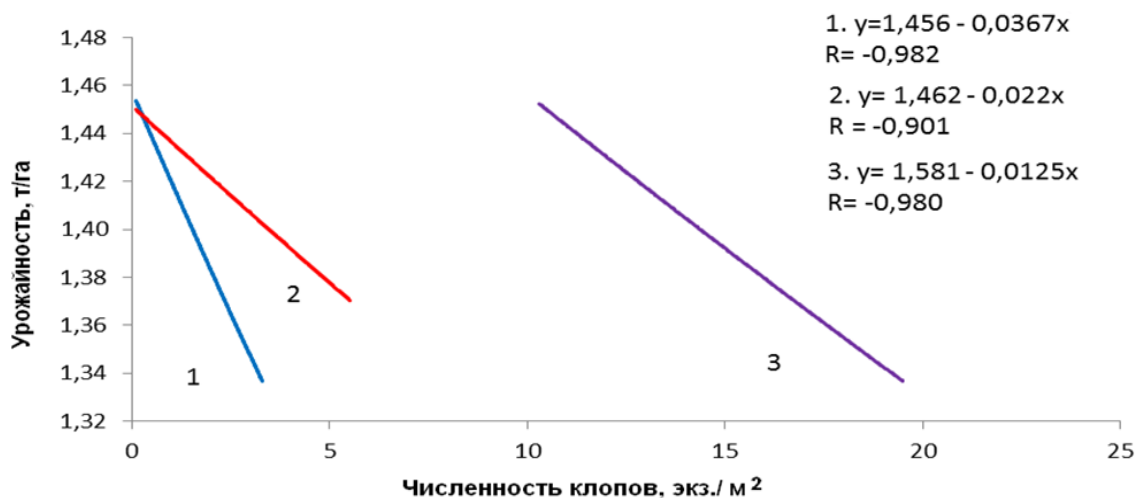


Рисунок 15 – Зависимость урожайности яровой мягкой пшеницы от численности клопов при вспашке

(1 – клоп-черепашка, 2 – остроголовый клоп, 3 – хлебный клопик)

1. $t_{\phi}=9,7t_{05}=4,3t_{\phi}>t_{05}$; 2. $t_{\phi}=9,7t_{05}=4,3t_{\phi}>t_{05}$; 3. $t_{\phi}=9,7t_{05}=4,3t_{\phi}>t_{05}$

Обработки почвы заметно снижали вредоносность клопов. Самая высокая она была при нулевой обработке. Вспашка и минимальная обработка почвы, улучшая условия жизни растений, снижают вредоносность клопов и потери урожайности.

В седьмой главе производился сравнительный анализ экономической эффективности нулевой, минимальной обработки и вспашки без химических обработок и на фоне использования инсектицидов (опыт 1) и экономической эффективности вспашки по разным предшественникам без химических обработок и на фоне использования инсектицидов (опыт 2).

В первом опыте численность кокциnellид возрастала по мере увеличения фитофагов, которые являлись для них пищевой базой. С другой стороны, высокая пищевая активность их на естественном фоне препятствовала росту численности фитофагов. Поэтому мы рассматривали варианты без применения инсектицидов как биологическую борьбу с этой группой насекомых (таблица 1).

Обработка посевов яровой мягкой пшеницы инсектицидом в первом опыте хотя и увеличивало урожай, но и повышала затраты на гектар на 18,1-29,3%. Поэтому чистый доход был выше на вариантах с естественным фоном на 0,26-0,99 тыс. руб. с 1 га.

Себестоимость зерна при обработке посевов увеличивалась на 19,8-23,3%. Это можно объяснить, с одной стороны, высокой стоимостью препарата, а с другой стороны тем, что численность фитофагов не достигала экономического порога вредоносности. Уровень рентабельности снизился при обработке посе-

вов пшеницы инсектицидом на 23-39% по сравнению с вариантами, где не проводили химических обработок.

Применение инсектицидов на минимальной обработке и вспашке при численности фитофагов на уровне порога вредоносности не рекомендуется.

При нулевой обработке, где вредоносность этой группы вредителей повышалась в 2 и более раза и достигала 13,2%, во влажные годы можно рекомендовать применение химических мер борьбы.

Таблица 1 – Экономическая эффективность применения инсектицидов и обработки почвы в борьбе с комплексом сосущих вредителей в посевах яровой пшеницы (среднее за 2012–2014 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Стоимость продукции с 1 га, тыс. руб.	Затраты на 1 га, тыс. руб.	Чистый доход, тыс.руб./га	Себестоимость 1 т, тыс.руб.	Уровень рентабельности, %
Посевы с обработкой инсектицидом						
Нулевая обработка + инсектицид	1,01	5,05	3,10	1,95	3,07	62
Минимальная обработка + инсектицид	1,18	5,90	4,72	1,18	4,00	25
Вспашка + инсектицид	1,49	7,45	6,30	1,15	4,23	18
Посевы без обработки инсектицидом						
Нулевая обработка	0,88	4,40	2,19	2,21	2,49	101
Минимальная обработка	1,10	5,50	3,35	2,15	3,04	64
Вспашка	1,46	7,30	5,16	2,14	3,53	41

$НСР_{0,5} = 0,024$ $F_{\phi} = 45,721$ $F_T = 5,12$ Фактор А (обработка инсектицидом)

$НСР_{0,5} = 0,030$ $F_{\phi} = 711,686$ $F_T = 5,12$ Фактор В (способы обработки почвы)

$НСР_{0,5} = 0,042$ $F_{\phi} = 5,725$ $F_T = 5,12$ Факторы АВ

Минимальная обработка и вспашка снижали численность вредителей, повышали компенсаторные способности яровой мягкой пшеницы и активность энтомофагов.

