

На правах рукописи

Мельников Алексей Васильевич

**РОЛЬ ПРИЕМОВ ЗАЩИТЫ В ФОРМИРОВАНИИ
ЭНТОМОФАУНЫ НАСЕКОМООПЫЛЯЕМЫХ КУЛЬТУР
В ЛЕСОСТЕПНОМ ПОВОЛЖЬЕ**

Специальность 06.01.07 – защита растений

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Саратов 2017

Диссертационная работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»

Научный руководитель	Еськов Иван Дмитриевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Официальные оппоненты	Добрынин Николай Дмитриевич, доктор биологических наук, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени Императора Петра I», профессор кафедры биологии и защиты растений Чурикова Вера Геннадиевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Всероссийский институт защиты растений», младший научный сотрудник
Ведущая организация	ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока»

Защита состоится «29» декабря 2017 г. в _____ часов на заседании диссертационного совета Д 220.061.05 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет им. 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.

Автореферат разослан

2017 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета

Нарушев Виктор
Бисенгалиевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. Энтомофильные культуры занимают весомую долю в сельском хозяйстве Саратовской области. Нектароносами полевых агроценозов Поволжья являются востребованные на рынке бобовые, масличные и зерновые (крупяные) культуры. Энтомофилия перекрестноопыляемых сельскохозяйственных культур рассматривается как фактор стабилизации агробиоландшафтов. Насекомые-антофилы (опылители и некоторые группы энтомофагов) оказывают сильное воздействие на повышение урожайности сельскохозяйственных культур. Возделывание энтомофильных культур (гречиха посевная, козлятник восточный, люцерна посевная и подсолнечник культурный) сопровождается приемами защитных мероприятий от комплекса вредных объектов, в том числе применение пестицидов и агрохимикатов. Проблема защиты энтомофильных культур, в частности от комплекса фитофагов, достаточно освещена в научных статьях ученых России, в том числе Поволжского региона. Однако, практически малоизученной остается тема сохранения антофилов при приемах защиты растений. Организация защиты энтомофильных культур должна быть увязана с сохранением полезной энтомофауны агроценозов, в том числе антофилов-энтомофагов и антофилов-опылителей. Решение этой проблемы для Правобережья Саратовской области составляет основу настоящей работы и определяет ее актуальность.

Степень разработанности проблемы. Видовым составом естественных опылителей, а так же энтомофагов, на многолетних бобовых и других насекомоопыляемых культурах занимались российские и зарубежные ученые Д.В. Васькин (1983), Р. Борнек (1989), Д.М. Панков (2009), Н.Д. Добрынин (2011), Д.М. Важнов (2014, 2016), George E. Bohart(1958), M.L. Winston (1987), Naumkin V.P., Lysenko N.N. (2014), A. Hussain, et.al. (2015).

Влияние химических обработок на полезную энтомофауну изучалось в работах Л.А. Осинцевой (1999), Г.Г. Голяутдиновой (2005), А.А. Деркач (2009), А.И. Илларионова(1999, 2009, 2015), а так же в исследованиях зарубежных ученых J.F. Anderson (1967,1968, 1986), MansourS., Al-JalilyM. (1985), R. Johnson, et.al. (2010).

Однако, в Поволжье вопросы видового состава насекомых антофилов-опылителей, а так же роль антофильных-энтомофагов (в фазе имаго питающихся нектаром) для повышения урожайности энтомофильных культур в полевых севооборотах изучены недостаточно, кроме того в научной литературе практически не освещен вопрос влияния приемов интегрированной защиты растений на насекомых - опылителей.

Цель исследований – изучить влияние приемов защиты на формирование энтомофауны насекомоопыляемых культур в лесостепном Поволжье.

Задачи исследований:

- определить доминирующий видовой состав биологических групп энтомофауны в посевах гречихи, подсолнечника и многолетних бобовых культур (люцерны и козлятника);

- выявить влияние агрохимикатов и инсектицидов на динамику численности вредной и полезной энтомофауны и повышение урожайности энтомофильных культур;

- рассчитать прибавку урожая при сохранении полезной энтомофауны на фоне приемов защиты энтомофильных культур;

- определить экономическую эффективность возделывания энтомофильных культур и предложить практические рекомендации по сохранению антофилов в современных системах защиты растений.

Научная новизна. Определен видовой состав энтомофауны и динамика численности доминирующих фитофагов и антофилов (в т.ч. энтомофагов) агроценозах гречихи, подсолнечника, козлятника и люцерны в лесостепном Поволжье. Впервые установлена эффективность роли антофилов на фоне изучаемых норм агрохимикатов и инсектицидов различных химических классов. Показаны изменения продуктивности и урожайности энтомофильных культур в зависимости от приемов защиты растений в лесостепном Поволжье. Разработана шкала экономической оценки приемов защиты энтомофильных культур на фоне энтомоопыления.

На основе корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализов проанализирована роль абиотических и биотических факторов среды в динамике численности основных биологических групп насекомых в агроценозах энтомофильных культур в условиях Саратовского Правобережья. Изучено влияние способов обработки инсектицидами на сохранность насекомых - опылителей подсолнечника, гречихи, люцерны и козлятника.

Теоретическая и практическая значимость работы. Выявлены особенности формирования энтомофауны энтомофильных культур при разных приемах защиты растений. Доказана отзывчивость люцерны, гречихи, козлятника и подсолнечника на разные способы энтомоопыления. Определена зависимость урожайности энтомофильных культур от энтомоопыления на фоне различных приемов защиты растений.

Рекомендации внедрены в хозяйствах Балашовского 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.

Методология и методы исследований. В работе использованы результаты ранее проведенных исследований, информационные издания и другие материалы по видовому составу фитофагов, их энтомофагов и насекомых-опылителей в полевых агроценозах. При получении и обработке полевых исследований использовались экспериментальные, статистические и экономические методы исследований.

Основные положения, выносимые на защиту:

- видовой состав и динамика численности фитофагов и их энтомофагов в агроценозах энтомофильных культур лесостепного Поволжья;

- особенности влияния экологических факторов на динамику численности антофилов (энтомофагов и опылителей) энтомофильных культур;

- характер воздействия инсектицидов и агрохимикатов на активность насекомых – опылителей энтомофильных культур;

- закономерности влияния насекомых-опылителей на урожайность энтомофильных культур при различных приемах защиты растений;
- показатели экономической эффективности возделывания энтомофильных культур при современных приемах защиты растений.

