

ЭНТОМОЛОГИЯ (курс лекций)

Alexandr Zamotajlov

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет защиты растений

Кафедра фитопатологии, энтомологии и защиты растений

ЭНТОМОЛОГИЯ

Курс лекций

для обучения по программам подготовки научно-педагогических
кадров в аспирантуре – 06.06.01 Биологические науки,
направленность (профиль) – Энтомология



Краснодар

КубГАУ

2015

Составители: А. С. Замотайлов, А. М. Девяткин, И. В. Бедловская

Энтомология : курс лекций для обучения по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре – 06.06.01 Биологические науки, направленность (профиль) – Энтомология / сост. А. С. Замотайлов, А. М. Девяткин, И. В. Бедловская. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – 215 с.

Задачей изучения энтомологии в аспирантуре является более глубокое познание морфологических особенностей насекомых, их биологии, многообразия, систематического положения. Дисциплина оценивает будущих научно-педагогических кадров на решение коренных вопросов сельскохозяйственного производства.

В курс лекций вошли следующие темы: введение в энтомологию; морфология насекомых; анатомия, физиология и биология насекомых; систематика насекомых; экология насекомых; задачи и методы сельскохозяйственной и лесной энтомологии; многоядные вредители; вредители зерновых культур; вредители зернобобовых культур; вредители сахарной свёклы, паслёновых и овощных культур; вредители плодовых и ягодных культур; вредители ползающих лесных насаждений, зерна и зернопродуктов при хранении.

Рассмотрено и одобрено методической комиссией факультетов защиты растений, агрохимии и почвоведения Кубанского госагроуниверситета, протокол № ____ от «__» «_____» 2015 г.

Председатель
методической комиссии

В. И. Терпелец

© Замотайлов А. С., Девяткин А. М.,
Бедловская И. В., 2015
© ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный
аграрный университет», 2015

1 ВВЕДЕНИЕ В ЭНТОМОЛОГИЮ

Рассматриваемые вопросы:

1.1 Предмет энтомологии и ее связь с другими естественно-научными и прикладными дисциплинами; разделы энтомологии

1.2 Место насекомых в царстве животных; видовое разнообразие и численность насекомых

1.3 Краткая история энтомологии

1.1 Энтомология (от греческих слов «entomon» – насекомое и «logos» – наука) изучает мир насекомых. Современная энтомология подразделяется на ряд самостоятельных научных дисциплин – общую энтомологию, сельскохозяйственную энтомологию, а также лесную, медицинскую и ветеринарную энтомологию. Общая энтомология является теоретической научной дисциплиной, но она также служит научным фундаментом для названных выше прикладных энтомологических дисциплин; последние имеют своей задачей научную разработку методов борьбы с насекомыми – вредителями растений, человека и домашних животных. Ближе к энтомологии примыкают такие прикладные дисциплины, как пчеловодство и шелководство. Энтомология предоставляет материал для таких дисциплин как созология, созотехника и охрана природы, занимающихся разработкой приемов сохранения угрожаемых форм жизни.

Общая энтомология изучает основные особенности насекомых — строение их тела, деятельность органов, образ жизни, разнообразие форм и взаимоотношение со средой. В соответствии с этим общая энтомология может быть подразделена на морфологию (с разделением ее на наружную морфологию, или эйдономию, и внутреннюю, или анатомию), физиологию, биологию в узком смысле слова, систематику и классификацию, экологию.

Сельскохозяйственная энтомология – агрономическая дисциплина, изучающая насекомых, вредящих сельскохозяйственным культурам, реакцию растений на повреждения и меры борьбы с вредителями. Основная производственная задача сельскохозяйственной энтомологии – снижение потерь урожая от вредных насекомых, пока еще довольно значительных. Во всем мире ежегодно при выращивании сельскохозяйственных культур теряется от вредителей, болезней и сорняков до 35% урожая, в том числе только от вредителей около 14%. К этому следует добавить еще потери около 20% урожая при хранении. Таким образом, потенциальные потери урожая от вредных организмов в мире составляют около 48%.

Для защиты урожая применяются системы (комплексы) мероприятий, относящихся к различным методам борьбы. Подсчитано, что в Советском Союзе за счет проведения мер борьбы с вредителями, болезнями и сорняками ежегодно предотвращаются потери урожая на сумму около 8 млрд. рублей при затратах 2 млрд. рублей. Каждый вложенный в защиту растений рубль окупается четырьмя. Если же обеспечить более полное подавление развития вредных организмов, используя эффективные средства защиты растений, то стоимость сохраненного

урожая в ближайшее время может возрасти до 12 млрд. рублей при тех же затратах. Основными направлениями ускорения научно-технического прогресса в сельском хозяйстве являются совершенствование интегрированной защиты растений от вредителей и болезней, значительное расширение изучения и внедрения в практику биологических методов, развитие исследований по разработке и ускорению производства высокоэффективных и экологически безопасных средств защиты растений, отвечающих требованиям интенсивных технологий.

Таким образом, энтомология как комплексная наука имеет свою большую, содержательную и богатую событиями и различными научными открытиями историю и вносит свой существенный вклад в практику. Поэтому она все более и более привлекает к себе умы людей, и интерес к изучению гигантского и разнообразного мира насекомых возрастает во всем мире. В настоящее время энтомология во всем мире составляет важный раздел научной и практической деятельности многих учреждений. Число энтомологов в мире исчисляется многими тысячами; чем выше развитие страны, тем больше в ней работает энтомологов, тем больший вносят они вклад в изучение насекомых, в повышение продуктивности сельского и лесного хозяйства, в обеспечение здоровья человека. Достаточно сказать, что только в области систематики насекомых работает свыше 3,5 тыс. энтомологов мира.

1.2 Насекомые составляют особый класс (латинское название *Insecta*; прежде применялось также название *Hexapoda*, т. е. шестиногие) в типе членистоногих животных (*Arthropoda*). Филогенетически насекомые ближе всего примыкают к классам многоножек (*Myriapoda*) и ракообразных (*Crustacea*) и совместно с ними образуют естественную группу, выделяемую в отдельный подтип челюстных (*Mandibulata*). Насекомых, многоножек и ракообразных объединяют такие признаки, как присутствие одной или двух пар усиков и превращение трех следующих за усиками пар конечностей в ротовые органы, из которых особенно сильно развиты верхние челюсти, или мандибулы. Современные исследователи выделяют среди челюстных надкласс шестиногих, включающий 2 самостоятельных класса: энтогнат, или скрытночелюстных, и собственно насекомых. Энтогнаты по ряду признаков занимают промежуточное положение между многоножками и настоящими насекомыми.

Поразительной особенностью насекомых является необычайное разнообразие их форм. В настоящее время установлено более 1 млн. видов насекомых (70–75% всех животных), но отдельные ученые предполагают, что их намного больше – от 5 до 30 млн.; ежегодно открывают до 7–7,5 тыс. новых видов, особенно в мало обследованных областях, тропиках и т.д., что подтверждает это предположение. В России водится, вероятно, до 100 тыс. видов, но фактическое число известных представителей значительно меньше названной цифры. В целом число видов насекомых превышает число видов всех остальных животных и всех растений, взятых вместе. Численность насекомых на Земле оценивается в миллиард миллиардов.

Насекомые появились на нашей планете в Девоне, 400 млн. лет назад. Ископаемая фауна насекомых чрезвычайно богата, хотя сохраняются они плохо. Для

эволюции насекомых свойственны разнообразные пути адаптации и специализации, в результате чего они достигли поистине бесконечного разнообразия морфологических и биологических черт, приспособительных особенностей, связей с другими организмами. В целом органическая природа воплотила в мир насекомых самое большое число форм жизни и самое большое число форм участия в круговороте веществ. Одной из важнейших черт эволюции насекомых – коэволюция с цветковыми растениями.

1.3 Интерес к насекомым зародился в глубокой древности. Насекомые привлекали внимание человека как повседневное явление в природе, как поставщики пищи, как его докучливые враги, как враги домашних животных и растений. В отдаленные времена возникли практические отрасли — пчеловодство и шелководство.

Но началом научного изучения насекомых следует считать лишь XVII в. В этом веке были выполнены исследования итальянского ученого М. Мальпиги (1628–1694) по анатомии шелкопряда и голландца Я. Сваммердама (1637–1680) по анатомии и метаморфозу насекомых. XVIII в. ознаменовался трудами выдающегося шведского естествоиспытателя К. Линнея (1707–1778), который создал свою знаменитую «Систему природы» (*Systema naturae*), где видное место заняли и насекомые. Другой крупный естествоиспытатель этого века Р. А. Реомюр (1683–1757) изучал биологию и морфологию насекомых и оставил 6 томов «Мемуаров по истории насекомых» (*Memoirs pour servir a l'histoire des insectes*, 1734-1742).

В России во второй половине XVIII в. много сделал для изучения фауны насекомых видный натуралист и путешественник академик П.С. Паллас (1741–1811) – первый европейский исследователь, посетивший Кубань.

Однако лишь в XIX в. в связи с общим развитием науки и культуры создались необходимые условия для оформления энтомологии как особой отрасли знаний, как науки. Тогда в ряде стран стали возникать научные энтомологические общества, среди которых старейшими являются Энтомологическое общество Франции (основано в 1832 г.) и Лондонское энтомологическое общество в Англии (основано в 1833г.). В нашей стране в 1859 г. было основано Русское энтомологическое общество, сыгравшее выдающуюся роль в развитии отечественной энтомологии.

XIX в. ознаменовался бурным развитием энтомологических исследований, опубликованием большого числа работ по изучению морфологии, биологии, систематики насекомых, а также работ по прикладной энтомологии, особенно сельскохозяйственной. В России профессор Военно-медицинской академии Э. К. Брандт (1839–1891) провел исследования по строению нервной системы насекомых, доставившие ему мировую известность. Другой крупный ученый Ф. П. Кеппен (1833–1908) опубликовал капитальный сводный трехтомный труд «Вредные насекомые» (1881–1883). Интерес к изучению насекомых проявляли выдающиеся естествоиспытатели А. О. Ковалевский (1840–1901) и И. И. Мечников (1845–1916).

Тогда же всеобщее внимание привлекли исследования биологии и поведе-

ния насекомых, проводившиеся французским натуралистом Ж. А. Фабром (1823–1915); в своих знаменитых «Энтомологических воспоминаниях» (*Souvenirs Entomologiques*, 1879–1903) (переведены на русский язык под названием «Инстинкт и нравы насекомых», 1906–1914; также «Жизнь насекомых», 1963) Фабр выступил как блестящий исследователь и писатель.

На рубеже XIX и XX вв. зарождаются прикладные энтомологические дисциплины, в первую очередь сельскохозяйственная и лесная энтомология. В нашей стране в 1894 г. учреждается Бюро по энтомологии, возглавлявшееся виднейшим ученым-энтомологом И. А. Порчинским (1848–1916) и ставившее себе задачу изучения вредных насекомых и разработку мер борьбы с ними. Сам Порчинский оставил также большой след в энтомологии изучением биологии, систематики, а также покровительственной окраски насекомых. Выдающийся вклад в развитие энтомологии, в том числе и прикладной, внес профессор Н.А. Холодковский (1858–1921) преемник Э. К. Брандта по Военно-медицинской академии. Он создал свою школу научной энтомологии, им опубликован капитальный труд «Курс энтомологии, теоретической и прикладной» (III издание вышло в 1912 г., IV издание – в 1927–1931 гг.). В это же время работал видный сподвижник проф. Холодковского – И. Я. Шевырев (1859–1920), который много способствовал разработке проблем лесной энтомологии и талантливо изучал также явление паразитизма среди насекомых. Оставленные им труды «Загадка короедов» (1910) и «Паразиты и сверхпаразиты из мира насекомых» (1912) являются классическими исследованиями того времени.

XX в. характеризуется все возрастающим объемом энтомологических исследований, бурным развитием всех отраслей энтомологии и окончательной их дифференциацией на ряд самостоятельных научных дисциплин. Закладываются основы современной классификации, интенсивно начинают разрабатываться вопросы физиологии насекомых, широко входят в энтомологию принципы экологического изучения, успешно разрабатываются химические методы борьбы с вредителями, большое внимание уделяется разработке биологической борьбы, давшей ряд успешных результатов.

Еще в начале нашего века, именно в 1904 г., В. П. Поспелов (1872–1949) организует в Киеве первую в стране Энтомологическую станцию, поставившую перед собой задачу изучения и разработки мер борьбы с вредными насекомыми, особенно с вредителями сахарной свеклы. В последующие годы такого рода станции стали возникать и во многих других центрах страны. Особо следует отметить организованную В. И. Плотниковым (1877–1959) в 1911 г. в Ташкенте Туркестанскую энтомологическую станцию, сыгравшую значительную роль в развитии защиты растений в Средней Азии и в южном Казахстане и в советское время давшую начало другим учреждениям по защите растений, в том числе и Узбекскому институту защиты растений.

В 1910 г. выдающийся русский энтомолог Н. В. Курдюмов (1885–1917) организует при Полтавской сельскохозяйственной опытной станции первый в стране Отдел энтомологии; сам же Курдюмов заложил теоретические основы сельскохозяйственной энтомологии и развивал ту точку зрения, что объектами ее изучения должны являться не только насекомые, но также повреждаемые расте-

ния, условия жизненной среды тех и других и взаимоотношения между ними.

Большой вклад в изучение фауны нашей страны и сопредельных территорий внесли энтомологи-систематики. Среди них в первую очередь следует назвать профессора А. П. Семенова-Тян-Шанского (1866–1942), который, помимо того, оставил большой след в науке своими классическими работами – по теории вида (Таксономические границы вида и его подразделений, 1910) и по зоогеографии (Пределы и зоогеографические подразделения Палеарктической области, 1936). Другой выдающийся исследователь профессор Г. Г. Якобсон (1871–1926) известен своими капитальными трудами «Прямokрылые и ложно-сетчатокрылые Российской империи и сопредельных стран» (1905, совместно с В. Л. Бианки) и «Жуки России и Западной Европы» (1905–1915); он также много способствовал подготовке кадров и в последние годы состоял профессором Ленинградского сельскохозяйственного института.

Примерно в те же годы работали А. К. Мордвилко (1867–1938) и Н. Я. Кузнецов (1873–1948). Первый приобрел мировую известность исследованиями по систематике и биологии тлей; второй был крупнейшим знатоком чешуекрылых насекомых» и оставил два тома «Основ физиологии насекомых» (1948, 1953).

Основы современной классификации высших групп насекомых были заложены австрийским ученым А. Гандлиршем (A. Handlirsch, 1865–1935), А. В. Мартыновым (1878–1938), Б. Н. Шванвичем (1889–1957) и другими учеными. Гандлирш показал гетерогенность прежних отрядов насекомых, ввел более дробное понимание отряда и довел число их в классе насекомых до 30 с лишним; он и А. В. Мартынов являются основоположниками современной палеонтологии насекомых. Помимо того, Мартынов известен своим принципом подразделения крылатых насекомых на два инфракласса – древнекрылых и новокрылых, получившим широкое признание. Б. Н. Шванвич на основе преобладания у насекомых в полете передней или задней пары крыльев и их мышечного аппарата создал свою систему класса насекомых; часть его подразделений не была принята, но сама идея использования в классификации крылового мышечного мотора оказалась новой и позволяет обосновать объединение родственных отрядов в более крупные подразделения — надотряды. Б. Н. Шванвич также оставил капитальный «Курс общей энтомологии» (1949) и известен своими исследованиями рисунка крыла чешуекрылых.

Особенно стала развиваться энтомология в нашей стране после Октябрьской революции 1917 г. Были созданы самостоятельные кафедры энтомологии в Ленинградском сельскохозяйственном институте, в Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева и в других вузах. Основателями первых кафедр энтомологии в университетах были профессор, впоследствии академик, Н.М. Кулагин (1860–1940), работавший в Московском университете и в Сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева, а также профессор М.Н. Римский-Корсаков (1873–1951), создавший кафедру энтомологии при Ленинградском университете. Впоследствии кафедры энтомологии были организованы и при некоторых других университетах.

Большое развитие получили энтомологические исследования в ряде научных учреждений СССР. В области изучения фауны страны и разработки проблем

систематики насекомых выдающуюся роль играет Зоологический институт Академии наук СССР в Ленинграде; его капитальные издания «Фауна СССР», «Определители по фауне СССР» и «Животный мир СССР» получили широкую известность. Сходные по научному профилю институты были организованы затем при академиях наук союзных республик, что существенно способствовало прогрессу энтомологии на периферии. Бурный рост охватил также прикладную энтомологию. В 1930 г. был организован в Ленинграде Всесоюзный институт защиты растений, ряд сходных институтов возник в союзных республиках, значительное развитие приобрела медицинская энтомология. Выдвигается ряд новых ученых — крупных исследователей, организаторов науки, общественных деятелей. Среди них, помимо уже упоминавшихся выше Пospelова и Кулагина, много способствовавших развитию защиты растений в СССР, следует отметить имена профессора Н. Н. Богданова-Каткова (1894–1955), профессора В. Ф. Болдырева (1883–1957), академика Всесоюзной академии медицинских наук В. Н. Беклемишева (1890–1962), академика Е. Н. Павловского (1884–1965) и других.

Н. Н. Богданов-Катков был первым организатором в СССР специального образования по защите растений, хотя идея подготовки кадров такого профиля зародилась еще в дореволюционной России. В настоящее время подготовка таких специалистов производится в ряде сельскохозяйственных высших учебных заведений СССР на факультетах защиты растений. В.Ф. Болдырев известен своими исследованиями биологии прямокрылых насекомых (саранчовых, кузнечиковых, сверчков), многие годы возглавлял кафедру энтомологии в Московской сельскохозяйственной академии и является одним из первых инициаторов применения авиации в борьбе с вредителями.

В. Н. Беклемишев в течение 30 лет (1932–1962) руководил в Институте медицинской паразитологии и тропической медицины в Москве исследованиями по медицинской энтомологии, особенно по переносчикам болезней человека, и среди них в первую очередь малярийного комара. Исследования эти, проводившиеся на высоком научном уровне, с широким изучением экологии вредителя, совместно с другими исследованиями в этом направлении обеспечили возможность ликвидации малярии в нашей стране. Крупный вклад внес В. Н. Беклемишев в разработку вопросов теории экологии, особенно сообществ организмов, или биоценозов.

Академик Е. Н. Павловский — преемник Н. А. по Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова в Ленинграде — является выдающимся биологом и общественным деятелем, внесшим большой вклад в развитие паразитологии в нашей стране, создателем учения о природной очаговости трансмиссивных (т. е. переносимых насекомыми и другими организмами) болезней человека и домашних животных. В течение многих лет он руководил Зоологическим институтом АН СССР и деятельностью Всесоюзного энтомологического общества как президент последнего. В. Н. Беклемишев и Е. Н. Павловский за свои выдающиеся труды неоднократно отмечались высшими научными премиями и другими высшими наградами.

В области энтомологии известно немало крупных ученых с мировым именем, обогативших науку и практику выдающимися достижениями и открытиями. Из зарубежных ученых в области морфологии насекомых крупный вклад внесли

немецкий ученый профессор Г. Вебер (H. Weber, 1899–1956) и североамериканский исследователь доктор Р. Э. Снодграсс (R. E. Snodgrass, 1875–1962). Первый из них – автор капитальных руководств по общей энтомологии, составленных преимущественно на морфологической основе; второй – автор многих трудов по морфологии, обобщенных в известной книге «Основы морфологии насекомых» (*Principles of insect morphology*, 1935).

В области разработки проблем физиологии насекомых много делается известным английским ученым профессором В. Б. Уигглсуорт (пишется также Вигглсворт, V. B. Wigglesworth) и французским исследователем профессором Р. Шовеном (R. Chauvin); ими опубликованы капитальные руководства по физиологии насекомых, частью переведенные на русский язык.

Видный английский исследователь доктор А. Д. Иммс (A. D. Imms, 1880–1949) – автор одного из лучших руководств по общей энтомологии (*A general textbook of entomology*, 1925–1957), выдержавшего 9 изданий и получившего международную известность. Другой крупный ученый, работающий в настоящее время в Англии, доктор В. П. Уваров (В. P. Uvarov, род. в 1888 г.), внес большой вклад в изучение саранчовых насекомых, организовал в Лондоне Противосаранчовый исследовательский центр (*Anti-Locust Research Centre*) и мобилизовал большие научные силы на разработку мер борьбы с этими вредителями.

Видный израильский исследователь профессор Ф. Воденхеймер (F. S. Vodenheimer, 1897–1959) отличался необычайной разносторонностью, сделал много для познания фауны, биологии и вредных насекомых Ближнего Востока, а также опубликовал ряд содержательных работ по экологии насекомых и истории науки. Наконец, крупный итальянский исследователь профессор Ф. Сильвестри (F. Silvestri, 1873–1949) также был весьма разносторонним ученым, особенно много сделал в области проблем сельскохозяйственной энтомологии и биологической борьбы с вредителями, также открыл два новых отряда насекомых – бессяжковых (*Protura*) из первичнобескрылых (*Apterygota*) и зораптер (*Zoraptera*) из ортоптероидных (*Orthopteroidea*).

В настоящее время энтомология во всем мире составляет важный раздел научной и практической деятельности многих учреждений. Число энтомологов в мире исчисляется многими тысячами, и чем выше развитие страны, тем больше в ней работает энтомологов, тем больший вносят они вклад в изучение насекомых, в повышение продуктивности сельского и лесного хозяйства, в обеспечение здоровья человека. Достаточно сказать, что только в области систематики насекомых работает около 3,5 тыс. энтомологов мира.

2 МОРФОЛОГИЯ НАСЕКОМЫХ

Рассматриваемые вопросы:

2.1 Голова и ее придатки

2.2 Грудь и ее придатки

2.3 Брюшко и его придатки

2.1 Строение головы. Голова (*caput*) представляет собой сильно уплотненную черепную коробку, образованную из слившихся пяти, а по мнению некоторых морфологов, даже шести-восьми сегментов. Она несет пару сложных глаз, часто до трех простых глаз, или глазков, и подвижные придатки – усики и ротовые органы. Поверхность головы подразделена на отдельные участки, иногда обособленные между собой швами. Различают лоб (*frons*) между глазами, который кверху переходит в темя (*vertex*) и далее назад – в затылок (*occiput*); книзу ото лба расположен наличник (*clypeus*), граничащий внизу с верхней губой (*labrum*); сбоку под глазами находятся щеки (*genae*), к ним снизу примыкают верхние челюсти (*mandibulae*). Форма головы насекомых разнообразна: округлая (мухи), сжатая с боков (саранча, кузнечик), вытянутая в виде головотрубки (долгоносики). Различны и типы постановки головы: прогнатический, гипогнатический и опистогнатический. При прогнатическом типе головы, характерном для хищных насекомых (жужелицы, стафилины), ротовые части направлены вперед; при прогнатическом типе головы, характерном для хищных насекомых (жужелицы, стафилины), ротовые части направлены вперед; при гипогнатическом, характерном для растительноядных (саранчовые, многие виды клопов, жуков) – под прямым углом вниз; при опистогнатическом (цикадковые, медяницы, трипсы) – ротовые части направлены под острым углом вниз и назад, приближаясь к передним ногам.

Глаза. Органы зрения представлены сложными и простыми глазами – дорсальными и латеральными. Сложные, или фасеточные, глаза (*oculi*) в числе одной пары расположены по бокам головы и состоят из множества (до нескольких сотен и даже тысяч) зрительных единиц, омматидиев, или фасеток. В связи с этим у некоторых насекомых (стрекозы, самцы мух и пчел) глаза настолько велики, что занимают большую часть головы. Сложные глаза имеются у большинства взрослых насекомых и у личинок с неполным превращением из подкласса, за исключением некоторых групп паразитических, пещерных видов и обитателей муравейников, у которых они вторично исчезли. Из представителей подкласса первичнобескрылых сложные глаза имеются лишь у щетинохвосток. Простые дорсальные глаза, или глазки (*ocelli*), в типичном случае в числе трех расположены в виде треугольника на лбу и темени между сложными глазами. Иногда средний глазок исчезает, и остаются только два боковых, реже наблюдается исчезновение парных при сохранении среднего глазка. Как правило, глазки встречаются у взрослых, хорошо летающих насекомых, однако они отсутствуют у многих чешуекрылых и двукрылых и обнаружены у личинок стрекоз поденок. Простые латеральные глаза, или

стеммы (*stemmata*), образуют две парные группы, располагающиеся по бокам головы. Число глазков варьируется от 6 до 30. Присущи они, главным образом, личинкам насекомых с полным превращением, реже встречаются у взрослых насекомых, лишенных фасеточных глаз (отряд подур, веерокрылых, блох и др.).

Усики. Усики, или антенны (*antennae*), представлены одной парой членистых образований, расположенных по бокам лба между или впереди глаз в усиковых ямках. Они служат органами осязания и обоняния. Усик состоит из утолщенного основного членика (*scapus*), ножки (*pedicellus*) и жгутика (*flagellum*). Строение усиков разнообразно у отдельных видов и групп, и этот признак используется при определении (диагностике) насекомых. Так, щетинковидные усики с многочисленными члениками, постепенно утончающимися к вершине, характерны для представителей отряда таракановые, подотряда длинноусые у прямокрылых и т.д.; булавовидные – с несколькими утолщенными или расширенными к вершине члениками, образующими булаву, – для представителей группы семейств дневных, или булавоусых чешуекрылых; пластинчато-булавовидные – с булавой из вытянутых в одну сторону пластинок – для майских и других хрущей и т.д. Часто строение усиков бывает разным у самцов и самок одного вида. Число члеников усиков также варьируется в зависимости от вида или возраста личинок насекомых с неполным превращением. Так, у представителей различных подотрядов отряда равнокрылые они колеблются от 3 члеников у цикадовых до 11 у некоторых кокцид. Усики взрослых саранчовых состоят из 33 члеников, а у личинок количество члеников колеблется от 13 у I возраста до 23–26 у V возраста.

Ротовые органы. Ротовые органы претерпели значительные изменения от грызущего типа при питании твердой пищей до различных модификаций сосущего типа при приеме жидкой пищи (нектар, сок растений, крови и пр.).

Различают типы ротовых органов:

- грызуще-лижущие,
- колюще-сосущие,
- сосущие,
- лижущие.

От способа питания и строения ротовых органов зависит тип повреждения растения, по которому можно диагностировать вредителей и выбрать группу инсектицидов для борьбы с ними. Так, для уничтожения насекомых, имеющих грызущие ротовые органы, можно использовать инсектициды внутреннего, или кишечного, действия, тогда как против насекомых с сосущими ротовыми органами применяют инсектициды наружного, или контактного, действия, или фумиганты.

Грызущие ротовые органы состоят из парных нерасчлененных верхних челюстей (*mandibulae*), парных расчлененных нижних челюстей (*maxillae*) и непарной расчлененной нижней губы (*labium*). Сверху ротовые органы прикрыты верхней губой (*labrum*), представляющей собой складку кожи. Верхняя челюсть состоит из основного членика (*cardo*), стволика (*stipes*), пары жевательных лопастей – наружной (*galea*) и внутренней (*lacinia*). Стволик несет челюстной щупик (*palpus maxillaris*), состоящий из 1–7 члеников. Нижняя губа слилась по срединной линии у основания и подразделяется на подподбородок (*submentum*), подбородок (*mentum*), две пары язычков, гомологичных жевательным лопастям нижних

челюстей – внутренних (*glossae*) и наружных (*paraglossae*). От подбородка отходят также нижнегубные щупики (*palpi labiales*). Верхняя губа, обе пары челюстей и нижняя губа расположены вокруг рта и замыкают предротовую полость. В эту полость вдается языкообразный мясистый орган – подглоточник (*hypopharynx*). Он расположен под глоткой и делит предротовую полость на два отдела – передний и задний. В передний отдел открывается ротовое отверстие, т. е. начало пищеварительного тракта, в задний впадает проток слюнных желез. Ротовые органы грызущего типа распространены наиболее широко и встречаются у представителей надотрядов ортоптероидные, колептероидные, нейроптероидные, у части перепончатокрылых насекомых и др.

Грызуще-лижущие ротовые органы перетерпели значительные изменения в связи с высасыванием или слизыванием нектара из цветков растений (пчелиные, некоторые осы). Нижние челюсти и нижняя губа превратились в хоботок и их отдельные части – стволик, наружная жевательная лопасть нижних челюстей, подбородок, щупики и слившийся в одно целое язычок нижней губы – сильно удлинились. Одновременно редуцировались нижнечелюстные щупики и наружные язычки. Вместе с тем здесь еще сохраняются общие черты ротовых частей основного грызущего типа – расширенные верхние челюсти и разделение на членики нижних челюстей и нижней губы.

Колюще-сосущие ротовые органы характерны для насекомых, питающихся клеточным соком растений (полужесткокрылые, равнокрылые) и кровью животных (вши, блохи, некоторые двукрылые) с проколом субстрата. Так, у клопа черепашки верхние и нижние челюсти представлены тонкими и длинными колющими щетинками, заключенными в длинный членистый хоботок, образованный нижней. При питании хоботок упирается в субстрат, коленообразно изгибается назад, и первая пара колющих щетинок (верхние челюсти) прокалывает покровы и проникает в ткань растения. Вторая пара щетинок (нижние челюсти) на внутренней стороне имеет по два продольных желобка. При плотном соприкосновении обеих щетинок образуются два внутренних канала. По одному из них в ткань растения нагнетается слюна, по другому всасывается пища.

Сосущие ротовые органы свойственны чешуекрылым, которые питаются жидкой пищей без прокола субстрата. Верхние челюсти у них отсутствуют, нижние образуют длинной нечленистый спирально свернутый хоботок. Нижняя губа в виде небольшой непарной пластинки несет длинные, обычно 3-члениковые щупики.

Лижущие, или мускоидные, ротовые органы встречаются у круглошовных двукрылых, питающихся жидкой пищей, включая нектар цветков, также без прокола субстрата. Они лишены верхних челюстей. Основная конусообразная часть ротовых органов – рострум – представляет собой вырост головы, в состав которого входят остатки нижних челюстей. За рострумом следует втягиватель, или гаустеллум, соответствующий нижней губе. На вершине гаустеллума расположены две подвижные створки сосальца, или лабеллума, на концевой поверхности имеющего фильтрующий орган – псевдотрахеи. В зависимости от положения створок лабеллума и выдвигания зубцов мухи могут питаться жидкой или твердой пищей или пить воду.

2.2 Скелетной основой сегмента тела является кутикулярное кольцо; серия таких колец и образует скелет груди и брюшка. Каждое такое кольцо, образующее сегмент тела, подразделяется на четыре отдельных склерита: спинное, или верхнее, или дорсальное, полукольцо – тергит; брюшное, или нижнее, или вентральное, полукольцо – стернит; и пара первоначально мягких боковых стенок – бочков, или плеиритов. Вследствие того, что у насекомых грудь почти всецело берет на себя локомоторную функцию, мускулатура грудных сегментов усиливается и усложняется, увеличиваются размеры сегментов, особенно их диаметр, усложняется наружный скелет. В целом скелетно-мышечный аппарат груди оказывается сильно измененным и осложненным, первичные склериты – тергиты, стерниты и плеириты – подразделены на серии вторичных склеритов. Грудь насекомых состоит из трех сегментов. Спинное полукольцо каждого сегмента, т.е. их тергиты, здесь имеет название спинка, или нотум (*notum*), соответственно нижнее, или вентральное полукольцо, т.е. стернит, обозначается термином «грудка», или «стернум» (*sternum*). Для обозначения принадлежности всех этих частей к какому-либо из сегментов груди используются приставки: передне-, средне- и задне- (*pro-*, *meso-*, *meta-*). Соответственно этому различаются переднегрудь, среднегрудь и заднегрудь (*prothorax*, *mesothorax*, *metathorax*), когда речь идет о том или ином кольце груди в целом; для обозначения полуколец прибегают к терминам: «переднеспинка» (*pronotum*), «переднегрудка» (*prosternum*) и т.д. Каждый сегмент груди несет по одной паре ног, а у крылатых насекомых средне- и заднегрудь несут также по паре крыльев; в связи с этой особенностью оба сегмента вместе обозначаются термином «птероторакс» (*pterothorax*). Естественно, что переднегрудь устроена проще, чем каждый сегмент птероторакса. У некоторых насекомых переднегрудь может быть в целом сильно развитой, особенно если передняя пара ног приспособилась к выполнению специальной функции; например, у богомолов (*Mantodeoptera*) переднегрудь сильно удлинена, подвижна и несет большие хватательные ноги. У насекомых с несовершенным полетом и более примитивных групп сильное развитие получает переднеспинка (тараканы, прямокрылые, жуки и др.). В высших же группах с совершенным полетом переднегрудь сильно уменьшается в размерах, например у чешуекрылых, перепончатокрылых и двукрылых. Своеобразно строение груди у высших перепончатокрылых – наездников, пчел, ос, муравьев и др. Их грудь отделена от брюшка явственным сужением, или перехватом, в виде стебелька, поэтому они и называются стебельчатобрюхими, или просто стебельчатыми. Оказывается, в состав их груди вошел 1-й сегмент брюшка, а стебелек образовался за счет 2-го или даже 2-го и 3-го сегментов брюшка. Поэтому, строго говоря, стебелек разделяет не грудь и брюшко, а 1-й и 2-3-й сегменты брюшка. Вошедший в состав груди 1-й сегмент брюшка обозначается как промежуточный сегмент, или проподоум (*propodeum*).

Плеириты груди устроены сложно, сильно склеротизованы, т. е. уплотнены, и над основанием каждой ноги имеют явственный плеиральный шов; этот шов является наружной частью плеирального гребня – глубокой внутренней складки кутикулы, которая сильно укрепляет стенку плеиритов и составляет часть внутреннего скелета (эндоскелета) груди. Плеиральный шов делит плеирит на два склерита: передний – эпистерн и задний – эпимер. Особенности их строения используются в

диагностике насекомых. На верхнем крае каждого плейрита птероторакса, у окончания плейральных швов, находится небольшой вырост – столбик (*columella*); на нем лежит основание крыла. Согласно субкоксовой теории Р. Снодграсса, плейрит представляет собой производное части примитивной ноги; основание такой ноги в виде предтазика, или субкокса (*subcoxa*), отчленилось от последующего сегмента – тазика, или коксы (*coxa*), вошло в состав боковой стенки плейритов. Появление плейритов способствовало сильному укреплению боковых стенок тела и самих сегментов, создало условия для совершенствования работы ног, а в последующем и работы крыльев. Соответственно этой теории плейриты представляют собой более позднее образование в сегменте, нежели конечности, а также тергит и стернит. Однако согласно теории Э. Г. Беккера, первоначально плейральная зона была представлена перепонкой со склеритами; часть этих склеритов вошла в боковые края тергитов и стернитов, а часть – в состав первичной ноги, дав начало тазику и вертлугу.