Обработка инсектицидом (опыт 2) увеличила урожайность яровой мягкой пшеницы на 0,08 т/га при возделывании по люцерне и на 0,11 т/га после чечевицы. Но применение инсектицидов, так же, как и в предыдущем опыте, приводит к дестабилизации энтомофауны, гибели вредных и полезных насекомых. Без обработки посевов инсектицидами численность энтомофагов была в несколько раз выше.

Обработка посевов яровой мягкой пшеницы инсектицидами привела к повышению затрат на 1,17 тыс. руб./га (после чечевицы) и 1,29 тыс. руб./га (после люцерны) или на 22,9 и 25,4% соответственно.

Поэтому чистый доход был выше на вариантах с естественным фоном на 0,62-0,89 тыс. руб. с 1 га.

Себестоимость зерна при обработке посевов инсектицидом увеличивалась на 13,8-19,9%.

Уровень рентабельности снизился при обработке посевов пшеницы инсектицидами на 15,9-31,3% по сравнению с вариантами, где не проводили химические обработки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В годы исследований на яровой мягкой пшенице отмечено 24 вида фитофага, относящиеся к 7 отрядам, 15 семействам и 38 видов энтомофагов, относящиеся к 4 отрядам насекомых и пауки 6 семейств.

Самый распространённый и многочисленный вид клопа-вредной черепашки (*Eurygaster integriceps* Put.) уступил место представителям семейств щитники – *Pentatomidae* (элии) и слепняки – *Miridae* (хлебные и другие клопки). За период вегетации яровой мягкой пшеницы наиболее многочисленными оказались хлебные клопки (сем. *Miridae*) – в среднем 72% от всех выявленных полужесткокрылых (от 68% – при минимальной обработки до 79% – при вспашке). В достаточно большом количестве представлены остроголовые клопы – элии (14% – при вспашке, 17% – при нулевой и 21 % – при минимальной обработках почвы). Наиболее вредоносные клопы-черепашки в наибольшем количестве представлены при нулевой обработке – 13%.

Увеличение численности и видового состава фитофагов в зависимости от обработки почвы происходит в ряду: минимальная обработка → нулевая обработка → вспашка.

Увеличение видового состава энтомофагов в зависимости от обработки почвы происходит в ряду: вспашка → нулевая обработка = минимальная обработка. Численность самых эффективных энтомофагов пшеничных агроценозов (кокцинеллид) в зависимости от обработки почвы увеличивалась в ряду: нулевая обработка → вспашка → минимальная обработка.

С увеличением гидротермического коэффициента отмечено увеличение численности цикадок, тлей и клопов.

Численность сосущих фитофагов заметно влияла на количество полезных насекомых (энтомофагов), для которых первые являлись пищевыми ресурсами. При разных обработках почвы теснота связей колебалась от средней до сильной. Пищевая активность кокцинеллид относительно личинок младших возрастов хлебных клопиков была в 3 раза выше, чем у клопа-черепашки (самая низкая пищевая активность).

Урожайность яровой пшеницы заметно снижалась от сосущих фитофагов. Высокая агротехника, и хорошие условия развития пшеницы снижали вредоносность сосущих фитофагов. Самая высокая вредоносность тлей отмечена при нулевой обработке, на которой потери урожая превосходили вспашку и минимальную обработку в 2,5-3,0 раза. Даже незначительное количество тлей (100-150 экз. на м²) снижало урожай равноценно высокой численности тли на других вариантах. Вредоносность тли заметно проявлялись на вспашке по бобовым

при численности 300-350 экз. на м², на минимальной обработке при численности 150-160 экз. на м².

Самая высокая вредоносность цикадок отмечена при нулевой обработке, где плотность цикадок 120-130 экз./ст.к. могут существенно снизить урожайность зерна яровой мягкой пшеницы. Меньшая вредоносность отмечена при вспашке и минимальной обработке, заметные потери урожая цикадки приносят при численности выше 200-220 экз./ст.к. Наименьшая вредоносность цикадок была на яровой мягкой пшенице, посеянной после люцерны. Однако, как известно, цикадки являются переносчиками вирусных болезней, что многократно увеличивает их вредоносность.

Самая высокая пищевая активность оказалась у клопа-черепашки, самая низкая – у хлебного клопика.