Степень достоверности работы подтверждается многолетним периодом проведения лабораторных и полевых исследований, необходимым количеством проведенных 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 «Вавиловские чтения» (Саратов, 2012-2016 гг.); всероссийских, региональных и внутривузовских научно-практических конференциях (Саратов, 2012-2016 гг.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 11 научных статей, в том числе 2 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

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 выводов и разработка рекомендаций производству.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 7 глав, заключения, предложений производству. Работа изложена на 177 страницах компьютерного текста, включает 37 таблиц, иллюстрирована 19 рисунками и приложениями. Список использованной литературы включает 195 наименования, в том числе 34 на иностранных языках.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1 посвящена аналитическому обзору литературы российских и зарубежных ученых по изучению потенциала энтомоопыления перекрестноопыляемых культур для повышения их урожайности (Бурмистров А.Н., Никитина В.А., 1990; Буслаев Л.Б., 2005; Корж В.Н., 2008; Панков Д.М., 2008; Мадебейкин И.Н., 2012, 2013; Воробьева С.Л., 2015). В связи с этим большое значение приобретает изучение роли насекомых опылителей в формировании урожайности семян ценных сельскохозяйственных культур на фоне пестицидных обработок и других методах интегрированной защиты растений (Деркач А.А., 2007, 2009; Прокопчук А.Е., 2014; Илларионов А.И., 2015).

В главе 2 приведены методики выполнения исследований, рассмотрены агроклиматические особенности лесостепного Поволжья.

Исследования проводились в Балашовском районе Саратовской области в период 2012-2014 гг. Климат района проведения исследований сухой континентальный. Сумма активных температур 2500-2700°C. 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 проводились на сортах - гречихи Дикуль, подсолнечника Степной 81, козлятнике Гале и люцерны Артемиды.

Исследования включали в себя 3 опыта:

Опыт №1. Влияние инсектицидов (фосфорорганические - системные и пиретроиды - контактные) на регуляцию численности вредной и полезной энтомофауны агроценозов (подсолнечника, гречихи, козлятника, люцерны). Схема опыта состояла по каждой культуре из трех вариантов: 1. – контроль, 2. контактный инсектицид (д.в. циперметрин), 3. системный инсектицид (д.в. диметоат),

Опыт № 2. Влияние агрохимикатов на биологические группы энтомофауны насекомоопыляемых культур. Схема второго опыта по каждой культуре включала четыре варианта: 1 - контроль (для всех с.-х. культур в опыте);

- для гречихи: 2.N₄₀P₆₀K₂₀(норма А1); 3.N₆₀P₈₀K₄₀(норма А2); 4.N₈₀P₁₀₀K₆₀(норма А3);

- для подсолнечника: 2.N₄₀P₆₀K₄₀(норма А1); 3. N₆₀P₉₀K₆₀(норма А2); 4. N₈₀P₁₂₀K₈₀(норма А3);

- для люцерны и козлятника (3-й год жизни) после второго укоса: 2.N₄₀P₄₀(норма А1), 3.N₄₀P₆₀(норма А2); 4.N₄₀P₁₂₀(норма А3).

Опыт №3. Влияние энтомоопыления на повышения урожайности семян энтомофильных культур. Схема третьего опыта состояла по каждой культуре из двух вариантов: 1. – контроль (свободное опылений), 2. изоляторы.

Учеты по выявлению видового состава насекомых проводили по фазам вегетации с.-х. культур, используя следующие методики: визуальное обследование проводили по методике Г.Е. Осмоловского (1964); детальное обследование 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).

В период вегетации проводились обследования фитосанитарного состояния посевов на выявление вредителей генеративных органов. Обследования проводились в период бутонизация – начало цветения, до обработки и через 1,2,3,5,7 и 10 дней после применения химической защиты сельскохозяйственной культуры (опрыскивание посевов производилось в фазу бутонизации растений) (Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов..., 2004). Для изучения роли антофилов на увеличение урожайности энтомофильных растений применяли экраны - изоляторы (при беспрепятственном доступе только энтомофагов), а на вариантах без изоляторов происходило свободное посещение цветков, как энтомофагами, так и дикими опылителями.

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.

Материалом исследований служили результаты наблюдений за полезной и вредной энтомофауной в период вегетации энтомофильных культур, в том числе в период цветения нектароносов (сельскохозяйственных культур – бобовых, сложноцветных и гречишных) в лесостепной зоне Поволжья.

На флору и фауну оказывают влияние метеорологические величины: облачность, осадки, направление и скорость ветра, температура воздуха ночью и максимальная температура днем (в °С), и другие явления погоды. Метеорологические данные (температура воздуха) учитывались на основе собственных наблюдений, а также использовались статистическими данными метеостанции. В период цветения сельскохозяйственных культур ежедневно фиксировалась дневная температура воздуха (12⁰⁰ часов). Для определения влагообеспеченности сельскохозяйственных культур использовали гидротермический коэффициент (ГТК) – интегральный показатель увлажненности, предложенный Г.Т. Селяниновым (1937). Годы исследований различались по влагообеспеченности, гидротермический коэффициент в сухой 2012 г. составил 0,40, в более влагообеспеченные 2013-2014 гг. ГТК за аналогичный период 1,01 и 0,71.

Биологическую урожайность определяли методом учетных площадок, хозяйственную – прямым комбайнированием. Для исследований и наблюдений за развитием с.-х. культур были использованы общепринятые методические указания для проведения полевых опытов (Б.А. Доспехов, 1985; Б.Д. Кирюшин, 2004, 2005).

Экономическую эффективность определяли по методике А.В. Голубева, Л.В. Трушиной (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

Глава 3 посвящена анализу видового состава вредной и полезной энтомофауны сельскохозяйственных культур в лесостепном Поволжье.

Фитофаги генеративных органов энтомофильных культур. На основных насекомоопыляемых культурах в лесостепном Поволжье вредят более 60 видов фитофагов, и питающиеся ими энтомофаги (12 видов), а так же насекомые, питающиеся пыльцой и нектаром растений, в основном осуществляющие перекрёстное опыление (5 видов, в том числе дикие пчелы и шмели).

На гречихе 30% от всех зафиксированных насекомых принадлежали к подотряду Тли (Равнокрылые), представители подотряда Цикадки, так же, как и насекомые отрядов Клопы и Жуки составили по 20%. Трипсы составили 10% от всех насекомых в учетах (рисунок 1).

На подсолнечнике наиболее разнообразный видовой состав представлен отрядом Чешуекрылые, в основном за счет гусениц совок и огневков – 34%. Виды тлей (Равнокрылые), Жуки и Клопы были представлены по 22% от всех зафиксированных насекомых.

Видовой состав фитофагов на люцерне и козлятнике более разнообразен (24 вида) по сравнению с энтомологическими сборами на гречихе (10 видов) и подсолнечнике (9 видов) - соответственно на 41,7 и 37,5 %.