Возникновение крыльев потребовало выработку мощной мускулатуры и прикрепительных поверхностей на внутренней стороне скелета средне- и заднегрудки, или птероторакса. Такими прикрепительными поверхностями становятся фрагмы – сильно склеротизованные складки кутикулы спинок груди, вдающиеся в полость тела и образующие часть эндоскелета груди. Они образуются на границе между сегментами груди, а задняя фрагма – между заднегрудью и 1-м сегментом брюшка. Фрагмы стали местом прикрепления сильной продольной мускулатуры. Это, в свою очередь привело к сильному усложнению скелета птероторакса, именно спинок средне- и заднегрудки; на них возникла система швов, т.е. складок, которые дифференцировали спинку на ряд вторичных участков. Основным из них является щит, или скутум (*scutum*), впереди него располагается предщит, или прескутум (*prescutum*), а сзади расположен щиток, или скутуллум (*scutellum*). Помимо того, задняя часть спинки перед фрагмами утончается, превращается в мембранозный пояс; лежащая позади него узкая краевая полоска спинки обособляется в особый скелет – заспинку, или постнотум (*postnotum*). Благодаря всем этим особенностям спинные отделы груди приобретают необходимую при движении крыльев подвижность и гибкость.

Строение и типы ног. Нога у насекомых состоит из тазика (*coxa*), вертлуга (*trochanter*), бедра (*femur*), голени (*tibia*) и лапки (*tarsus*). Лапка у разных групп насекомых имеет один – пять члеников и заканчивается двумя коготками (реже одним). У двукрылых между коготками расположена пара лопостевидных подушечек, или пульвилл (*pulvilli*), и иногда развит непарный эмподий (*empodium*). Соответственно образу жизни и уровню специализации отдельных групп насекомых у них встречаются различные типы ног. Так, бегательные ноги с удлиненными тонкими члениками характерны для тараканов, клопов, жуков жужелицы и других быстробегающих насекомых; ходильные ноги с более короткими члениками и расширенными, часто 4-члениковыми лапками наиболее типичны для жуков листоедов, усачей, долгоносиков, трубковертов, короедов.

Приспособление к условиям жизни или к способам передвижения способствовало специализации передних ног, а приспособление к способам передвижения – специализации передних или задних ног. Так, у медведок, которые большую

часть жизненного цикла проводят в почве, возникли капательные передние ноги с укороченными и расширенными бедрами и голенью и недоразвитой лапкой. Передние ноги хищного насекомого богомола стали хватательными. Находясь в засаде, он быстро захватывает жертву между усаженными шипками и удлинёнными бедром и голенью. Задние ноги саранчовых, кузнечиков, сверчков преобразовались в прыгательные, характеризующиеся сильными утолщёнными бедрами и отсутствием вертлуга. У водных насекомых (жуки-плавунцы, водолюбы и др.) задние, а иногда и средние ноги выполняют функции гребных, т.е. плавательных, чему способствуют уплощённость голеней и лапок и длинные волоски, создающие гребную поверхность; у самцов водных насекомых на расширенных члениках лапок расположены присоски, за что этот тип ног получил название присасывательных. Наиболее сложно устроен собирательный тип ноги у пчелиных. На расширенной наружной стороне голени расположена корзиночка в виде углубления, окружённого двумя рядами упругих волосков, предназначенная для цветочной пыльцы. На внутренней стороне первого членика лапки находится щеточка из поперечных рядов жестких волосков, которые служат для сбора и удерживания пыльцы. Отсюда через пыльцевые щипчики, образованные шипками верхнего края голени и основания первого членика лапки, она попадает в корзиночку.

Строение и типы крыльев. Крылья насекомых обычно представлены двумя парами и являются придатками средне- и заднегруди. Реже бывает развита лишь пара передних крыльев (некоторые виды поденок, самцы кокцид, двукрылые, или мухи), а иногда только пара задних крыльев (самцы веерокрылых). У многих насекомых крылья недоразвиты или отсутствуют (первичнобескрылые, вши, блохи и др.). Крыло представляет собой двухслойную складку покровов тела, которые сближаются и затвердевают, образуя эластичную пластинку. Между складками расположены жилки. Жилкование крыла, т. е. форма, число и расположение жилок, очень разнообразно у различных групп насекомых и служит важным признаком при их определении. К основным продольным жилкам относятся: костальная, или коста (*costa*, сокращенно С), субкостальная, или субкоста (*subcosta*, Sc), радиальная, или радиус (*radius*, R), медальная, или медиа (*media*, M), кубитальная, или кубитус (*cubitus*, Cu), и анальная, или анализ (*analis*, A). Многие из этих жилок делятся, образуя от двух до пяти ветвей. Кроме продольных, на крыльях встречаются поперечные жилки. Их называют дисканальными или обозначают по прилегающим продольным жилкам.

На пластинке крыла различают три угла: основание, задний угол, вершину. Стороны треугольника, образованные краями крыла, также имеют свои названия. Передний, или костальный, край расположен между основанием и вершиной крыла, наружный край – между вершиной и задним углом, задний, или внутренний, край – между основанием и задним углом крыла.

Строение крыла – один из основных признаков, характеризующих такую крупную систематическую единицу, как отряд насекомых. В связи с этим все многообразие встречающихся крыльев классифицируют по трем признакам: по консистенции (однородные или разнородные), количеству замкнутых ячеек (сетчатые или перепончатые) и степени опушения пластинки крыла чешуйками и волосками (голые или покрытые). По консистенции передняя пара крыльев может быть умерен-

но уплотненной, или кожистой, но еще с хорошо заметным жилкованием (прямокрылые, богомоловые, таракановые), или сильно уплотненной, или роговой, когда жилкование с верхней стороны крыла обычно незаметно (жесткокрылые). Такие крылья называют надкрыльями, или элитрами. У полужесткокрылых кожистая или роговая консистенция имеется лишь у основания передних крыльев, и их называют полунадкрыльями, или полуэлитрами. По количеству замкнутых ячеек крылья называют сетчатыми в том случае, если поперечных жилок много (стрекозы, сетчатокрылые, прямокрылые и др.); если поперечных жилок, а следовательно и замкнутых ячеек мало (менее 20), такие крылья называют перепончатокрылыми (равнокрылые, перепончатокрылые, чешуекрылые). Если пластинка крыла почти сплошь покрыта чешуйками (бабочки, или чешуекрылые) или короткими многочисленными волосками (ручейники), крылья называют покрытыми; если волосков или чешуек мало или их нет совсем, их называют голыми. На основании приведенной классификации можно в краткой, но достаточно подробной форме охарактеризовать крылья любого отряда насекомых. Так, у крылатых представителей прямокрылых крылья голые, разнородные, первая пара кожистая, вторая – сетчатая; у жесткокрылых крылья голые, разнородные, первая пара роговая (элитры), вторая перепончатая; у перепончатокрылых крылья голые, однородные, перепончатые; у чешуекрылых крылья однородные, перепончатые, покрытые чешуйками; у ручейников крылья однородные, перепончатые, покрытые волосками, и т.д.

Полет насекомого складывается из двух движений крыльев: пропеллирующего – по направлению вперед и элеваторного – вверх. Большая часть взмахов обеспечивает слияние элеваторного и пропеллирующего эффекта в единый аэродинамический эффект, что позволяет насекомому лететь вперед, устойчиво удерживаясь в воздухе. При этом частота взмахов крыльев сильно варьируется, составляя у капустной белянки 12 взмахов, у майского жука – 46, у бражника – 85, у шмеля – 240, у комара-дергуна – 1046 взмахов/секунду.

2.3 Брюшко (*abdomen*) является третьим отделом тела, состоит из ряда более или менее сходных сегментов и у взрослых насекомых лишено ног. Сегменты брюшка устроены проще грудных и состоят из верхнего полукольца, или тергита (*tergum*), нижнего полукольца, или стернита (*sternum*), соединенных более или менее обширной мембраной. Обособленные твердые плеуральные склериты, как в груди, здесь отсутствуют. Максимальное число сегментов брюшка равно 12, включая и хвостовой компонент – тельсон (*teson*), который несет анальное отверстие и лишен придатков. Однако в таком виде брюшко сохранилось лишь у представителей отряда бессяжковые (*Protura*) из первичнобескрылых насекомых и у зародышей. У других насекомых в связи с олигомеризацией брюшка число видимых сегментов сокращается до девяти-десяти (прямокрылые), а у высших групп (некоторые перепончатокрылые, двукрылые) даже до 4–6. Нередко в брюшке утрачивается соответствие между числом тергитов, причем оно бывает неодинаковым даже у различных полов одного вида. Так, у самца черного таракана десять тергитов и девять стернитов, у самки – восемь и семь соответственно. У некоторых групп перепончатокрылых (пчелы, осы, наездники) первый сегмент брюшка вошел в состав груди, образуя промежуточный сегмент, или проподеум

(propodeum). Поэтому фактически 1-м сегментом брюшка у этих насекомых является 2-й, который бывает часто суженным и вытянутым, образуя различной длины стебелек. У муравьев в состав стебелька, кроме 2-го сегмента, входит и 3-й сегмент.

По характеру сочленения с грудью различают три типа брюшка: сидячее брюшко прикреплено к заднегруди всем своим основанием, не образуя перетяжки, и характерно для большинства насекомых; висячее имеет короткую перетяжку за счет проподоума (пчелиные); стебельчатое брюшко – длинную перетяжку (роющие осы, наездники, муравьи). На 8-м и 9-м сегментах брюшка расположены наружные половые придатки, или гениталии. В связи с этим указанные сегменты называют генитальными, предшествующие им 1–7-й сегменты – прегенитальными, а последние два сегмента 10-й и 11-й – постгенитальными.

Придатки брюшка. На прегенитальных сегментах брюшка придатки встречаются лишь у наиболее примитивных первичнобескрылых насекомых. Так, у бессяжковых, или протур, на 1–3-м сегментах брюшка сохранились рудиментарные ноги, у некоторых ногохвосток, или подур, на 1-м сегменте имеется брюшная трубка, на 3-м – зацепки и на 4-м – прыгательные вилки. У многих двуххвосток, или диплур, и щетинистохвосток, или тизанур, на различных сегментах брюшка, включая и постгенитальные, встречаются втяжные мешочки и удлиненные нечленистые придатки – грифельки. Из придатков постгенитальных сегментов у первичнобескрылых насекомых, кроме указанных выше, можно обнаружить пару церков на 10-м и 11-м сегментах брюшка. У представителей семейства камподии (*Campodeidae*) из отряда диплуры, или двуххвостки, они длинные и членистые, у семейства япигиды (*Japygidae*) – короткие, нечленистые, клещеобразные. У многих тизанур, кроме длинных членистых церков, имеется многочлениковая хвостовая нить. Из придатков постгенитальных сегментов у высших, или крылатых, насекомых встречаются грифельки и церки. Грифельки в числе одной пары сохранились у самцов тараканов и кузнечиков. Длинные членистые церки имеются у поденок, короткие – у таракановых. А у ухверток церки превратились в крупные нечленистые клещи. Кроме этого тергит 11-го сегмента образует анальную пластинку, или эпипрокт, лежащую над анальным отверстием, а остатки стернита – пару пластинок по его бокам – прапрокты. У таракановых, однако, эпипрокт называют анальной пластинкой. К придаткам генитальных сегментов относятся яйцеклад у самки и гениталии у самца. Яйцеклад у представителей отряда прямокрылые, например, состоит из трех пар в разной степени развитых створок: первая пара отходит от первой парной яйцекладной пластинки 8-го сегмента брюшка, вторая и третья пары – от основания и вершины второй парной яйцекладной пластинки 9-го сегмента брюшка. Все три пары створок, складываясь вместе, образуют различной формы яйцеклад. У самок кузнечика он имеет саблевидную форму, у сверчков – копьевидную и т.д.

Разнообразны яйцеклады у самок перепончатокрылых. У пилильщиков край первых створок зазубрен, и самки пропиливают отверстие в листе или стебле для откладки яйца. У наездников створки иногда вытянуты в длину настолько, что яйцеклад в несколько раз превышает размер тела. Так, у одного из перуанских наездников из группы *Pimplini* длина тела 2 см, а яйцеклад – 15 см. У жалящих

перепончатокрылых (пчелы, осы, муравьи) яйцеклад превратился в жало. У других насекомых (жесткокрылые, двукрылые) возникает вторичный, или ложный, яйцеклад. Он образуется из уменьшенных в диаметре последних сегментов брюшка, вдвигающихся друг в друга, за что иногда называется телескопическим.

Гениталии у самцов представлены весьма разнообразными деталями, происхождение которых в ряде групп недостаточно изучено, но широко используется в систематике для распознавания близких видов. Так, почти всегда выражен копулятивный орган, или фаллус (*phallus*), его срединная, обычно непарная, склеротизованная часть называется пенисом (*penis*). На основании фаллуса расположена пара боковых лопастевидных образований – парамер (*parameres*). Встречаются также парные створки 9-го сегмента – вальвы (*valvae*), служащие для захвата конца брюшка самки при спаривании.

3 АНАТОМИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ И БИОЛОГИЯ НАСЕКОМЫХ

Рассматриваемые вопросы:

3.1 Стенка тела, ее производные и прилежащие структуры

3.2 Полость тела и внутренние органы

3.3 Биология насекомых

3.1 Кожа насекомых состоит из трех основных слоев: кутикулы, гиподермы и базальной перепонки (мембраны). Кутикула составляет наружную часть кожи, не имеет клеточного строения и представляет собой в основном продукт выделения гиподермы. Кутикула образует наружный скелет насекомых, который служит опорой для прикрепления мышц и выполняет механическую функцию; эта функция проявляется также и в том, что кутикула играет роль механической защиты тела от внешних воздействий. В своей основе кутикула эластична и гибка, но очень часто локально она подвергается уплотнению, или склеротизации.

Кутикула подразделяется на два основных слоя – наружный и внутренний. Наружный слой, или эпикутикула, очень тонок, толщиной всего лишь в 1–4 мкм, но сама она также слоиста; в ней различают до 2–5 слоев. Она хорошо развита у наземных насекомых, непроницаема для воды и плохо смачивается водой, т. е. гидрофобна; несмачиваемость позволяет избежать воздействия сил поверхностного натяжения при контакте с водой, что особенно важно для мелких насекомых, а непроницаемость препятствует высыханию тела в воздушной среде. Гидрофобность эпикутикулы объясняется присутствием в ее составе воска и липоидов; нарушение целостности эпикутикулы вызывает резкое возрастание потери воды организмом, а также облегчает проникновение ядовитых веществ. У почвенных и водных насекомых эпикутикула или не выражена, или лишена воскового слоя.

Внутренний слой, или прокутикула, во много раз толще эпикутикулы, достигает толщины в несколько сот микронов. Она может быть мягкой и прозрачной и тогда не дифференцирована на два слоя; но очень часто наружная ее часть сильно склеротизируется, т.е. становится твердой и темной, образуя янтарного цвета

экзокутикулу, тогда как внутренний слой сохраняет свои свойства неизменными и называется эндокутикулой. Биохимическую основу прокутикулы составляют хитин и белки. Хитин содержится в количестве 25–60%, является высокомолекулярным полимером из числа азотистых полисахаридов. Он очень стоек к химическим воздействиям. Белок прокутикулы может образовывать соединения с дубильными веществами, например хиноном; такой задубленный белок отличается плотностью, темным цветом и лишен гибкости, благодаря чему кутикула становится склеротизованной. Чем тверже кутикула, тем она темнее окрашена. Твердость ее разнообразна: у большинства жуков и у ряда других насекомых кутикула сильно склеротизована, образует на теле твердый панцирь, но у личинок и мелких насекомых она очень гибкая. Такая же гибкость свойственна кутикуле в местах сочленения, что обеспечивает необходимую подвижность и сгибаемость тела.

Гиподерма состоит из одного слоя клеток, образует кожный эпителий, подстилающий кутикулу. Функция гиподермы заключается в выделении и образовании кутикулы, а также в выделении личинной жидкости, которая растворяет старую эндокутикулу перед линькой насекомого.

Базальная перепонка подстилает гиподерму, она очень тонка и нередко различается с трудом; она не имеет клеточной структуры, но, видимо, происходит из кровяных клеток.

Кожные покровы образуют ряд производных – различные придатки, эндоскелетные образования и железы; окраска тела также связана с кожей.

Придатки кожи разнообразны и подразделяются на два основных типа – скульптурные и структурные образования. К числу скульптурных придатков относятся чисто кутикулярные образования, без участия гиподермы. Это разнообразные шипики, или хетоиды, а также бугорки, покрывающие тело насекомого; к скульптурным образованиям относятся также бороздки и вдавленные точки на кутикуле. В целом скульптурные образования на кутикуле весьма характерны для насекомых; ее плотная поверхность благоприятствует развитию скульптур, и многие виды насекомых хорошо различаются между собой по особенностям скульптуры поверхности тела.

Структурные образования являются уже производными кожи в целом, т.е. ее кутикулы и гиподермы. Наиболее обычны волоски и щетинки, объединяемые под общим названием хеты; первые более тонки и по всей длине одинаковой толщины, вторые к основанию несколько утолщены, но по строению те и другие одинаковы и обычно происходят из двух клеток гиподермы. Нередко волоски образуют на теле густой покров, например, у ночных бабочек, шмелей, у некоторых обитателей пустынь; в других случаях волоски или щетинки разбросаны поодиночке, играют роль чувствительных придатков, к ним присоединяется нервная клетка. Нередко на теле, особенно на ногах, расположены шипы и шпоры – сильные выступы, выложенные изнутри гиподермой; это уже многоклеточные образования, причем одни из них фиксированы на теле неподвижно, другие же сочленены подвижно. Видоизменение хет составляют чешуйки бабочек, покрывающие их крылья и отчасти тело. Это пластинчатые образования разнообразной, иногда причудливой формы; располагаются они черепицеобразно. Чешуйки встречаются также и у немногих других групп насекомых, например на теле у жуков-

долгоносиков, некоторых первичнобескрылых и др.

Эндоскелет представляет собой серию внутренних выростов кутикулы, служащих для прикрепления мышц и поддержки некоторых внутренних органов. В сущности, эти внутренние выросты аналогичны наружным придаткам кожи и образуют внутренний каркас тела; отдельные элементы такого каркаса называются аподемами. Особенно сильно эндоскелет развит в голове и в груди, обеспечивая прочность этих отделов тела и надежную фиксацию ротовых органов и крыльев. Эндоскелет головы обозначается общим понятием тенторий.

Кожные железы у насекомых разнообразны – восковые, пахучие, ядовитые, лаковые, отпугивающие и пр. Восковые железы свойственны, например, тлям, кокцидам, пчелам; у тлей и кокцид эти железы расположены по всему телу, а у пчел – на некоторых стернитах брюшка. Некоторые тропические червецы выделяют лак, используемый как ценное техническое сырье. Пахучие железы особенно характерны для клопов, располагаются у них на груди или брюшке. Ядовитые кожные железы свойственны, например, гусеницам некоторых бабочек и располагаются у основания волосков. Отпугивающие железы известны, например, у жуков-бомбандиров. Шелкоотделительные, или прядильные, железы у личинок чешуекрылых, ручейников и перепончатокрылых представляют собой видоизменение слюнных желез, но их выделения служат как бы дополнительным покровом. Но у некоторых насекомых есть специальные прядильные кожные железы, например на передних лапках у эмбий.

Окраска тела у насекомых разнообразна, нередко весьма характерна и подразделяется на два типа – пигментную, или химическую, и структурную, или физическую. Пигментная окраска зависит от наличия соответствующего пигмента, т.е. красящего вещества, которое может располагаться в кутикуле, в гиподерме или в крови и жировом теле. Основной пигмент насекомых – меланины – сложные вещества белкового характера; меланины принадлежат к кутикулярным пигментам, отличаются многообразием оттенков – от желтых и светло-бурых до черных, и представляют собой продукт обмена веществ. Они поглощают солнечные лучи и в связи с этим имеют значение в поддержании температуры тела и в изменении активности насекомых.

Широко распространены также каротиноиды, определяющие желтые и красные окраски тела преимущественно растительноядных насекомых. Их источником служит каротин растений и близкие пигменты, которые в мало измененном виде отлагаются в кожных покровах и могут находиться также в крови насекомых. Так, красные личинки колорадского жука имеют в своей крови каротин, т.е. заимствованный от растений пигмент; заимствованные пигменты наблюдаются и у других насекомых. Но травянисто-зеленая окраска многих насекомых обусловлена не хлорофиллом растений, а зеленым пигментом, известным под общим названием инсектовердин. Особую группу образуют птерины, определяющие окраску от белой и желтой до оранжевой и красной. Это гетероциклические соединения пуринового типа, близкие к мочевой кислоте. Возможны и другие пигменты.

Структурная окраска возникает вследствие особенностей строения кутикулы и расположения на ней чешуек. Она обусловлена явлениями дифракции или

интерференции, т. е. связана с особенностями разложения и отражения света. Отсюда переливчатые и металлические окраски тела ряда жуков, крыльев бабочек и других насекомых. Нередко действительная окраска насекомого оказывается комбинированной, т.е. результатом соединения пигментной и структурной окраски.

Мышечная система насекомых состоит из соматических, или скелетных, мышц и из внутренностных, или висцеральных, мышц. Те и другие относятся к типу поперечнополосатых мышц. Высокая организация насекомых, совершенство их двигательного и ротового аппаратов, а также сложное и совершенное строение внутренних органов породили сложную и сильно дифференцированную мышечную систему. Показателем этого служит то, что в теле насекомых насчитываются многие сотни мышц, и у гусениц бабочек число их достигает 2 тыс.; однако количество и распределение мышц весьма неодинаково у разных видов насекомых.

Скелетные мышцы обслуживают движение тела, ходильных конечностей, ротовых органов, усиков и других придатков, а у взрослых насекомых – и крыловых органов. Обычно начало мышцы фиксировано на относительно неподвижной части скелета, а вершина – на другой, притом подвижной его части; сокращение мышцы вызывает смещение одного склерита по отношению к другому. Прикрепление мышц к кутикуле обеспечивается особыми тонкими волокнами, отходящими от конца мышцы – тонофибриллами. В целом скелетные мышцы образуют три группы - головную, грудную и брюшную группы мышц. Все они составляют скелетно-мышечную систему насекомых.

Наиболее проста брюшная группа; ее основу составляют продольные, боковые и поперечные мышцы. Продольные мышцы состоят из спинных и вентральных; сокращаясь совместно, они действуют как ретракторы, т.е. укорачивают брюшко путем сближения его сегментов, но при сокращении отдельно вентральные изгибают брюшко вниз, а спинные выпрямляют его или изгибают вверх. Боковые мышцы расположены дорсовентрально и при сокращении сплющивают брюшко, обеспечивают его дыхательные движения. Поперечные мышцы участвуют в образовании верхней и нижней диафрагм, играющих важную роль в работе кровеносной системы.

Грудная группа более сложна, представлена продольными, дорсовентральными, плейральными, ножными и другими мышцами. Продольные, как и в брюшке, состоят из спинных и вентральных, из них первые образуют часть крыловых мышц непрямого действия. В состав дорсовентральных мышц входят леваторы крыльев, т. е. другой компонент крыловых мышц непрямого действия, а также мышцы, связанные с основанием ног. Плейральные мышцы также связаны с крыльями и конечностями, причем в первом случае они играют роль крыловых мышц прямого действия. Что касается головной группы, то она сложна, представлена мышцами ротовых частей, усиков и шеи.

При сокращении мышц происходит превращение химической энергии в механическую работу. В состав мышц входит сложный белок актомиозин, обладающий сократительными свойствами, с одной стороны, и способностью катализировать гидролиз аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ) – с другой. АТФ является аккумулятором энергии и ее универсальным источником в жизненных процессах, в том числе и при работе мышц: в ее молекулах содержится запас химической

энергии.

Абсолютная сила скелетных мышц насекомых приближается к абсолютной силе мышц человека, но относительная сила очень велика. Известно, что насекомые могут передвигать груз, во много раз превышающий вес их собственного тела, например в 14–25 раз; с помощью прыжка прыгающие насекомые могут поднять и перенести свое тело на расстояние, в сотни и тысячи раз превышающее длину их тела.

Замечательным свойством мышечной системы высших групп насекомых является способность их крыловых мышц сокращаться с невероятной частотой - до 250–300, а у некоторых двукрылых даже до 1000 раз в секунду; такие мышцы получили название быстрых.

Нервная система насекомых хорошо развита и состоит из центральной и стомодеальной нервных систем. Иногда выделяют еще периферическую нервную систему. Как и у других животных, нервная система координирует активность насекомого с условиями внешней и внутренней среды. Основу нервной системы составляют нервные клетки – нейроны, снабженные двумя видами отростков. Древовидные отростки, или дендриты, коротки и ветвятся сразу или вскоре после выхода из клетки. Другой вид отростков – аксоны, они длинные, не ветвятся и лишь на конце имеют концевое разветвление. Нередко от аксона отходит боковой, или коллатеральный, отросток, также с концевым разветвлением. Обычно нейрон имеет несколько дендритов и один аксон. Эти отростки служат для проведения нервного возбуждения и из них образуются нервы; с их помощью осуществляется связь нервной системы с различными органами и частями тела. Различают три основных типа нейронов – чувствительные, двигательные и ассоциативные. Чувствительные, или сенсорные, нейроны лежат вне центральной нервной системы, обычно на периферии тела, входят в состав органов чувств, или рецепторов. Возникающее в сенсорных нейронах возбуждение передается по их отросткам в нервный центр, т. е. протекает центростремительно. Двигательные, или моторные, нейроны входят в состав нервных центров, а их аксоны заканчиваются в любом органе, снабженном мышцами и способном реагировать на нервное возбуждение движением или другой акцией (например, выделением секрета из железы); эти органы получили общее название эффекторов. Следовательно, возникающее в моторных нейронах возбуждение передается на периферию к эффектору, т. е. протекает центробежно. Ассоциативные нейроны также входят в состав нервных центров и выполняют важнейшую функцию - передачу возбуждения из одного нейрона в другой, связывая между собой нейроны двух первых типов. Передача нервного возбуждения из одного нейрона в другой или в иннервируемый орган достигается через синапсы – область соприкосновения отростков нейрона с другими клетками.

Центральная нервная система. Центральная нервная система состоит из следующих основных компонентов:

- головного мозга, расположенного в голове,
- парных нервных центров, или ганглиев, расположенных по сегментам.

Ганглии соединены друг с другом парными пучками нервных волокон и образуют цепочку, при этом первый ганглий соединен с головным мозгом. В тех

случаях, когда в эволюции насекомых имело место слияние сегментов тела, происходило и слияние соответствующих ганглиев. Так, голова насекомого претерпела сильные изменения и состоит из компонентов разного происхождения: первичной головы (акрона, или простомиума) и шести туловищных сегментов. В соответствии с этим и нервные центры, расположенные в голове, неоднородны по своему происхождению и мало похожи на нервные центры исходного типа.

Головной мозг. Головной мозг расположен в голове над пищеводом и поэтому его часто называют надглоточным, или супраэзофагеальным ганглием. Он состоит из трех главных отделов:

- протоцеребрума, иннервирующего сложные глаза и простые глазки,
- дейтоцеребрума, иннервирующего антенны,
- тритоцеребрума, осуществляющего контроль над симпатической нервной системой.

Все три отдела имеют четкое парное строение. В течение длительной эволюции различные части головы насекомых постепенно изменяли свое первоначальное положение. Поэтому головной мозг, который исходно лежал впереди ротового отверстия, теперь стал располагаться над ним или над пищеводом. Поскольку протоцеребрум и дейтоцеребрум расположены над пищеводом, считается, что они образовались из примитивного простомеального мозга аннелид. Тритоцеребрум тесно связан с дейтоцеребрумом, тогда как обе его части соединены комиссурой, проходящей под пищеводом. На этом основании его считают ганглием первого туловищного сегмента, вошедшего в состав головы.

Подглоточный, или субэзофагеальный, ганглий. Этот крупный нервный центр расположен в голове под пищеводом и соединен с головным мозгом парой толстых коннективов. Он представляет собой слившиеся ганглии мандибул, максилл и лабиума. От этого сложного ганглия отходят нервные стволы, иннервирующие ротовые органы, а также пара коннективов, проходящих через шейный отдел в грудь.

Вентральная (брюшная) нервная цепочка. В типичном случае в вентральной части каждого сегмента груди и брюшка имеется по одному нервному ганглию. Ганглии соседних сегментов соединены между собой парными коннективами и все вместе образуют цепочку из ганглиев, протянувшуюся назад от переднегруди; ее называют брюшной или вентральной нервной цепочкой. Она соединяется с подглоточным ганглием посредством коннективов, проходящих через шейный отдел. От торакальных ганглиев отходят нервы, иннервирующие ноги и крылья, а от абдоминальных ганглиев нервы идут к абдоминальным мышцам и придаткам. В исходном типе вентральной нервной цепочки ганглии были четко отделены один от другого. У различных групп насекомых некоторые ганглии слились, образовав меньшее число более крупных ганглиев. Особенно наглядный пример такого слияния мы встречаем в отряде *Diptera*. У примитивных представителей этого отряда нервная цепочка близка к исходному типу, в более специализированных семействах торакальные ганглии слиты в единую нервную массу, а абдоминальные ганглии становятся маленькими и в конце концов едва различимыми.

Стомодеальная нервная система. У насекомых имеется так называемая

симпатическая нервная система, осуществляющая регуляцию движений передней части пищеварительного тракта и спинного сосуда. Однако функции некоторых нервов этой системы остаются еще до конца непонятыми. Более правильно называть эту систему стомодеальной, поскольку большинство ее компонентов расположено в верхней части или по сторонам передней кишки (стомодеума). Центральным образованием стомодеальной системы следует считать фронтальный ганглий, расположенный впереди головного мозга и соединяющийся с тритоцеребрумом посредством парных нервных тяжей. От фронтального ганглия отходит непарный возвратный нерв, направляющийся назад под головной мозг и затем идущий вдоль верхней части пищевода дорсально от него до места, где он соединяется с системой мелких ганглиев и нервов, иннервирующих переднюю кишку, протоки слюнных желез, аорту и, по-видимому, некоторые мышцы ротового аппарата.

Периферическая нервная система. Периферическая нервная система образована из нервов, отходящих от ганглиев центральной и симпатической нервных систем. С помощью нервов центральная и симпатическая нервная системы оказываются связанными с различными органами. К периферической нервной системе следует также отнести разбросанные по телу чувствительные нейроны, часто со многими свободными нервными окончаниями.

Возбуждение и торможение. Возбуждение и торможение составляют важнейшую основу всей нервной деятельности организма. Проведение возбуждения из одной части тела в другую осуществляется с помощью нервов двух типов; в одних нервах оно идет от нервной клетки к мышце или другому органу, в других случаях возбуждение имеет обратное направление и идет от сенсорных клеток органов чувств к нервному центру. В соответствии с этим различают эфферентные, или двигательные, нервы с центробежным проведением возбуждения, и афферентные, или чувствительные, нервы с центростремительным проведением возбуждения. Двигательный нерв передает возбуждение эффектору, чувствительный нерв получает возбуждение от рецептора, хотя бы им была только одна чувствительная клетка. Путь, по которому нервное возбуждение прошло от рецептора к центру и от центра к эффектору, составляет рефлекторную дугу, а ответная реакция на раздражение получила название рефлекса. В конечном счете, работа эффекторов проявляется в виде мышечных движений, и сам рефлекс есть не что иное, как мышечная реакция. Возбуждение имеет электрохимическую природу и проявляется в виде серии быстрых изменений потенциала, протекающих в нейронах и нервах, следовательно, возбуждение распространяется волнообразно. Возбужденный нейрон выделяет некоторые вещества, среди которых важную роль играет ацетилхолин; он представляет собой уксуснокислый эфир холина - азотистого вещества. С помощью ацетилхолина возбуждение через синапсы передается соседним клеткам и распространяется дальше. Установлено, что скорость распространения возбуждения составляет до 5 м в секунду. Для нормальной передачи возбуждения необходимо быстрое удаление избытка ацетилхолина, иначе возбуждение окажется чрезмерным. Удаление производится с помощью фермента холинэстеразы, которая гидролизует ацетилхолин на уксусную кислоту и холин. Торможение является обратным процессом, но возбуждение и торможение по

природе едины, и чрезмерное возбуждение приводит к торможению. Торможение осуществляется с помощью центров торможения, которые могут располагаться как в головном мозгу, так и в других частях центральной нервной системы. Возбуждение центров торможения повышает порог рефлекторного ответа; следовательно, длительное торможение возможно лишь при отсутствии усиления раздражения, и для вывода из состояния торможения необходимо усиление раздражающего фактора.

Органы чувств являются посредниками между внешней средой и организмом, т.е. своего рода органами информации о состоянии внешних условий жизни. В соответствии с этими внешними стимулами, или раздражителями, насекомое и совершает те или иные действия; из этих действий складывается в целом поведение насекомого.

По аналогии с органами чувств высших животных и человека у насекомых обычно различают органы осязания, слуха, обоняния, вкуса и зрения, однако более целесообразно различать у насекомых следующие чувства с их рецепторами: механическое чувство, слух, химическое чувство, гигро-термическое чувство и зрение.

Основу органов чувств составляют их нервно-чувствительные единицы – сенсиллы, которые в типичных случаях состоят из двух компонентов: воспринимающей структуры в коже и прилегающих к ней нервных чувствительных клеток. Сенсиллы в зависимости от особенностей воздействий и восприятия раздражений устроены разнообразно: одни выступают над поверхностью кожи в виде волоска, щетинки, конуса или другого образования, другие же располагаются в самой коже.

Механическое чувство представлено механорецепторами, которые воспринимают различные механические воздействия, и очень часто представлены всего лишь одной клеткой. Сюда относятся осязательные рецепторы, а также чувствительные структуры, воспринимающие сотрясение, положение тела, его равновесие и пр.

Осязательные, или тактильные, рецепторы разбросаны по всему телу в виде простых сенсилл с сенсорным, т. е. чувствительным, волоском. Изменение положения волоска при прикосновении твердого предмета или под воздействием движения воды или воздуха передается чувствительной клетке, где и возникает возбуждение, передаваемое по ее отросткам в нервный центр.