Обработка инсектицидом Актара с нормой расхода 0,06 л/га заметно увеличила урожайность яровой мягкой пшеницы. Но применение инсектицидов приводит к гибели полезных насекомых, без обработки посевов инсектицидами численность энтомофагов была в несколько раз выше. Обработка посевов пшеницы инсектицидами увеличивало урожай, при этом повышала затраты на гектар на 18,1-29,3%. Поэтому уровень рентабельности снизился на 23-39% по сравнению с вариантами, где не проводили химических обработок.

Вредоносность всех сосущих вредителей при нулевой обработке почвы была выше, чем при минимальной обработке и вспашке за счет снижения компенсаторных способностей растений, уменьшения активности энтомофагов и увеличения численности фитофагов. Минимальная обработка и вспашка снижали численность вредителей, повышали компенсаторные способности яровой пшеницы и активность энтомофагов.

Вредоносность 1 особи клопов в зависимости от вида за вегетацию яровой мягкой пшеницы составила:

при нулевой обработке почвы для клопа-черепашки – 6,4 г, остроголового клопа – 4,3 г, хлебного клопика – 0,6 г.;

при минимальной обработке почвы для клопа-черепашки – 4,1 г, остроголового клопа – 0,91 г, хлебного клопика – 0,46 г.;

при вспашке для клопа-черепашки – 3,6 г, остроголового клопа – 2,2 г, хлебного клопика – 0,13 г.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для повышения продуктивности зерновых агроценозов на фоне энергосберегающих технологий обработки почвы рекомендуется контролировать численность энтомофагов. Для снижения численности сосущих вредителей до уровня ЭПВ необходима численность кокцинеллид – 3-5 экз./м², а личинок златоглазок – 4-6 экз./м².

Химические меры борьбы с вредителями, имеющими колюще-сосущий ротовой аппарат, рекомендуется применять в фазу кущения и молочной спелости.

сти зерна на минимальной обработке и вспашке при незначительном превышении ЭПВ и по нулевой обработке во влажные годы при достижении ЭПВ.

Установленные показатели ЭПВ составляют:

при нулевой обработке почвы: для клопа-черепашки – 1-2 экз./м², для остроголового клопа – 4-5 экз./м², для хлебного клопа – 15-20 экз./м²;

при минимальной обработке почвы: для клопов-черепашек – 3-4 экз./м², остроголового клопа – 7-8 экз./м², хлебных клопиков – 15-16 экз./м²;

при вспашке по бобовым предшественникам: для клопов-черепашек – 2 экз./м², остроголовых клопов – 5-6 экз./м² и хлебных клопиков – 20-30 экз./м².

СПИСОК НАУЧНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в изданиях ВАК РФ:

1. Полетаев, И.С. Влияние энергосберегающих обработок почвы на фитосанитарное состояние посевов яровой пшеницы / И.С. Полетаев, **Д.М. Лихацкий**, Е.П. Денисов, Л.И. Чекмарева, С.Г. Лихацкая, Ф.П. Четвериков // Аграрный научный журнал. – 2014. – № 10. – С. 28-31 (0,25 п.л.; авт. – 0,1).

2. **Лихацкий, Д.М.** Доминирующие виды энтомофагов яровой пшеницы при энергосберегающих обработках почвы в условиях Саратовского Поволжья / Д.М. Лихацкий, Л.И. Чекмарева, С.Г. Лихацкая // Аграрный научный журнал. – 2015. – № 4. – С. 17-20 (0,25 п.л.; авт. – 0,1).

3. Чекмарёва, Л.И. Изменение элементов агроценоза пшеницы под влиянием обработки почвы / Л.И. Чекмарёва, Е.П. Денисов, С.Г. Лихацкая, И.С. Полетаев, **Д.М. Лихацкий** // Известия Оренбургского государственного аграрного университета – 2015. – № 3 (53). – С. 20-22 (0,2 п.л., авт. – 0,1).

Статьи в других научных и научно-практических изданиях:

4. Чекмарева, Л.И. Энтомофаги пшеничных трипсов / Л.И. Чекмарева, **Д.М. Лихацкий**, С.Г. Лихацкая / Вавиловские чтения-2012: материалы Межд. науч.-практ. конф. в 3 томах – Саратов: Изд-во КУБИК, 2012. – Т. 1. – С. 266-268. (0,1 п.л.; авт. – 0,05).

5. Денисов, Е.П. Влияние энергосберегающих обработок почвы на фитосанитарное состояние посевов яровой пшеницы / Л.И. Чекмарева, С.Г. Лихацкая, **Д.М. Лихацкий**, И.С. Полетаев / Материалы XII Международной научной конференции «Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК» – Брянск. Издательство Брянского ГАУ. – 2015. – С. 203-206 (0,25 п.л.; авт. – 0,1).

6. Чекмарева, Л.И. Видовой состав клопов в агроценозах яровой пшеницы в Правобережье Саратовской области / Л.И. Чекмарева, **Д.М. Лихацкий**, С.Г. Лихацкая, О.Л. Теняева / Аграрный вестник Юго-Востока – Саратов: ООО «Ракурс» – 2015. № 1-2 (12-13). – С. 57-59 (0,18 п.л.; авт. – 0,09).