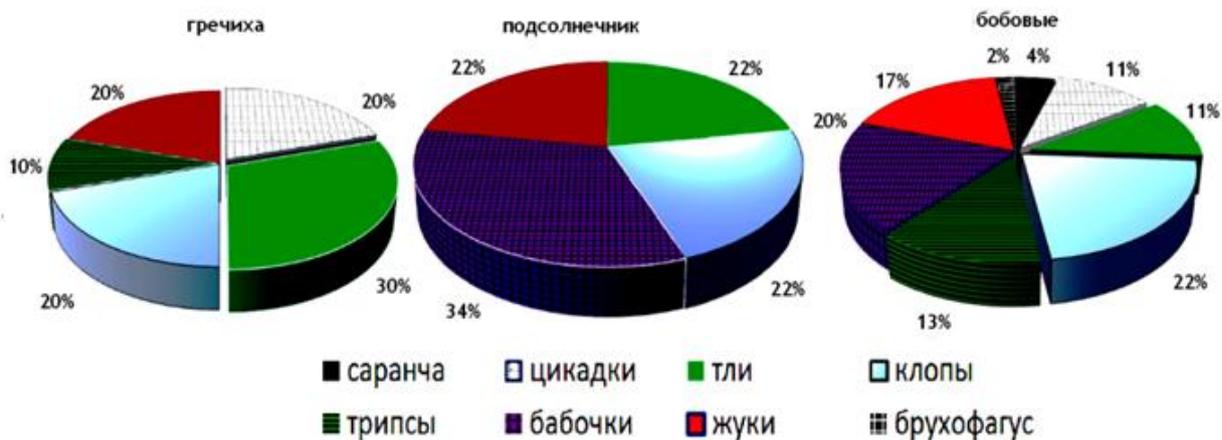


Рис. 1– Видовой состав фитофагов агроценозов энтомофильных культур (2012-2014 гг.)

В целом, на люцерне и козлятнике видовое разнообразие Клопов, так же как и Бабочек самое высокое - 22 и 20 %. Жуки занимали 17%, виды насекомых отряда Трипсы - 13%, отряда Равнокрылые (тли и цикадки) представлены 4-мя видами каждый (11%). Отряд Прямокрылые (Саранчовые) представлен 2 видами (4%) и Перепончатокрылые (брухофагус) – 1 видом (2%). По сравнению с агроценозом козлятника, на люцерне более разнообразен энтомосбор чешуекрылых, трипсов и цикадок.

Полезная энтомофауна энтомофильных культур. Энтомофаги в агроценозах энтомофильных культур в основном представлены хищными видами: кокцинеллид, златоглазок, клопов-охотников и мух-сирфид. Паразитические насекомые представлены афидиусами - тлевыми наездниками (на бобовых афидиусы 19%, подсолнечнике 20% и гречихе 7% от общего количества видов) (рисунок 2).

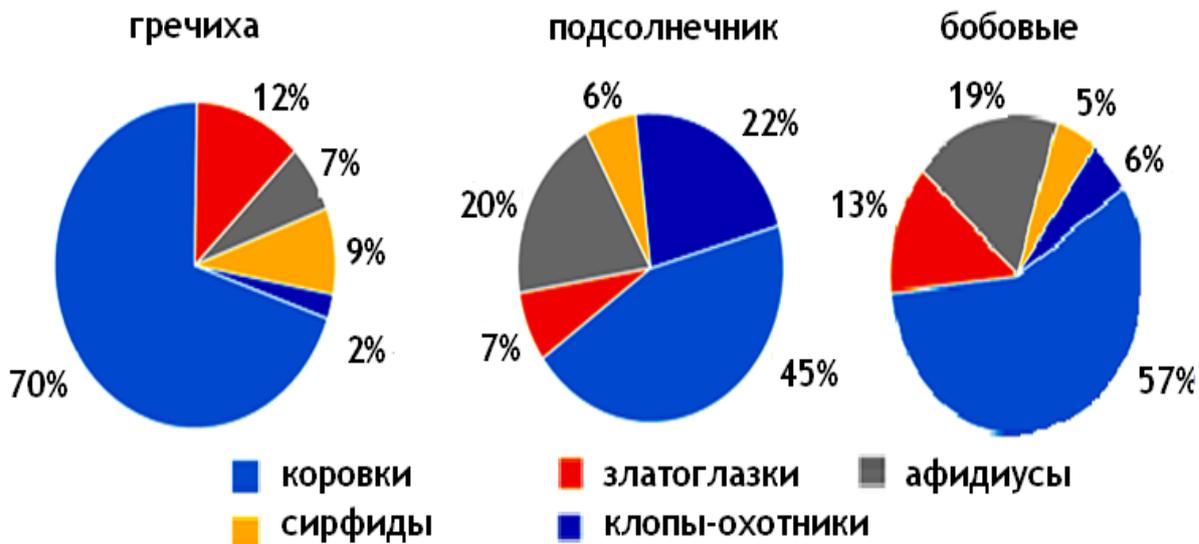


Рис. 2– Видовой состав энтомофагов агроценозов энтомофильных культур (2012-2014 гг.)

На энтомофильных культурах доминировали кокцинеллиды: на гречихе - 70%, на бобовых - 57 % и на подсолнечнике - 45%.

По мере возрастания численности энтомофаги на гречихе располагаются в ряду: клопы-охотники - 2%, афидиусы - 7%, сирфиды - 9%, златоглазки - 12% и коровки - 70%; на подсолнечнике: сирфиды - 6%, златоглазки - 7%, афидиусы - 20% клопы-охотники - 22% и коровки - 45%; на бобовых культурах располагаются соответственно: сирфиды - 5%, клопы - 6%, златоглазки - 13%, афидииды - 19% и коровки - 57%.

На энтомофильных культурах сформировался своеобразный комплекс насекомых опылителей, в зависимости от доступности нектара процентное соотношение первичных опылителей (пчел и шмелей) варьировало в значительных пределах (рисунок 3).



Рис. 3- Соотношение антофилов– опылителей на энтомофильных культурах(2012-2014 гг.)

Посевы энтомофильных культур в природных условиях посещали более 15 видов пчелиных опылителей. Наиболее распространенные - ряд видов андрен (*Andrena*): мелитурга (*Melitturga*) и эвцера (*Eucera*). На козлятнике и гречихе доминировали эвцеры, на подсолнечнике и люцерне – мелитурги.

Таким образом, комплекс полезной энтомофауны на перекрестноопыляемых культурах сформирован за счет антофилов-опылителей (диких пчел и шмелей) и антофилов-энтомофагов (питающихся насекомыми с сосущим ротовым аппаратом - тлями, клопами, цикадками).

В главе 4 изучено влияние экологических факторов на энтомофауну и продуктивность энтомофильных культур в лесостепном Поволжье.

Влияние абиотических факторов. Температура и осадки в период вегетации оказывают влияние как напрямую, регулируя динамические процессы

популяции фитофагов, а так же косвенно, сдерживая или стимулируя активность их хищников и паразитов.

На генеративных органах растений энтомофильных культур доминировали клопы (сем. Мириды) и тли (сем. Тлевые), активно питаясь и снижая не только продуктивность, но и питательную ценность этих нектароносов для всех групп антофилов.

На гречихе численность клопов, питающихся на вегетативных органах в первый период вегетации (всходы – ветвление) и на генеративных органах во второй период (бутонизация – плодоношение), находилась в обратной зависимости от дневной температуры воздуха ($r = -0,893$ и $-0,595$), в то время как осадки стимулировали рост численности клопов ($r = 0,501$ и $0,566$).

Аналогично влияние абиотических факторов на тлей: повышение температуры и сухая погода без осадков снижали рост численности колоний тлей на гречихе в первый период вегетации ($r = -0,985$ и $r = 0,919$ соответственно). Осадки во второй период вегетации положительно сказывались на росте и облиственности гречихи, формируя благоприятный микроклимат и трофическую базу для сосущих насекомых.