Другой вид механорецепторов составляют колоколовидные сенсиллы, отличающиеся от предыдущих отсутствием чувствительного волоска и погруженные в кожу. Их рецепторная поверхность имеет вид кутикулярного колпачка или колокола и находится на поверхности кутикулы; к этому колпачку снизу подходит стержневидный концевой отросток чувствительной клетки – штифт, или сколопс. Колоколовидные сенсиллы располагаются на крыльях, церках, ногах, щупальцах и пр.; они, видимо, воспринимают сотрясения тела, а также механические изменения покровов, например сгибы, натяжения и др.

К числу механорецепторов следует отнести и хордотональные органы, нередко рассматриваемые как органы слуха. Однако у насекомых трудно провести границу между восприятием механических сотрясений и слуховым чувством,

воспринимающим давление воздуха. Их нейроны, подобно нейронам колоколо-видных сенсилл, заканчиваются стержневидным штифтом. Однако хордотональные органы представляют собой серию особых сенсилл, натянутых между двумя участками кутикулы. Хордотональные сенсиллы называются сколопофорами, или сколопидиями, и каждая из них состоит из трех клеток: чувствительного нейрона, колпачковой и обкладочной.

Хордотональные органы, как совокупность описанных сенсилл, располагаются на различных частях тела – на брюшке, усиках, ногах, крыльях и пр. Распределены они обычно симметрично и метамерно и встречаются в большом числе – десятками пар. Из-за сходства сколопофор этих органов со сколопофорами тимпанальных органов слуха хордотональным органам прежде приписывалась слуховая функция. В настоящее время хордотональным органам приписывают восприятие механических напряжений и их изменения, изменений внутреннего давления, механических вибраций, видимо, включая частично и некоторые звуковые воздействия. Метамерность и симметричность их расположения указывают также на то, что они играют роль проприорецепторов – органов, регулирующих положение тела или его частей особенно во время полета.

Особой специализированной формой хордотональных органов, является Джонстонов орган. Он располагается на втором членике усиков и считается органом, воспринимающим движение и сотрясение воздуха или воды, а также контакт с твердым субстратом. У настоящих комаров (сем. *Culicidae*) этот орган устроен особенно сложно и выполняет слуховую функцию.

Слух развит далеко не у всех насекомых. У прямокрылых (саранчовые, кузнечики, сверчки), певчих цикад, некоторых клопов и ряда чешуекрылых слуховые рецепторы представлены тимпанальными органами. Особенно хорошо развиты они у тех насекомых, которые обладают звуковыми органами и, следовательно, могут издавать звук в виде стрекотания или пения (прямокрылые и певчие цикады).

Анатомически тимпанальные органы представляют собой скопление сколопофоров, которые связаны с утонченными в виде барабанной перепонки участками кутикулы. Снаружи они особенно хорошо выражены у прямокрылых. У саранчовых по бокам I сегмента брюшка находится затянутое тонкой прозрачной барабанной перепонкой полулунное или неправильно овальное отверстие с утолщенными краями. Кузнечики и сверчки имеют отверстия тимпанального органа на голнях передних ног в виде пары затянутых барабанной перепонкой овалов или парой щелей со скрытыми перепонками. У певчих цикад пара тимпанальных органов располагается у основания брюшка и связана со звуковыми органами. У чешуекрылых и клопов они развиты слабее и располагаются в разных местах. Так, у дневных бабочек тимпанальные органы находятся на вздутом основании передних крыльев, у совков и других групп – между грудью и брюшком и пр.

Функцию органа слуха у комаров выполняет также Джонстонов орган, уже упоминавшийся выше при описании механорецепторов. Помимо того, на церках у некоторых тараканов и прямокрылых и на теле гусениц многих бабочек располагаются слуховые волоски, обладающие способностью улавливать звуковые волны.

Значение органов слуха у насекомых двоякое. С одной стороны, с их помощью воспринимаются сигналы, идущие от особей своего вида, что обеспечивает связь полов. С другой стороны, органы слуха улавливают и иные звуки, идущие из внешней среды; в частности, некоторые насекомые реагируют на свисток или резкий звук, некоторые паразитические виды, возможно, разыскивают жертву по издаваемым ею звукам и пр.

Диапазон воспринимаемых частот в целом у насекомых широк, охватывая области от инфразвука до ультразвука. Однако каждый отдельный вид имеет свойственный только ему диапазон улавливаемой частоты колебаний.

Химическое чувство служит для восприятия химизма среды, именно запаха и вкуса, и представлено хеморецепторами. Физиологические различия между этими рецепторами заключаются в том, что обоняние воспринимает и анализирует газообразную среду с низкой концентрацией вещества, а вкус – жидкую среду с высокой его концентрацией.

Сенсиллы хеморецепторов разнообразны по строению и могут быть непогруженными – в виде волосков или конусов либо в виде пластинок или погруженных конусов. Среди них обонятельную функцию несут обильно развитые на усиках плакоидные и целоконические сенсиллы. Иногда эти сенсиллы собраны в ямки, например на 3-м членике усиков у мух. Количество обонятельных сенсилл зависит от образа жизни вида и способов и характера добывания пищи. У самцов их обычно больше, чем у самок, и это связывается с активным розыском последних.

Обоняние служит насекомым разнообразно – для разыскания полового партнера, распознавания особей своего вида, для отыскания пищи и мест откладки яиц. Многие насекомые выделяют привлекающие вещества – половые аттрактанты. Известно, например, что неоплодотворенные самки ряда бабочек способны привлекать самцов с расстояния в 3–9 км.

Обоняние, несомненно, играет выдающуюся роль также в отыскании и распознавании пищи. Так, пчелы способны различать и запоминать разнообразные цветочные запахи, играющие роль пищевых сигналов. Растительноядные насекомые нередко обладают резко выраженной избирательностью к растениям, т.е. питаются строго определенными видами или родственными группами растений – представителями тех или иных родов или семейств и пр. И вот такие насекомые легко находят свои кормовые растения. Установлено, что эти растения распознаются по запаху и вкусу имеющихся в их тканях специфических веществ.

Сигнальные вещества нередко играют существенную роль и при розыске подходящего субстрата для яйцекладки.

Приспособление к восприятию хеморецепторами тех или иных сигнальных веществ, очевидно, возникает в процессе эволюционного развития насекомых и служит надежным средством в розыске не только пищи, но и субстрата при откладке яиц, особей своего пола и пр.

Вкус играет более специфическую роль, нежели обоняние, так как служит лишь для распознавания пищи. Установлено, что насекомые различают четыре основных вкуса – сладкий, горький, кислый и соленый. Большинство сахаров, такие, как глюкоза, фруктоза, мальтоза и др., привлекают пчел и мух даже при сравнительно низкой концентрации; другие сахара, как галактоза, манноза и пр., рас-

познаются лишь при высокой концентрации, причем пчелы отвергают их. Очень чувствительны к сахарам некоторые бабочки, отличающиеся от чистой воды раствор сахара с ничтожной концентрацией – 0,0027%. Известно также, что муравьи отбирают кристаллы обычного сахара из смеси его с сахарином и не трогают последний.

Вкусовые рецепторы располагаются преимущественно на ротовых частях, но возможна и другая их локализация. Так, у пчелы, некоторых мух и ряда дневных бабочек они находятся на лапках ног и обнаруживают высокую чувствительность; при прикосновении подошвенной стороны лапок к раствору сахара голодная бабочка реагирует разворачиванием хоботка. Наконец, у пчелы и складчатокрылых ос эти рецепторы обнаружены и на концевых члениках усиков.

Гигротермическое чувство имеет существенное значение в жизни ряда насекомых и в зависимости от условий влажности и температуры среды регулирует поведение особи; оно также контролирует водный баланс и температурный режим тела. Установлено, что ощущение влажности локализовано у некоторых насекомых на голове и ее придатках – усиках и щупальцах, ощущение тепла – на усиках, лапках и других органах.

Восприятие тепла сильно развито у насекомых и отдельные виды имеют свою оптимальную температурную зону, к которой они стремятся. Однако границы температурного оптимума зависят также от условий температуры и влажности среды, в которой развивалось насекомое, а также и от фазы его развития.

Зрение вместе с химическим чувством, вероятно, играет ведущую роль в жизни насекомых. Органы зрения имеют сложное строение и представлены двоякого рода глазами: сложными и простыми. Сложные, или фасеточные, глаза в числе двух расположены по бокам головы, нередко очень сильно развиты и тогда могут занимать значительную часть головы. Каждый фасеточный глаз состоит из многих зрительных единиц - сенсилл, которые называются омматидиями; число их в сложном глазу может достигать многих сотен и даже тысяч.

Омматидий состоит из трех видов клеток, образующих оптическую, чувствительную и пигментную часть. Снаружи каждый омматидий образует на поверхности глаза округлую или шестигранную ячейку – фасетку, отчего сложные глаза и получили свое название. Оптическая, или преломляющая, часть омматидия состоит из прозрачного хрусталика и лежащего под ним также прозрачного хрустального конуса. Чувствительная часть располагается под оптической, образует воспринимающую световые лучи сетчатку, или ретину, и состоит из серии (6–13) ретинальных клеток. Эти клетки вытянуты вдоль омматидия, располагаются секториально и образуют обкладку его центрального стержня – зрительной палочки, или рабдома. У своего основания ретинальные клетки переходят в нервные волокна, идущие к зрительным долям головного мозга. Пигментная часть образована пигментными клетками, которые в совокупности составляют обкладку чувствительной части и хрустального конуса; благодаря этому каждый омматидий оптически изолирован от соседнего омматидия. Дневные насекомые имеют так называемое аппозиционное зрение. Благодаря оптической изоляции с помощью пигментных клеток каждый омматидий превращен в изолированную тонкую трубку; поэтому в него могут проникнуть только лучи, идущие через хрусталик и

притом только строго совпадающие с продольной осью омматидия. Эти лучи и достигают зрительной палочки, или рабдома; последний как раз и является воспринимающим элементом сетчатки. Следовательно, поле зрения каждого омматидия очень мало и он видит только ничтожную часть рассматриваемого предмета. Но большое число омматидиев позволяет резко увеличить поле зрения путем взаимного приложения друг к другу, или аппозиции; в результате из отдельных мельчайших частей изображения образуется как в мозаике единое общее изображение. Таким образом, насекомые обладают мозаичным зрением.

Ночные и сумеречные насекомые обладают суперпозиционным зрением, что связано с морфологическими и физиологическими отличиями их омматидиев. В суперпозиционном глазе чувствительная часть более удалена от оптической, а пигментные клетки изолируют преимущественно оптическую часть. Благодаря этому к зрительной палочке проникают два вида лучей – прямые и косые; первые попадают в омматидий через его хрусталик, а вторые – из соседних омматидиев, что усиливает световой эффект. Изображение предмета получается в данном случае не только путем объединения отдельных восприятий, но и путем их наложения, или суперпозиции.

С помощью сложных глаз насекомые различают форму, движение, окраску и расстояние до предмета, а также поляризованный свет. Считается, что многие виды близоруки и на расстоянии различают только движение; это подтверждается многими опытами.

Большинство насекомых слепы к красному цвету, но видят ультрафиолетовое излучение и привлекаются им. Для ряда насекомых установлено также изменение движения в зависимости от направления солнечных лучей, т. е. ориентация по солнечному компасу. Сущность этого заключается в том, что угол падения лучей на те или иные части сетчатки сохраняет свое постоянство в течение какого-то времени; прерванное движение возобновляется под тем же углом, но ввиду перемещения солнца направление движения изменяется на то же число градусов. Близким является светокомпасное движение, которое объясняет прилет ночных насекомых на свет.

Простые глаза, или глазки, располагаются между сложными глазами на лбу и темени либо только на темени. Они малы, обычно в числе трех, и расположены треугольником. Морфологически глазки не соответствуют омматидиям сложных глаз. Они иннервируются не из зрительных долей головного мозга, а из срединной части протоцеребрума. Помимо того, на одну оптическую часть у них приходится серия чувствительных частей. Они также лишены хрустального конуса и их оптическая часть представлена только кутикулярной линзой, т. е. одним хрусталиком.

Глазки развиты далеко не у всех насекомых, в частности отсутствуют у многих двукрылых и бабочек. У бескрылых или короткокрылых насекомых они также отсутствуют или рудиментарны. Глазки у разных насекомых могут иметь неодинаковую роль. От дорсальных глазков следует отличать боковые, или латеральные, глазки, свойственные личинкам насекомых с полным превращением. Эти глазки, называемые также стеммами, располагаются на боковых частях головы на месте, где у взрослых особей лежат сложные глаза. Число их различно и

даже изменчиво в пределах одного и того же вида. Одни виды имеют всего лишь по одному глазку с каждой стороны, у других число их достигает шести и более пар. При переходе насекомого во взрослое состояние боковые глазки атрофируются и заменяются сложными глазами.

Поверхность тела насекомых также способна ощущать свет и поэтому можно говорить о кожной светочувствительности.

3.2 Полость тела насекомых заполнена внутренними органами и подразделена двумя тонкостенными горизонтальными перегородками – диафрагмами – на три расположенные друг под другом отдела, или синуса. Верхняя диафрагма отделяет верхний, или перикардальный (т. е. околосердечный), отдел; в нем располагается орган кровообращения – спинной сосуд. Нижняя диафрагма отделяет лежащий под ней нижний, или перинеуральный (т. е. околонервный), отдел; в нем расположена часть центральной нервной системы – брюшная нервная цепочка. Между верхней и нижней диафрагмами расположен наиболее обширный средний, или висцеральный (т. е. внутренностный) отдел; в нем заключены органы обмена, именно пищеварительная и выделительная системы и жировое тело, а также органы размножения. Дыхательная система представлена большим числом воздухоносных трубок – трахей и трахеол, пронизывающих стенки всех внутренних органов, и не связана с каким-либо отделом полости тела.

Жировое тело представляет собой рыхлую ткань, обильно пронизано трахеями и заполняет промежутки между внутренними органами преимущественно в висцеральном синусе; но, помимо этого, в центральной, или висцеральной, части нередко развит еще и периферический слой, лежащий под стенками тела, т. е. ближе к гиподерме. В течение индивидуальной жизни жировое тело претерпевает существенные изменения. У зимующих фаз насекомых оно достигает очень сильного развития. Физиологическая роль жирового тела разнообразна, но может быть сведена к двум основным функциям: накоплению питательных материалов и поглощению продуктов обмена. В течение личиночной жизни, а иногда и во взрослой фазе клетки жирового тела обогащаются питательными резервами в виде жиров, белков и углевода гликогена. Эти запасы затем расходуются, особенно во взрослом состоянии, но также частью в фазе куколки и личинки; большие затраты запасов происходят в период зимовки насекомого. Другая функция – поглощение продуктов обмена – является в сущности уже выделительной. Весьма своеобразна функция жирового тела у некоторых светящихся насекомых: светящееся вещество – люциферин – находится в жировом теле или в органе свечения, обособленном из жирового тела.

Дыхательная система. У большинства насекомых имеется система внутренних трубочек, или трахей, проводящих воздух к клеткам тела. Эта система трубочек называется трахейной системой и выполняет функцию наружного дыхания. Помимо насекомых, хорошо развитая трахейная система встречается в других группах членистоногих: у некоторых *Arachnida*, *Crustacea* и у большинства *Chilopoda*. Прimitивная трахейная система имеется у *Onychophora* и *Diplopoda*. Трахейная система устроена весьма сложно, поскольку трахеи ветвятся на многочисленные тонкие трубочки, каждая из которых подходит к неболь-

шой группе клеток. Сложная сеть трахей у насекомых аналогична сети кровеносных сосудов и капилляров у позвоночных животных.

Основные компоненты трахейной системы. В каждом сегменте трахеи собраны в пучки, и наружный воздух попадает в них через парные посегментно расположенные отверстия, называемые дыхальцами. Дыхальца на каждой стороне тела более или менее прямо связаны с одним из двух основных трахейных стволов, проходящих вдоль всего тела. От основных стволов в каждом сегменте отходят многочисленные веточки (всегда парные, поскольку они отходят от каждого ствола), снабжающие воздухом ткани внутренних органов. Число и расположение этих веточек варьирует у разных насекомых, но обычно в каждом сегменте имеется по три симметричных больших ветви:

- дорсальная ветвь, обслуживающая спинной сосуд и дорсальные мышцы;
- вентральная, или висцеральная, ветвь, обслуживающая пищеварительную и половую системы;

- вентральная ветвь, обслуживающая вентральные мышцы и нервную цепочку. Тонкие окончания трахей делятся на крошечные капиллярные трубочки, или трахеолы, диаметром не более 1 мкм. Трахеолы разветвляются между клетками и оплетают их, являясь функциональной частью системы, обеспечивающей диффузию кислорода в клетки тела.

Трахейные стволы. Сегментарное расположение пучков трахей указывает на то, что первоначально насекомые имели независимые и не связанные друг с другом трахейные системы в каждом посторальном сегменте. У современных насекомых, за очень немногими исключениями, трахейные системы соседних сегментов связаны между собой трубочками. Эти связующие трубочки и образуют трахейные стволы. У многих насекомых основные стволы занимают в теле латеральное положение и называются, поэтому, латеральными трахейными стволами. Часто по обеим сторонам сердца располагается еще и пара дорсальных трахейных стволов. Эти стволы обычно меньшего диаметра и являются дополнительными по отношению к латеральным стволам. Однако у большинства личинок мух имеет место обратное соотношение: дорсальные стволы развиты сильнее и являются основными дыхательными стволами.

Трахейные воздушные мешки. Воздушные мешки являются важным приспособлением у насекомых – они служат хранилищами воздуха. Часто воздушные мешки представляют собой раздутые участки трахейных стволов. У многих быстро летающих насекомых, таких, как комнатная муха или пчелы, мешки заполняют собой большую часть полости тела. В результате сокращения мышц тела мешки могут сжиматься и расправляться, подобно воздуходушным мехам, увеличивая поступление и выход воздуха.

Дыхальца. Функцией дыхалец является регуляция поступления воздуха. Они различаются по размерам, форме и строению. Функционирующие дахальца снабжены своего рода запирательными устройствами, которые могут быть наружными (обычно в форме двух расположенных друг против друга губ) или внутренними (чаще в виде зажима, сжимающего просвет трахеи).

Открытые трахейные системы. Трахейные системы с открывающимися наружу и функционирующими дыхальцами называются открытыми. Наиболее

распространенный тип таких систем имеет 10 пар дыхалец – по паре в средне- и заднегруди и остальные на каждом из 8 брюшных сегментов. Существует много модификаций этого типа: например, у личинок комаров дыхальца имеются только на восьмом брюшном сегменте, у большинства личинок мух дыхальца расположены на переднегруди и в последнем (восьмом) брюшном сегменте, а у куколок мух осталась только пара переднегрудных дыхалец; у некоторых водных личинок, например обыкновенной пчеловидки («крыски»), имеется только задняя пара дыхалец, расположенных на конце длинной выдвигающейся дыхательной трубки, выступающей из воды.

Закрытые трахейные системы. У многих насекомых дыхальца не функционируют или вообще отсутствуют. Такие трахейные системы называются закрытыми. У насекомых с закрытыми трахейными системами нет трахейных стволов с их обширным внутренним ветвлением. Чаще всего в этих случаях дыхальца заменены сетью тонких трахеол, располагающихся под кожей или в жабрах. Такое строение трахейной системы мы находим у нимф и личинок многих водных насекомых: поденок, веснянок, равнокрылых стрекоз, мошек. Интересная модификация имеет место у нимф стрекоз, на стенках прямой кишки которых расположены похожие на жабры лепестки, пронизанные тонкими трахеями.

Дыхание. При дыхании воздух через дыхальца проникает в крупные трахейные стволы и далее по разветвлениям трахей достигает трахеол, через которые и осуществляется отдача кислорода клеткам и тканям. Поступление воздуха в трахеи происходит двояко: либо пассивно, путем диффузии, что свойственно многим мягкотелым личинкам и ряду мало активных форм, либо активно, с помощью дыхательных движений. При дыхательных движениях брюшко изменяет свой объем путем попеременного его удлинения и укорочения или путем уплощения и расширения в дорсо-вентральном направлении; при этом дыхальца открываются или закрываются, выполняя вдыхательную или выдыхательную функцию. Ритм дыхательных движений и интенсивность трахейной вентиляции зависят от вида насекомого, его состояния и внешних условий. Так, медоносная пчела в покое может совершать 40 дыхательных движений в минуту, а при работе – до 120; у саранчовых с повышением температуры среды отмечено повышение их числа с 6 до 26 и более. Закрывание и открывание дыхалец имеет значение не только клапанов, регулирующих дыхание, но и контролирует диффузию газов и водяных паров при дыхании. Установлено, что избыток углекислоты или недостаток кислорода в воздухе удлиняют период открытия дыхалец; в первом случае – вследствие замедления диффузии углекислоты из трахей ввиду повышенного ее содержания в воздухе, во втором – вследствие быстрого расхода кислорода. Через дыхальца происходит и удаление воды из организма; поэтому влажность окружающего воздуха может также влиять на работу дыхалец. С помощью дыхательных движений или диффузии воздуха при открытых дыхальцах он легко проникает в крупные трахеи. Проникновение же его в тонкие трахеи и в трахеолы путем нагнетания, видимо, невозможно вследствие огромного капиллярного сопротивления. Кислород может поступать путем диффузии вследствие различия его парциального давления в поступающем воздухе и в концевых разветвлениях трахейной системы. Расчеты показали, что чрезвычайная разветвленность трахей

обеспечивает возможность поступления необходимого количества кислорода даже при том низком коэффициенте диффузии, который характерен для этого газа. Английский физиолог В. Вигглсворт выдвинул теорию трахеальной диффузии, согласно которой поступление в трахеолы воздуха из трахей зависит от изменения количества жидкости в трахеолах. При усилении жизнедеятельности насекомого в его тканях повышается содержание продуктов обмена, что повышает осмотическое давление в тканях и крови, т. е. создает гипертоническую среду. Жидкость из трахеол начинает диффундировать в клетки тканей, а ее место замещается поступающим из трахей воздухом. В состоянии покоя, наоборот, жидкость поступает из тканей в трахеолы, вытесняет из них воздух и потребление кислорода уменьшается. Вентиляция трахейной системы обеспечивает не только поступление в организм кислорода, но и удаление из него углекислого газа. Это достигается как при дыхательных движениях путем выдыхания, так и с помощью диффузии через кожу. Последний способ имеет немаловажное значение ввиду того, что диффузия углекислоты через животные ткани совершается в 35 раз быстрее, чем у кислорода; этим путем у насекомых удаляется до 25% всей выделяемой углекислоты. Биохимически дыхание представляет собой окислительный процесс, идущий за счет кислорода воздуха и сопровождающийся выделением углекислого газа. Процесс окисления идет при участии окислительных ферментов – оксидаз и сопровождается постепенным распадом молекул расходуемых соединений – белков, жиров или углеводов – и выделением энергии. Распад названных веществ в конечном счете завершается образованием углекислого газа, воды, а для белков – еще и аммиака; освобождающаяся при этом преимущественно тепловая и механическая энергия идет на поддержание жизнедеятельности организма. Этим определяется физиологическая необходимость дыхания. Так как при дыхании поглощаемые и выделяемые вещества газообразны, процесс дыхания называется также газообменом; последний является одним из звеньев общего обмена веществ. При этом соотношение между объемом выделенного углекислого газа и поглощенного кислорода, или дыхательный коэффициент, не постоянен. При окислении углеводов дыхательный коэффициент равен единице, так как количество поглощенных молекул кислорода и выделенных молекул углекислого газа равно между собой, а по закону Авогадро и объемы этих газов равны. Если газообмен идет за счет жиров и белков, т. е. менее окисленных соединений, дыхательный коэффициент снижается до 0,7–0,8.

Особые формы дыхания. Не все насекомые обладают трахейной системой; некоторые мелкие формы из числа первичнобескрылых (*Apterygota*), а также личинки некоторых внутренних паразитов из числа наездников и мух лишены трахей и дышат через кожу. Диффузия кислорода через кожу происходит и при апнейстическом типе дыхания. У личинок паразитических насекомых помимо кожного дыхания наблюдаются и другие способы. Так, некоторые включают свою трахейную систему в трахеи хозяина, другие прорывают покровы хозяина и выставляют свои дыхальца наружу, третьи имеют специальные выросты, служащие местом наиболее интенсивного газообмена. Водные насекомые имеют еще более разнообразное дыхание; одни из них дышат атмосферным воздухом, другие с помощью жабр используют растворенный в воде воздух. Дыхание атмосферным

воздухом происходит по-разному. Некоторые, например жуки плавунец и водолюб, живя в воде, расходуют имеющийся запас воздуха и для его возобновления вынуждены время от времени подниматься до водной поверхности. При этом, например, жук-плавунец выставляет наружу конец брюшка, отгибает его от надкрылий и создает запас воздуха в образовавшейся полости; с этим запасом он погружается в воду и использует его с помощью дыхалец, которые расположены у него на спинной стороне брюшка, т. е. под надкрыльями. Некоторые жуки и их личинки добывают в воде атмосферный воздух из растений - путем включения своей трахейной системы в воздухоносные сосуды растений, либо путем использования выделяемых ими пузырьков воздуха. Жаберное дыхание характерно для личинок многих водных насекомых – поденок, стрекоз, веснянок, ручейников, некоторых сетчатокрылых и двукрылых и пр. В большинстве эти жаберы пронизаны трахеями, т. е. относятся к числу трахейных жабр; газообмен происходит через их стенки. По своему строению они разнообразны, но часто имеют вид наружных ветвистых или пластинчатых образований, сидящих на месте дыхалец; сами же дыхальца при этом отсутствуют (апнейстический тип). У личинок низших стрекоз в жаберы превращены хвостовые придатки, тогда как высшие стрекозы имеют своеобразные внутренние жаберы, связанные с задней кишкой; прямая кишка, снабжена жаберными лепестками, пронизанными многочисленными трахеями. Личинка через анальное отверстие периодически набирает и выпускает воду, которая омывает стенки прямой кишки, отдает свой кислород и поглощает углекислоту; выбрасывание воды производится с силой и используется личинкой для движения по принципу ракетного двигателя. У личинок комаров наблюдается два типа водного дыхания – с помощью четырех трахейных жабр на конце брюшка и с помощью дыхательной трубки на VIII сегменте брюшка, в которую открываются дыхальца; в последнем случае дыхание происходит атмосферным воздухом, для чего дыхательная трубка выставляется на поверхность воды.

Пищеварительный аппарат начинается в голове ротовым отверстием и заканчивается на последнем сегменте брюшка анальным отверстием; между этими отверстиями проходит кишечный канал. Морфологически и по своему происхождению кишечный канал состоит из трех отделов: передней, средней и задней кишки. Передняя и задняя кишка выложены интимой, которая является продолжением кутикулы тела; средняя кишка лишена такой кутикулярной выстилки. Длина кишечного канала различна у разных насекомых; как общее правило, она более длинна у сосущих насекомых, нежели у тех, которые питаются тканями растений или животных.

Передняя кишка функционально и морфологически подразделяется на глотку, пищевод, зоб и мышечный желудок. Глотка и пищевод служат для проведения пищи. Зоб служит резервуаром, где происходит накопление пищи и часто представляет собой продолжение и расширение пищевода. Мышечный желудок, или провентрикул, имеет толстые мускулистые стенки и несет изнутри сильные хитиновые зубцы; его функция состоит в механической переработке пищи путем ее измельчения и в проталкивании пищи в среднюю кишку; в других случаях он отфильтровывает плотные частицы пищи от жидкой части. У многих насекомых на границе передней и задней кишки выражена кольцевая складка, свисающая в по-

лость средней кишки; это кардиальный клапан, который препятствует движению пищи назад из средней кишки в переднюю или регулирует его в тех случаях, когда оно происходит.

Средняя кишка не подразделяется на отделы, выложена изнутри железистым эпителием и нередко называется желудком. Нередко она имеет, особенно в начале, несколько слепых отростков, например у тараканов и саранчовых; слепые отростки, а также развитые иногда складки увеличивают поверхность эпителия средней кишки. Этот эпителий состоит из двух основных типов клеток – цилиндрических и регенеративных. Первые выделяют пищеварительные ферменты и всасывают продукты пищеварения и постоянно изнашиваются. Их возобновление происходит за счет регенеративных клеток, размножающихся постоянно и тем самым восполняющих убыль. Под эпителием располагаются мышечные стенки, состоящие из внутреннего кольцевого и наружного продольного слоя.

Функции средней кишки – выделение ферментов и всасывание продуктов пищеварения; у многих насекомых происходит также выделение перитрофической оболочки – мягкой хитиноподобной мембраны, которая отделяет пищевую массу от кишечного эпителия. Считается, что перитрофическая оболочка предохраняет стенки кишечника от повреждений грубыми частями пищи. Иногда средняя кишка выполняет специальные функции – служит местом запаса пищи или играет роль фильтра.

Задняя кишка подразделяется в большинстве на тонкую, толстую и прямую кишку. Начинается задняя кишка пилорическим клапаном, аналогичным кардиальному клапану передней кишки; сюда впадают трубчатые органы выделения – мальпигиевы сосуды, и место их впадения является показателем границы между средней и задней кишкой. В задней кишке ферменты не выделяются, но здесь возможно всасывание пищи; важнейшая ее функция – отсасывание воды из остатков пищевой массы и вывод экскрементов наружу через анальное отверстие.

Пищевые вещества не могут быть усвоены организмом в своем первоначальном виде; поэтому возникает необходимость в переработке пищи механическим и химическим путем. Механическая переработка состоит в размельчении ее грызущими ротовыми органами при приеме; помимо того, у ряда насекомых принимает участие и мышечный желудок.

Химическая переработка представляет собой сложный процесс, в основе которого лежат процессы гидролиза трех основных веществ пищи – белков, жиров и углеводов. Благодаря такому гидролизу высокомолекулярные вещества пищи разлагаются на более простые вещества, образующие истинные растворы и способные проникать через стенки кишечника, т. е. всасываться. Помимо того, поступающие пищевые вещества обычно не сходны по своим свойствам с соответствующими веществами тела насекомого; необходима, следовательно, и здесь химическая переработка компонентов пищи – превращение их путем гидролиза в более простые соединения и уже из них синтезирование веществ собственного тела.

Гидролиз осуществляется с помощью ферментов. Основные пищеварительные ферменты делятся на три группы:

– протеолитические, или протеазы, расщепляющие белок пищи;

– липолитические, или липазы, служащие для расщепления жиров; и карбо-литические или карбогидразы;

– гидролизующие углеводы.

Кровеносная система насекомых своеобразна и существенно отличается от кровеносной системы позвоночных. Она незамкнута, кровь заполняет полость тела и промежутки между органами, омывает их и только частью заключена в особый орган кровообращения – спинной сосуд. Это лежащая в перикардальном синусе мышечная трубка, подвешенная на коротких тяжах к спинной стенке тела. Спинной сосуд подразделяется на задний отдел – сердце, состоящее из серии способных пульсировать камер, и передний отдел – аорту, лишенную камер и имеющую вид простой трубки. Каждая камера имеет пару боковых входных отверстий – устьиц, или остий, снабженных клапанами, направленными внутрь; через эти устьяца происходит всасывание крови из полости тела внутрь камер. У многих насекомых устьичные клапаны функционируют и как межкамерные клапаны. Задний конец сердца обычно замкнут. Непосредственно под сердцем располагается метамерная серия парных мышечных пучков, имеющих удлиненно треугольную форму; это крыловидные мышцы, входящие в состав верхней диафрагмы и связанные с нижней стенкой сердца.

Кровообращение происходит вследствие пульсации камер сердца и работы верхней и нижней диафрагм. Пульсация обеспечивает продвижение крови по спинному сосуду сзади наперед. Аорта является лишь проводящим сосудом, достигает спереди головы, где и открывается отверстием, через которое кровь вытекает в полость головы. Движение крови подкрепляется работой диафрагм. При сокращении крыловидных мышц верхняя диафрагма несколько опускается вниз, увеличивается емкость окологердечной полости, куда и устремляется кровь. Нижняя диафрагма, если она развита, своими сокращениями способствует продвижению крови преимущественно спереди назад.

В целом отсасывающая работа сердца и содействие верхней диафрагмы способствуют тому, что в задней части тела кровяное давление имеет тенденцию к снижению; в передней части тела, наоборот, благодаря непрерывному излиянию крови из аорты кровяное давление имеет тенденцию к повышению. Все это способствует циркуляции крови и возникновению кровообращения: по спинному сосуду – вперед, а в полости тела – назад.

Продвижению крови в различные придатки тела способствуют дополнительные, или местные, пульсирующие органы. В одних случаях эти органы имеют характер пульсирующих ампул, например, у основания усиков тараканов и прямокрылых, в других случаях они простираются в виде подвижных мембран, например, в ногах.

Кровь насекомых, или правильнее гемолимфа, является единственной жидкой тканью и состоит из жидкой плазмы и форменных элементов в виде кровяных телец – гемоцитов. Плазма обычно окрашена в желтоватый или зеленоватый цвета либо бесцветная; у живущих в воде личинок комаров-звонцов плазма окрашена в красный цвет вследствие присутствия вещества, близкого к гемоглобину крови позвоночных. Плазма содержит неорганические соли, питательные вещества – белки, аминокислоты, углеводы и жиры, а также мочевую кислоту, ферменты,

гормоны и пигменты. Гемоциты – это лишенные оболочек амебоидные бесцветные клетки, свободно плавающие в плазме. Они многообразны по форме, величине и функциям; среди них есть молодые делящиеся клетки – пролейкоциты, клетки, способные заглатывать твердые тела и бактерий – фагоциты, не способные к фагоцитозу – эноциты и др.

Функции гемолимфы разнообразны. Важнейшие из них – разнос по телу питательных веществ и снабжение ими тканей, а также поглощение из тканей вредных продуктов обмена и перенос их к органам выделения. Гемолимфа также содержит в себе гормоны, т. е. вещества, выделяемые железами внутренней секреции и играющие выдающуюся роль в регуляции физиологических процессов. Такое взаимодействие через жидкую среду обозначают понятием гуморальная регуляция. Что касается дыхательной функции, то у большинства насекомых она незначительна, так как емкость гемолимфы к кислороду невелика и ограничена физически растворенным в ней кислородом.

Существенна также механическая функция крови – создание необходимого внутреннего давления, или тургора. Благодаря этому у насекомых с мягкими покровами, например у личинок, поддерживается форма тела. Помимо того, путем сокращения мышц может возникать повышенное давление крови и передаваться через нее в другое место для выполнения той или иной работы, например для расправления крыльев у только что возникших взрослых особей, для развертывания хоботка, разрыва шкурки при линьке и пр. Важна также функция иммунитета, которая осуществляется двояко: с помощью фагоцитов и гуморально. Фагоциты переваривают попавших в тело бактерий или окружают их и образуют вокруг них капсулу, изолируя тем самым бактерий от организма. Гуморальный иммунитет отмечен в немногих случаях и состоит в том, что при повторных инфекциях в крови вырабатываются особые химические антитела, противостоящие воздействию патогенных организмов.

Наконец, кровь может нести и защитную функцию. В одних случаях она при этом выбрызгивается для самозащиты; такая автогеморрагия наблюдается у некоторых саранчовых, кузнечиков и других насекомых. В других случаях она содержит сильно действующие биологически активные вещества и выделяется наружу при опасности, например, у жуков-нарывников, в крови которых есть кантаридин, вызывающий на коже человека и теплокровных опухоли.

Выделительная система насекомых сложна, многообразна и может быть подразделена на три отдельные группы органов или желез – экскреторную систему, секреторную систему и эндокринную систему. Общим их физиологическим свойством является способность выделять наружу или внутрь разнообразные вещества и тем самым участвовать в обмене веществ в организме.

В процессе переваривания пищи и использования усвоенных веществ в организме образуются ненужные или вредные для него вещества. Удалением непереваренных и неиспользованных остатков пищи организм лишь частично освобождается от этих веществ. Большое количество бесполезных или вредных веществ образуется в результате жизненных процессов в тканях и органах вне пищеварительной системы. Экскреторная система обеспечивает удаление из организма таких веществ; эти ненужные или вредные вещества, удаляемые из орга-

низма, называются экскретатами, а сам процесс их выделения – экскрецией.

Главнейшим органом выделения служат мальпигиевы сосуды. Это слепые на свободном конце трубочки, прикрепленные своим основанием к кишечнику на границе между средней кишкой и задней. Стенки мальпигиевых сосудов состоят изнутри из одного слоя эпителиальных клеток, снаружи одеты базальной перепонкой и нередко имеют собственную мускулатуру, обеспечивающую им подвижность. Число мальпигиевых сосудов у разных насекомых колеблется в пределах 2–200 и более или менее характерно для разных систематических групп. Такие низшие группы крылатых насекомых, как стрекозы и прямокрылые, имеют от 30–50 до 200 трубочек, тогда как клопы, вши, двукрылые и блохи имеют всего 4 трубочки, жуки – 4–6, ручейники и бабочки – 6. Однако некоторые специализированные низшие группы имеют уменьшенное число трубочек, например 2–8 у термитов и 8–20 у уховерток; с другой стороны, у многих жалящих перепончатокрылых их насчитывается более 100. Наконец, в немногих случаях, как у тлей и некоторых первичнобескрылых, мальпигиевы сосуды отсутствуют.

Своей свободной частью мальпигиевы сосуды взвешены и как бы плавают в гемолимфе, отсасывая из нее продукты выделения. Однако у гусениц бабочек, у многих жуков и их личинок и у некоторых других насекомых конец трубочек фиксирован на задней кишке.

Омывая мальпигиевы сосуды, гемолимфа отдает им накапливающиеся в ней продукты обмена: азотистые вещества преимущественно в виде солей мочевой кислоты – уратов, а также различные неорганические ионы. Ураты превращаются в мальпигиевых сосудах в мочевую кислоту, которая накапливается в виде кристаллов, затем выводится в кишечник и удаляется вместе с экскрементами через анальное отверстие. В общем мальпигиевы сосуды имеют выносящую экскреторную функцию и аналогичны почкам позвоночных животных.

Однако в некоторых случаях мальпигиевы сосуды имеют дополнительную – уже секреторную функцию, выделяя необходимые организму вещества. Особенно замечательно выделение прядильных веществ (шелка и иногда примесей к нему), идущих на образование кокона перед окукливанием у личинок настоящих сетчатокрылых и некоторых жуков. Следовательно, эта функция мальпигиевых сосудов аналогична функции шелкоотделительных (слюнных) желез у гусениц бабочек. Известны также случаи выделения у отдельных видов насекомых некоторых пищеварительных ферментов и других веществ.

Выносящую экскреторную функцию имеют также нижнегубные, или лабиальные, железы, свойственные первичнобескрылым насекомым – подурам, двухвосткам и щетинохвосткам. Это парные образования с общим каналом, открывающимся у основания нижней губы.

Экскреторную накапливающую функцию приписывали также нефроцитам – группам клеток, способным поглощать из полости тела введенные туда коллоидальные вещества: аммиачный кармин, белки, хлорофилл и др. Наиболее заметная совокупность нефроцитов локализована около спинного сосуда в перикардиальной полости; отсюда они и называются перикардиальными клетками.

Разнообразные экзокринные железы насекомых выделяют вещества, так или иначе используемые организмом. Такие вещества обозначаются секретами, а

сам процесс их выделения называется секрецией. Различают два основных типа секреции: выделение с помощью типичных желез, снабженных выводными протоками, когда секреты поступают в различные органы или полости либо наружу, и выделение непосредственно в кровь особыми железами, лишенными выводных протоков.

Экзокринные железы участвуют в пищеварении (слюнные и железы средней кишки), выделяют вещества механической защиты (восковые, лаковые, шелкоотделительные), образуют биологически активные вещества, служащие для химического воздействия на других животных особей; эти вещества называются телергонами. Телергоны подразделяются на две группы: гетеротелергоны – вещества, воздействующие на другие виды животных, и гомотелергоны – воздействующие на особей своего вида.

Телергоны внутривидового действия, или гомотелергоны, нередко называют также феромонами. Они играют громадную роль в жизни насекомых как химические средства внутривидового общения, т.е. являются веществами своеобразного химического языка, служащего для передачи информации особям своего вида. Наиболее обычны привлекающие половые вещества – эпагоны, или половые аттрактанты. При добывании пищи, розыске своего гнезда и пр. некоторые насекомые выделяют следовые вещества, наносимые на поверхностях или в воздухе в виде меток; эти вещества выделяются задней кишкой, у некоторых видов муравьев особыми следовыми железами на лапках ног и пр. Общественным насекомым (пчелы, осы, муравьи) свойственны также железы, выделяющие телергоны тревоги, или торибоны; последние способны быстро возбуждать всю колонию к защите или нападению, служат также для мечения врагов.

Эндокринные железы лишены выводных протоков и выделяют свою секреторную продукцию в кровь. Выделяемые вещества называются гормонами, или инкретами, а сама секреция обозначается как внутренняя секреция, или инкретия. Попадая в кровь, гормоны транспортируются ею во все части тела. В целом эндокринные железы регулируют обменные процессы и развитие насекомых и связанные с ними явления – личиночный рост, линьки, торможение развития (диапауза), половое созревание, поведение, изменение окраски тела и пр. Наиболее распространены следующие четыре вида эндокринных желез: нейросекреторные клетки, кардиальные тела, прилежащие тела и переднегрудные железы.

Нейросекреторные клетки свойственны всем отделам центральной нервной системы. Нейросекрет синтезируется в клетках и затем транспортируется по аксонам в прилежащие и кардиальные тела, накапливается здесь и выделяется в гемолимфу. Совместно с этими телами нейросекреторные клетки образуют единую нейросекретную систему, играющую ведущую роль в гормональной системе насекомых.

Прилежащие тела (*corpora allata*) располагаются над передней кишкой позади головного мозга, обычно в виде пары округлых, образований. Они свойственны всем крылатым насекомым и части первичнобескрылых как в личиночном, так и во взрослом состоянии. Прилежащие тела секретируют у личинок ювенильный гормон, или неотении. Действие ювенильного гормона состоит в том, что он способствует развитию личиночных органов и препятствует превращению

во взрослую фазу, т. е. является ингибитором метаморфоза. Гормон прилежащих тел у имаго обладает также гонадотропным эффектом, т.е. способностью воздействия на половую систему имаго, стимулируя овогенез у самок. Он также стимулирует деятельность кардиальных тел.

Кардиальные тела (*corpora cardiaca*) сходны по форме и положению с прилежащими телами, близко примыкают к ним, но расположены впереди последних, связаны нервами с головным мозгом и свойственны личинкам и имаго. Их функции разнообразны; они регулируют дыхательный обмен у таракановых, стимулируют образование липидов в жировом теле у некоторых саранчовых и пр.

Переднегрудные, или проторакальные, железы представляют собой пару желез, расположенных в брюшной части переднегруди по бокам переднегрудного ганглия и связанных с последним нервами. В отличие от прилежащих и кардиальных тел эти железы анатомически не связаны с нейросекреторной частью головного мозга и свойственны только личинкам и куколкам. Они выделяют личинный гормон, или экдизон, стимулирующий линьки у личинок и рост их тела.

Личинки двукрылых имеют иные особенности эндокринной системы. Она у них представлена так называемой кольцевой железой, расположенной позади мозга в виде небольшого кольца вокруг аорты. Верхняя часть этой железы имеет железистые клетки, соответствующие прилежащим телам, а нижняя – кардиальным телам.

Половая система и размножение. Все ранее рассмотренные системы органов являются органами индивидуальной жизни, тогда как биологическое назначение половой системы совсем иное она выполняет функцию размножения и тем самым обеспечивает существование вида. Следовательно, половая система составляет систему органов видовой жизни.

Как правило, насекомые раздельнополы. Половой диморфизм нередко проявляется весьма ярко и заметно по ряду внешних, вторично-половых признаков – по форме и размерам усиков, величине тела, различных деталях строения и пр. Иногда он проявляется особенно резко; например, самец жука-носорога имеет на голове характерный рогообразный вырост, отсутствующий у самки, надкрылья у самца жука-плавунца гладкие, а у самки обычно ребристые и пр. Существенные отличия между полами могут быть также и в образе жизни и поведении. Например, самцы большинства прямокрылых способны стрекотать, тогда как самки часто лишены этой способности. В целом самцы нередко отличаются большей подвижностью, нежели самки, последние же иногда ведут более скрытый образ жизни, чем самцы. Однако очень часто оба пола внешне неотличимы между собой и тогда их распознавание возможно только по гениталиям.

Несмотря на существенные отличия половой системы самца и самки, она в своей основе имеет много общего, а в эмбриональном состоянии практически одинакова у обоих полов. Общий план строения органов размножения таков. Они состоят из парной половой железы, или гонад, пары выводящих протоков, сменяемых перед половым отверстием непарным выводным протоком, придаточных половых желез и половых придатков. Гонады подразделяются на фолликулы – мешочки или камеры с развивающимися в них половыми клетками.

В своем исходном состоянии половая железа насекомых, видимо, имела два

половых отверстия, и образование непарного выводного пути произошло позднее. Остатком, такого первичного состояния является половая система таких примитивных насекомых, как поденки (*Ephemeroptera*), у которых еще сохранились два половых отверстия.

Половое отверстие лежит перед анальным отверстием и в типичных случаях располагается позади IX стернита брюшка или у самки также позади VIII стернита.

Половая система самца. Половая система самца состоит из пары гонад – семенников, пары семяпроводов, непарного семяизвергательного канала, придаточных половых желез и мужского полового придатка – эдеагуса. Семенники обычно имеют вид округлых тел и состоят из фолликулов, число и форма которых неодинакова у разных групп насекомых. В вершинной части фолликул – гермариий происходит образование живчиков, или сперматозоидов; последние возникают путем многократных делений из первичных семенных элементов – сперматогоний.

Образовавшиеся сперматозоиды из семенников поступают в семяпроводы, снабженные особым расширением – семенными пузырьками. Отсюда они поступают в семяизвергательный канал, через него достигают эдеагуса и при спаривании с самкой выводятся наружу. Эдеагус, или копулятивный орган, называемый иногда также пенисом, образует наружные гениталии самца. Они нередко имеют сложное строение, характерное не только для семейств, подотрядов и отрядов насекомых, но часто также и для родов и видов; поэтому строение гениталий самца широко используется в современной систематике насекомых.

Придаточные половые железы могут быть в числе от одной до трех пар и открываются своими отверстиями близ основания семяизвергательного канала. У ряда насекомых эти железы служат для образования сперматофоры – мягкой капсулы с порцией сперматозоидов. Такая сперматофора вводится самцом при спаривании в половое отверстие самки или прикрепляется к нему; сперматозоиды затем переходят из сперматофоры в половые пути самки. Сперматофорное оплодотворение свойственно многим насекомым. Его особенности всесторонне изучались В. Ф. Болдыревым у прямокрылых и других насекомых; при этом было установлено, что строение сперматофоры и поведение особей при спаривании разнообразно у разных насекомых и может служить их характерным признаком.

Половая система самки. Половая система самки состоит из пары гонад – яичников, пары яйцеводов, непарного яйцевода, придаточных половых желез, семяприемника и нередко яйцеклада. Яичники составляют основу и наиболее сильно развитую часть половой системы самки. Их фолликулы называются яйцевыми трубками или овариолами. число яйцевых трубок различно у разных насекомых – от 1–4 пар до 100 и более, а у термитов даже свыше 2400 пар. У самок тлей один яичник может быть редуцированным, а оставшийся имеет всего лишь единственную яйцевую трубку.

Каждая яйцевая трубка подразделяется на вершинную часть – гермариий и основную часть – вителлярий. В гермариий происходит образование и размножение первичных половых клеток – оогоний; из них затем образуются ооциты, а также и питательные клетки. Созревший и выросший ооцит превращается в яйцо

и поступает в вителлярий, стенки которого изнутри выстланы фолликулярным эпителием. К гермарию примыкает тонкий тяж – филамент; эти тяжи от разных яйцевых трубок соединены вместе и образуют концевую часть яичника.

Находящиеся в вителлярии яйца по мере созревания увеличиваются в размерах и часто отделяются от соседнего яйца заметным сужением, или перехватом; в этих случаях вителлярии оказывается подразделенным на ряд последовательно утолщающихся яйцевых камер.

Рост и развитие ооцитов и яиц происходит за счет поступления питательных веществ. Последние образуются в питательных клетках, а также в фолликулярном эпителии путем поглощения из крови. По окончании развития яйца питание его прекращается, фолликулярный эпителий выделяет хитинообразное вещество и образует наружную оболочку яйца – хорион.

По присутствию или отсутствию питательных клеток и расположению их в яйцевых трубках различают три типа яйцевых трубок. Паноистический тип отличается отсутствием питательных камер, характеризует наиболее примитивное состояние и свойствен в большинстве низшим группам насекомых – таким, как стрекозы, надотряд ортоптероидных (*Orthopteroidea*), т. е. тараканам, богомолы, термитам, прямокрылым и др.

Политрофический тип отличается присутствием питательных клеток, чередующихся с яйцевыми клетками; он характерен преимущественно для отрядов насекомых с полным превращением – сетчатокрылых, чешуекрылых, перепончатокрылых, двукрылых и плотоядных жесткокрылых, но свойствен также сеноедом и вшам. Телотрофический тип, называемый также акротрофическим, характеризуется расположением питательных клеток в вершинной части трубки, откуда питательный материал поступает к яйцевым клеткам по протоплазматическим тяжам; он свойствен равнокрылым, клопам и жукам из подотряда разноядных (*Polyphaga*). Нередко политрофический и телотрофический типы объединяются в один общий тип – мероистический, отличающийся от паноистического присутствием питательных клеток.

Созревшие яйца из яйцевых трубок поступают в парные яйцеводы, затем в непарный яйцевод и оттуда через половое отверстие выходят наружу. В непарный яйцевод впадает тонкий проток семяприемника; семяприемник, или сперматека, служит для хранения сперматозоидов, которые попадают в него при спаривании. Оплодотворение яйца происходит при прохождении его через непарный яйцевод во время яйцекладки; сперматозоиды в это время выходят из семяприемника и проникают в яйцо. Иногда у самок развита совокупительная сумка — мешковидный орган, впадающий также в непарный яйцевод; при копуляции сперматозоиды первоначально попадают в эту сумку, а уж затем – в семяприемник. Но у большинства чешуекрылых совокупительная сумка имеет свое независимое – копулятивное отверстие; поэтому их половая система имеет два отверстия, из которых яйцекладное ведет в непарный яйцевод и служит только для вывода яйца наружу.

Придаточные железы открывают свой проток также в непарный яйцевод и выполняют разные функции – выделяют секрет для приклеивания яйца к субстрату, для обволакивания группы яиц и образования оотеки (тараканы, богомолы) или кубышки (саранчовые) и пр. У полового отверстия нередко развит яйцеклад,

который может быть наружным и хорошо видимым (прямокрылые, часть перепончатокрылых и др.) либо внутренним и скрытым, либо ложным.

Внешний вид половых желез самки сильно меняется в зависимости от степени созревания яиц. В самом начале развития яиц они еще очень бедны желтком, яйцевые трубки тонки и имеют беловатую окраску; в дальнейшем, по мере созревания происходит накопление желтка в яйцах, увеличивается толщина яйцевых трубок и в ряде случаев появляются перехваты между отдельными яйцевыми камерами. После откладки яиц клетки фолликулярного эпителия дегенерируют и в них появляется желтый пигмент.

Созревание и откладка яиц у кровососущих двукрылых (комаров, слепней и др.) невозможны без принятия порции крови; поэтому до кровососания яйца в яичниках самки остаются недоразвитыми. Но у насосавшейся крови самки яйца начинают быстро развиваться и увеличиваться в размерах; происходит это потому, что принятая кровь дает необходимые питательные вещества, которые быстро усваиваются и отлагаются в яйцевых клетках преимущественно в виде капель желтка. После полного использования принятой порции крови и освобождения от нее кишечника соответствующая порция яиц созревает и при наличии необходимых условий происходит яйцекладка. После нее новое кровососание обеспечит созревание и откладку новой порции яиц и так до 4–5 раз. Это явление получило название гонотрофического цикла и может быть использовано для определения возраста кровососов, что важно при борьбе с ними.

Итак, половая система насекомых имеет у обоих полов общий исходный план строения, но обнаруживает сильный половой диморфизм. Состояние развития половой системы может служить критерием для суждения о возрасте и половой зрелости особей; а особенности строения часто являются важнейшим признаком для различения видов, родов и других систематических групп и широко используются в современной систематике насекомых.

3.3 Способы размножения. Большинство насекомых является яйцекладущими организмами; вылупление из яйца происходит после его откладки. Помимо того, размножение у большинства насекомых сопровождается спариванием и оплодотворением, т. е. связано с участием обоих полов; поэтому оно может быть названо обоеполым, или обозначается как гамогенетическое размножение. Однако насекомым свойственны и другие способы размножения – живорождение, партеногенез, педогенез и полиэмбриония.

Живорождение состоит в том, что эмбриональное развитие завершается в теле матери; поэтому вместо откладки яиц на свет производятся личинки или даже куколки. Наиболее частая форма – обычное живорождение, или яйцеживорождение. Оно состоит в том, что вылупление личинки происходит в яйцевых трубках или в процессе прохождения по яйцеводам; никакого специального органа для развития зародыша нет. Более специализированной формой является ложноплацентное живорождение, для которого характерно образование сходной с плацентой структуры в маткообразном расширении непарного яйцевода. Существует также куклорождение.

Партеногенез, или девственное размножение, характеризуется отсутствием

оплодотворения и наблюдается как у яйцекладущих, так и живородящих насекомых. Партеногенез разнообразен и представлен рядом форм. Из неоплодотворенных яиц могут развиваться либо только самцы (аррентокия) или самки (телитокия), либо оба пола (амфитокия). Партеногенез может быть факультативным, постоянным и циклическим. Цитологически все это многообразие может быть сведено к двум основным типам партеногенеза – генеративному и соматическому. Первый характеризуется гаплоидным числом хромосом в соматических клетках зародыша, а второй – диплоидным числом или даже полиплоидным. У ряда видов партеногенез носит частичный характер, т.е. наблюдается непостоянно, возникая лишь при некоторых внешних воздействиях или при определенном физиологическом состоянии самки. Такой партеногенез называют факультативным. Циклический партеногенез состоит в правильном чередовании обоеполюх и девственных поколений, т. е. представляет собою одну из форм чередования поколений. При этом потомство неоплодотворенной самки может длительное время состоять только из самок, но в конце концов всегда наступает также аррентокия и даже амфитокия; благодаря этому восстанавливается обоеполюе размножение.

В целом благодаря партеногенезу вдвое увеличивается потенциал размножения, так как вместо двух особей разных полов репродукцией занят только один пол; следовательно, приобретение способности к партеногенезу равноценно удвоению половой продукции. Факультативный партеногенез позволяет также многим видам преодолеть воздействие неблагоприятных условий среды.

Педогенез, или детское размножение, представляет собою размножение на фазе личинки. В яичниках личинки происходит партеногенетическое развитие яиц, из которых возникают личинки, поедающие тело материнской личинки при выходе из нее наружу; личинки нового поколения в свою очередь размножаются педогенетически и так происходит развитие нескольких поколений, которые в конце концов сменяются серией обоеполюх поколений взрослых особей. Таким образом, педогенез является по существу одной из форм партеногенеза и одной из форм гетерогонии, т. е. смены поколений.

Полиэмбриония, или многозародышевое размножение, представляет собою размножение на фазе яйца, свойственно некоторым паразитическим перепончатокрылым и веерокрылым. При полиэмбрионии в тело хозяина откладывается одно яйцо, которое затем путем сложных преобразований разрастается в длинную цепочку из многих десятков яиц; каждое яйцо дает свою личинку, которые затем дорастают до куколки и дают взрослых особей. Полиэмбриония является выгодным приспособлением паразитических насекомых и обеспечивает резкое увеличение численности потомков при ничтожном расходе живого вещества матери.

Дополнительное питание. Способность к размножению проявляется у одних насекомых вскоре после окрыления, у других – через более или менее продолжительный срок. Происходит это вследствие неодинаковой половозрелости окрылившихся особей. Некоторые уже сразу после превращения в имаго имеют вполне созревшие половые продукты и способны к спариванию и яйцекладке, не нуждаясь при этом в питании. Таковы поденки, многие бабочки, ряд двукрылых и некоторые другие насекомые. Все они имеют недоразвитые ротовые органы и не способны к приему пищи. Жизнь имаго у них непродолжительна и часто ограни-

чивается немногими днями или даже часами, необходимыми лишь для спаривания и откладки яиц. Однако в большинстве случаев окрылившиеся особи неполовозрелы, нуждаются в более или менее продолжительном питании и только после этого созревают для размножения. Питание в имагинальной фазе, необходимое для созревания половых продуктов, называется дополнительным. Дополнительное питание характерно и обязательно прежде всего для зимующих во взрослом состоянии видов, так как зимовка сопряжена с растратой питательных резервов жирового тела. Этим объясняется сильная вредоносность в весенний период таких вредителей, как клопы-черепашки, свекловичный долгоносик, клубеньковые долгоносики, земляные блошки, майские хрущи и др. Перезимовавшие самки комаров-кровососов (малярийный комар и другие виды) для полового созревания также нуждаются в приеме пищи и без кровососания остаются неполовозрелыми, даже если они перед зимовкой приняли порцию крови.

Встреча полов и оплодотворение. Важным условием размножения является встреча полов, спаривание и оплодотворение. Встреча самца и самки обеспечивается применением различных опознавательных видовых сигналов – звуковых, зрительных, химических.

Оплодотворение отличается у насекомых большим разнообразием форм и специфично у тех или иных систематических групп. У тех низших «шестиногих», которые еще сохранили связь с влажной средой и живут в почве или гнилой древесине, оплодотворение не сопровождается контактом самца и самки. Самцы рассеивают капельки спермы или сперматофоры в местах обитания вида, притом часто даже в отсутствие самки. Оплодотворение происходит при встрече самки с этими порциями семени путем захватывания его половым отверстием самки. Это оплодотворение является наружно-внутренним без спаривания и ведет свое происхождение от наружного избирательного оплодотворения, свойственного водным организмам. В условиях воздушной среды такое оплодотворение без спаривания становится невозможным, так как поведет к быстрому высыханию и гибели открыто рассеянных порций семени. В связи с этим при переходе к наземному и воздушному образу жизни возникает необходимость в спаривании и в сокращении периода пребывания семени во внешней среде. Первоначально оплодотворение в такой среде еще имеет наружно-внутренний характер, но самец уже сближается с самкой, а порции откладываемого семени быстро подхватываются самкой в одних случаях с помощью самца, в других – без его участия. Таким образом, здесь уже наблюдаются зачатки спаривания, сокращается срок пребывания семени во внешней среде, но нет еще настоящей копуляции, т.е. тесного сближения обоих полов при спаривании. Этот тип оплодотворения наблюдается у тех низших «шестиногих», которые живут в менее влажной, чем почва, среде, но еще связаны с ее поверхностью, т.е. живут в подстилке, под камнями, в толще густого травостоя и пр. В низших отрядах и подотрядах крылатых насекомых оплодотворение сопровождается выделением сперматофоры, которая сразу подхватывается половыми придатками самки. Так происходит оплодотворение у таракановых, богомоловых, длинноусых прямокрылых, сетчатокрылых. Но в высших группах крылатых сперматофора либо вводится непосредственно в половые пути самки, либо сперматофоры полностью утрачиваются и в половые пути самки при копуляции вво-

дится сперма. В обоих случаях для введения половой продукции у самца вырабатывается соответствующий аппарат – копулятивный орган, или эдеагус. После оплодотворения самка вскоре приступает к откладке яиц. В ряде случаев наблюдается повторное спаривание и повторное размножение.

Плодовитость. Плодовитость насекомых нередко очень велика, но не является величиной постоянной. Определяется она двумя факторами: наследственными свойствами вида (строение и величина яичников), т. е. его потенциалом размножения, и воздействиями внешней среды. При благоприятных внешних условиях потенциал размножения реализуется в наибольшей степени. Так, самка хлопковой совки может отложить за свою жизнь до 2700 яиц, озимая совка – до 1200–1800 яиц, луговой мотылек – до 800, гессенская муха – до 500, хлебные пилильщики – до 50. В отдельных случаях плодовитость может достигать поразительных размеров, особенно у общественных насекомых. Например, самка (матка) медоносной пчелы откладывает в день до 3 тыс. яиц, а у термитов – даже до 30 тыс.

Метаморфоз насекомых. Основные типы метаморфоза. Развитие у насекомых сопровождается превращением, или метаморфозом. Сущность метаморфоза состоит в том, что развивающаяся особь претерпевает в течение жизни существенную перестройку своей морфологической организации и особенностей биологии. В связи с этим возникает дифференциация постэмбрионального развития по крайней мере на две фазы – личиночную и взрослую, иначе называемую имагинальной. В фазе личинки происходит рост и развитие особи, в фазе имаго – размножение и расселение. В других случаях между этими двумя фазами возникает промежуточная фаза – куколка. В соответствии с общим числом фаз развития различают два основных типа метаморфоза – неполное и полное превращение. Неполное превращение, или гемиметаболия, в целом характеризуется прохождением лишь трех фаз – яйца, личинки и взрослой фазы. Личинки насекомых с неполным превращением внешне сходны со взрослыми особями. Помимо того, личинки у многих насекомых с неполным превращением ведут сходный образ жизни со взрослыми особями и могут встречаться совместно с последними. Вследствие своего большого морфологического и биологического сходства с фазой имаго такие личинки могут быть названы имагообразными. При полном превращении, или голометаболии, весь цикл развития сопровождается прохождением четырех фаз – яйца, личинки, куколки и имаго. Личинки внешне совсем несходны со взрослой фазой. Помимо того, личинки насекомых с полным превращением живут в иных условиях среды, чем взрослые. Большинство органов личинок этого типа имеет временный (провизорный) характер, выполняя функции чисто личиночной жизни. От этих органов у взрослого насекомого обычно не остается и следа. К числу провизорных органов личинок насекомых с полным превращением относятся: брюшные ноги, ротовой аппарат, особенно в тех случаях, когда взрослая фаза имеет иной тип питания, шелкоотделительные, или паутинные железы и т. д. Вследствие своего большого несходства со взрослыми особями личинок этого типа можно назвать неимагообразными. По этим двум типам превращения крылатые насекомые разделяются на две большие группы – насекомых с неполным превращением (*Hemimetabola*) и насекомых с полным превращением

(*Holometabola*).

Видоизменением неполного превращения следует считать гипоморфоз и гиперморфоз, видоизменением полного превращения – гиперметаморфоз.

Гипоморфоз представляет собой упрощенное неполное превращение и характерен для тех крылатых насекомых с неполным превращением, которые в процессе эволюции утратили крылья и являются, следовательно, вторично бескрылыми. Это вши, пухоеды, бескрылые представители саранчовых, кузнечиков, сверчков, тараканов, палочников, сенокосов, клопов и др. Вследствие отсутствия крыльев взрослые и личинки очень сходны и иногда даже трудноотличимы друг от друга. Отличия сводятся лишь к меньшим размерам личинок и малозаметным деталям их морфологии.

Гиперморфоз является усложнением неполного превращения и характерен для алейродид, трипсов и самцов кокцид. Его особенность состоит в появлении в конце фазы личинки покоящегося состояния, называемого иногда ложнокуколкой или даже куколкой. Однако эта стадия покоя есть в сущности покоящаяся старшая личинка с зачатками крыльев; таких личинок часто называют нимфами.

Гиперметаморфоз представляет собой также усложнение, но уже полного превращения, т. е. может рассматриваться как избыточное полное превращение. Его характерная особенность – присутствие нескольких форм личинок, а иногда и куколок. Резкие отличия между молодой и старшими личинками связаны с разным их образом жизни: первые после выхода из яйца обычно активно бегают, ищут добычу, но, разыскав ее линяют, превращаясь в паразитических личинок, биологическая функция которых уже состоит в росте и питании. Избыточное полное превращение характерно для жуков из семейства нарывников, а также наблюдается у паразитических мух-жужжал, у веерокрылых и в некоторых других случаях.

Совсем иное содержание имеют две первичные формы метаморфоза – анаморфоз и протометаболия.

Анаморфоз характерен для одного из отрядов первичнобескрылых насекомых – протур, или бессяжковых. Их личинки внешне очень сходны со взрослыми, но имеют меньшее число брюшных сегментов; с развитием личинки происходит нарастание дополнительных сегментов на вершине брюшка, но полное их число достигается лишь во взрослой фазе.

Протометаболия, или первичное превращение, характеризуется линькой во взрослом состоянии, некоторым сходством личинки со взрослой фазой, но отсутствием подразделения личиночного тела на грудь и брюшко. Этот тип превращения установлен для одного из низших отрядов – щетинохвосток. К этому типу близок метаморфоз двух других отрядов низших «шестиногих» – подур и двуххвосток. Прежде у всех этих насекомых постэмбриональное развитие называлось эпиморфозом. В остаточном состоянии протометаболия сохранилась и у самых низших из крылатых насекомых – поденок.

Физиология метаморфоза. Метаморфоз сопровождается, помимо внешних изменений, также и внутренними. Важную роль при метаморфозе играют гормоны. При неполном превращении внутренние изменения протекают постепенно и при переходе во взрослую фазу не сопровождаются коренной перестройкой всей

личиночной организации. Совершенно иной характер внутренних изменений имеют насекомые с полным превращением. Поэтому переход в состояние имаго неизбежно требует коренной перестройки всей морфолого-физиологической и биологической организации насекомого. Эта перестройка происходит главным образом в фазе куколки и складывается из двух процессов – гистолиза и гистогенеза. Сущность гистолиза состоит в уничтожении личиночных органов. Происходит распад внутренних органов, который сопровождается проникновением и внедрением в ткани кровяных телец – гемоцитов. Считается, что гемоциты при этом начинают функционировать как пожирающие клетки, т. е. фагоциты, повышенная активность которых приводит к разрушению и поглощению вещества тканей. В основном гистолиз протекает на фазе куколки, но начинается он еще в конце жизни личинки последнего возраста. Такая личинка прекращает питание и движение, часто сокращается в размерах и по существу является уже особой стадией, которую часто называют предкуколкой. После линьки предкуколка превращается уже в настоящую куколку. Вскрытие куколки в разгаре гистолиза показывает, что ее внутренние органы превращены в жидкую коллоидальную массу, состоящую из крови, обогащенной продуктами распада. Гистолиз составляет лишь первую часть внутреннего метаморфоза и сменяется процессом создания тканей и органов имагинальной жизни – гистогенезом. Источником для образования этих новых тканей и органов служат продукты гистолиза, т. е. недифференцированный исходный материал. Очень важную роль при гистогенезе играют имагинальные зачатки – группы гиподермальных клеток, из которых возникают те или иные ткани и органы. Эти зачатки имагинальных органов закладываются еще в раннем личиночном состоянии, т.е. задолго до окукливания и находятся в малодетальном состоянии. Гистогенез охватывает также мышечную систему, пищеварительную систему и другие внутренние органы, перестраивая их для новых, имагинальных, функций.

Существенную физиологическую функцию при метаморфозе играет эндокринная система. Рост и развитие насекомых регулируется серией эндокринных органов – нейросекреторными клетками головного мозга, кардиальными телами, прилежащими телами и переднегрудными железами. Мозговой гормон через аксоны мозга переносится к кардиальным телам, а последние передают его в кровь. Он стимулирует у личинок обмен веществ, а также переднегрудные железы, которые начинают выделять гормон линьки – экдизон, необходимый для нормального развития личинки. Прилежащие тела выделяют у личинки ювенильный гормон, который препятствует линьке во взрослую фазу и стимулирует рост и развитие личиночных органов.

Фаза яйца. Типы яиц и способы кладки. Яйцо насекомого представляет собой крупную клетку и, помимо протоплазмы и ядра, содержит также дейтоплазму, или желток, необходимый для питания и развития зародыша. В яйце насекомых нередко находятся симбиотические микроорганизмы, получаемые от матери трансвариально, т. е. через яичники. Яйцо снаружи покрыто хорионом – оболочкой, возникшей за счет выделений фолликулярного эпителия. Хорион нередко имеет явственную микроскульптуру, которая часто очень характерна и тогда может служить надежным признаком для различения родов и даже видов насекомых по фазе яйца. Под хорионом лежит истинная, или желточная, оболочка

яйца, но возможны и другие окружающие яйцо образования. На поверхности хориона часто обнаруживается микропиле – отверстие, служащее для прохождения сперматозоидов при оплодотворении; нередко около микропиле скульптура хориона усложняется.

У некоторых тлей, трипсов, мельчайших перепончатокрылых яйца имеют всего 0,02–0,03 мм длины, тогда как у крупных саранчовых могут достигать 8–10 мм и более. Внешне они могут быть гладкими, без макроскульптуры, либо с резкой ребристой или иной скульптурой; в некоторых случаях они снабжены крышечкой. По форме яйца могут быть овальными, удлинёнными, полушаровидными, бутылковидными, бочковидными и пр., в ряде случаев яйцо может быть снабжено стебельком или ножкой.