Зависимость численности клопов и тлей (y) от величины гидротермического коэффициента (x) характеризовались уравнениями: клопы - $y = 137,54x^2 + 110,20x - 11,77$ при коэффициенте детерминации $R^2 = 0,9894$ тли - $y = 33,55x^2 + 22,50x - 1,41$ при $R^2 = 0,208$ соответственно.

Клопы, питающиеся на гречихе в период исследований, были менее требовательны к уровню влагообеспеченности, по сравнению с тлей.

Показатель роста численности энтомофагов на гречихе находился в обратной корреляционной зависимости от температуры воздуха (для кокциnellид $r = -0,960$, хризоп $r = -0,935$, афидиусов $r = -0,974$, сирфид $r = -0,878$ и клопов-охотников $r = -0,977$), так как это сдерживало рост численности их жертв. В то время как осадки в этот период, не превышающие в сумме 103 мм, способствовали росту вегетативной массы растений и увеличению популяции растительноядных насекомых и соответственно увеличению энтомофагов (для кокциnellид $r = 0,649$, хризоп $r = 0,977$, афидиусов $r = 0,936$, сирфид $r = -0,472$ и клопов-охотников $r = 0,934$).

В агроценозе подсолнечника численность клопов в первый период вегетации (всходы – 8 пар настоящих листьев) находилась в прямой зависимости от дневной температуры воздуха ($r = 0,989$) и от осадков ($r = 0,963$), так как начало вегетации этой культуры пришлось на 1-2 декаду мая (температура воздуха не превышала 24°C).

Аналогично влиянию абиотических факторов на клопов, постепенное нарастание температур на фоне умеренной влажности повышала рост численности колоний тлей на подсолнечнике в первый период вегетации ($r = 0,860$ и $r = 0,993$ соответственно), во второй период вегетации эти тенденции усилились. Зависимость численности клопов и тлей (y) от величины гидротермического коэффициента (x) характеризовались уравнениями: клопы - $y = -2,42x^2 + 8,63x - 1,57$ при коэффициенте детерминации $R^2 = 0,999$, тли - $y = -4,88x^2 + 11,27x - 3,27$ при $R^2 = 0,299$ соответственно.

Клопы, питающиеся на подсолнечнике были менее требовательны к уровню влагообеспеченности, по сравнению с тлей.

Показатель роста численности энтомофагов на подсолнечнике находился в прямой корреляционной зависимости от температуры воздуха (для кокциnellид $r= 0,735$, хризоп $r= 0,753$, афидиусов $r= 0,660$, сирфид $r= 0,928$ и клопов-охотников $r= 0,995$), так как это способствовало росту численности фитофагов в весенне-летней период.

Несмотря на то, что люцерна и козлятник, многолетние сельскохозяйственные культуры, относящиеся к семейству бобовые, тенденции влияния климатических условий на динамику численности фитофагов и энтомофагов в агроценозах различаются. В то время как влияние температуры и осадков в агроценозах козлятника и гречихи имеют значительные совпадения, так как начало заселения фитофагами этих культур начинается в 1 декаде июня, то люцерна возобновляет свою весеннюю вегетацию позже, чем козлятник, на 10-14 дней, чем и объясняется различия в степени влияния климатических факторов на энтомофауну многолетних бобовых культур.

В агроценозе козлятника численность клопов в первый период вегетации находилась в обратной зависимости от дневной температуры воздуха ($r= -0,938$) и в прямой от осадков ($r= 0,999$), так же, как и для тлей ($r=-0,288$ и $r=0,562$ соответственно). Зависимость численности клопов и тлей (y) от величины гидротермического коэффициента (x) характеризовались коэффициентами детерминации $R^2= 0,938$ и $R^2= 0,706$ соответственно (рисунок 4).

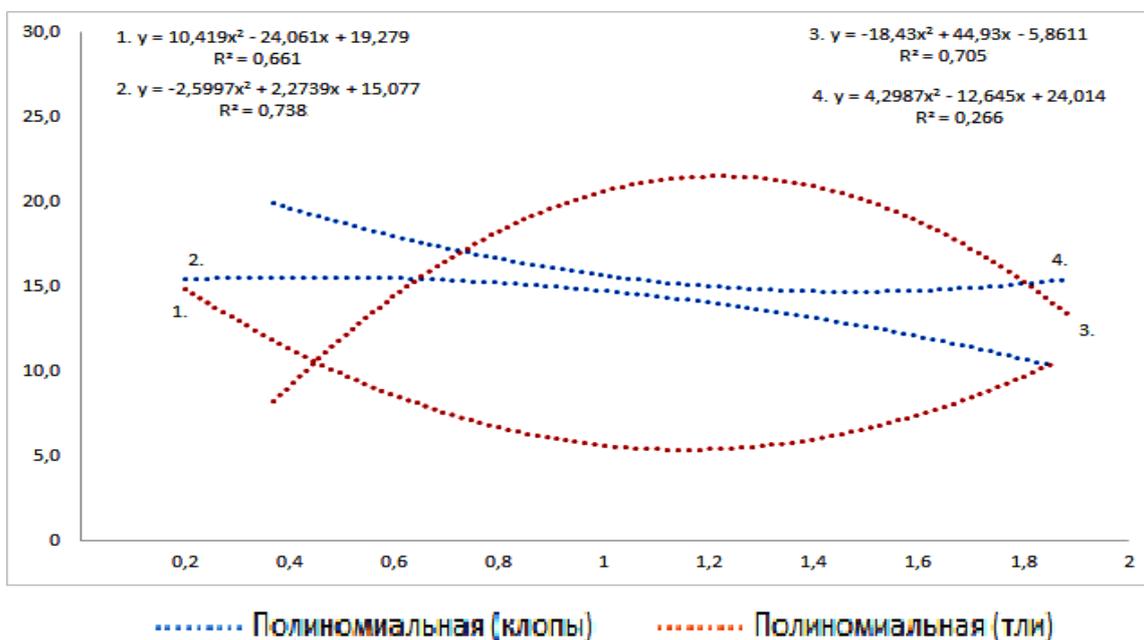


Рис. 4- Влияние ГТК (x) на численность фитофагов (y) в агроценозе многолетних бобовых в период формирования генеративных органов (1,2 – люцерна, 3,4 – козлятник)

В первый период вегетации на люцерне идет активное нарастание численности фитофагов, чему способствует повышение температуры и отсутствие осадков (для клопов $r=0,709$ и $r=-0,821$, для тлей $r=0,765$ и $r=-0,866$ соответственно). Во второй период вегетации на люцерне и козлятнике популяции фитофагов продолжают питаться на растениях и готовится к зимовке,

поэтому температура и особенно осадки для клопов не имеют решающего значения, для тлей более требовательных к климатическим условиям, температура продолжает стимулировать рост численности $r=0,920$, но даже незначительные осадки в этот период нежелательны $r=-0,999$.

Влияние абиотических факторов на энтомофауну люцерны, так же как и козлятника, несмотря на некоторые различия, обусловлено многолетней вегетацией бобовых культур.