Откладываются яйца также разнообразно – по одиночке, группами, открыто или погруженными в субстрат, либо защищенные различными способами. Наиболее обычный тип **открытой кладки** – откладка яиц на поверхности листьев и других частей растений; при этом яйца прикреплены к субстрату выделениями придаточных половых желез. При **закрытой кладке** яйца оказываются погруженными в ткани растений или находятся в почве. **Защищенная кладка** характеризуется образованием какого-либо общего прикрытия или общей оболочки. У тараканов и богомолых яйца заключены в яйцевую капсулу – оотеку, образовавшуюся из секрета придаточных желез. У большинства саранчовых яйца откладываются группой в почву и сопровождающий секрет не только обволакивает их, но может цементировать прилегающие частицы почвы; образуется своеобразная защищенная кладка – кубышка.

Эмбриональное развитие. Эмбриональное развитие начинается с дробления ядра и передвижения образовавшихся дочерних ядер с небольшими участками протоплазмы к периферии яйца. Здесь из массы дочерних ядер образуется сплошной слой клеток – бластодерма. В дальнейшем бластодерма дифференцируется на зародышевую и внезародышевую зоны; клетки последней не участвуют в образовании зародыша, тогда как клетки зародышевой зоны начинают делиться более интенсивно и образуют с брюшной стороны яйца зародышевую полосу. Продолжающееся размножение клеток бластодермы приводит к впячиванию срединной части зародышевой полосы с последующим смыканием над местом впячивания наружного его слоя. Так возникает дифференциация этой полосы на зародышевые слои – эктодерму и мезодерму; что касается внутреннего зародышевого слоя, или энтодермы, то у крылатых насекомых он образуется за счет оставшихся в яйце неиспользованными ядер дробления. Развитие зародыша сопровождается также бластокинезом, образованием зародышевых оболочек и сегментацией. Бластокинез представляет собой перемещение зародыша к новым, еще не усвоенным участкам желтка в яйце. Протекает он практически одновременно с образованием зародышевых оболочек; у насекомых наблюдаются два основных способа бластокинеза.

У ортоптероидных и у насекомых с полным превращением зародыш разрастается по длине яйца, но его головная часть остается в передней части яйца; спереди и сзади внезародышевая бластодерма образует над зародышем нарастающую складку. Обе складки сливаются и образуют над зародышем две зародышевые

оболочки – наружную, или серозу, и внутреннюю, или амнион. Зародыш оказывается под защитой названных оболочек и даже изолируется от контакта с ними.

У древнекрылых и гемиптероидных нарастающей складки бластодермы не образуется, а у зародыша хвостовой отдел загибается внутрь яйца, погружается в желток и увлекает за собой весь зародыш. Головной отдел его оказывается в задней части яйца и здесь же происходит смыкание зародышевых оболочек; сам зародыш оказывается глубоко погруженным в желток яйца. Примерно одновременно с разрастанием зародыша и образованием его оболочек начинается его сегментация. Вначале на головном отделе появляются зачатки глаз в виде пары выступов. В области будущей переднегруди возникает центр сегментации; от него вперед отчленяются головные сегменты, а назад — сегменты груди и брюшка.

Развитие сегментации и конечностей эмбриона сопровождается прохождением трех стадий: **протоподной**, **полиподной** и **олигоподной**. Протоподная стадия характеризуется отсутствием или слабой сегментацией, парные придатки слабо намечены лишь на голове и груди; полиподная стадия отличается уже явственной сегментацией брюшка и появлением на нем зачатков конечностей, которые в заключительной олигоподной стадии исчезают, сохраняясь лишь на голове и груди. Эта схема имеет отклонения; например, у многих насекомых с полным превращением выпадает полиподная стадия, у некоторых паразитических перепончатокрылых существует лишь первая, т. е. протоподная стадия и пр.

Основы внутреннего строения начинают закладываться с образованием мезодермы и возникновением зародышевых слоев. Вполне сформировавшийся зародыш заполняет все яйцо, часто характеризуется потемнением глаз, а также иногда и концов ротовых частей и готов к вылуплению; в сущности, это уже личинка. Она начинает совершать интенсивные движения, набирает в трахеи воздух, заглатывает амниотическую жидкость и тем самым увеличивает объем своего тела. Наконец личинка выходит из яйца наружу – происходит вылупление. При этом вылупляющаяся личинка прогрызает оболочку яйца – хорион, либо разрезает или пробуравливает ее специальным органом – пиловидным образованием на голове, шипом и пр. У некоторых видов развившаяся в яйце осенью личинка остается в нем на зимовку; вылупление в этих случаях происходит весной, что обеспечивает личинке более благоприятные возможности для перезимовки и последующей жизни и питания. В большинстве случаев развитие насекомого в фазе яйца продолжается недолго – от нескольких дней до двух-трех недель. Но нередко продолжительность фазы яйца может быть более значительной, достигая 6–9 месяцев; это происходит в тех случаях, когда яйца откладываются осенью и уходят на зимовку, либо при возникновении эмбриональной диапаузы – временной остановки развития зародыша.

Фаза личинки. Рост и развитие личинок сопровождается периодическими линьками – сбрасыванием кожной кутикулы; благодаря линькам происходит увеличение тела и наружные его изменения. Число линек в течение развития личинки неодинаково у разных насекомых и изменяется от 3–5 до 25. После каждой линьки личинка вступает в следующую стадию, или возраст; линьки разделяют между собою возраста личинок. В соответствии с числом линек находится и число личиночных возрастов. У насекомых с неполным превращением стадии, или возраста

личинок обычно хорошо различаются по ряду признаков – степени развития крыловых зачатков, числу члеников в усиках и пр. У личинок насекомых с полным превращением – гусениц бабочек, личинок жуков и пр. переход их из одного возраста в другой проявляется, главным образом, в увеличении размеров тела, которые, однако, изменчивы, и характере хетотаксии. Поэтому для определения возраста у этих личинок обычно измеряют размеры твердых, не растягивающихся частей тела, например ширину головной капсулы.

Личинки насекомых весьма разнообразны, но могут быть сведены к двум основным типам, о которых уже говорилось раньше – имагообразным, т. е. сходным со взрослой фазой (имаго), и неимагообразным, т.е. несходным с этой фазой.

Имагообразные личинки сходны со взрослой фазой как морфологически, так и биологически: они внешне похожи на взрослых, имеют подобно им фасеточные глаза и хотя бы в старших возрастах зачатки крыльев (если имаго крылатые), их туловище ясно расчленено на грудь и брюшко, живут они в той же среде, что и взрослые, и питаются одинаково с ними. Такие личинки характерны для насекомых с неполным превращением и в соответствующее время года могут встречаться совместно с имаго; поэтому, зная взрослое насекомое, нетрудно определить по нему и личинку. Старшие возраста этих личинок с хорошо выраженными зачатками крыльев нередко называют нимфами. Особую модификацию составляют личинки поденок, стрекоз и веснянок; они также имагообразны, имеют фасеточные глаза и в старших возрастах зачатки крыльев, но живут в воде и обладают провизорными (специально личиночными) органами – жабрами и др. Таких личинок называют наядами.

Неимагообразные личинки резко отличаются от взрослых внешним видом, отсутствием сложных глаз и наружных зачатков крыльев, а также однородностью сегментов тела, без резкого расчленения на грудь и брюшко. Неимагообразные личинки свойственны насекомым с полным превращением; они весьма разнообразны, но основная масса их относится к трем группам.

Камподеовидные (внешне сходны с родом *Campodea* из отряда двухвосток) – подвижные, обычно темноокрашенные личинки с плотными покровами и тремя парами грудных ног, хорошо обособленной прогнатической головой и часто со щетинками на заднем конце тела (жуки-жужелицы, плавунцы, сетчатокрылые, некоторые ручейники и др.).

Червеобразные – малоподвижные, часто светлоокрашенные личинки, лишённые брюшных и грудных ног (двукрылые, многие перепончатокрылые, долгоносики и некоторые другие жуки) или с тремя парами коротких грудных ног (многие жуки).

Гусеницеобразные, или эруковидные – умеренно подвижные личинки с тремя парами коротких брюшных ног и 2–8 парами брюшных ног (личинки скорпионовых мух, гусеницы бабочек, ложногусеницы пилильщиков).

Некоторые авторы классифицируют неимагообразных личинок, основываясь на тех стадиях развития эмбриона, при прохождении которых происходит вылупление из яйца. Несходство неимагообразных личинок со взрослой фазой распространяется и на образ жизни – питание, место обитания и пр.

Фаза куколки. Эта фаза развития и метаморфоза свойственна только насе-

комым с полным превращением. Закончив свой рост, личинка последнего возраста прекращает питание, становится неподвижной, линяет в последний раз и превращается в куколку. Иногда предкуколочное состояние покоя обозначается как особая стадия – предкуполка. Характерная особенность куколки – неспособность питаться и, очень часто, пребывание в неподвижном состоянии. Она живет за счет запасов, накопленных личинкой, и часто рассматривается как фаза покоя.

В действительности в фазе куколки происходят интенсивные процессы внутренней перестройки личиночной организации на имагинальную. Внешне куполка, хотя и не похожа на имаго, но уже имеет ряд признаков взрослой фазы – наружные зачатки крыльев, ноги, усики, фасеточные глаза и пр. Нередко перед окукливанием личинка окружает себя коконом. Обычно он делается из шелка, но часто шелк служит лишь для скрепления огрызков пищи и другого субстрата, из которого состоит сам кокон. В некоторых случаях кокон укрепляется другими выделениями, например, мальпигиевых сосудов. Внутри этого кокона происходит окукливание и таким образом куполка оказывается защищенной от внешних условий стенками кокона. Кокон делают многие гусеницы бабочек, личинки пилильщиков, наездников и др. Но многие личинки жуков и гусеницы бабочек не делают кокона, зато окукливаются в почве и здесь изготовляют себе округлую полость, укрепляя ее стенки экскрементами или другим способом; образуется земляная ячейка, или колыбелька.

Куполки разных насекомых существенно отличаются друг от друга особенностями строения; в связи с этим различают следующие три основных типа куполков.

Открытые, или свободные, куполки имеют свободные, лишь прижатые к телу имагинальные придатки (усики, ноги, крылья). Среди куполков этого типа выделяются две группы – с подвижными жвалами и с неподвижными или редуцированными жвалами.

Покрытые куполки имеют тесно прижатые и спаянные с телом имагинальные придатки вследствие того, что при последней линьке личинка выделяет секрет, который при затвердевании покрывает куполку твердой оболочкой.

Скрытые куполки покрыты затвердевшей несброшенной личиночной шкуркой, которая играет роль оболочки, или ложного кокона. Такой ложный кокон часто называют пупарием. Внутри этого пупария находится типичная открытая куполка.

Продолжительность развития куполки исчисляется в одних случаях 6–10 днями, а в других – многими месяцами. К окончанию своего развития куполка обычно заметно темнеет и становится готовой к линьке во взрослую фазу. Тело и ноги куполки начинают совершать движения, благодаря чему куполочная шкурка прорывается на спинной стороне тела и в области ног; насекомое затем выходит наружу.

Фаза имаго. Вышедшее из куполки насекомое имеет уже признаки взрослой фазы, но первое время крылья остаются свернутыми. В таком же нерасправленном виде находятся крылья сразу после последней личиночной линьки и у насекомых с неполным превращением. Спустя короткое время насекомое расправляет крылья, его покровы уплотняются и окрашиваются. Во взрослой фазе

насекомые не совершают линек и не способны к росту. Исключение составляют лишь поденки, а также низшие «шестиногие» (энтогнаты и насекомые) – щетинохвостки, подуры, двуххвостки и, возможно, бессяжковые. У поденок существует две взрослые стадии – субимаго и имаго; первая из них неполовозрелая, с короткой жизнью; затем насекомое линяет и превращается в половозрелое имаго. У низших насекомых линьки и рост во взрослой фазе составляют обычное явление; при этом одна или несколько линек наблюдается и в половозрелом состоянии, например у самок после яйцекладки. Это свойство линять во взрослой фазе несомненно является показателем примитивного состояния, так как наблюдается и у ряда многоножек.

Биологическая функция взрослой фазы совсем иная, нежели у личинки, и состоит в расселении и размножении. Расселение взрослых насекомых совершается как путем активного, так и пассивного перелета. Активные перелеты свойственны обычно крупным насекомым и наблюдаются у ряда видов стрекоз, саранчовых, бабочек, жуков и др., нередко имеют массовый характер. Пассивные перелеты более характерны для мелких насекомых, таких как тли, мелкие виды бабочек, мухи и др.; благодаря крыльям такие насекомые обладают парусностью, легко подхватываются воздушными токами и могут переноситься на большие расстояния по ветру, совершая своего рода воздушный дрейф. Переход имаго в половозрелое состояние и половое созревание иногда сопровождается внешними изменениями — изменением окраски тела, увеличением у самки размеров брюшка вследствие сильного развития яичников, наполненных яйцами, а у оплодотворенных самок термитов и муравьев – сбрасыванием крыльев.

Жизненный цикл насекомых. Понятие о поколении. Весь цикл развития насекомого, начиная с фазы яйца (а при живорождении – с отрождения личинки) и кончая взрослой фазой, достигшей половой зрелости, обозначается понятием поколение, или генерация. Продолжительность генерации изменяется в значительных пределах и зависит от наследственной ритмики жизненного цикла и влияния внешних условий жизни. Так, некоторые виды успевают в течение одного года дать два или несколько последовательных поколений. Различают насекомых с двойной, тройной или многократной генерацией; такие виды обозначаются как дву- или трехгенерационные (би- или тривольтинные) или многогенерационные (поливольтинные). Многие виды в течение года, вне зависимости от внешних условий, дают всего лишь одно поколение; это одногенерационные (моновольтинные) виды. Существуют виды, развитие которых не укладывается в один год; обычно это наблюдается у видов, личинки которых живут в почве. Иногда весь жизненный цикл охватывает еще большее число лет; особенно замечательны в этом отношении североамериканские певчие цикады, развитие которых продолжается 13 или даже 17 лет. Часто поколения налегают друг на друга и их разграничение становится затруднительным.

Сезонное развитие и годичный цикл. Существенной стороной жизненного цикла является также сезонное прохождение той или иной фазы развития. Особенно важно различать период зимовки и период активной жизни. В одних случаях зимовка происходит в фазе яйца, в других – в фазе личинки или куколки, в третьих – во взрослой фазе. Особенности сезонного развития и зимующая фаза того

или иного вида насекомого определяют специфику его жизненного цикла в течение целого года; каждый вид может быть охарактеризован своим, свойственным ему годичным циклом жизни. Иногда годичный цикл осложняется явлениями смены поколений и временной задержкой и остановкой развития – диапаузой. Смена поколений, или гетерогония, особенно характерна для тлей; у них одно обоеполое (гамогенетическое) поколение дает начало многим партеногенетическим поколениям. Партеногенез у тлей приобретает форму сезонного, периодического явления и осложняется также живорождением, полиморфизмом и нередко сменой кормовых растений. Гетерогония свойственна и некоторым другим насекомым.

Годичный цикл и сезонное развитие того или иного насекомого определяются двумя основными причинами: наследственными свойствами и воздействием внешней среды. Среди факторов внешней среды решающее значение в регулировании годичного цикла приобретают температура, влажность и в особенности длина дня, т.е. фотопериод. Приспособление годичного цикла развития к местным климатическим условиям часто достигается с помощью диапаузы – временной задержки развития. Жизненный цикл каждого вида имеет свои характерные особенности и может быть охарактеризован числом поколений в году, зимующей фазой и фазами активной жизни, способами размножения, сменой поколений, диапаузой. В результате появления и развитие отдельных фаз насекомого в природе оказывается фиксированным во времени. Для наглядного изображения годичного жизненного цикла того или иного вида насекомого применяются графические схемы с условными обозначениями отдельных фаз развития; такие схемы получили название **фенологических календарей**.

Диапауза. Диапауза представляет собою состояние временного физиологического покоя и возникает в жизненном цикле как специальное приспособление к переживанию неблагоприятных условий. В умеренном климате вырабатываются приспособления к жизни в условиях двух основных сезонов года – благоприятного летнего и неблагоприятного зимнего; в тропиках и субтропиках – к жизни во влажном и сухом сезонах. Диапаузу нельзя смешивать с оцепенением, возникающим под влиянием низких и высоких температур среды. При холодном и теплом оцепенении физиологические процессы также затормаживаются, но это снижение или прекращение активности насекомого не имеет глубокого приспособительного значения.

При диапаузе происходит задержка роста и развития особи в течение более или менее длительного срока. Эта задержка возникает под воздействием эндокринной системы на основе нейро-гуморального регулирующего механизма: нервная система контролирует деятельность эндокринной системы, а последняя обеспечивает взаимодействие между органами через посредство жидкой внутренней среды – гемолимфы. В свою очередь, эндокринные органы находятся под воздействием внешней среды; внешняя среда программирует жизненный цикл и диапаузу насекомого, вовлекая в работу нервную и эндокринную регулирующие системы, и настраивает их на выполнение необходимых физиологических процессов. Как приспособление к жизни в условиях сезонно-периодического климата, диапауза находится под контролем тех факторов среды, которые имеют правиль-

ную сезонную периодичность, они играют роль сигналов, предупреждающих наступление неблагоприятных для жизни сезонов. Среди периодических факторов самым совершенным, всегда астрономически точным сигнализатором предстоящего наступления неблагоприятного сезона является длина фотопериода. Сокращение длины дня в странах с умеренным климатом безошибочно сигнализирует о наступлении осени и затем зимы. Менее точно такая сигнализация осуществляется снижением средних температур воздуха, изменением его влажности, изменением состояния кормовых растений.

Признаки и типы диапаузы. Находящиеся в диапаузе личинки и взрослые особи обычно прекращают питание, их мышечная активность нередко снижается, и насекомые часто становятся неподвижными или малоподвижными. У личинок прекращается рост и развитие, в яйце прекращается развитие зародыша. Все это свидетельствует о резком снижении обмена веществ в диапаузирующем организме. Благодаря такому снижению уровня жизненных процессов диапауза обеспечивает очень экономное расходование запасных питательных веществ – жира, белков, гликогена. Вследствие этого продолжительность диапаузы может измеряться не только месяцами, но иногда достигает одного-двух и более лет. Низкий уровень обмена веществ увеличивает устойчивость к воздействию неблагоприятных условий среды, повышает сопротивляемость к неблагоприятным внешним воздействиям. Наступлению диапаузы у активных фаз развития и у куколок всегда предшествует период интенсивного питания и накопления запасных питательных веществ. Благодаря этому в организме насекомого, особенно в жировом теле, откладываются большие запасы жиробелковых гранул и гликогена, что обеспечивает возможность диапаузирующей фазе длительное время оставаться без питания. Одновременно происходит уменьшение содержания воды в теле.

Диапауза может происходить во всех фазах развития, но каждый вид обычно имеет только одну диапаузу, связанную с той или иной фазой развития. Так, в фазе яйца имеет место эмбриональная диапауза, в фазе личинки – личиночная, или ларвальная, в фазе куколки – куколочная, или пупальная. Во взрослой фазе имеет место имагинальная диапауза, которая характеризуется либо обратным развитием яичников самки, т. е. рассасыванием яиц, либо возникает до половой зрелости; в обоих случаях размножение диапаузирующих имаго становится невозможным. По времени года диапауза в странах с умеренным климатом может протекать в холодный период года либо в течение вегетационного периода; первая может быть названа зимней, вторая – летней диапаузой. В некоторых случаях диапауза продолжается более одного года, т. е. имеет затяжной характер: это двухлетняя и многолетняя диапаузы.

Следует также различать диапаузу обязательную, или облигатную, и необязательную, или факультативную. Облигатная диапауза характерна для моновольтинных видов и обеспечивает прохождение в течение года только одной генерации. Наблюдается она обычно в таких климатических зонах, где недостаток тепла или других условий не позволяет развиваться двум поколениям. Поэтому моновольтинные виды широко представлены в умеренном климате, либо в теплом климате с длительным засушливым сезоном. Но обязательная диапауза становится биологически невыгодной в тех случаях, когда климатические условия и воз-

возможности питания допускают развитие двух и более поколений. В этих условиях возникает факультативная диапауза. Рост и развитие одного или нескольких поколений происходит без диапаузы, но при наступлении или приближении неблагоприятных условий включается механизм диапаузы; это обрывает развитие и обеспечивает подготовку соответствующей фазы к переживанию неблагоприятного периода – зимы или сухого сезона. При факультативной диапаузе ведущую регулирующую роль приобретают внешние факторы. Эти факторы включают нервно-гуморальный механизм регуляции сезонного цикла развития насекомого и тем самым создают программу его жизни; развитие вначале идет беспрепятственно, но в том или ином поколении прекращается. Ведущим регулирующим фактором при факультативной диапаузе в большинстве случаев также является продолжительность дня.

Выход из диапаузы. Важнейшей стороной диапаузы является необходимость своевременного выхода из нее, или реактивация. Одним из широко распространенных механизмов реактивации является воздействие пониженных температур; очень часто для выхода из диапаузы достаточно воздействия пониженных положительных температур, т.е. умеренного охлаждения диапаузирующей фазы.

Большое значение в реактивации имеют также высокие температуры. Высокая температура нередко также тормозит возникновение диапаузы даже при коротком дне осенью. Благодаря этому в более южных широтах эффект короткого дня ослабляется или снимается высокими температурами конца лета – осени, что обеспечивает здесь возможность развития дополнительных генераций. Сходным образом действует и жаркая осень, что также позволяет в этих условиях развиваться дополнительному поколению. Следовательно, под воздействием избытка тепла происходит сдвиг порога фотопериодической реакции в сторону более короткого дня; другими словами, высокая температура среды делает диапаузу возможной при более коротком фотопериоде. Таким образом, механизм реактивации разнообразен и определяется теми условиями среды, в которых существуют те или иные виды насекомых.

Многообразие типов диапаузы у вида. Один и тот же вид насекомого может иметь несколько форм диапаузы. Так, для зимней пяденицы характерны две формы диапаузы – эмбриональная и куколочная. Зимовка у этого вида происходит в фазе яйца и эмбриональная диапауза обеспечивает ее успех; куколочная же диапауза происходит летом и приводит к тому, что выход бабочек из куколок оттягивается до поздней осени. У колорадского жука отмечено несколько форм диапаузы: зимняя, летняя и затяжная (многолетняя) диапауза жуков.

Многообразие форм физиологического покоя обеспечивает наиболее успешное переживание видом неблагоприятных условий, создающихся в разные сезоны года. Возникновение этого механизма является одним из путей биологического прогресса видов, обеспечивая им высокую численность особей и расширение ареала.

В целом факторы среды, вызывающие диапаузу, и факторы среды, выводящие организм из диапаузы, обеспечивают наиболее выгодную для вида синхронизацию своего жизненного цикла с местными сезонными явлениями и через посредство нейро-гуморальной регуляции создают определенный жизненный цикл.

При этом роль эндокринной системы сводится к тому, что отдельные ее элементы тормозят развитие, т. е. способствуют переходу в диапаузу и становятся ингибиторами роста; другие же компоненты эндокринной системы играют роль активаторов, или стимуляторов роста, и выводят организм из состояния диапаузы. Следовательно, диапаузу можно представить себе как результат антагонистически действующих гормонов, количественное соотношение между которыми программируется в организме воздействиями внешней среды.

Полиморфизм насекомых. Мы уже говорили, что у насекомых нередко проявляется более или менее резкий половой диморфизм. В ряде случаев имеет место и полиморфизм – существование нескольких внешне различающихся форм одного и того же вида; эти формы как правило приспособлены к выполнению своих особых функций в популяциях или семьях видов. Наиболее распространенный тип полиморфизма – половой полиморфизм, свойственный обычно общественно живущим насекомым – муравьям, пчелам, осам, термитам. Для этих насекомых характерна дифференциация особей в семье на несколько форм: самцов, самок, рабочих; последние являются неполовозрелыми самками, т. е. особой формой этого пола. Нередко этот полиморфизм осложняется появлением дополнительных форм рабочих, специализированных на выполнении определенных функций; таковы, например, солдаты – рабочие с сильно развитыми ротовыми органами, играющие важную роль при защите гнезда от врагов. Для обозначения различных форм особей таких полиморфных видов нередко употребляют термин каста.

Половой полиморфизм представляет собою проявление изменчивости в пределах семьи и вызван разделением функций между особями в семье. Каждая каста возникает в результате половых приспособлений и направленного воспитания личинок. Так, самцы появляются из неоплодотворенных яиц, половозрелая самка – при усиленном специальном питании личинки, вышедшей из оплодотворенных яиц, рабочие — при ограниченном питании таких же личинок и пр. Следовательно, этот тип полиморфизма контролируется внутри семьи и не зависит от воздействия внешних факторов.

Другой тип может быть обозначен как экологический полиморфизм, возникающий под воздействием внешней среды. Формы его очень разнообразны. Одно из особенно часто наблюдаемых явлений этого типа представляет собою полиморфизм в степени развития крыльев. Ряд видов насекомых характеризуется не только отличиями в степени развития крыльев у самца и самки, но и тем, что представители одного или обоих полов могут иметь несколько форм – длиннокрылую, короткокрылую и иногда бескрылую. Особенно часто наблюдаются случаи, когда тот или иной вид представлен длиннокрылой и короткокрылой формой. Это наблюдается у медведок, ряда сверчков и других прямокрылых, у веснянок, ухверток, клопов и др. В некоторых случаях у одного и того же вида может быть, с одной стороны, вполне длиннокрылая форма, а с другой – вполне бескрылая; это характерно для некоторых трипсов и ухверток. У ухверток наблюдается полиморфизм в степени развития и в форме клещей; у самки клещи устроены проще, чем у самца, а у последнего клещи могут быть двух форм – длинными или короткими. Как показали исследования, особи с короткими кле-

щами более многочисленны в неблагоприятных условиях жизни. У жука-оленья наблюдается сильная индивидуальная изменчивость в длине верхних челюстей и в форме головы самца; по этим признакам особи этого вида могут быть подразделены на три формы – длинночелюстных, короткочелюстных и промежуточных.

Все рассмотренные случаи такого полиморфизма не имеют генетической природы и обусловлены воздействием внешних факторов. Однако отличия могут быть настолько разительными, что нередко принимались за видовые: разные особи одного полиморфного вида часто описывались как самостоятельные виды. Другим изменением экологического полиморфизма является сезонный полиморфизм. Своего высшего развития он достиг у тлей, среди которых есть особи обоеполые, бескрылые и крылатые партеногенетические самки и пр. Своеобразной категорией экологического полиморфизма следует считать также образование стадной и одиночной форм. Впервые это явление было открыто Б. П. Уваровым у саранчовых, но затем было обнаружено у других прямокрылых – кузнечиков и сверчков, а также у гусениц некоторых бабочек; теоретически оно возможно и у других насекомых. Эти формы принято обозначать фазами, хотя данный термин здесь употребляется совсем в ином смысле, чем фазы развития насекомых. Соответственно сказанному, обе названные формы обозначаются как стадная фаза и как одиночная фаза. Внешней причиной образования этих фаз является плотность особей в популяции; при большой скученности особей образуется стадная форма, при одиночной их жизни – одиночная. Обе формы существенно отличаются между собою окраской, поведением, скоростью развития, нередко также строением тела и пр. Эта своеобразная реакция особей получила название группового эффекта и, как оказалось, также совершается при участии эндокринной системы. Стадная и одиночная формы могут переходить одна в другую, образуя промежуточную форму; при переходе от одиночной к стадной фазе образуется фаза окучивания, а при обратном процессе – фаза рассеяния. Отличия между стадной и одиночной формами нередко столь значительны, что эти формы часто принимались за самостоятельные виды.

Итак, полиморфизм проявляется у насекомых разнообразно и в ряде случаев очень специфично для отдельных видов, семейств, отрядов и других систематических групп. И его следует рассматривать как одну из форм приспособления видов к внешней среде или как одну из форм видового ответа на изменчивость этой среды.

4 СИСТЕМАТИКА НАСЕКОМЫХ

Рассматриваемые вопросы:

- 4.1 Положение насекомых в системе беспозвоночных и их происхождение
- 4.2 Принципы классификации насекомых и ее трансформация.
- 4.3 Отряды протуры, подуры, диплуры и тизануры
- 4.4 Характеристика подкласса высшие, или крылатые насекомые. Древнекрылые насекомые
- 4.5 Новокрылые насекомые

4.1 Насекомые – самая обширная группа организмов на Земле. Каждый год открываются тысячи новых для науки представителей этого класса, который является самой большой группой организмов на Земле. В этой связи классификация этой группы животных представляет значительную трудность.

В исторической ретроспективе в качестве первых работ по систематике насекомых можно отметить обобщения Аристотеля (384–322 г. до н. э.), который разделил все известное ему многообразие насекомых на три группы:

1 Крылатые – *Pterota* (современные отряды: *Coleoptera* – часть, *Orthoptera*, *Heteroptera*, *Lepidoptera*, *Neuroptera*, *Hymenoptera*, кроме муравьев, и *Diptera*).

2 Крылатые и подобные им бескрылые — *Pterota simuli et Aptera* (муравьи и жуки-светляки).

3 Бескрылые – *Aptera* (все остальные членистоногие).

Дальнейшее развитие систематики насекомых связано с именами Я. Сваммердама, К. Линнея, Ф. Брауера, основы современной классификации были заложены в более поздних исследованиях А. Гандлирша, Ф. Сильвестри, Г. Вебера и А. В. Мартынова.

До начала 90-х годов XX в. классической считалась точка зрения, согласно которой гексаподы (*Hexapoda*) – класс, объединяющий собственно насекомых (*Insecta*), а также похожих и, вероятно, родственных им диплур (*Diplura*), протур (*Protura*) и коллембол (*Collembola*), – вместе с многоножками (класс *Myriopoda*) образуют таксон высокого ранга, который называется *Atelocerata*. *Atelocerata* в свою очередь являются сестринской группой по отношению к ракообразным (*Crustacea*), а все вместе эти три группы (*Hexapoda*, *Myriopoda*, *Crustacea*) формируют подтип *Mandibulata* членистоногих. При этом насекомые в своем происхождении связывались с некоторыми группами многоножек. Все эти заключения основывались преимущественно на морфологических и, отчасти, эмбриологических данных.

Однако, уже первые исследования филогенеза членистоногих, использовавшие данные по нуклеотидным последовательностям ядерных и митохондриальных рибосомных генов, привели к неожиданному результату: насекомые и ракообразные (а вовсе не многоножки!) появлялись на них как сестринские группы, образуя ветвь, которая получила название *Pan crustacea*. Таким образом, насекомые являются непосредственными родственниками ракообразных.

4.2 Наиболее принятой практикой российской науки системой насекомых является разработанная А. В. Мартыновым и модифицированная далее Г. Я. Бей-Биенко. Этот вариант системы вошел во многие учебники и руководства по энтомологии. Однако некоторые его положения подвергаются критике. В частности, введение в класс насекомых отрядов *Protura*, *Diplura* и *Collembola* (*Podura*) оправдывается только стремлением к сохранению традиций. Ведь по многим признакам эти организмы сближаются с многоножками и как противопоставление *Thysanura* – истинным первичнобескрылым насекомым – заслуживают выделения в самостоятельные классы (или класс). Имеются веские аргументы против объединения поденок и стрекоз в отдел древнекрылых. Весьма далекие друг от друга, они не являются древнекрылыми в прямом смысле слова, так как древнейшие крылатые насекомые имели признаки новокрылых. Трудно также признать перепончатокрылых представителями надотряда мекоптероидных. Более частные выражения касаются самостоятельности отряда веерокрылых, вводимого на правах подотряда в отряд жуков. Тем не менее, вне зависимости от порядка перечисления и таксономического статуса, основные группы насекомых и их ближайшие родственники хорошо знакомы и признаны большинством исследователей. Дальнейшее рассмотрение строится на характеристике отдельных отрядов и их представителей.

4.3 Отряды протуры, подуры, диплуры и тизануры. Низшие, или первичнобескрылые (*Apterygota*). Бескрылые мелкие насекомые, никогда не обладавшие крыльями (т. е. бескрылость – первичное свойство). Брюшко хотя бы на части прегенитальных сегментов с придатками - остатками конечностей. Верхние челюсти у некоторых причленяются к головной капсуле в одной точке. Превращение примитивное, слабо выражено, типа протометаболии, либо в виде анаморфоза. Взрослые особи у многих видов способны к линьке. Образ жизни преимущественно скрытный – в почве, под растительными остатками и пр.

Энтогнатные (*Entognatha*). Голова без сложных глаз. Ротовые органы колющие или грызущие, удлинённые, втянуты в голову, лишь их концевая часть, более или менее свободная, выступает; нижние и нередко верхние челюсти полые изнутри. Брюшко без церков, либо с церками, но всегда без непарного членистого хвостового придатка. Своеобразное строение ротового аппарата, погруженного в голову, резко отличает этот инфракласс от всех остальных насекомых, что давало повод для выделения энтогнатных в отдельный класс, параллельный классу насекомых. Однако расчленение тела энтогнатных на три отдела (голову, грудь и брюшко), трехчленистая грудь с тремя парами ног и некоторые особенности внутреннего строения (сильное развитие грудной мускулатуры и пр.) – специфические для насекомых признаки, нигде более среди членистоногих не встречающиеся.

Протуры, или бессяжковые (*Protura*). Бессяжковые – крохотные бледные червеобразные насекомые, лишённые глаз, антенн, а некоторые формы и трахейной системы. Обитая в хорошо аэрируемых, влажных горизонтах почвы, они медленно передвигаются по субстрату, питаясь, по-видимому, содержимым клеток грибов и водорослей. Причисляемые по традиции к первичнобескрылым насе-

комым, они близки к многоножкам, так как имеют рудиментарные двучлениковые конечности на трех первых сегментах брюшка, характеризуются наращиванием трех последних его сегментов в процессе постэмбриогенеза и другими признаками. Редкие, представленные лишь несколькими десятками видов, бессяжковые мало изучены. Предполагают, что для защиты от врагов им служит секрет желез, расположенных на восьмом сегменте брюшка, но это мнение требует подтверждения. При кропотливых и систематических поисках в средней полосе России иногда можно обнаружить бессяжника европейского (*Eosentomon transitorium* Veit). В яичниках протур имеется по одному развитому фолликулу, и в них формируются яйца эллиптической формы. В постэмбриональный период протуры проходят шесть возрастов и после достижения половой зрелости не линяют.

Двухвостки (*Diplura*). Двухвостки – мелкие червеобразные членистоногие с очень тонкими покровами, длинными антеннами и не менее длинными хвостовыми нитями. Внешне похожие на некоторых хищных личинок насекомых, они по соотношению осей в онтогенезе (плагиаксония), строению лапок и наличию рудиментарных конечностей на брюшных сегментах сближаются с многоножками. Лишенные глаз и яйцеклада, с многочисленными щетинками на теле, двухвостки напоминают щетинохвосток, но отличаются от них погруженными внутрь головной капсулы челюстями. Обитая под камнями, в почвенных порах, лесной подстилке и разлагающейся древесине, двухвостки питаются спорами грибов, мицелием, водорослями и лишь изредка хищничают. Особенно своеобразны клещехвостки (*Japygidae*), иногда достигающие 8 см в длину и имеющие вместо членистых церок крепкие клещи – форцепсы. Развитие двухвосток эпиморфное: молодые особи отличаются от взрослых размерами, числом члеников антенн и церок, неразвитостью половых органов. Не имея стабилизированного числа линек и возрастов, двухвостки продолжают линять и во взрослом состоянии. Известно около 400 видов двухвосток, преимущественно они обитают в тропиках и субтропиках. Немногие виды встречаются на юге нашей страны и исключительно редко – в более северных районах, например в Подмосковье.

Двухвостки разделяются на три семейства:

- крохотных камподей (*Campodeidae*),
- клещехвосток (*Japygidae*),
- распространенных в Африке, Америке и на юге Европы *Projapygidae*.

Ногохвостки (*Collembola*, или *Podura*). Облик ногохвосток весьма своеобразен. Вылупляясь из яйца с шестисегментным брюшком, ногохвостки не наращивают новых сегментов тела и, возможно, являются неотеническими многоножками с единственными в своем роде брюшными придатками: брюшной трубкой – коллофором, зацепкой и прыгательной вилкой. Они отличаются от других насекомых не оформленными в овариолы яичниками, полным дроблением округлых и относительно бедных желтком яиц, перекрестным расположением осей в онтогенезе (плагиаксония), нестабилизированным числом линек и возрастов, пропорциональностью отделов тела, сохраняющейся во всех возрастах, и характерным постантеннальным органом, вероятно заслуживая выделения в самостоятельный класс членистоногих животных. Известно не менее 2000 видов ногохвосток, распределяющихся по двум группам.

Членистобрюхие ногохвостки (*Arthropleona*) существовали еще в девонский период, что установлено по ископаемым останкам. Они считаются более примитивными, чем слитнобрюхие (*Symphyleona*). Чувствительные к высушиванию, но не требовательные к теплу, ногохвостки широко распространены по всему земному шару, встречаясь в почве и на ее поверхности, во мху, в траве, под корой деревьев и на кустарниках, но всегда во влажных биотопах. Ногохвостки питаются спорами грибов, мицелием, соскребают бактериальный налет на частичках почвы и иногда причиняют вред культурным растениям, подтачивая их нежные проростки. Некоторые виды (*Achorutes armatus* Tullb.) появляются на талом снегу и ледниках, другие – на поверхностной пленке воды (*Podura aquatica* L.).

Ногохвостки – один из наиболее характерных компонентов скудной антарктической фауны, но их нетрудно заметить и в цветочных горшках на окнах. Количество их может достигать миллионов особей на 1 кв. м; они принимают активнейшее участие в почвообразовательном процессе, а некоторые виды ускоряют разложение в почве инсектицидов.

Среди *Arthropleona* выделяют два надсемейства:

– *Poduroidea* – с развитой переднегрудью,

– *Entomobryoidea*, у которых она редуцирована.

Из *Poduroidea* в почве обычно встречаются молочно-белые *Onichiuridae* и свинцово-серые *Hypogastruridae*, в гниющей древесине – голубоватые с крупными бородавками на теле *Neanuridae*, на поверхности тихих вод и у берегов водоемов – темные *Poduroidea*. Из *Entomobryoidea* у краев луж после дождя можно заметить *Isotomidae*. Относительно крупные (до 8 мм) *Tomoceridae* обычно обитают среди опавшей листвы, а разноцветные *Orchesellidae*, покрытые длинными шелковистыми волосками, – у основания пней и стволов деревьев. Из слитнобрюхих на древесных стволах легко обнаружить темных и блестящих *Sminthuridae*, а в лесной подстилке – *Dicyrtomidae*.

Тизануровые (*Thysanurata*). Голова обычно со сложными глазами. Ротовые органы расположены свободно, не втянуты в головную капсулу, грызущие. Брюшко на конце с тремя многочленистыми длинными выступами – парой церков и непарным хвостовым придатком. По свободным, не втянутым в голову ротовым органам и другим признакам представители этого инфракласса более близки к крылатым (*Pterygota*), нежели энтогнатные *Apterygota*. Известен один отряд.

Щетинохвостки (*Thysanura*). Гибкое веретеновидное тело щетинохвосток покрыто серебристыми чешуйками, а длинные антенны и хвостовые нити придают им облику завершенность. Сложные фасеточные глаза, открытые челюсти грызущего типа, развитый яйцеклад, типичные паноистические овариолы и зародышевые оболочки эмбриона обуславливают сходство щетинохвосток с крылатыми насекомыми и противопоставляют их многоножкам. Вместе с тем отсутствие крыльев и наличие рудиментарных брюшных конечностей свидетельствуют о примитивности этих насекомых. Объединяя не менее 400 видов, отряд *Thysanura* разделяется на два подотряда: примитивных *Archeognatha* и более специализированных и эволюционно стоящих выше *Zygentoma*. К первому подотряду относятся формы, отличающиеся несовершенными одномышечковыми мандибулами, несмыкающимися эмбриональными оболочками при исходно плагиаксонном по-

ложении зародыша в яйце и, что особенно существенно, весьма полной сегментацией головы и составом брюшных конечностей. По внешнему виду они близки к ископаемым *Monura*, которых иногда рассматривают как прототип насекомых. Среди представителей этого подотряда следует отметить крупных махилисов (до 3 см) – юрких обитателей скал, способных ловко лазать по ветвям деревьев и прыгать, ударяя хвостовыми нитями о субстрат. Представители второго подотряда – *Zygentoma* – обладают двумышечковыми мандибулами, замкнутыми эмбриональными оболочками и весьма редуцированными брюшными конечностями. К ним относятся серебристые чешуйницы, которые встречаются и в пещерах, и в ваннах комнатах современных квартир, где находят благоприятные для себя условия близ влажных труб и стоков. Изредка они поселяются в книгохранилищах, повреждая пропитанную клейстером бумагу. Наряду с чешуйницами (*Lepismatidae*) в подотряд входят своеобразные *Nicoletiidae*, обитающие в муравейниках. Лишенные глаз, они ловко подхватывают капельки жидкой пищи, которой обмениваются муравьи, и при вскрытии муравейника моментально исчезают в глубоких ходах. Значение щетинохвосток в природе и в хозяйственной деятельности человека весьма скромно, но они исключительно интересны для энтомологов как живые свидетельства самых ранних этапов эволюции насекомых. Расширенные паранотальные выросты на грудных сегментах некоторых видов нередко считают аналогами зачатков крыльев.

4.4 *Pterygota* – это крылатые или вторично утратившие крылья шестиногие. Брюшко без придатков на предгенитальных сегментах. Верхние челюсти у взрослых приращены к головной капсуле в двух точках. Превращение полное или неполное, в последнем случае у бескрылых форм упрощенное, типа гипоморфоза. Свойственны разнообразным условиям среды и сильно дифференцированы морфологически, биологически и систематически. К этой группе относится подавляющее число таксонов насекомых.

Древнекрылые (*Palaeoptera*). Крылья лишены югальной области, в покое не способны плотно укладываться вдоль тела, а торчат в стороны или отогнуты вверх тела. Брюшко с церками и может иметь также непарный хвостовой придаток, иногда развитый только у личинки. Усики короче головы. Превращение неполное, личинки развиваются в воде. Отсутствие способности плотно укладывать крылья вдоль тела ограничивает жизнь взрослых лишь воздушной средой. Очень древние насекомые, существовавшие уже в каменноугольном периоде в виде серии отрядов, позднее нацело вымерших. До настоящего времени дошли лишь 2 резко различающихся отряда – поденки (*Ephemeroptera*) и стрекозы (*Odonoptera*).

Поденки (*Ephemeroptera*). Поденки – амфибиотические насекомые. Проводя большую часть жизни в воде, они в последние часы ее обретают широкие ажурные крылья и, устремляясь в брачный полет, порхают в сумерках над озерами и реками. Многие поденки удивительно красивы и изящны. Обычно они живут один день, иногда даже несколько часов. Поденки не питаются и гибнут, производя потомство. Лишь немногие виды активны днем и существуют в течение нескольких суток. Личинки поденок более долговечны: развиваясь в течение 1–3

лет, они обитают среди подводных растений, в донном иле, под камнями, где питаются разлагающимися остатками (детритом) и водорослями и изредка хищничают. Разнообразие жизненных форм личинок, соответствуя разнообразию условий существования, позволяет использовать их в качестве биоиндикаторов состояния вод: выделяют крупножаберных обитателей заводей и узкожаберные быстринные формы, уплощенных и длиннокоготковых реофилов и густо опушенных волосками лимнофилов – своеобразных обитателей грунта. Обычно личинки имеют жаберные лепестки на первых семи сегментах брюшка, длинные хвостовые придатки на десятом сегменте и отдельные пучки жаберных нитей у основания максилл и первых ног. Превращаясь в крылатых насекомых, зрелые нимфы выбирают к урезу воды и линяют на субимаго. Расправляя мутноватые и толстые крылья, субимаго вскоре линяют, приобретая облик и свойства взрослых особей. Последние спариваются и сразу откладывают многочисленные яйца, которые формируются в паноистических овариолах нимф и к моменту окрыления выходят в объемистые яйцеводы. Рассеиваемые над водой, они тонут и прикрепляются к подводным предметам многочисленными крючками и выростами хориона. Эмбриональное развитие поденок проходит по типу ортоплагиаксонии, сопровождается бластокинезами и завершается формированием крошечной личинки – ларвулы – с относительно равномерной сегментацией тела, непропорционально крупной головой, короткими антеннами и хвостовыми нитями и не расчлененными на голень и лапку конечностями. Многократно линяя, личинки после 8–10 линек приобретают жабры и зачатки крыльев и, преобразуясь в нимф, продолжают линять до 15–25 раз. Заселяя почти все пресные воды, поденки имеют важное значение в питании многих промысловых рыб. Известные с карбона и весьма разнообразные в прошедшие геологические периоды, в настоящее время они представлены не менее чем 2000 видами, причем большая их часть сосредоточена в зоне умеренного климата. Среди представителей фауны средней полосы нередко встречаются поденка обыкновенная (*Ephemera vulgata* L.) и поденка двукрылая (*Cloeon dipterum* L.). Массы нимф *Palingenia sublongicaudata* Tshern. всплывают в полнолуние и окрыляются, что создает феерический эффект, который сопровождается громкими всплесками охотящихся за ними рыб.

Стрекозы (*Odonoptera*, или *Odonata*). Крупные стройные хищные насекомые с очень подвижной головой, грызущими ротовыми органами, двумя парами почти одинаковых сетчатых крыльев с богатым жилкованием, брюшко удлиненное, у самца со вторичным копулятивным органом на II–III стернитах, личинки, как правило, с ректальными или хвостовыми жабрами.

Стрекозы – высокоспециализированные насекомые. Их вторичный копулятивный аппарат самца является единственным в своем роде и не имеет аналогов среди других насекомых; сперма переносится в него из истинного полового аппарата, находящегося на конце брюшка. Весьма своеобразна также единственная в своем роде крыловая мускулатура, состоящая только из дорсовентральных мышц, т. е. без продольных спинных мышц, свойственных всем остальным крылатым насекомым. Личинки типа наяд, с сильно удлиненной нижней губой, превращенной в хватательный орган – маску; для захвата добычи она выбрасывается вперед, в покое – прикрывает голову снизу. Крупная, с огромными глазами, весьма подвижная

голова имаго и совершенный полет также указывают на высокую специализацию. Помимо того, стрекозы резко отличаются и от другого отряда древнекрылых – поденок; вследствие этого оба эти отряда нередко выделяются в отдельные надотряды – одонатоидных и эфемероидных.

Взрослые и личинки ведут хищный образ жизни. Первые хватают добычу на лету, истребляя комаров и многих других вредных насекомых; вторые питаются различными водными организмами, в частности личинками комаров, поденок, других видов стрекоз и пр., а крупные личинки сем. коромысл (*Aeschnidae*) нападают даже на головастиков и иногда на мальков рыб. В свою очередь, личинки стрекоз служат пищей рыб, чем приносят пользу. Существенный вред стрекозы могут приносить птицеводству, способствуя распространению опасного заболевания птиц – простогонимоза.

Известно свыше 4500 видов, особенно обильных в тропиках; в странах бывшего СССР обитает более 170 видов. Делятся на 3 подотряда:

– **равнокрылые** (*Zygoptera*) обычно небольших размеров, с поперечной головой и одинаковыми крыльями, личинки с тремя хвостовыми удлинненными жабрами, из которых боковые являются видоизмененными церками, а срединная гомологична хвостовому придатку щетинохвосток и поденок; пример – род люток (*Lestes*);

– **неравнокрылые** (*Anisoptera*) – более крупные, с громадными, часто соприкасающимися глазами и более широкими у основания задними крыльями, личинки дышат жабрами, смещенными в заднюю кишку (ректальные жабры); пример – пятнистая стрекоза и коромысла;

– **своеобразные** *Anisozygoptera*, обильные в мезозое, а ныне представленные единственным уцелевшим родом с 2 видами из Японии и Индии; совмещают признаки обоих вышеназванных подотрядов – взрослые имеют крылья, как у равнокрылых, а личинки сходны с неравнокрылыми.

4.5 Новокрылые (*Neoptera*). Крылья с югальной областью, в покое плотно укладываются вдоль тела, придавая ему компактность и обтекаемость; лишь иногда способность складывать крылья утрачена, что уже является вторичным свойством. Брюшко с церками или без них, непарного хвостового придатка нет. Превращение неполное или полное, личинки наземные, реже водные. Приобретение способности складывать крылья явилось исключительно важным, коренным преобразованием крылатых; оно открыло перед ними новые возможности эволюционного развития с широким использованием условий среды и в целом стимулировало расцвет и дифференцировку их на многочисленные отряды.

Подразделяются по способу превращения на два отдела – с неполным (*Hemimetabola*) и полным (*Holometabola*) превращением, из которых каждый делится на 2-3 надотряда и множество отрядов.

Насекомые с неполным превращением, в свою очередь, подразделяются на 3 надотряда – ортоптероидных (*Orthopteroidea*) с 10 отрядами, гемиптероидных (*Hemipteroidea*) с 6 отрядами и плекоптероидных (*Plecopteroidea*) с единственным современным отрядом веснянок. К новокрылым относится подавляющее разнообразие рецентных видов насекомых, которое не рассматривается в рамках этого

небольшого лекционного курса.

Знакомство с основными систематическими группами высших насекомых в рамках ОП аспирантуры проводится в рамках самостоятельной работы обучающихся, с учетом направления их научных исследований.

5 ЭКОЛОГИЯ НАСЕКОМЫХ

Рассматриваемые вопросы:

5.1 Содержание экологии насекомых и ее значение

5.2 Понятие о биосфере

5.3 Среда обитания насекомых

5.4 Совместное действие факторов среды

5.5 Температура как фактор среды

5.6 Явление переохлаждения, холодостойкость насекомых

5.7 Влажность как фактор среды

5.8 Почва как среда обитания насекомых

5.9 Пища как фактор среды и влияние ее на насекомых

5.10 Экологические связи насекомых с растениями

5.11 Повреждение растений и вредоносность

5.12 Экологические связи насекомых между собой и с другими животными

5.13 Антропогенные факторы среды и их влияние на насекомых

5.14 Местообитание как экологическое явление

5.15 Основы биоценологии насекомых

5.16 Понятие о фауне

5.1 Термин «экология» происходит от двух греческих слов: «ойкос» (экос) – жилище, или убежище, и «логос» – наука. Этот термин был введен в науку в 1866 г. Эрнстом Геккелем, который вкладывал в него такое содержание: «отношение животного к среде органической и неорганической, его окружающей, в частности, его дружественные или враждебные отношения к тем животным или растениям, с которыми он входит в прямой контакт». В настоящее время взаимоотношение комплексов видов с внешней средой обозначают термином синэкология, или биоценология. Раздел экологии, занимающийся взаимоотношениями отдельных видов с высшей средой, принято обозначать термином аутэкология.

Задачами экологии насекомых является познание формирования их морфологических и физиологических особенностей образа жизни в зависимости от условий среды, изучение влияния среды на численность особей данного вида, на характер распределения их по территории и на формирование сообществ организмов, населяющих ту или иную территорию. Экология находится в тесной связи со многими другими науками, поскольку она синтезирует данные, полученные физиологами, биохимиками, генетиками, систематиками, анатомами, гистологами, морфологами, биогеографами, климатологами, почвоведом, гидробиологами.

Знание образа жизни вредных насекомых в различных условиях среды создает возможность профилактических мероприятий, препятствующих их размножению. При определении очень многих агрономических мероприятий, таких, как сроки и методы вспашки, севообороты, поливы, подбор более устойчивых сортов и других, очень важное значение имеют экологические особенности вредных видов насекомых. Есть такие вредители сельского хозяйства, которые могут быть искоренены почти полностью рациональными приемами агротехники. Экология помогает определить не только способы, но и наилучшие сроки и места проведения тех или иных защитных мероприятий по борьбе с вредными насекомыми. Без знания экологии вредителей и их паразитов, хищников и возбудителей заболеваний не могут быть применены биологические методы борьбы с вредителями, основные на использовании антагонистических организмов (см. ниже).

5.2 Насекомые, как и другие организмы, населяющие нашу планету, обитают в оболочке Земли, называемой биосферой. Понятие о биосфере было введено австрийским ученым Э. Зюссом в 1875 г. Позже стройное учение о биосфере было развито русским ученым В. И. Вернадским, положившим начало ее геохимическому изучению. Биосфера – земная оболочка, занятая совокупностью организмов, населяющих Землю.

Эта оболочка включает:

– нижнюю часть воздушной оболочки (**атмосферы**), так называемую тропосферу, где активная жизнь может существовать до высоты 10–15 км; перенос покоящихся зачатков (пропагул) происходит до высоты свыше 20 км, т. е. уже в стратосфере;

– всю водную оболочку (**гидросферу**), в которой жизнь проникает до наибольших глубин Мирового океана, превышающих 11 км;

– верхнюю часть твердой оболочки (**литосферы**) – кору выветривания, имеющую мощность обычно 30–60, иногда 100–200 м и более. Корой выветривания называют совокупность геологических отложений, образованных продуктами разложения (окисления, гидратации и гидролиза) и выщелачивания горных пород различного состава, оставшуюся на месте ее возникновения или перемещенную на небольшое расстояние, но не утратившую связь с материнской породой. За пределами коры выветривания жизнь может быть обнаружена лишь в отдельных случаях. Так на глубине более 4500 м в нефтеносных водах были найдены микроорганизмы. Если включить в биосферу и слои атмосферы, в которых возможен перенос покоящихся зачатков организмов, то ее пределы по вертикали составят 25–40 км.

Под биосферой лежит область осадочных пород, достигающая предельной мощности 5–6 км, но не образующая сплошного покрова. Эта область была названа **стратисферой**.

Стратисфера создана биосферой, поскольку в образовании осадочных пород огромную роль играют организмы. Эти породы возникают в водной оболочке Земли – гидросфере. Таким образом, главными агентами, создающими стратисферу, являются организмы, вода и ветер, перерабатывающий и перемещающий осадочные породы после их поднятия над уровнем воды. В пределах биосферы суще-

ствуют области, в которых активная жизнь невозможна. Так, в верхних слоях тропосферы, а также в наиболее холодных и жарких районах земного шара организмы могут существовать лишь в покоящемся состоянии. Совокупность этих областей биосферы называется парабиосферой. Но и в тех областях биосферы, в которых организмы могут существовать в активном состоянии, жизнь распределена неравномерно. Непрерывный слой живого вещества, как его называл В. И. Вернадский, занимает водную толщу и узкой полосой простирается по границе литосферы и тропосферы, где он включает почву и подпочву с находящимися в них корнями растений, грибами, микроорганизмами и почвенными животными, и приземную часть тропосферы, в которой располагаются надземные части растений и переносится основная масса их пыльцы, спор и семян. Этот слой В. Б. Соचाва назвал фитосферой, а Е. М. Лавренко – **фитогеосферой**, так как в нем основными накопителями энергии являются растения. Мощность фитосферы велика только в области океанов, где она достигает несколько более 11 км, на суше она измеряется метрами или десятками метров, лишь в отдельных небольших по размерам регионах возрастая до 100–150 м. При этом в **литосфере** и **гидросфере**, а также на границах с тропосферой, организмы осуществляют весь цикл развития, в то время как в тропосфере, в отрыве от жидкой и твердой оболочек, живые существа могут находиться лишь временно, так как некоторые функции, например размножение, не могут быть здесь осуществлены. **Тропосфера** представляет среду, в которой совершается передвижение организмов, нередко при помощи специально приспособленных для этого зачатков.

Для биосферы характерно не только присутствие живого вещества. По Дж. Хатчинсону, она обладает также следующими тремя особенностями: во-первых, в ней в значительных количествах содержится жидкая вода; во-вторых, на нее падает мощный поток энергии солнечных лучей; в-третьих, в биосфере находятся поверхности раздела между веществами, находящимися в трех фазах – твердой, жидкой и газообразной. В связи с этим для биосферы характерен непрерывный круговорот вещества и энергии, в котором активнейшую роль играют организмы.

Хотя точные подсчеты количества живого вещества в биосфере отсутствуют, но примерный порядок его величин известен. Биомасса растений заметно превышает биомассу животных и составляет по одним данным 10^{19} г, по другим – 10^{19} – 10^{21} г, в то время как биомасса животных по одним данным равна примерно 10^{16} г, по другим – меньше биомассы растений на 4–5 порядков. По подсчетам И. А. Суетовой, все живое вещество суши составляет $6,4 \cdot 10^{18}$ г, а живое вещество океана $29,9 \cdot 10^{15}$ г. Таким образом, биомасса океана примерно на три порядка меньше биомассы суши. На суше биомасса растений составляет $6,4 \cdot 10^{18}$ г, а биомасса животных – $0,006 \cdot 10^{18}$ г, в океане же на долю биомассы растений приходится $1,1 \cdot 10^{15}$ г, а на долю биомассы животных – $28,8 \cdot 10^{15}$ г. Таким образом, на суше биомасса растений примерно на три порядка больше биомассы животных, в океане же биомасса животных примерно в 28 раз выше биомассы растений. Последнее представляется на первый взгляд парадоксальным: растения служат пищей для животных, и как же может быть, что их биомасса в океане значительно меньше биомассы животных. Однако при ближайшем рассмотрении оказывается, что основную биомассу растений в океане составляют планктонные организмы,

микроскопические водоросли, (пассивно передвигающиеся в толще воды, очень быстро размножающиеся и дающие поэтому весьма значительную продукцию. Независимо от методов подсчета существуют некоторые общие закономерности распределения биомассы организмов на суше и в океане: в океане общая биомасса организмов значительно ниже, чем на суше, основная биомасса растений сосредоточена на суше, биомасса животных в океане несколько больше биомассы животных суши, на суше биомасса растений на несколько порядков превышает биомассу животных. Значительные скопления биомассы на суше наблюдаются в лесах, на долю которых приходится 10^{17} – 10^{18} г; биомасса травянистой растительности земного шара в 5–10 раз меньше биомассы растительности лесов.

Поток солнечной энергии на верхней границе атмосферы, включая волны любой длины, составляет в среднем $700 \text{ ккал/см}^2 \text{ сут}$. Около 55 ккал/см^2 в год энергии видимой части спектра достигает земной поверхности и используется организмами. Способность накапливать энергию солнечного света в органическом веществе называется продуктивностью живых организмов. Различают: 1) валовую первичную продукцию – общее количество органического вещества или связанной с ним энергии, обычно определяемое на 1 м^2 в год. Подавляющую часть этой продукции составляет продукция хлорофиллоносных растений.

Продукция, получаемая в результате хемосинтеза бактерий, играет значительно меньшую роль.

Согласно Р. Уиттекеру, общая чистая продукция на земном шаре составляет $1,7 \cdot 10^{17}$ г/год, т.е. примерно в 11 раз меньше суммарной биомассы. Продукция животных составляет $3,9 \cdot 10^{12}$ г/год при их биомассе $2,0 \cdot 10^{12}$ г, т. е. несколько превышает биомассу.

Роль различных групп организмов в создании и переработке продукции различна. Выделяют три основные группы организмов: продуценты – зеленые растения, осуществляющие фотосинтез, и бактерии, осуществляющие хемосинтез, т. е. организмы, дающие первичную продукцию; **консументы** – организмы, потребляющие первичную или вторичную продукцию, т. е. потребляющие готовое органическое вещество и переводящие его в другие формы органического вещества (животные, паразитические растения и др.); **редуценты (деструкторы)** – организмы, живущие за счет мертвых органических веществ и разлагающие их до минеральных веществ (многие бактерии, грибы и простейшие животные).

В свою очередь, консументы подразделяются на три подгруппы:

- консументы первого порядка – растительноядные организмы,
 - фитофаги, потребители органического вещества, доставляемого растениями (в т.ч. огромное число насекомых – фитофагов);
 - консументы второго порядка – хищники и паразиты, питающиеся растительноядными организмами (также весьма распространенные у насекомых);
 - консументы третьего порядка – хищники и паразиты, питающиеся хищными животными и паразитами (известны у насекомых);
 - представители последних двух групп называются зоофагами (организмы, питающиеся насекомыми, называются энтомофагами). Это подразделение в известной степени условно: имеется значительное количество животных всеядных, эврифагов (или миксофагов), питающихся и растительной, и животной пищей.

Кроме того, животные, как указывает М. С. Гиляров, не только переводят органическое вещество из одного вида в другой, но и выделяют значительное количество минеральных или органических легкоминерализующихся веществ, т.е. являются не только консументами, но и в некоторой степени редуцентами.

5.3 Средой для насекомых являются все неорганические и органические тела и климатические условия тех мест, в которых они обитают. Все разнообразные элементы среды принято разделять на биотические и абиотические. Биотическую среду составляет живое окружение – комплекс животных и растений; абиотической средой являются метеорологические и почвенные условия, последние обычно называют эдафическими. Различают также антропогенные, или антропические факторы – деятельность человека. Экологические факторы действуют на организмы по-разному – одна часть этих факторов создает для них необходимые условия существования, а другая часть не является необходимой для организмов. Учитывая это, А. С. Мончадский подразделил все факторы на две основные группы:

1 Факторы, изменяющиеся закономерно, периодически. К ним относятся суточные и сезонные воздействия света, тепла, влаги, растительной пищи, а также взаимодействия особей одного и того же вида между собой. Это главным образом абиотические, гидро-эдафические (водно-почвенные) и частью биотические факторы. Их воздействие вызывает у организмов приспособительные реакции, нередко совершенные

2 Факторы, изменяющиеся без закономерной периодичности. К их числу относятся такие воздействия, как влияние естественных врагов – паразитов, хищников и возбудителей болезней, а также деятельность человека. Это в основном биотические и антропические факторы. Вследствие слабой приспособленности к воздействию этих факторов или полного ее отсутствия роль их может сильно сказываться на условиях существования организмов и динамике их численности.

Виды по своим требованиям к среде неодинаковы и часто резко различаются друг от друга. Одни из них, например, более требовательны к теплу, т.е. являются теплолюбивыми, или **термофилами**, другие же относятся к холодолюбивым, или **криофилам**. Различают также влаголюбивых – **гигрофилов** и сухолюбивых – **ксерофилов**, обитателей растительного покрова – **фитофилов** и обитателей поверхности или толщи почвы – **геофилов** и т.д.

Потребность вида в тех или иных условиях окружающей среды называется **экологическим стандартом**, им определяется распределение видов по определенным участкам территории и отчасти их географическое распространение. Степень приспособленности насекомых к колебаниям отдельных элементов окружающей среды называют экологической пластичностью или экологической валентностью вида.

Виды, обладающие высокой экологической пластичностью, называют **эврибионтными**; виды требовательные к определенным условиям обитания – **стенобионтными**.

Большую экологическую пластичность по отношению к отдельным факторам внешней среды обозначают соответствующим термином с прибавлением в

начале слова частицы эври-, малую пластичность – прибавлением в начале слова частицы стено- (по-гречески, соответственно, – широкий и узкий). По отношению к температуре, например, виды насекомых могут быть эвритермными или стено-термными. Малотребовательные к условиям освещения виды называются эврифотобионтами, другие виды, наоборот, являются стенофотобионтами и т.п.

При определении влияния отдельных факторов среды на насекомых различают следующие основные градации в силе раздражений: минимум, ниже которого данная фаза развития существовать не может, пессимум, когда насекомое хотя и не погибает, но находится в угнетенном состоянии, оптимум – обеспечивающий наиболее благоприятные условия жизни, и максимум, выше которого насекомое погибает.

5.4 Все факторы среды находятся во взаимодействии друг с другом и действуют на насекомое не изолированно, а как единое целое, точно так же, как и насекомые оказывают влияние на весь комплекс окружающей среды. Общий комплекс взаимосвязанных условий среды называется **голоценным** фактором, или фактором единства. Весь комплекс факторов внешней среды – биотических и абиотических, при всем многообразии их действия на популяции того или иного вида, в настоящее время обычно называют экосистемой этого вида.

На каждую популяцию воздействуют самые разнообразные факторы, насекомые являются, как правило, подвижными животными, поэтому численность популяции зависит от скорости размножения, способности к выживанию в различных условиях и от способности к миграции. Численность популяции в результате есть величина непостоянная, и если бы можно было выделить вклад каждого фактора в наблюдаемые изменения, можно, вероятно, было бы гораздо точнее сосредоточить внимание на исследовании стадий, определяющих изменение плотности популяции и их стабильность. А затем строить на этом, например, методы борьбы с вредителями.

Анализ ключевых факторов основан на использовании k -значений, которые отражают среднюю силу воздействия различных факторов смертности, указывая, какой ключевой фактор вызывает изменение популяции и какие факторы скорее регулируют, а не просто определяют численность. Анализ выживания насекомых определенного вида на разных стадиях развития может быть представлен как таблица выживания.

5.5 Хотя все абиотические и биотические факторы внешней среды влияют на насекомых комплексно, но влияние отдельных факторов в этом комплексе не равноценно. Из абиотических факторов большое значение для насекомых имеют температура, влажность, осадки, свет и ветер. Т. к. насекомые являются **пойкилотермными** животными, и температура их тела в очень большой степени зависит от температуры окружающей среды, поэтому влияние температурного фактора среды в жизни насекомых имеет очень большое значение. Температура тела насекомого и его состояние закономерно изменяются при изменении внешних температур. Активная жизнедеятельность насекомого возможна лишь в пределах опре-

деленного диапазона температур, который у разных видов может быть различным.

Приспособление насекомых к температуре среды часто выражается в их перемещении. В странах с умеренным и холодным климатом большинство насекомых залегает в зимнюю спячку в более защищенные от морозов места, например, под чешуйки коры деревьев, в опавшую с деревьев листву, почвенные насекомые уходят в более глубокие непромерзающие слои почвы. При температурах среды, превышающих оптимальные, многие насекомые перемещаются в более прохладные, сильно затемненные места, например, в пустынных местностях в часы сильного нагрева почвы многие насекомые забираются на растения или зарываются в песок на глубину, где находятся влажные, менее нагреваемые слои. По предложению Вильямса, температура, привлекающая большинство особей в популяциях получила название **термического преферендума**.

Несмотря на пойкилотермность, многие насекомые могут регулировать температуру своего тела. Это происходит за счет образования эндогенного тепла, формируемого при повышении обмена веществ. Это возможно несколькими способами, одним из которых является усиление дыхания. Так, например, жуки-скарабей при передвижении по поверхности почвы поддерживают устойчивую температуру тела, несколько превышающую температуру окружающей среды, а перед взлетом происходит быстрое эндогенное разогревание до 35–40°C за счет повышения частоты дыхательных движений. Вторым является разогрев тела с помощью мускульного теплообразования, которое широко распространено у ночных бабочек и перепончатокрылых. Необходимая для взлета температура достигается у них дрожанием крыльев, переходящим затем в активные взмахи. Скорость согревания зависит от температуры среды, но во всех случаях вибрация крыльев повышает температуру тела, а это, в свою очередь, усиливает частоту движения крыльев, что быстро доводит температуру тела до «стартового» уровня, составляющего 37–39°C. В дальнейшем эта температура удерживается на все время активного полета. У одиночных пчел известна реакция на изменение температуры, не связанное с активным движением крыльев, разогрев тела происходит за счет увеличения потребления кислорода при снижении температуры. У общественных насекомых, особенно это выражено у медоносных пчел, температура внутри гнезда поддерживается на постоянном уровне за счет непрерывного движения большого количества особей и трепетания их крыльев. В развитых гнездах шмелей и общественных ос рабочие особи могут разогреваться на ячейках с личинками и куколками расплода, выделяющими тепло при активном питании.

При перегревании тела насекомые, как правило, уходят в укрытия, те же, которые не могут это сделать, например, стрекозы, принимают такое положение тела относительно солнца, которое позволяет подставлять под лучи минимальную площадь поверхности тела. У некоторых насекомых, например, у некоторых тропических совок, наблюдается повышение испарения жидкости через дыхальца и ряд специальных отверстий в кутикуле на груди.