Влияние погодных условий на эффективность энтомоопыления. Погодные условия оказывают сильное воздействие на насекомых – опылителей, так как от абиотических факторов зависит не только активность лета антофилов, но и интенсивность выделения нектара в цветках энтомофильных культур.

Самая высокая интенсивность выделения нектара энтомофильными культурами была в 2012 году.

Физиологическое состояние антофилов-опылителей является основным фактором в определении степени активности семьи общественных насекомых в течение весенне-летнего сезона. Такие внешние факторы, как продуктивность медоносов, скорость ветра и осадки, температура и др., существенным образом влияют на летнюю деятельность диких пчел и шмелей в течение светового дня.

В период цветения сельскохозяйственных насекомоопыляемых культур дневная температура воздуха постепенно увеличивается с $24,7$ до $27,3^{\circ}\text{C}$. Коэффициент корреляции температуры воздуха днем и численности антофилов равен $0,474$. Влажность воздуха в этот период неуклонно уменьшается - от $62,3$ до $55,7\%$. Коэффициент корреляции влажности воздуха и численности антофилов равен $-0,621$. Установлено, что показатель атмосферного давления ниже $746,5$ мм рт. ст. сказался негативно для эффективной работы антофилов.

Оптимальная скорость ветра для энтомоопыления в севообороте полевых культур в годы исследований составляла $2,8-3,2$ м/с.

Оптимальные условия для цветения и работы насекомых-опылителей (диких пчел и шмелей) создаются в агроценозах возделываемых культур в период 3-й декады июня – 3-й декады июля.

Влияние биотических факторов (фитофаги, антофилы–опылители, антофилы–энтомофаги) в агроценозах энтомофильных культур. Общий показатель насыщенности энтомофауны за весь период вегетации по мере увеличения представлен в ряду: подсолнечник ($36,0$ экз./м²) → люцерна ($67,5$ экз./м²) → козлятник ($128,4$ экз./м²) → гречиха ($133,7$ экз./м²). В период образования генеративных органов в агроценозе энтомофильных культур в среднем было зафиксировано: на подсолнечнике - $9,5$ экз./м², люцерне - $16,3$ экз./м², козлятнике - $33,4$ экз./м² и гречихе - $39,0$ экз./м².

Соотношение энтомофаг:фитофаг на козлятнике - $1:7,4$; люцерне и подсолнечнике - $1:8,4$; и на гречихе - $1:5,0$ (рисунок 5).

В период бутонизация – цветение на бобовых культурах в процентном соотношении превалировала группа растительноядных насекомых: на козлятнике - 55% и на люцерне - 77% от всех учтенных насекомых.

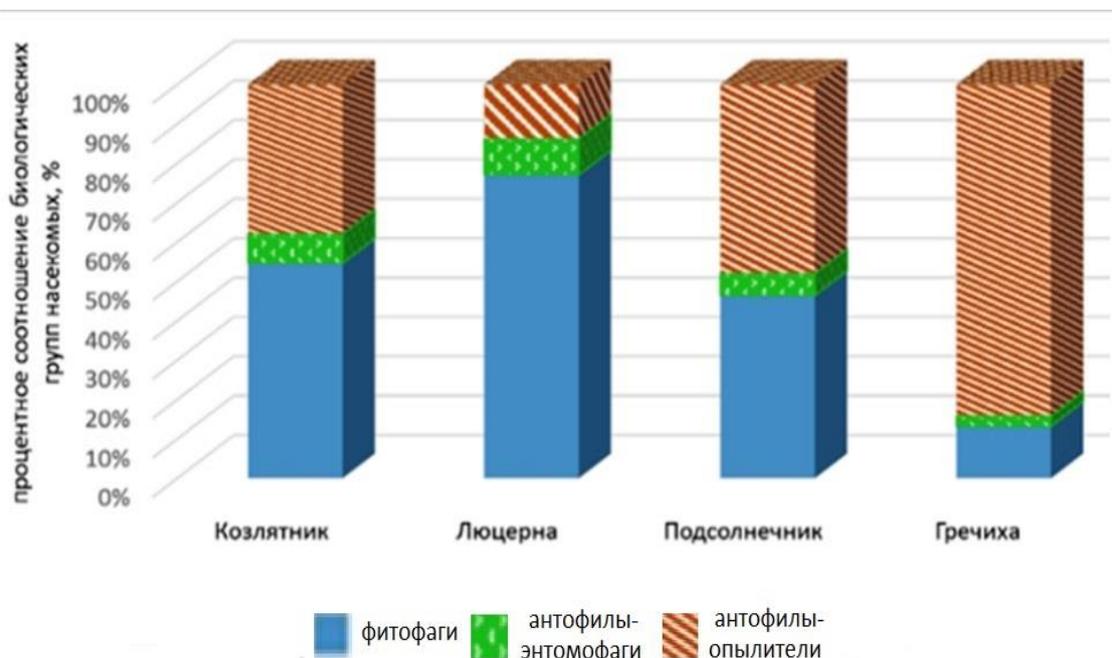


Рис.5 - Биологические группы насекомых на энтомофильных культурах(2012-2014 гг.)

Бобовые культуры сосредоточили на себе значительно большее количество фитофагов, чем другие культуры, в основном из-за того, что многолетние травы являются местом зимней резервации практически всего видового состава вредной энтомофауны.

Более раннее возобновление вегетации люцерны и особенно козлятника позволяет насекомым быстро восстановить свою численность и начать заселение других стадий – сельскохозяйственных культур с однолетним циклом развития. На подсолнечнике фитофаги составили 46% и на гречихе всего 13% от всех собранных особей в учетах.

Такая же тенденция обнаружена по степени заселенности энтомофагами энтомофильных культур - на люцерне и козлятники полезные насекомые составили 9 и 7% соответственно, на подсолнечнике 6% и на гречихе – меньше чем на других агроценозах – всего 3%.

Насекомые опылители, в том числе дикие пчелы, шмели и медоносные пчелы наиболее интенсивно посещали гречиху (84%), в 1,7 раза реже гречихи посещали цветоносы подсолнечника (48%), более чем в 2 раза ниже была посещаемость ими козлятника (38%) и наименьшая численность антофилов-опылителей зафиксирована на люцерне (14%). Это объясняется тем, что основную часть этих насекомых составляли особи *Apis mellifera* L., которые избегали люцерны, ориентируясь на степень доступности нектара в цветках. Такая же тенденция наблюдалась для шмелей.

Дикие пчелы ориентировались прежде всего на количество нектара и поэтому прежде всего посещали гречиху (155,7 экз./100 м²), менее охотно – люцерну (18,5 экз./100 м²) и козлятник (7,5 экз./100 м²). Активность диких пчел на подсолнечнике (32,9 экз./100 м²) объясняется тем, что период цветения этой культуры наступает сразу после цветения бобовых культур. Сроки цветения подсолнечника частично совпадают с цветением гречихи, однако продолжительное цветение гречихи в совокупности с обилием выделяемого

нектара вновь образованных цветков исключают конкуренцию между этими нектароносами.

Популяции тлей контролируется большим количеством хищных и специализированных паразитических энтомофагов, поэтому в сумме за период вегетации численность тлей ниже, чем клопов, так же питающихся на растениях энтомофильных культур.

Энтомофильные культуры по мере привлекательности биологических групп насекомых расположились в ряду: для фитофагов: гречиха (13%) → подсолнечник (46%) → козлятник (55%) → люцерна (77%); для антофилов-энтомофагов: гречиха (3%) → подсолнечник (6%) → козлятник (7%) → люцерна (9%); для антофилов-опылителей: люцерна (14%) → козлятник (38%) → подсолнечник (48%) → гречиха (84%).

В главе 5 изучено влияние приемов защиты растений на формирование урожая семян энтомофильных культур.

При анализе видового состава энтомофильных растений (станции агро- и биоценозов) Правобережья Саратовской области, в 2012-2014 гг. выявлено, что более половины его составляет луговая и сорная растительность (63,1%), в то время как лесонасаждения, в т.ч. лесополосы составляют 30,5%, полевые, в том числе сельскохозяйственные медоносы, а так же плодовые и овощные культуры составляют 3,7% и 2,7% соответственно. Количество цветущих нектароносов различной мощности резко сокращается с течением периода вегетации растений и жизненного цикла антофилов, в апреле их количество равно 3, в мае – 12, июне – 5, в июле – 11, а в августе всего 2 нектароноса.

Агротехнический метод (агрохимикаты). Антофилы-опылители (дикие пчелы и шмели) и антофилы – энтомофаги активнее посещали удобренные участки подсолнечника, гречихи и бобовых культур.

В зависимости от нормы удобрений применяемых при возделывании энтомофильных культур численность энтомофагов на вариантах в среднем за вегетацию изначально различается. В среднем при минимальной норме (А1) численность хищных и паразитических насекомых увеличилась от 11 % (на люцерне и гречихе) до 14% (на козлятнике). Такая же тенденция наблюдалась при других фонах питания, максимальное увеличение численности на удобренном фоне А3 отмечено на козлятнике - на 27%.

С другой стороны, внесение удобрений в целом негативно сказалось на численности фитофагов. Минимальный фон питания А1 на козлятнике повысил их численность всего на 5%, а на других культурах снизил численность клопов и тлей – доминирующих вредителей генеративных органов растений - от 2% на подсолнечнике до 23% на гречихе.

Однако последующее увеличение нормы удобрений неуклонно уменьшало численность фитофагов. Это связано с тем, что фосфорно-калийные удобрения ускоряют рост тканей генеративных органов, утолщают клеточные стенки, что является значительным препятствием для питания насекомых с колюще-сосущим ротовым аппаратом. Наиболее сильно численность фитофагов снижалась на гречихе – на 65 и 49 % от контроля при норме А2 и А3 соответственно.

Так же как и энтомофагов, численность антофилов–опылителей значительно стимулировало внесение минеральных удобрений. Это связано с тем, что эти биологические группы насекомых в равной степени интенсивно питаются на цветущих растениях нектаром. Однако, повышенное внесение удобрений (А3) не привлекало больше опылителей по сравнению с оптимальным фоном минерального питания (А2).

Внесение удобрений в наибольшей степени способствовало привлечению опылителей на гречихе (от 34,8% до 38,9%), далее по мере снижения интенсивности влияние удобрений на привлекательность для пчел и шмелей (очевидно из-за снижения количества нектара по мере увеличения количества цветков на растениях) энтомофильные растения располагаются в ряду: козлятник, подсолнечник, люцерна (рисунок 6).

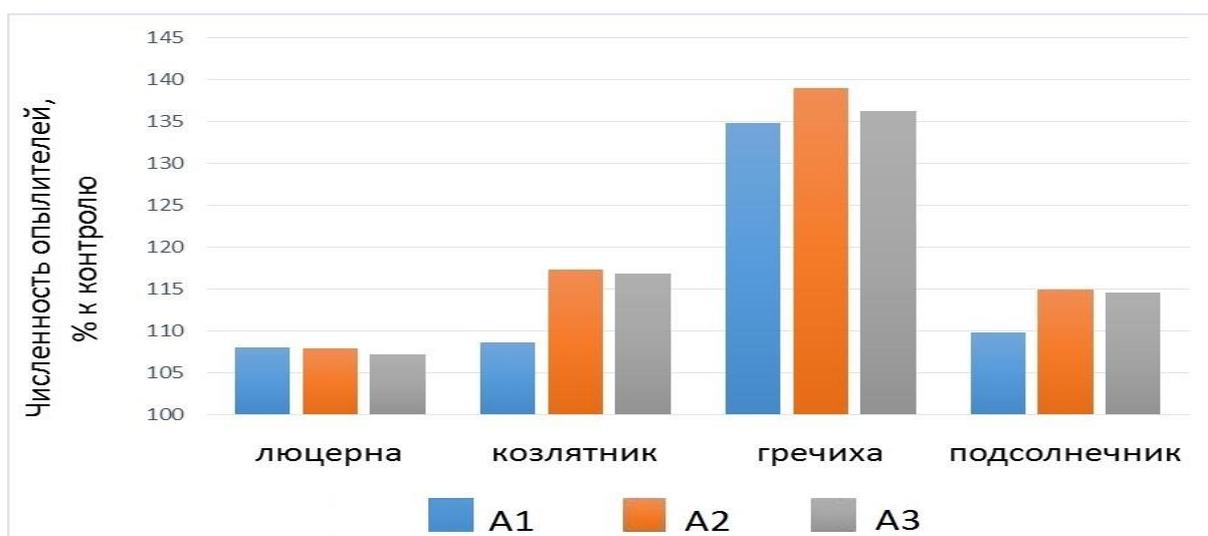


Рис.6 - Влияние удобрений NPK (А1, А2, А3) на численность опылителей в агроценозах энтомофильных культур

Урожайность гречихи контрольного варианта (без применения удобрений и инсектицидов, т.е. на естественном фоне с изоляторами) составила 0,370 т/га. В среднем по опыту, внесение удобрений повысило урожайность гречихи на 22,8% (от 19,5 до 25,8%).

На посевах контрольного варианта подсолнечника урожайность составила 1,35 т/га. Внесение удобрений повысило урожайность в среднем на 11,5%. В зависимости от нормы внесения NPK (А1, А2, А3), прибавка урожая составила 8,4, 16,0 и 10,1% соответственно. На контроле козлятника 3-го года было получено 0,222 т/га семян, а контроле люцерны 0,150 т/га. В зависимости от нормы внесения NPK, прибавка урожая составила 68,7%, 77,8%, 66,0% на козлятнике и 20,3%, 26,2%, 26,0% на люцерне соответственно.

Исходя из прибавки урожайности, наилучшие результаты от применения минеральных удобрений зафиксированы на варианте с нормой А2, которая оценивается как оптимальная для получения семян с энтомофильных растений.