В динамике численности и распространении насекомых очень большое значение имеют холодостойкость, или способность переживать воздействие пони-

женных температур. Она не является величиной постоянной для одного и того же вида и в сильной степени изменяется в зависимости от его физиологического состояния и биохимических особенностей. С другой стороны, разные виды обладают различной холодостойкостью; одни из них, особенно виды из более теплого климата, гибнут при сравнительно незначительных опусканиях температуры ниже 0°C , другие же способны выдерживать значительное охлаждение до -30 – 50 и даже до -80°C . Объясняется это тем, что у многих насекомых гибель наступает вскоре после начала кристаллизации воды в их теле, по достижении критической точки, или точки максимального переохлаждения, тогда как у многих других видов имеется способность к глубокому охлаждению, при котором они выдерживают воздействие температур, лежащих значительно ниже критической точки. Разные фазы развития насекомых обладают резко отличающейся холодостойкостью. Значительно большая холодостойкость свойственна тем фазам, которые уходят на зимовку. Но даже зимующие фазы развития с умеренным и холодным климатом сильно отличающейся холодостойкостью в зависимости от физиологического состояния насекомого, от подготовленности его к зимней спячке. Насекомые, не прошедшие подготовительного периода к зимовке, не могут выдерживать такие низкие температуры, как во время естественной зимовки. Подготовка к зимовке выражается, прежде всего, в уменьшении общего количества воды в тканях тела и полостных жидкостях, что приводит к концентрации растворов находящихся в них веществ и, особенно, к уменьшению содержания так называемой свободной, не связанной коллоидами влаги. Коллоидно-связанная вода плотнее свободной, резко отличается от нее по своим свойствам, и превращается в лед при значительно более низких температурах. Помимо роли связанной воды существенное значение в повышении холодостойкости приписывается также и интермицеллярной воде, которая заполняет ультрамикроскопические капиллярные пространства в протоплазме. Интермицеллярная вода, как и связанная, обладает большой способностью к переохлаждению в силу физических причин. Известно, что помещенная в капилляры обыкновенная вода может быть тем сильнее переохлаждена, чем меньше диаметр капилляров. Очень большое значение для холодостойкости насекомых имеют также темпы их охлаждения, чем меньше скорость охлаждения, тем выше холодостойкость.

Большую роль у насекомых в перенесении низких температур играет глицерин, также выступающий в качестве антифриза. У зимующих стадий ряда видов накопление в тканях и гемолимфе этого вещества снижает точку переохлаждения до -26 – 37°C и даже ниже. При этом во внеклеточной жидкости образуются мелкие кристаллы льда с медленно растущими пористыми отростками и свободно циркулирующей между ними жидкостью. Кристаллы льда внутри клеток образуются лишь при крайне низких температурах (порядка -60°C). Кроме того, глицерин, проникая в клетки, нормализует осмотическое давление. Накопление глицерина имеет хорошо выраженный сезонный характер: он отсутствует в тканях летом и в значительных количествах накапливается к зиме – у некоторых муравьев до 10%, а у ос даже до 30%. В опытах с муравьями было показано и прямое влияние температуры: при переносе зимующих муравьев в теплую комнату ($+20$ –

+25°C) глицерин исчезал, а при возвращении в холодную (до -5°C) вновь накапливался.

У некоторых насекомых, адаптация к низким температурам происходит за счет усиленного опушения тела, как например, у шмелей, что позволяет им затрачивать меньше энергии на разогрев тела и активно существовать в условиях тундр и высокогорий. У дневных бабочек разогрев происходит за счет широких крыльев, которые как солнечные батареи активно аккумулируют тепло и разогревают тело за счет циркуляции гемолимфы. Этому также способствует и окраска крыльев, способная поглощать лучи либо инфракрасного спектра, либо ультрафиолетового.

5.6 Большое значение для выживания насекомых при их сильном охлаждении имеет явление переохлаждения, открытое П. И. Бахметьевым. При переохлаждении соки тела сохраняются в жидком состоянии при температурах, типичных для замерзания жидкостей. Бахметьев показал, что при достижении некоторого температурного предела, критической температурной точки, или критической температуры, до которой соки тела насекомого могут переохладиться без образования кристаллов льда, происходит освобождение скрытой теплоты тела, и температура насекомого быстро повышается почти до 0°C. После этого начинается уже замерзание соков тела, и когда температура снова снижается примерно до того уровня, при котором происходило освобождение скрытого тепла, наступает смерть насекомого. Температурная зона, лежащая между критической температурной точкой и температурной точки гибели насекомого называется зоной анабиоза. Состояние анабиоза характеризуется замедлением обмена веществ. Степень холодостойкости насекомых связана со степенью их возможного переохлаждения. Она, в свою очередь, зависит от физиологической подготовленности к холодному периоду года. Есть, однако, теплолюбивые насекомые, погибающие без переохлаждения даже при низких положительных температурах. Большинство насекомых погибает уже в самом начале выпадения кристаллов льда в соках тела насекомого - гораздо раньше вторичного понижения температуры тела до точки максимального переохлаждения. С другой стороны, известны и случаи оживления после практически полного замерзания соков тела, до температуры около -200°C.

Необходимо, однако, помнить, что хотя насекомые и считаются пойкилотермными животными, в известных пределах у них возможна саморегуляция температуры тела, путем видоизменений обмена веществ. Кроме того, об особенности поведения, прежде всего, способность отыскивания строительства специальных убежищ для зимовки, позволяет насекомым избежать негативных природных воздействий.

5.7 По имеющимся сведениям, содержание воды в теле насекомого составляет от 46 до 92 %. Она необходима в качестве растворителя для пищеварения, циркуляции питательных веществ, выноса экскретов, для регуляции осмотического давления, а также регуляции теплообмена. Вода удаляется из организма при дыхании, испарении с поверхности тела, при экскреции посредством мальпигиевых сосудов и некоторыми другими способами. Поступает вода в тело насекомых

при питании. В условиях более высокой влажности среды торможение осуществляется слабее, чем при низкой. Удержание в организме влаги требует специальных механизмов: морфологических, физиологических и экологических. К числу первых относятся водонепроницаемая эпикутикула, восковой налет, особое строение дыхания, образование кокона и др.

Физиологические механизмы – это отсасывание воды из пищеварительных остатков задней кишкой, поглощение влаги покровами, поступление влаги с пищей. Так при дефиците влаги насекомые выбирают для питания наиболее сочные корма. Экологические приспособления проявляются в перемене местообитаний – вертикальных миграций в почве, перемещения в пониженные сырые места наземных форм. Целям регуляции водного обмена служат и некоторые случаи сезонного диморфизма. Существуют и поведенческие механизмы регуляции водного режима. Известно, например, что цикады-пенницы, образующие слюноподобную пенистую массу, во влажном климате развиваются открыто на стеблях растений, в сухих же местностях во влагалищах листьев.

Отчасти условиями влажности объясняется и большая активность ночных и сумеречных насекомых в соответствующее время суток. Например, кровососущие комары семейства *Culicidae* во влажных затененных лесах активны и днем, а голодные самки весной и осенью, когда влажность воздуха выше, чем летом, питаются в любое время суток. Летняя спячка и сезонная диапауза, в которую впадают все особи популяции в определенный период, также во многих случаях объясняются приспособлением насекомых к условиям малой влажности. Усиленное выделение медвяной росы также рассматривается как приспособление к жизни в условиях недостаточной влажности воздуха.

По степени требования к влажности среды насекомые неоднородны, и среди них можно различить три группы видов: крайне влаголюбивых, гигрофилов; средне влаголюбивых, мезофилов; и сухолюбивых, ксерофилов. Может наблюдаться и такое положение, когда в одних фазах развития насекомое является ксерофилом, а в других – гигрофилом, мезофилом.

Осадки и влажность влияют на темпы смертности, плодовитость, сроки онтогенеза насекомых, на их подвижность, распределение по биотопам, образование сообществ, географическое распространение.

Заболевание и гибель насекомых могут происходить и при несоответствующем количестве влаги в питающих растениях. Многие тли, например, листовая яблоневая или акациевая при питании на листьях с малым содержанием влаги погибают. Косвенное влияние осадки влажность оказывают также, благоприятствуя развитию или угнетая развитие паразитов и хищных насекомых. Дожди, например, препятствуют деятельности насекомоядных птиц; Высокая влажность среды благоприятна для размножения паразитирующих на насекомых, клещей, и т. д.

Действие влажности на насекомых тесно связано с другими факторами, особенно с температурой. Так при отклонении температуры от оптимальной для данного вида и данной фазы насекомого, влажность обычно влияет отрицательно. При высокой температуре высокая влажность препятствует теплорегуляции, а при низких может снижать их холодостойкость. В ряде случаев влажность может влиять на выживаемость насекомых даже при достаточно высоких температурах,

например, смертность зимующих в почве гусениц яблонной плодожорки и куколок озимой совки увеличивается при высоком увлажнении почвы даже без ее промерзания, тогда как в сухой почве они способны переживать даже отрицательные температуры.

5.8 Почва сыграла важную роль в эволюции насекомых как промежуточная между водной и воздушной средой. Вместе с тем, почва это место обитания или поверхность передвижения многих современных видов. Ряд видов насекомых практически не покидают почвы. Это, прежде всего, первичнобескрылые. Из высших насекомых почти постоянно находятся в почве, например, термиты или медведки. Ряд видов вторично приспособились к постоянному обитанию в почве. Это, например, корневые тли. Многие насекомые проводят в почве личиночный, а часто и кукольный период. Среди них многие виды жуков, чернотелок, пластинчатоусых, листоедов, ряд усачей, долгоносиков, муравьиных львов, долгоножек, слепней, пчелиных и др. Многие виды только окукливаются в почве или зимуют в ней. Весь комплекс организмов, находящихся в почве, называют эдафоном, а факторы почвы – эдафическими (от греческого слова эдафос – почва). Насекомые, обитающие на поверхности почвы, называются **герпетобионтами** или **напочвенными**.

Все насекомые – **герпетобионты** относятся к **разряду мезофауны**, т. е. обладают средними размерами. Свойства почвы определяют видовой состав и численность обитающих в ней или на ней насекомых, сами же насекомые в результате жизнедеятельности также оказывают на почву большое воздействие. Взаимоотношений насекомых с почвой, их разделяют на (геобионтов, постоянных обитателей почвы, геофилов, обитающих в почве только в одной своей фазе, и геоксенов, временно посещающих почву.)

Важнейшим постоянством почвы является механический состав, определяющий режим влажности, температуру и аэрацию. Например, к песчаным почвам приурочен специфический комплекс насекомых – **псаммобионтов**, обладающих рядом специфических морфологических приспособлений. Многие виды не выдерживают структурных изменений почвы, связанных с ее обработкой и заселяют только ценные и залежные участки.

5.9 Важнейшую роль в жизни насекомых играют их взаимоотношения с различными живыми организмами – животными и растениями. Все они являются биотическими факторами среды. Важнейшим их аспектом являются пищевые связи насекомых.

Пища необходима насекомым для увеличения размера их тела при онтогенезе, для развития их половых продуктов и для восполнения энергетических затрат при их жизнедеятельности. Пища оказывает прямое или косвенное воздействие на их плодовитость, быстроту развития, подвижность, диапаузу, темпы смертности насекомых, на характер их группировок, на их географическое распространение, на строение их органов и величину тела. У многих кровососущих двукрылых обнаружено особое явление, получившее название гонотрофического цикла, суть которого в том, что развитие яиц зависит от питания самок. На пло-

витость насекомых может влиять не только питание имаго, но и питание личинок самок.

Зависимость продолжительности развития насекомых от количества и качества пищи также с несомненностью установлена для многих видов. Недостаток пищи обычно задерживает развитие насекомых. Известны, однако, случаи ускорения индивидуального развития при недостатке пищи. Так у гусениц бабочек последнего возраста он обычно стимулирует их преждевременное окукливания. Обилие подходящей пищи, если другие факторы среды не оказывают заметного угнетающего влияния, благоприятствуют массовому размножению насекомых. Качество пищи даже у многоядных видов отражается на их жизнеспособности. Снижение его может влиять на сезонный цикл развития насекомых. Световой порог их активной жизни при оптимальной температуре при этом сдвигается в сторону укорачивания светового дня.

Поиски необходимой или наиболее подходящей пищи заставляют насекомых распределяться на территории, в соответствии с распределением кормовых ресурсов и занимать в биотопах различные экологические ниши. Растения привлекают определенные виды питающихся ими насекомых, а те – своих паразитов и хищников. Навоз, разлагающиеся растительные вещества, трупы животных и т.д. имеют свою специфическую фауну насекомых. Трофические связи могут обуславливать не только их большие перемещения, но и быть основной причиной миграций за пределы биотопа, в котором они обитали. Иногда переселения насекомых, связанные с питанием, носят правильный сезонный характер, особенно четко это выражено у многих тлей. Питание личинок может определять пол или касту полиморфных насекомых. Хорошо известна зависимость физиологического развития имаго от принимаемой пищи у пчел, когда из личинки выкармливаемой пергой (смесью нектара и пыльцы растений) вырастает рабочая пчела-самка с недоразвитой половой системой, а из личинки, выкармливаемой «маточным молочком» вырастает плодовитая самка.

По характеру питания насекомых разделяют на монофагов, питающихся однородной пищей, и полифагов – многоядных, способных питаться разнородной пищей. Многоядность насекомых в большинстве случаев ограничена. При большой ограниченности в выборе, например, когда насекомые питаются на растениях одного ботанического семейства, их называют олигофагами. Полифагов, способных питаться растительной пищей, называют фитофагами, питающихся только животной пищей – зоофагами, питающихся разлагающимися растительными веществами – сапрофагами, питающихся навозом – копрофагами. Между зоофагией, фитофагией, сапрофагией и копрофагией у некоторых насекомых нет четкого разграничения. Факторами, определяющими пищевую специализацию и избирательную способность по отношению к характеру пищи являются особенности метаболизма разных видов и стадий развития насекомых, потребность их к качественному составу жиров, белков, углеводов, наличию определенных минеральных веществ, воды, а также определенных витаминов.

Зачастую, что особенно характерно для насекомых с полным превращением (*Holometabola*), пищевая специализация имаго и личинок сильно отличаются. Например, гусеницы большинства чешуекрылых являются фитофагами, тогда как

имаго являются антофилами, либо не питаются вовсе. Личинки большинства ос являются хищниками, поедая мертвых или парализованных жертв (как правило, насекомые и их личинки или паукообразные), тогда как имаго ос питаются цветочным нектаром, соком растений или сладкими выделениями тлей. Причем пища имаго не только не усваивается личинками ос, но и способна вызывать их гибель, как, например у пчелиного волка. Имаго филанта, отлавливая медоносных пчел для выкармливания личинок, обязательно предварительно высасывают весь нектар, собранный жертвой, поскольку его присутствие в пчеле вызывает гибель личинки.

Зависимость строения насекомых от характера принимаемой ими пищи проявляется, прежде всего, в строении их ротового аппарата, который может быть приспособлен для употребления твердой пищи (грызущий) или жидкой (сосущий, колюще-сосущий, режуще-сосущий, лижущий). В связи со способом добывания пищи специализируется и мускулатура, жевательная либо глоточная, видоизменяется и пищеварительный тракт. У плотоядных насекомых длина кишечника относительно короче, чем у растительноядных видов. Наиболее длинный кишечник характерен для насекомых копрофагов. В зависимости от необходимости отыскать подходящую пищу находится иногда и подвижность насекомых. Особенно это характерно для личинок, форма тела которых и развитость ног зависят от типа и способа питания. Например, личинки, обитающие внутри пищевого субстрата (зерновки, многие долгоносики, мухи, наездники) или личинки, выкармливаемые взрослыми особями (пчелы, осы, муравьи), у которых необходимость разыскивать пищу отсутствует, не имеют ног и практически не способны к самостоятельному передвижению. С другой стороны, хищные личинки, вынужденные самостоятельно охотиться на более или менее подвижную добычу, имеют хорошо развитые ходильные конечности и способны активно передвигаться (бегать или плавать) в поисках добычи. Таковы личинки жукелиц, стафилинов, плавунцов, коровок, златоглазок.

5.10 Экологические связи насекомых с растениями выражаются, в основном, в питании за счет различных частей растений, косвенно также в питании за счет животных-фитофагов и в паразитизме, а в редких случаях в хищничестве некоторых растительных организмов на насекомых. Во многих случаях растения используются насекомыми в качестве убежища от неблагоприятных метеорологических условий, или укрытия от их естественных врагов. Некоторые насекомые могут расселяться по территории с семенами и опавшими частями растений. Известны случаи симбиоза насекомых с одноклеточными грибами и бактериями, живущими в полости тела насекомых.

Значение насекомых для растений определяется питанием на них насекомых, влиянием насекомых на численность и жизненность других растительноядных животных, переносом насекомыми возбудителей заболеваний растений, влиянием насекомых на почвенные процессы. Некоторые растительные организмы, в свою очередь, развиваются непосредственно на насекомых, таковы в частности энтомофторовые и некоторые одноклеточные грибы. Многие бактерии также развиваются за счет насекомых. Есть и высшие насекомоядные растения, способные

усваивать белковые вещества. Насекомые помогают расселению растений по территории. Растения и насекомые взаимно обуславливают географическое распространение. Питание насекомых на растениях далеко не во всех случаях относится к антагонистическим отношениям, особенно велико положительное взаимное значение питания насекомых-опылителей, в этом случае создаются симбиотические связи.

Основной вред причиняется насекомыми растениям при их питании, однако, он может происходить и в результате поражения тканей растений яйцекладками самок. Крупные хлопковые цикады приводят в отдельные годы к массовому усыханию вершин растений, перерезая при яйцекладке проводящие сосудистые пучки стеблей. При питании чаще всего совершается перенос возбудителей заболеваний насекомыми. Особенно часто переносится ряд опасных вирусных болезней. Насекомые могут способствовать также заболеванию растений грибными и бактериальными болезнями. Согласно учению академика Е. Н. Павловского, существуют природные очаги трансмиссивных заболеваний. Такими очагами являются места с исторически сложившимся комплексом возбудителей заболеваний, их переносчиков и заражаемых хозяев. Все эти компоненты биоценозов взаимно приспособлены друг к другу, они имеют синхронное развитие, хозяева и переносчики имеют соответствующую подвижность и численность, обеспечивающие постоянные контакты. Примерами заболеваний насекомых грибными болезнями могут служить эпизоотии, вызываемые энтомофторовыми грибами, из важнейших вредителей ими поражаются личинки люцернового листового долгоносика, гусеницы златогузки саранчовые, свекловичный долгоносик. Не меньшее значение имеют бактериальные заболевания насекомых.

В некоторых случаях повреждение растений не связано с питанием на нем насекомых, например, пчелы рода *Megachila* строят гнезда в готовых полостях тростника, ежевики и ряда других растений с мягкой сердцевинной стебля, выгрызая и вычищая ее. При этом ячейки внутри трубчатой полости они изготавливают из кусочков листьев некоторых растений, вырезая идеально правильные овалы и круги с краю листовой пластинки и изготавливая из них стенки и дно ячеек. За подобную деятельность их называют пчелы-листорезы.

В качестве примера насекомоядных растений можно назвать болотное растение росянку, улавливающее насекомых клейкими выделениями многочисленных желез листа, эти выделения содержат пищеварительные ферменты; водное растение пузырчатку, охотящуюся на водных насекомых, а также большое количество тропических растений, основными из которых можно назвать венерину мухоловку и различные виды непентесов. Как у насекомых по отношению к болезнетворным растительным организмам, так и у растений по отношению к нападению вредящих им насекомых, а также предаваемых ими заболеваний, должны вырабатываться защитные приспособительные реакции. Так у насекомых вырабатывается фагоцитоз к некоторым болезнетворным микроорганизмам. Фагоциты служат для уничтожения инородных органических тел. У некоторых насекомых выявлена секреция бактерицидных веществ. Подобно высшим животным, насекомые обладают гуморальной реакцией – способностью крови вырабатывать антитела, вступающие в реакцию с проникающими в кровь чуждыми белками (анти-

генами) и их обеззараживающие. Перитрофическая мембрана средней кишки, образующаяся у многих насекомых из выделений кишечника, непроницаема для многих бактерий, поглощаемых вместе с пищей.

С другой стороны, некоторые анатомические черты растений, такие, как толщина кутикулы, опушенность, некоторые физиологические признаки являются адаптациями по отношению к поедающим их насекомым. В последнее время установлено, что у растений, подвергшихся нападению листогрызущих насекомых, энергия дыхания резко увеличивается, а это обеспечивает ускорение восстановительных процессов. Регенерационная способность растений обеспечивающая, более или менее быстрое восстановление объеденных насекомыми листьев, ветвей и корней, несомненно, является защитной реакцией. Для избежания нападения вредных насекомых на растения может иметь значение быстрота созревания. На насекомых оказывают отпугивающее действие фитонциды, выделяемые растениями. Так, например, смешанные посевы вики и чеснока, лука или конопли, меньше страдают от акациевой огневки.

Эволюция цветковых растений и насекомых привела к созданию энтомофилии – опылению цветков насекомыми. Так возникли образование нектара у растений и аромат цветков, привлекающие насекомых, а также строение цветков, удобное для опыления насекомыми, и лепестки цветков, окрашенные в цвета, видимые насекомыми. У насекомых в связи с их питанием нектаром и сбором пыльцы возникло соответствующее устройство хоботка, а у специфических опылителей – особенное строение задних ног и органов чувств. Классическим примером опылительной роли насекомых в жизни растений является завоз красного клевера в Австралию, где не удавалось получить семян этого растения до тех пор, пока туда не были завезены шмели, практически единственные насекомые, способные его опылять. Еще одним примером симбиоза является взаимодействие одного из видов бражников (*Sphynxidae*) и лианы, произрастающей на Мадагаскаре. Цветки этой лианы имеют очень длинный венчик, что позволяет брать из них нектар и попутно опылять их лишь этому бражнику, хоботок которого достигает 30 см в длину. При этом гусеницы бражника являются монофагами и питаются листьями данной лианы.

Насекомых, не способных к опылению посещаемых ими цветков, называют **дистропными**, не имеющих специального поведения, необходимого для опыления цветков, но иногда переносящих на себе пыльцу с цветка на цветок, относят к **аллотропным**, специфических опылителей называют **эутропными**.

Полезные для растений и насекомых связи устанавливаются тогда, когда они обеспечивают более широкое расселение видов. Разнос семян и спор на поверхности тела животных носит название **эктозоохории**. С другой стороны, и растения помогают расселению насекомых. В опавшей осенью листве деревьев залегают на зимовку многие насекомые. Уносимые ветром листья могут содержать на себе и находящихся на них насекомых.

5.11 Насекомые причиняют растениям вред питанием, откладкой яиц, переносом грибных, бактериальных и вирусных болезней. Наиболее обычны и заметны повреждения, вызванные питанием насекомых. Насекомые обычно специали-

зированы на тех или иных органах, избирая для питания либо листья, либо плоды, древесину, корни и другие части растений. Повреждающие листья виды называются **филлофагами**, плоды – **карпофагами**, древесину – **ксилофагами**, корни – **ризофагами**.

Все типы повреждений можно разделить на две большие группы – повреждения без дополнительной подготовки растения (I) и повреждения с подготовкой растения вредителем для питания (II).

Группа I

1 Повреждения листьев и хвои

- 1.1 Грубое объедание – повреждение всего листа, без выбора;
- 1.2 Выборочное объедание – частичное использование субстрата в пищу (дырчатое прогрызание или перфорация, скелетирование);
- 1.3 Минирование – образование ходов в пластинке листа живущей в нем личинкой;
- 1.4 Появление пятен в местах сосания;
- 1.5 Скручивание и гофрирование листьев.

2 Повреждение скелетных частей

- 2.1 Выедание ходов в древесине, лубе или коре;
- 2.2 Деформация стеблей, ветвей или побегов;
- 2.3 Отмирание верхушечного листа;
- 2.4 Подгрызание стебля у основания.

3 Повреждение корней

- 3.1 Объедание корней или их перегрызание;
- 3.2 Выедание ходов в корнях, корне - и клубнеплодах;
- 3.3 Выедание клубеньков на корнях бобовых.

4 Повреждение генеративных органов и почек

- 4.1 Наружное объедание почек;
- 4.2 Внутреннее выедание почек и бутонов;
- 4.3 Объедание цветков, завязей и семян (наружное и внутреннее);
- 4.4 Минирование плодов;
- 4.5 Наколы (трубковерты);
- 4.6 Сосание;
- 4.7 Повреждение семян при хранении или после посева.

Группа II

Листовые гнезда, трубки, комки (кравчики), галлы (листовые, стеблевые и корневые).

5.12 Взаимоотношения насекомых между собой и с другими животными биоценоза можно подразделить на следующие группы:

Симбиоз (мутуализм) – обоюдно полезное сожительство разных видов животных. Пример – взаимоотношения муравьев и тлей. В полости пищеварительной системы многих насекомых обнаружены симбиотические животные. Наиболее характерным примером подобного симбиоза могут служить термиты, питающиеся мертвой древесиной. Их особенностью, однако, является полное отсутствие ферментов ее утилизирующих, и жизнь и пищеварение термита невозможны без

симбионтов простейших-жгутиконосцев, обитающих в средней кишке и разлагающих целлюлозу. Причем работают эти симбионты настолько эффективно, что термиты способны питаться практически чистой целлюлозой без каких-либо добавок в виде белка и витаминов. Молодые особи термитов такой флоры не имеют и не способны усваивать пищу без этих простейших. Особенностью взаимоотношений большинства видов социальных насекомых является трофоллаксис, т.е. обмен пищей, благодаря которому в процессе обмена полупереваренным кормом, отрываемым встречающимися особями термитов они получают необходимую прививку кишечными симбионтами.

Синийкой называют сожительство, полезное для одного вида животных и не имеющее значения для другого. Так, например, описано много видов насекомых, укрывающихся в муравейниках и гнездах термитов. Первые получили название **мирмекофилов**, вторые – **термитофилов**.

Комменсализмом (или нахлебничеством) называется такая форма сожительства, при которой один вид живет за счет пищевых запасов другого, не принося в свою очередь пользы. В некоторых случаях комменсализм может приносить как временные неудобства, так и определенную пользу обоим видам. Например, личинки жуков тычинкоедов (*Antherophagus*) развиваются в гнездах шмелей. При этом они не повреждают гнездо, не уничтожают запасы корма и расплод, а выполняют функции своеобразных санитаров или уборщиков, поедая гнездовой мусор, который скапливается в гнездах и состоит из мертвых насекомых, остатков разрушенных коконов и пр. Однако жуки для откладки яиц не занимаются самостоятельным поиском шмелиных гнезд, а используют хозяев, т.е. рабочих шмелей в качестве транспортного средства. Жуки находятся на цветках энтомофильных растений, питаются пыльцой и при появлении шмеля вцепляются ему в хоботок своими мандибулами, причем настолько прочно, что могут оставлять вмятины на хитиновых покровах. Аэродинамика шмеля при этом нарушается, и он вынужден добираться до гнезда «пешком», принося с собой жука.

Паразиты характеризуются питанием одного вида организмов за счет тканей тела или переваренной пищи другого, называемого хозяином первого, причем хозяин сразу не погибает в результате нападения паразита. Паразитизм бывает факультативным и облигатным. Для факультативных паразитов возможно существование и в отсутствие хозяина. При облигатном паразитизме другой способ питания отсутствует, но следует иметь в виду, что у ряда насекомых паразитический образ жизни нередко свойственен лишь некоторым фазам развития. Паразиты, питающиеся за счет своего хозяина снаружи его тела, называются **эктопаразитами**, или наружными паразитами, а живущие внутри тела хозяина – **эндопаразитами** или внутренними паразитами.

Различают паразитов временных и стационарных. Временные находятся на своем хозяине только в периоды питания, а стационарные обитают снаружи или внутри тела хозяина длительное время или даже всю жизнь. Паразитические насекомые могут иметь на себе своих собственных паразитов, которые называются **паразитами второго порядка** или **сверхпаразитами**. Они, в свою очередь, могут иметь своих паразитов, называемых **паразитами третьего порядка** или **сверхпаразитами второго порядка**.

На насекомых паразитирует целый спектр животных – жгутиковые, саркодовые, споровики, кокцидии, гемоспоридии, микроспоридии, ресничные инфузории, сосальщики, нематоды, клещи и сами насекомые. Влияние паразитов на численность их хозяев усугубляется тем, что иногда на один и тот же экземпляр хозяина нападает несколько видов паразитов, такое явление называется **суперпаразитизмом** или **копаразитизмом**.

Разновидностью паразитизма можно считать **клептопаразитизм**. При этом виде взаимоотношений паразит не оказывает непосредственного воздействия на хозяина, однако использует его запасы корма, которого, как правило, не достаточно для благополучного развития и хозяина и паразита. При этом за счет более высоких темпов роста паразит успевает закончить свое развитие раньше хозяина, который либо погибает от отсутствия корма, либо оказывается ущербным, не способным пережить зимовку или утрачивает функции размножения. Подобное поведение характерно для большого количества одиночных пчел. В некоторых клептопаразитических отношениях паразит использует не только запасы корма, но и проявляет агрессию по отношению к хозяину, например, сначала съедает яйцо или личинку хозяина, а затем уже пользуется его запасами.

Разновидностью клептопаразитизма можно считать и взаимоотношения шмелей и шмелей-кукушек (*Psithyrus*). Шмели-кукушки, в отличие от настоящих шмелей (*Bombus*) не имеют рабочих особей, не способны основывать семьи и заниматься сбором нектара и пыльцы из-за отсутствия анатомо-морфологических приспособлений. Цветки они посещают только для собственного питания. Самка шмеля-кукушки проникает в гнездо хозяина в раннюю фазу развития семьи, когда рабочие шмели еще не вышли из куколок или их немного, убивают самку-основательницу и, если они оказывают сопротивление, молодых рабочих шмелей, пользуясь преимуществом в размерах и агрессивности. После этого самка шмеля-кукушки откладывает собственные яйца, а отрождающихся личинок выкармливают рабочие шмели-хозяева, воспитанные основательницей. Причем каждый вид шмелей-кукушек имеет своего собственного хозяина, реже несколько видов шмелей одного подрода.

Хищничество отличается от паразитизма тем, что жертва сразу погибает от нападающего на нее хищника. Хищные насекомые встречаются во многих отрядах, большинство из них полифаги и олигофаги, но встречаются и монофаги. Наиболее широкой многоядностью отличаются скакуны, жужелицы, ктыри. Если хищное насекомое нападает на экземпляр своего же вида, то это называется **канибализмом**. В противоположность многоядным хищникам можно привести примеры большой избирательности в выборе жертвы, практически специализации. К таким монофагам можно отнести филанта (*Philantus*), который выкармливает своих личинок убитыми медоносными пчелами. Наиболее известными олигофагами среди хищников являются имаго и личинки божьих коровок (*Coccinellidae*), которых по типу предпочитаемой добычи условно делят на тлевых (питающихся тлями), к каковым относится обычная семиточечная коровка и червецовых (питающихся, соответственно, червецами), например, родолия. Преимущественно тлями питаются также личинки златоглазок и некоторых мух-сирфид. Эта особенность хищников специализироваться на определенной добыче позволяет ши-

роко и успешно использовать их в качестве одного из основных элементов биологической борьбы с вредителями.

Хищники, истребляющие насекомых, преимущественно относятся к паукам, сенокосцам, фалангам, насекомым, земноводным, рептилиям, птицам и млекопитающим. Причем и среди них встречаются виды специализированные на питании насекомыми, например земноводные, многие виды птиц и паукообразных, так и животные, употребляющие их в пищу эпизодически.

Рабовладельчество – такой вид сосуществования встречается только среди некоторых видов муравьев, которые захватывают личинок и куколок из других муравейников, увеличивая население своего муравейника за счет рабочих особей – рабов, которые выполняют все гнездовые работы, охотятся, ухаживают за преимагинальными стадиями вида-хозяина, у которого каста рабочих муравьев отсутствует.

Конкурентными отношения отдельных видов насекомых между собой и с другими животными называются в тех случаях, когда сходные их потребности к условиям существования полностью не удовлетворяются. Например, при недостатке одного вида пищи. Конкурентные отношения оказывают большое влияние на характер размещения и перемещения насекомых по территории, одни из конкурентных видов могут даже вытеснять другие на новые, иногда менее благоприятные для их жизни участки. В ряде случаев насекомые вынуждены переходить на альтернативные источники корма, например с наиболее продуктивных растений шмелей с более коротким хоботком вытесняют виды с более длинным хоботком. Причем зачастую агрессивных столкновений между конкурирующими видами не происходит, просто конкурент теряет возможность брать нектар из-за его более полного сбора длиннохоботковым конкурентом. При интродукции вида в новую местность, естественные враги и конкуренты могут создать т.н. биотический барьер.

Все экологические связи насекомых между собой и с другими животными вызывают различного рода приспособления (**коадаптации**) к совместному существованию. Эти приспособления выражаются в морфологических и анатомических изменениях, в физиологических особенностях, специальном размещении.

5.13 Различные элементы воздействия человека на окружающую среду называются антропогенными или антропическими факторами. Воздействие человека и его хозяйственной деятельности на насекомых представляет одну из самых мощных форм экологического воздействия. Выступая в качестве преобразующего природу фактора, деятельность человека коренным образом изменяет сложившиеся тысячелетиями природные взаимоотношения насекомых со средой.

5.14 Основными формами пространственного распределения животных на земной поверхности является заселения местообитаний и географическое распространение. Избирательное отношение видов к факторам среды определяет избирательность к заселяемым участкам. Участок территории, занятый популяцией вида и характеризующийся определенными экологическими условиями называется местообитанием или стацией вида. Набор заселяемых видом стаций характерен

для каждого вида и может служить важнейшим видовым отличительным признаком, не менее значимым, чем морфологические и другие отличия. В пределах родственной группы насекомых, как показывают исследования, невозможно подобрать два вида, которые заселяли бы один и тот же комплекс стаций. Это свойство видов избирательно заселять те или иные стации представляет важнейшую экологическую закономерность, называемую **принципом стациальной верности**. В ряде случаев местообитание вида обозначается понятием **биотоп**. Однако обычно под понятием биотоп подразумевается участок территории, заселенный сообществом организмов, т. е. их комплексом. Такие сообщества взаимосвязанных между собой организмов обозначаются понятием **биоценоз**. Иначе говоря, биотоп представляет собой единицу местообитания биоценоза, а не вида.

Однако принцип стациальной верности действителен на самом деле лишь в условиях ограниченного диапазона пространства и времени. В широком их диапазоне возникает прямо противоположное явление – закономерное изменение видами своих местообитаний. Эта закономерность называется **принципом смены местообитаний**. Различают несколько ее составляющих. Зональная смена стаций характерна для видов, заселяющих сразу несколько природных зон. При продвижении к северу такими видами избираются более сухие, хорошо прогреваемые открытые стации с разреженным растительным покровом, часто располагающиеся на легких песчаных или каменистых почвах. При продвижении к югу тот же вид заселяет более увлажненные и тенистые стации с густым растительным покровом и мшистыми почвами. Вертикальная смена стаций аналогична зональной, но проявляется в горных условиях. Наиболее распространенной формой вертикальной смены стаций является переход видов на более ксерофитные стации по мере повышения вертикального уровня. Зональная смена ярусов проявляется в том, что трансзональные виды в разных зонах занимают неодинаковые ярусы. Так, в более сухих зонах они становятся из наземных частично или полностью почвенными видами. Другие виды при передвижении на север перемещаются из более высокого растительного яруса в более низкий. Смена местообитаний во времени связана с изменением микроклимата в течение одного сезона или ряда лет. При изменении климата в течение сезона происходит сезонная смена стаций. Например, переселение в период засухи насекомых на более увлажненные места. Отклонение погодных условий из года в год приводит к годичной смене стаций. Так в более сухие и теплые годы происходит переселение видов во влажные места и наоборот.