Химический метод (инсектициды). При достижении пороговой численности фитофагов посевы энтомофильных культур обрабатывались инсектицидами различных химических классов (фосфорорганические и

пиретроиды) и с различным механизмом действия (системные и контактно-кишечные). Установлено, что системный инсектицид на основе диметоата, так же, как и контактный пиретроид (д.в. циперметрин) значительно снижали численность естественной энтомофауны антофилов-опылителей (таблица 1).

Таблица 1 - Влияние инсектицидов (контактно-кишечного и системного) на численность насекомых – опылителей в агроценозах энтомофильных культур (2012-2014 гг.)

Антофилы - опылители	Численность до хим-обработок, экз/м ²	Динамика численности опылителей после химобработок (по сравнению контролем-без обработок), %					
		д.в. диметоат			д.в. циперметрин		
		1 сут.	2 сут.	3 сут.	1 сут.	2 сут.	3 сут.
Эвцеры	7,2	20,3	17,0	86,4	27,1	32,9	86,1
Мелитурги	4,9	14,4	23,8	46,5	6,9	10,6	18,8
Шмели	0,9	16,6	14,5	55,0	57,3	10,8	13,5

На 2-й день численность насекомых опылителей, которые не имеют гнезд непосредственно в агроценозах с.-х. культур не восстановилась, т.е. эвцеры по-прежнему избегают обработанных участков, в то время как мелитурги начинают возвращаться на посевы.

Шмели как и эвцеры дольше избегают обработанных инсектицидом растений. Очевидно их чувствительность к фосфорорганическим препаратам сильнее, чем других опылителей.

На 3-й день численность постепенно восстанавливается, но не превышая 46,5-55,0 % от исходной численности для диких пчел-мелитург и шмелей, в то время как численность эвцерна посевах составила 86,4% от численности до обработки.

Воздействие циперметрина на диких опылителей – мелитургов 1-й день после обработки было сильнее, чем на других видов опылителей (6,9% от исходной численности), в дальнейшем их численность увеличилась, но не значительно (10,6-18,8%). Шмели менее всего оказались чувствительны к циперметрину, их численности снизилась меньше, чем на половину.

На 2-й день численность диких пчел стала постепенно восстанавливаться и на 3-й день они практически так же активно посещали цветки (86,1% от исходной численности), в то время как шмели, наоборот практически прекратили посещать цветущие растения, их численность стабильно оставалась низкой (10,8-13,5%).

Численность насекомых различных биологических групп при использовании диметоата снижалась от исходной численности для фитофагов - 87%, антофилов-энтомофагов - 80% и антофилов-опылителей-32,7%. Фосфорорганический инсектицид активно снижает численность энтомофауны, в т.ч. антофилов-опылителей, очевидно системное действие сказывается на качестве нектара, который превалирует в их рационе питания или из-за репеллентных свойств препарата.

Циперметрин снижает численность фитофагов на 60%, численность энтомофагов - еще ниже 21,5% и опылителей - 29,5% от исходного уровня.

Устойчивость насекомых к токсикантам возрастает в ряду: дикие опылители (мелитурга и эвцера) → большой земляной шмель → медоносная пчела.

Химобработки на гречихе снижали численность фитофагов на 73%, энтомофагов на 88% и опылителей на 70%. На подсолнечнике численность этих биогрупп составила соответственно 21,9 и 32,5% от исходной. На козлятнике и люцерне соответственно 23% и 26,5% (фитофаги), 22,5% и 15,5% (энтомофаги), 28,5% и 33% (опылители) от численности энтомофауны до инсектицидных обработок.

В главе 6 представлен анализ влияния насекомых опылителей на урожайность энтомофильных культур при различных приемах защиты растений. Урожайность перекрестноопыляемых культур заметно повысилась при использовании различных инсектицидов на удобренном фоне.

На вариантах с агрохимическими фонами питания (А1, А2, А3) и с применением инсектицидных обработок была получена различная урожайность: агрофон А1 способствует росту урожайности за счет повышения количественных и качественных характеристик генеративных органов (в т. ч. повышенное нектаровыделение, длительность цветения цветков в соцветии), однако данная норма удобрений может быть определена как не полная, так как при этом потенциал продуктивности энтомофильных культур реализуется не полностью; агрофон А2 способствует оптимальному росту урожайности за счет повышения количественных и качественных характеристик генеративных органов, при этом потенциал продуктивности раскрывается полностью, агрофон А3, при повышении затрат, по урожайности растений не превышает вариант с начальной нормой удобрений (А1).

Оценивая влияние инсектицидных обработок на удобренном фоне видно, что для повышения урожайности важное значение имеет механизм воздействия действующего вещества на насекомых. Так инсектициды контактно-кишечного действия способствовали повышению урожайности семян в среднем на 11,0 – 11,6 % в зависимости от характера энтомоопыления. Инсектициды системного действия способствовали повышению урожайности в среднем на 12,2 – 14,6% соответственно в изоляторах и свободном опылении.

В изоляторах эффективность опыления естественной энтомофауной составила в среднем 2,3% (контактный инсектицид) и 4,1% (системный инсектицид), при свободном опылении эффективность опыления естественной энтомофауной составила в среднем 14,8% при применении контактного инсектицида и 25,8% - системного инсектицида.

В главе 7 рассчитана экономическая эффективность возделывания энтомофильных культур для получения семян в условиях современных систем защиты растений.

Самыми урожайными были варианты с использованием антофилов-опылителей при химической защите системным инсектицидом на агрофоне А₂ (1,146 т/ га на гречихе, 2,14 т/га на подсолнечнике, 0,626 т/га на козлятнике и 0,286 т/га на люцерне, что лучше их контрольных вариантов на 210% (0,776 т/га), 58% (0,79 т/га), 282% (0,404 т/га) и 91% (0,136 т/га) соответственно.

По уровню рентабельности наиболее эффективны варианты люцерны и козлятника с использованием естественных насекомых-опылителей при химической защите системными инсектицидами на агрофоне А1 - 304 % и 344 % соответственно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На медоносных сельскохозяйственных культурах в период цветения выявлено около 54 видов насекомых из 6 отрядов (наиболее многочисленны виды жесткокрылых - 23 вида).

Посевы гречихи, подсолнечника и бобовых культур в природных условиях посещали более 15 видов природных опылителей. Наиболее распространенными были мелитурга (*Melitturga*), эвцера (*Eucera*) из рода андрен (*Andrena*). На козлятнике встречались так же несколько видов шмелей (*genus Bombus*, сем. *Apidae*).

В лесостепном Поволжье специализированные вредители гречихи, подсолнечника и бобовых обнаружены в единичных экземплярах, в то время как не специализированные фитофаги являются обычными представителями в энтомологических сборах. Обнаружен ряд широких олигофагов и полифагов способных развиваться на всех вышеперечисленных энтомофильных культурах; особенно много общих фитофагов на посевах зернобобовых культурах и подсолнечника.

Доминирующий видовой состав сосущих фитофагов повреждающих соцветия гречихи и подсолнечника в годы исследования: бобовая тля и комплекс видов клопов (сем. Мириды). На бобовых многолетних травах выявлены бобовая тля и люцерновый клоп.

Анализ энтомофильных растений стаций био- и агроценозов лесостепного Поволжья в 2012-2014 гг. показал, что более половины его флоры составляет луговая и сорная растительность (63,1%), лесонасаждения, в т.ч. лесополосы составляют 30,5%, полевые (сельскохозяйственные) медоносы, а так же плодовые и овощные культуры, которые составляют 3,7% и 2,7% соответственно. Оптимальные условия для цветения и работы насекомых-опылителей (диких пчел и шмелей) создаются в агроценозах возделываемых культур в 3 декаде июня - 3 декаде июля.

Суммарная вредоносность комплекса фитофагов на энтомофильных культурах варьируют от 3 до 9,5% на гречихе, от 1,5 до 12% на подсолнечнике, 7,3-24% на люцерне и от 17,3-43% на козлятнике.

Используя в защите посевов системный инсектицид диметоат 400, кэ (0,3 л/га) получена биологическая эффективность, в зависимости от вида сельскохозяйственной культуры от 92,4% на гречихе до 97,5% на подсолнечнике и 89,0 - 95,8 % на козлятнике и люцерне соответственно. В то время как при обработке посевов контактно-кишечным инсектицидом шарпей, кэ (0,3 л/га) биологическая эффективности составила 72,4%, 83,9% и 64-79,3% на бобовых культурах соответственно.

Самыми урожайными были варианты при энтомоопылении и химической защите системным инсектицидом на агрофоне A_2 (1,146 т/на га гречихе, 2,14 т/га на подсолнечнике, 0,626 т/га на козлятнике и 0,286 т/га на люцерне, что лучше их контрольных вариантов на 210% (0,776 т/га), 58% (0,79 т/га), 282% (0,404 т/га) и 91% (0,136 т/га) соответственно.

На подсолнечнике и гречихе по экономической выгоде выделяются варианты с использованием энтомоопыления на агрофоне A_0 (без удобрений) при химической защите посевов системным инсектицидом. По уровню рентабельности эффективны варианты с использованием опылителей при химической защите системным инсектицидом на агрофоне A_1 304% (люцерна) и 344 % (козлятник) соответственно.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

В целях совершенствования защиты растений, повышения эффективности энтомоопыления и продуктивности агроценозов энтомофильных культур в лесостепной зоне Саратовского Правобережья рекомендуется:

– применять в борьбе с вредителями системные инсектициды на основе д.в. диметоата или контактные пиретроиды (д.в. циперметрин) на фоне внесения минеральных удобрений в рекомендуемых нормах для каждой полевой культуры: гречихи - $N_{60}P_{80}K_{40}$, подсолнечника - $N_{60}P_{90}K_{60}$, люцерны и козлятника (3-й год жизни) после второго укоса - $N_{40}P_{60}$;

– включать в севообороты гречиху, подсолнечник, козлятник, люцерну для увеличения численности антофилов-энтомофагов и антофилов-опылителей.

СПИСОК НАУЧНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в изданиях ВАК РФ:

1. Еськов И.Д. Влияние абиотических факторов на эффективность медосбора полевых культур в степном Поволжье / И.Д. Еськов, А.В. Мельников, О.Л. Теняева // Известия Самарской ГСХА. 2016.-№. 4. С.9-13 (0,31п.л.; авт. – 0,1).
2. Мельников, А.В. Особенности защиты энтомофильных культур от вредителей генеративных органов / А.В. Мельников, И.Д. Еськов // Научная жизнь, 2007, №5. – С.84-93 (0,5 п.л.; авт. – 0,25).

Статьи в других научных и научно-практических изданиях:

3. Мельников, А.В. Видовой состав и численность опылителей на медоносных культурах в условиях Балашовского района Саратовской области / Мельников А.В., Еськов И.Д. // Фундаментальные и прикладные исследования в высшей аграрной школе. Вып. 5. – Саратов: ООО «ЦеСАин», 2015. – С.55-59 (0,31п.л.; авт. – 0,21).
4. Мельников, А.В. Приемы повышения численности опылителей на энтомофильных медоносных культурах, в условиях Балашовского района Саратовской области / Мельников А.В., Еськов И.Д. // Фундаментальные и прикладные исследования в высшей аграрной школе. Вып. 5. – Саратов: ООО «ЦеСАин», 2015. – С. 59-61 (0,19 п.л.; авт. – 0,1).

5. **Мельников, А.В.** Эффективность энтомоопыления подсолнечника в западной микроне Саратовской области / Мельников А.В., Еськов И.Д., Теняева О.Л. //Сб. ст. межд.науч.-практ.конф/ Под ред. В.А. Тарбаева. – ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. – Саратов, 2015. – С. 464-470 (0,44п.л.; авт. – 0,15).
6. **Мельников, А.В.** Влияние нектаропродуктивности энтомофильных растений на медосбор в лесостепи Поволжья /Мельников А.В., Еськов И.Д. //Инновационные технологии создания и возделывания сельскохозяйственных растений: Сб. матер. III Межд.науч.-практ. конф. – Саратов: ООО «Амирит», 2016. – С.55-59 (0,25 п.л.; авт. – 0,1).
7. **Мельников, А.В.** Пчелы - опылители в агроценозах гречихи и подсолнечника в условиях западной микроне правобережья Саратовской области /Мельников А.В., Еськов И.Д.// Энтомологические и паразитологические исследования в Поволжье: СНИГУ им. Н.Г. Чернышевского (Саратов), № 12, 2015 – С.88-91 (0,19п.л.; авт. – 0,1).
8. **Мельников, А.В.** Видовой состав вредителей генеративных органов энтомофильных сельскохозяйственных культур в Правобережье Саратовской области /Мельников А.В., Еськов И.Д. //Вавиловские чтения – 2016: Сб. ст. межд.науч.-практ. конф. – Саратов, ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2016. – С.213-215 (0,19 п.л.; авт. – 0,1).
9. **Мельников, А.В.** Влияние приемов защиты энтомофильных культур на антофилов в лесостепном Поволжье.[*Электронный ресурс*]/А.В.Мельников, И.Д. Еськов, О.Л.Теняева// Агрофорсайт.– 2017.– № 4.– То же [*Электронный ресурс*]. – Режим доступа:http://agroforsait.ru/wp-content/uploads/2017/07/Мельников_Еськов_Теняева_сайт.pdf
- 10.**Мельников, А.В.** Влияние защиты энтомофильных культур на биологические группы энтомофауны в лесостепном Поволжье /Мельников А.В., Еськов И.Д. // Вавиловские чтения – 2017: Сб. ст. межд.науч.-практ. конф.– Саратов, ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2017. С.339 - 341 (0,19 после второго укуса п.л.; авт. – 0,1).
11. **Мельников, А.В.** Влияние экологических факторов на динамику численности энтомофауны перекрестноопыляемых культур в лесостепном Поволжье. /Мельников А.В., Еськов И.Д. // Вавиловские чтения – 2017: Сб. ст. межд. науч.-практ. конф. – Саратов, ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2017. С.341-343 (0,19 п.л.; авт. – 0,1).