5.15 В природе организмы живут не изолированно друг от друга, а в виде особых сообществ или биологических комплексов – биоценозов.

Биоценоз – исторически сложившаяся в данных условиях группировка организмов. Раздел экологии, изучающий биоценозы и закономерности их развития, называется **биоценологией**. Биоценоз имеет свои типичные и устойчивые признаки и характерный состав населения. Как было отмечено выше для биосферы, состав биоценоза складывается из двух основных групп организмов – автотрофных растений – продуцентов, и гетеротрофных животных. Последних разделяют на **консументов** – растительноядных и плотоядных животных, и т. н. **редуцентов** –

преимущественно бактерий, подвергающих процессу гниения и брожения отмершие растения и животные. Как среди продуцентов, так и среди консументов выделяется группа видов с повышенной численностью, постоянно встречающаяся в биоценозе. Такие основные виды среди продуцирующих растений не только создают в биоценозе основную органическую продукцию, но и придают ему характерный внешний вид.

Преобладающие виды консументов обозначают понятием **предоминанты** или просто **доминанты** (в ботанике для обозначения преобладающих видов, придающих физиономичность территории, употребляется термин эдификатор). Любой биоценоз может быть кратко охарактеризован по составу доминирующих видов. Это открывает перспективы быстрого и экономного изучения биоценозов путем выявления видов-предоминантов.

Важнейшая особенность биоценоза – способность к саморегулированию, удерживанию основных и характерных его свойств во времени и пространстве. Биоценоз представляет высшую форму жизни в биосфере, и его существование, как устойчивой саморегулирующейся системы определяется притоком и количеством солнечной энергии. Биоценоз нельзя представить себе вне занимаемой им территории – биотопа. Иногда совокупность биотопа и биоценоза обозначается понятием **биогеоценоз**, применяется также термин **экосистема**.

Биоценозы различаются уровнем своей организации. Основной таксономической единицей является элементарный биоценоз, или биоценоз первого порядка. Это те конкретные биоценозы, с которыми приходится иметь дело при изучении биологических комплексов в природе. Совокупность биоценозов первого порядка объединяются в биоценозы второго и последующих порядков, к числу которых относятся формации и ландшафтные зоны. Высшей категорией биоценозов является весь животный мир Земли – **геомерид**. Другие формы биоценозов связаны с воздействием человека. Под влиянием хозяйственной деятельности первичные биоценозы претерпевают существенные изменения, становятся вторичными. Наиболее распространены агробиоценозы – посевы и посадки культурных растений. Агробиоценозы существенно отличаются от первичных биоценозов ненормально высоким доминированием отдельных видов. Устойчивость растительного покрова, да и всего комплекса организмов в агробиоценозе поддерживается деятельностью человека, без которого агробиоценоз самостоятельно существовать не может, а регулярное изъятие биологической продукции в виде урожая постоянно восполняется применением соответствующей агротехники. Смена агробиоценоза происходит в результате вмешательства человека, заменяющего один вид культурного растения другими.

Установившиеся для данной климатической зоны зрелые биоценозы называются климатическими. Другую группу составляют быстро изменяющиеся или серийные биоценозы; они по составу организмов более просты, скоротечны, сменяются серией последующих биоценозов в направлении климатических биоценозов. Такая смена одних серийных биоценозов другими получила название экологической сукцессии.

5.16 Фауна определяется как исторически сложившаяся совокупность видов животных, обитающих в данной области и входящих во все ее биогеоценозы. Она объединяет все виды животных той или иной области (района, местности), хотя они и входят в различные биогеоценозы. Энтомологическая составляющая фауны называется энтомофауной. Фауна может объединять виды с совершенно различными экологическими требованиями, заселяющие совершенно различные местообитания. Вместе с тем нельзя причислять к местной фауне виды, сознательно завезенные человеком и содержащиеся в зоопарках, аквариумах и т. д. Виды же, завезенные случайно, а также преднамеренно (интродуценты), но одичавшие или существующие без помощи человека, необходимо учитывать в составе местной фауны. К таковым в первую очередь относятся вредители, попавшие из других стран или районов (колорадский жук в европейской части России, гессенская мушка в Северной Америке и др.).

В понятие фауны вкладывается не только систематическое, но и географическое содержание. Вот почему сам принцип ограничения должен быть географическим (фауна материка, острова, природного региона с разнообразными местными условиями), а не топографическим. К примеру, неправомерно говорить о фауне отдельного лесного массива, луга, озера, болота. Однако это делается, когда речь идет об уникальных участках, таких, как озеро Байкал.

Фауна характеризуется определенными, свойственными только ей признаками, позволяющими сравнивать ее с другими фаунами. Самым важным признаком любой фауны является ее видовой состав. Каждое фаунистическое исследование начинается с учета видов, обитающих в пределах изучаемого района, т.е. с инвентаризации фауны. Количество видов, входящих в состав фауны, отражает ее богатство. Изучение видового состава фауны сколько-нибудь обширного района требует длительного времени и коллективных усилий со стороны многих специалистов. Если позвоночные животные уже достаточно хорошо известны и мы близки к исчерпанию их видового состава, то инвентаризация беспозвоночных, прежде всего насекомых, еще далеко не завершена. Пока нет даже простого перечня их видов. Отдельные группы насекомых изучены крайне слабо и известны не более чем на 20–40 %. Сравнительный анализ видового богатства фаун показывает, что этот показатель тесно связан с величиной территории, занимаемой ими.

Существенным признаком любой фауны оказывается экологическая природа составляющих ее видов. Для фауны тропического леса характерно наличие большого количества видов, приуроченных в своем обитании к деревьям. Фауне степей присущи другие экологические типы – животные бегающие и роющие, проводящие зиму в состоянии спячки, питающиеся жесткой травой, семенами злаков и др.

На основании изучения фаун и их сравнения делаются важные зоогеографические выводы (см. ниже). Как оказалось, главнейшей особенностью фауны являются ее связи с соседними, а также с более отдаленными фаунами. Эти связи можно охарактеризовать показателями общности систематического состава фауны, которая обычно выражается в процентах. Однако нередко общие виды представлены местными формами – подвидами, или они (при небольшом количестве)

заменяются близкородственными викарными видами. Подобные факты указывают на то, что, хотя сравниваемые фауны развивались на одной основе, в дальнейшем пути их развития разошлись. Сравнение фаун может быть проведено на уровне видов, родов и даже семейств. Последнее целесообразно при изучении различных крупных фаунистических регионов.

Наряду с фаунистическими связями не менее существен учет еще одного важнейшего признака – степени самобытности фауны, выражающейся в наличии эндемичных видов или родов. Чем выше систематический ранг эндемиков, тем самобытнее фауна. Так, присутствие в составе фаун эндемичных отрядов и семейств отражает длительность развития фауны в условиях изоляции. В то же время наличие только эндемичных видов, а тем более подвидов, свидетельствует об относительной молодости фауны и прочных связях ее с другими фаунами.

Каждая фауна обладает определенной систематической структурой, иначе говоря, специфичным распределением видов между родами, семействами и более высокими систематическими единицами. Для суждения о структуре фауны и последующего сопоставления ее со структурой других фаун необходимо иметь большой объем данных по всем группам животных. Из-за неполноты фаунистических списков, особенно по беспозвоночным животным, приходится оперировать лишь отдельными наиболее изученными группами, но даже и эти данные представляют собой большую ценность.

Структура фауны познается не только через количественное соотношение различных систематических единиц. Серьезное значение имеет также ее географический анализ, т.е. установление сходства и различий в распространении входящих в нее видов. Виды, отличающиеся сходным распространением, представляют географические элементы фауны. Соответственно характеру распространения эти элементы носят определенные названия: северные, южные, западные, восточные. Такие названия пригодны для географического анализа фаун лишь ограниченных территорий. Если же рассматриваются ареалы видов той или иной фауны в целом, то наименования географических элементов будут другими. Например, для характеристики особенностей распространения элементов фауны Средней Азии О. Л. Крыжановский использовал термины: эндемичные, субэндемичные, средиземноморские, среднеазиатские, нагорноазиатские, палеарктические и т.д. В зоогеографической литературе широко применяются термины: европейско-сибирский, восточно-сибирский (ангарский), центрально-азиатский, бореальный и др. Термин «заносные», или «адентивные элементы», означает, что данные виды натурализовались благодаря заносу извне и не являются единой географической группой.

Таким образом, географический анализ фауны дает представление о типе распространения входящих в нее видов. Но для познания фауны этого мало. Необходимо выяснить вероятное происхождение видов, как они попали в состав фауны и как происхождение каждого из них сказывается на распространении. Ответы на данные вопросы дает исторический (или генетический) анализ фауны. Он базируется на изучении ареалов не только видов, но и родов. При проведении его требуется прежде всего решить вопрос, какие элементы фауны возникли в пределах изучаемой территории и какие попали в результате расселения из других цен-

тров. Первые получили название автохтонных элементов, вторые – аллохтонных.

Нередко бывает так, что автохтонные виды относятся к аллохтонным родам. К примеру, виды, сформировавшиеся в условиях островной изоляции, являются для фауны данного острова автохтонными. Но род, представитель которого проник на остров и дал там начало формированию эндемичных автохтонных видов, имеет широкий ареал и происходит из других частей земного шара.

Как только будет доказана автохтонность того или иного вида, следует выяснить, когда он возник, поскольку вопрос, откуда он проник, отпадает (он образовался на месте). Для решения данной проблемы нужны сведения об экологическом соответствии автохтонного вида современной обстановке. Еще лучше, иметь палеонтологические материалы.

Что касается аллохтонных видов, необходимо установить, откуда они проникли, когда вошли в состав фауны, какими путями совершалось их продвижение. Подобные вопросы требуют изучения ареалов и их динамики. Это позволит определить направление миграции аллохтонного вида. Для молодых фаун, сформировавшихся на территории, освободившейся от покровного оледенения, вопрос, из каких центров и каким путем проникли те или иные виды, имеет очень важное значение. Решить, когда аллохтонные виды вошли в состав фауны, можно при сопоставлении сведений о распространении их с данными исторической геологии. К. Линдрот, изучавший фауну насекомых Фенноскандии (Скандинавия), обнаружил, что многие виды ее приурочены к возвышенностям, которые, видимо, не покрывались льдом, и распространены там узко локально. Из этого Линдрот сделал вывод, что изучаемые виды поселились на возвышенностях еще до оледенения и пережили события плейстоцена в «убежищах». В молодой (в целом) фауне Скандинавии они являются самыми древними.

6 ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ И ЛЕСНОЙ ЭНТОМОЛОГИИ

Рассматриваемые вопросы:

6.1 Задачи сельскохозяйственной и лесной энтомологии

6.2 Карантин растений

6.3 Организационно-хозяйственные мероприятия

6.4 Агротехнический метод

6.5 Физический и механический методы

6.6 Биологический метод

6.7 Химический метод

6.8 Генетический метод

6.9 Трансгенные растения

6.10 Биотехнический метод

6.1 В настоящее время население нашей планеты приближается по численности к 7 миллиардам, а к 2020 году ее численность может достигнуть 8 миллиар-

дов человек. С другой стороны эффективность защиты растений в мире в среднем равна менее 50%, а в РФ – 30%. Известно, что на планете в настоящее время обитает только одних вредных насекомых около 10000 видов, а грибов и бактерий 120100 видов. Несмотря на современные методы борьбы с вредными организмами стоимость потерь от них в последние годы находится на одном и том же уровне – около 1/3 стоимости полученной растениеводческой продукции. Причин недополучения надлежащего вала продовольственной продукции множество, одна из них – это, прежде всего, давно сформировавшиеся трофические связи насекомых и культурных растений.

Сельскохозяйственная энтомология очень тесно связана со многими агрономическими дисциплинами, например, почвоведением. Известно, что почвенная среда является местом обитания и питания для многих почвообитающих вредителей- подгрызающие совки, проволочники, ложно-проволочники, личинки пластинчатоусых и т.п. ; земледелие – научно-обоснованные севообороты не допускают накопление таких вредителей как злаковые мухи, хлебная жужелица, гороховая зерновка, желтого тихиуса и т. д.; растениеводство – многие растения являются источником питания для вредителей; агрохимия – некоторые удобрения положительно влияют не только на рост и развитие растения, но косвенно или прямо угнетают развитие некоторых насекомых, например, борная и янтарная кислоты снижают численность тлей. Можно привести примеры и по другим агрономическим дисциплинам, где найдется связь с энтомологией.

Основными достижениями в энтомологии являются новые методы учета численности и снижение вредоносности с помощью феромонных ловушек, приводящие к созданию "самцового вакуума" и их дезориентации в окружающей среде (чаще в садах), использование пищевых аттрактантов в борьбе с проволочниками, применении высокоэффективных биоинсектицидов и других биологически активных веществ. В теплицах широко применяется сочетание биологического метода и агротехнического приема - применение цветных клеевых ловушек, например, в борьбе с тлями рекомендуются ловушки желтого, а с трипсами синего цвета с нормой расхода 8–10 ловушек на 100 м². (тип ЖКЛ).

В защите растений против вредных организмов применяют комплексные системы мероприятий. Комплексная система мероприятий включает следующие методы борьбы с вредителями: карантин растений, организационно-хозяйственные мероприятия, агротехнический метод, физический и механический, биологический и химический методы.

6.2 Чтобы понять, что такое **карантин растений** и его значение для страны, надо обратить внимание на вредоносность и распространение колорадского жука и амброзии полыннолистной.

В настоящее время существует высокая потенциальная опасность проникновения в нашу страну новых карантинных вредителей. Это связано с увеличивающимся импортом продукции растительного происхождения. Как показала многолетняя практика борьбы с колорадским картофельным жуком, его проникновение и дальнейшее распространение по территории страны привело к огромным финансовым затратам. Поэтому карантин должен играть очень важную роль

в комплексе мер по защите растений.

Карантин растений – это система государственных мероприятий, направленных на охрану растительных ресурсов нашей страны от завоза из зарубежных государств карантинных и других особо опасных объектов и на предотвращение их распространения по территории.

К потенциально опасным для нашей страны вредителям следует отнести американского клеверного минера, капрового жука, яблонную муху, несколько видов зерновок и др. Такие ограниченно распространенные у нас карантинные виды, как американская белая бабочка, картофельная моль, калифорнийская щитовка, восточная плодожорка, золотистая картофельная нематода, не заняли еще свои естественные ареалы и продвигаются в новые районы.

Карантин растений – задача общенародного значения, и решение ее возложено на Федеральную службу по ветеринарному и фитосанитарному надзору Российской Федерации (Россельхознадзор), которая осуществляет функции по контролю и надзору в сфере карантина растений как непосредственно, так и через свои территориальные управления.

Различают **внешний карантин** растений и **внутренний**. Мероприятия по внешнему карантину включают досмотр импортных грузов и при необходимости проведение лабораторной экспертизы, обеззараживание продукции, уничтожение или возвращение ее поставщику. Внутренний карантин выполняет следующие функции: обследование территории с целью установления очагов карантинных вредителей, локализации и ликвидации их, осуществление контроля за перевозками растительных грузов внутри страны и за ее пределы.

В рассматриваемое понятие входят также многочисленные мероприятия, осуществляемые обычно в тепличных комбинатах и оранжереях: обеспечение теплиц обеззараживающими ковриками, которые размещают при входе, обеззараживание въезжающего на территорию транспорта, обработка горячим паром возвращенной тары, запрет свободного передвижения людей из одной теплицы в другую. Таким образом, карантин растений можно считать «первой линией обороны» в защите растений от вредителей.

6.3 Оптимизация структуры посевных площадей и насаждений. Многолетняя практика многих сельскохозяйственных предприятий показывает, что увеличение в структуре посевных площадей доли какой-либо одной культуры или нескольких культур, принадлежащих к одному и тому же ботаническому семейству, приводит через определенное время к устойчивому возрастанию численности вредителей. Так, известны случаи массового размножения капустной совки при значительном увеличении площадей, занятых под посевы гороха, повышения численности вредителей капусты при расширении посевов ярового рапса. Высокое насыщение севооборотов зерновыми культурами также приводит к массовому размножению вредителей.

Севооборот. Возделывание одной и той же зерновой культуры на одном и том же поле в течение нескольких лет приводит к накоплению и массовому размножению хлебных жуков, хлебной жужелицы, стеблевого мотылька, злаковых мух, стеблевых хлебных пилильщиков и других вредителей. Чтобы избежать это-

го, применяют научно- обоснованное чередование сельскохозяйственных культур или севооборот. Это исключительно важный организационно-хозяйственный прием в ограничении численности вредителей, особенно монофагов и олигофагов. Для многих фитофагов с узкой пищевой специализацией смена культур на полях севооборота оборачивается катастрофой.

Пространственная изоляция. Этот прием считается обязательным при производстве здорового посадочного материала ягодных культур. Маточные плантации должны находиться на расстоянии не менее 1,5 ... 2 км от производственных насаждений. Велика роль пространственной изоляции и в улучшении фитосанитарного состояния семенных посевов многолетних бобовых и злаковых трав. Их рекомендуют располагать на расстоянии 400...500 м от старых плантаций. Не следует располагать близко друг от друга яровые и озимые зерновые, поскольку последние являются источником расселения весной шведской и гессенской мух, зеленоглазки и других вредителей. Пространственную изоляцию необходимо соблюдать и при выращивании семян овощных культур.

Использование устойчивых сортов и гибридов. Устойчивость растений к фитофагам – один из важнейших признаков при оценке новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур. Это качество растений является определяющим в системах защиты от вредителей и позволяет полностью исключить или резко сократить применение химических и других средств защиты растений, что весьма положительно сказывается на состоянии агробиоценозов.

Введение в севооборот устойчивого сорта или гибрида порой бывает единственной возможностью избавиться от массового повреждения вредителями, когда все другие средства его ограничения исчерпаны. Классическим примером победы отечественных селекционеров над подсолнечниковой огневкой стало создание панцирных сортов подсолнечника. Наличие в покровах семянки углеродистого слоя не позволяет гусеницам проникнуть внутрь. В настоящее время создаются все новые и новые сорта подсолнечника, обладающие устойчивостью к подсолнечниковой огневке, благодаря чему она перешла в разряд второстепенных вредителей.

Большое внимание уделяют селекционеры созданию сортов картофеля, устойчивых к нематодам, поскольку другие методы защиты от них малоперспективны. В настоящее время около трети сортов картофеля, рекомендованных для возделывания в различных регионах нашей страны, устойчивы к нематодам. Это особенно важно для ограничения распространения золотистой цистообразующей нематоды – объекта внешнего и внутреннего карантина.

Практически у всех культур есть сорта и гибриды, устойчивые или толерантные к отдельным видам вредителей. Возделывание устойчивых районированных сортов, периодическое их обновление играют очень важную роль в стратегии защиты растений, развитие которой должно происходить в соответствии с экологической безопасностью в агробиоценозе.

Мелиорация земель. В широком смысле мелиорация земель означает долгосрочное и коренное их улучшение с целью наиболее эффективного использования. Это может быть орошение в зоне недостаточного увлажнения или, наоборот, осушение — в зоне избыточного. Оба мероприятия обеспечивают нормальные

условия для возделывания соответствующих культур. Все это оказывает определенное положительное влияние на фитосанитарное состояние. Широкомасштабная практика осушения переувлажненных земель в Нечерноземной зоне привела к снижению численности, а следовательно, и вредоносности шведской мухи. Это связано с тем, что на мелиорированных землях появилась возможность высевать яровые зерновые культуры в оптимально ранние сроки, поэтому к моменту массовой откладки яиц шведской мухой растения имеют более 2 ... 3 листьев и гораздо менее привлекательны для вредителя.

Орошение полей, в результате чего изменяется микроклимат в агроценозе, неоднозначно сказывается на видовом составе и численности определенных групп вредителей. Численность личинок шелкунов, злаковых мух, стеблевого мотылька, медведки увеличивается; чернотелок, хлебных жуков, некоторых видов саранчовых, наоборот, снижается. Такая реакция на изменение условий окружающей среды объясняется биоэкологическими особенностями указанных видов.

6.4 Каждая сельскохозяйственная культура выращивается на поле по определенной передовой технологии и, если ее нарушать, то появляются места для вредоносных насекомых.

Средой обитания для многих вредителей на определенных стадиях является почва. Для одних почва становится средой обитания на длительное время, для других – ненадолго, на время прохождения отдельных этапов развития : яйца, личинки, куколки.

Издавна известно, что одни агротехнические приемы могут ограничивать численность вредителей, а другие, наоборот, способствовать их накоплению и последующему массовому размножению. Это обстоятельство и послужило основой для создания агротехнического метода борьбы с вредными организмами. Его сущность заключается в том, чтобы с помощью агротехнических приемов создать экологические условия, которые оказались бы оптимальными для роста и развития сельскохозяйственных культур и менее благоприятными или неблагоприятными для размножения фитофагов. Зная, как влияют те или иные агротехнические приемы (или их комплекс) на численность вредителей, можно направленно изменять ее, предотвращая их массовое размножение. Действие одного и того же агротехнического приема в разных агроклиматических зонах может проявляться неодинаково, поэтому выбор технологических приемов следует проводить с учетом особенностей конкретной природной зоны, района и даже отдельного хозяйства.

Обработка почвы. Самый распространенный агротехнический прием – зяблевая вспашка. Она создает благоприятные условия для активизации хищных насекомых (жужелиц, стафилинид), способных проникать в рыхлой почве на значительную глубину и уничтожать свои жертвы. Поднятые плугом на поверхность личинки, куколки и взрослые особи насекомых охотно поедаются птицами, следующими за обрабатывающим почву агрегатом.

Положительное действие вспашки на ограничение численности многих видов вредителей проявляется еще и в том, что часть зимующих особей (особенно гусениц или куколок чешуекрылых), сосредоточенных в поверхностном слое поч-

вы, при ее обработке перемещаются в более глубокие слои.

Весной большинство родившихся бабочек погибают, поскольку не способны преодолеть расположенный над ними слой почвы. Однако применением другого способа обработки почвы, например безотвального или плоскорезного, не удастся достичь подобного эффекта. В этом случае подавляющее большинство бабочек вылетают весной и при благоприятных экологических условиях могут дать многочисленное потомство.

Внесение удобрений. Минеральные удобрения могут сильно влиять на численность отдельных видов насекомых и клещей опосредованно, через растения. На тех полях, где в общем балансе минерального питания азот преобладает над фосфором и калием, размножение злаковых тлей и трипсов усиливается почти в 3 раза, аналогичная ситуация складывается и в садах, где возрастает численность растительноядных клещей, грушевой медяницы, тлей, восточной плодовой и др. И наоборот, при преобладании фосфорно-калийных удобрений над азотными рост численности указанных вредителей ограничивается.

Оптимизация сроков посева. В снижении вредоносности определенных видов вредителей большое значение имеют сроки посева. Так, яровые зерновые, посеянные в оптимально ранние агротехнические сроки, а озимые – в оптимально поздние, в меньшей степени повреждаются шведской и гессенской мухами. Однако в некоторых районах Сибири, где доминирует яровая муха, наилучших результатов достигают при более поздних сроках посева яровых зерновых культур. На оптимально ранних сроках посева горох в меньшей степени повреждается клубеньковыми долгоносиками и гороховой тлей; сахарная свекла – блошками и долгоносиками; ранние сорта капусты – крестоцветными блошками, капустной совкой. Следовательно, при определении сроков посева семян применительно к конкретной зоне необходимо учитывать видовой состав вредителей.

Борьба с сорняками. Сорняки на полях и в насаждениях не только антагонисты и конкуренты культурных растений, но и кормовая база для многих видов насекомых и клещей, особенно в ранневесенний период, когда еще нет основного кормового растения. На цветущих сорняках дополнительно питаются многие чешуекрылые, двукрылые, жесткокрылые, равнокрылые и другие вредители. Так, многие виды блошек сначала питаются на сорняках, а потом переходят на присущие только им основные кормовые культуры.

Многие цветущие сорняки посещают бабочки озимой совки, совки-гаммы, лугового мотылька, что способствует повышению их плодовитости. Таким образом, сорняки создают для многих видов вредителей огромные дополнительные энергетические ресурсы, поэтому их необходимо уничтожать.

6.5 Физический метод основан на губительном действии высоких или низких температур на живые организмы. Его широко используют в теплицах и оранжереях для обеззараживания грунтов от галловой нематоды и прочих возбудителей болезней. Технологически это осуществляют следующим образом. После вегетации удаляют все растения за пределы культивационного сооружения, проводят вспашку грунта, накрывают определенные участки площади теплицы специальной термостойкой пленкой и подводят под нее резиновые шланги. По краям

пленку прижимают узкими мешочками с песком длиной 1 м и массой 5 ... 6 кг. После этого под пленку подают пар, и под его воздействием она поднимается в виде шатра. Отсюда название – шатровый метод пропаривания грунтов. Подачу пара продолжают до тех пор, пока температура грунта на глубине 30 см не достигнет 70°C. Обычно для прогревания грунта до такой температуры требуется 8 ... 10 ч.

Физический метод применяют в практике оздоровления посадочного материала земляники и смородины от весьма опасных и трудно искореняемых вредителей: земляничного клеща, земляничной нематоды, почкового смородинного клеща. Если рассаду земляники и черенки смородины погрузить в емкость с водой и выдерживать при температуре 45 ... 46 °С в течение 13 ... 15 мин, то все указанные вредители погибнут.

Исключительно важное значение в практике защиты зерна во время хранения имеет понижение температуры зерновой массы до определенных пороговых значений. Для большинства видов вредителей, поражающих зерно при хранении, такая температура находится в пределах 10 ... 15°C. При этой температуре они прекращают питаться и размножаться. Спектр применения физического метода не ограничивается вышеописанными приемами – возможности его значительно шире.

Стряхивание вредителей с растений применяют против тех вредителей, которые весьма чувствительны к механическим сотрясениям субстрата, на котором они находятся. Так, ранней весной, когда начинают набухать почки на яблоне, этим методом можно уничтожить большую часть долгоносиков яблонного цветоеда. Под деревом расстилают полиэтиленовую пленку или брезент и с помощью шеста, один конец которого плотно обернут мешковиной, резкими ударами по скелетным ветвям стряхивают долгоносиков на полог, а затем уничтожают. Это делают в утренние часы, когда температура воздуха не превышает 10°C и жуки находятся в малоподвижном состоянии. Подобным образом можно уничтожить казарку, букарку, почкового долгоносика и других вредителей.

Применение укрывных материалов. В последние годы на садово-огородных участках широко используют различные легкие укрывные материалы, такие как спанбонд, лутрасил, агрил, пега-агро и др. Этими материалами, выбор которых зависит от их свойств, можно накрывать непосредственно всходы или рассаду либо обтягивать ими легкие каркасы, установленные на грядах.

Под укрывными материалами создаются благоприятные микроклиматические условия для роста и развития растений, кроме того, они не повреждаются крестоцветными блошками, морковной, луковой и капустной мухами, капустной и репной белянками, капустной молью и многими другими вредителями. Этот способ заслуживает особого внимания в личных подсобных хозяйствах, где применение химических средств защиты растений сильно ограничено или вообще не допустимо.

Использование ловчих поясов. Их накладывают на нижнюю часть штамба, а иногда и на скелетные ветви плодовых деревьев для вылова гусениц яблонной плодовой гусеницы, жуков яблонного цветоеда, почкового долгоносика и некоторых других вредителей. Ловчий пояс изготавливают из мешковины, гофрированного

картона или 2...3 слоев оберточной бумаги. Для этого нарезают полосы шириной 15 ... 20 см, накладывают на штамп и крепят с помощью шпагата. Устанавливают его через 10 ... 15 дней после цветения ранних сортов яблонь и снимают осенью, если яблонная плодожорка в регионе развивается в одном поколении. Там, где вредитель имеет 2 генерации, ловчие пояса просматривают через 7 ... 10 дней и уничтожают всех гусениц и куколок, не допуская вылета бабочек.

6.6 Биологический метод – использование живых организмов и продуктов их жизнедеятельности для регуляции численности вредных видов. Если в 80-е годы прошлого столетия в СССР биометод применяли на площади 8 млн га, то сейчас приблизительно 1 млн. и то это в защищенном грунте, на виноградниках, садах и на овощных культурах. В практике защиты растений от вредителей наибольшее значение получили следующие направления биологического метода.

Использование искусственно размноженных энтомофагов и акарифагов. Широкое распространение в борьбе с различными видами совок, лугового мотылька получило применение небольшого паразитического насекомого – трихограммы. Ее размножают в биолaborаториях и выпускают в поле (20 ... 100 тыс. особей на 1 га) в период начала массовой откладки яиц вредителем. Взрослые особи трихограммы находят яйца совок и откладывают в них свое яйцо. Достоинство этого паразита в том, что он быстро размножается и подавляет вредителя. Такой способ применения энтомофагов получил название сезонной колонизации. Сходным образом используют паразитическое насекомое габробракона против гусениц различных совок. В защищенном грунте эффективно применяют хищного клеща фитосейулюса против паутиных клещей, энкарзию – против тепличной белокрылки, хищных галлиц, личинок златоглазок и других хищников – против тлей.

Охрана и использование природных энтомофагов. В различных агроценозах полевых культур и садово-ягодных насаждений обитает огромное число наших союзников в борьбе с вредителями. Это многочисленные виды хищных жужелиц, божьих коровок, стафилинид, златоглазок, журчалок, хищных галлиц, клопов, многочисленных паразитических насекомых, пауков и многих других энтомофагов и акарифагов.

Заметная роль хищных жужелиц в ограничении численности колорадского жука. Одна взрослая жужелица уничтожает за сутки 3 ... 5 личинок старшего возраста и до 30 ... 35 личинок младших возрастов или 10 ложногусениц рапсового пилильщика, или 3 ... 5 гусениц крыжовниковой огневки, или до 100 личинок галлиц. Один жук семиточечной божьей коровки за сутки уничтожает до 50 тлей, а его личинки старшего возраста – до 70 тлей. Самая мелкая божья коровка, которую называют стеторусом, за сутки уничтожает в среднем 43 подвижные особи паутиных клещей и 12 яиц. Примеров подобного рода можно привести множество, но и этих достаточно, чтобы сделать важный вывод: роль местных энтомофагов в регулировании численности фитофагов трудно переоценить. Следовательно, энтомофагов и акарифагов необходимо охранять. Особенно большое значение для сохранения природных энтомофагов имеет сокращение объемов применения пестицидов широкого спектра действия и соблюдение оптимальных

(безопасных для энтомофагов и наиболее эффективных для вредителей) сроков химических обработок. Для увеличения численности природных паразитов и хищников можно использовать некоторые специальные приемы.

Применение биопрепаратов. Биологические препараты, действующим началом которых являются микроорганизмы или продукты их жизнедеятельности, прочно входят в практику защиты растений. В настоящее время широко применяют лепидоцид и битоксибациллин против листогрызущих вредителей преимущественно из отряда чешуекрылых. Кроме этих препаратов, для применения разрешены бикол, боверин, вертициллин.

Применение биопрепаратов, как и химических средств защиты растений, строго регламентировано в отношении используемых объектов и сельскохозяйственных культур, норм расхода препарата, сроков обработок и других параметров. Биологическая эффективность биопрепаратов в значительной степени зависит от температуры окружающей среды и возраста личинок (гусениц) вредителя, против которых проводят обработки.

Наилучшего результата достигают в том случае, когда проводят обработки при температуре воздуха выше 18°C и против личинок (гусениц) младших возрастов.

Применение биологически активных веществ. Так обычно называют органические вещества разнообразной химической природы, обладающие высокой активностью в очень малых концентрациях и специфичностью действия. В природе самец яблонной плодожорки находит самку по ничтожно малым количествам феромона, выделяемого ею. Такие феромоны синтезированы для многих видов насекомых и используются в борьбе с ними. На практике это осуществляют с помощью феромонных ловушек различной конструкции. Дно ловушки покрывается тонким слоем долго не высыхающего клея типа «Пестификс».

В последние годы в России посевные площади, занимаемые зерновыми злаковыми культурами, доставляют 40–46 млн га; многолетние и однолетние кормовые травы, среди которых около 30% составляют злаки, возделывают на площади около 22,5, кукурузу на силос – 2,2 млн га. На долю пастбищ с преобладанием злаков приходится около 150, сенокосов – 20 млн га. Число возделываемых кормовых злаков – около 30 видов. Однако урожайность злаковых культур остается невысокой, у яровой пшеницы она в среднем составляет 14–15 ц/га. Это связано как со снижением агротехнического уровня выращивания культур, так и с существенным недобором урожая за счет вредителей и болезней. Несмотря на интенсификацию земледелия и широкое применение пестицидов, среднемировые потери урожая пшеницы от вредных организмов за последние 25 лет увеличились с 24 до 34%. При этом потери урожая от вредителей составили около 9, болезней – 12, сорняков – 13%. Для удвоения урожая сельскохозяйственной продукции растениеводства в США и Японии требуется 10–11-кратное увеличение количества удобрений, 4–5-кратное – пестицидов и 3-кратное – затрат мощностей машин.

В сложившейся ситуации на первый план выступает биоценотический подход в защите растений от болезней и вредителей, предполагающий изучение особенностей функционирования агроценозов с целью повышения их устойчивости, обеспечения равновесного состояния за счет процессов саморегуляции. Для до-

стижения этой цели ведущее значение имеют организационные, агротехнические, агрохимические, биологические меры, способствующие усложнению структуры, сохранению и увеличению биоразнообразия, числа биоценотических связей. Собственно защитным приемам отводится вспомогательное значение. При решении этих вопросов большое значение имеет исследование биологических особенностей живых организмов агроценоза, их взаимоотношений, пищевых цепей и сетей, закономерностей их оптимизации и регулирования в различных типах агроценозов и условиях.

Если в плодовом саду повесить ловушки с феромоном для яблонной плодоярки (из расчета 1 ловушка на 5 ... 6 деревьев), то можно отловить практически всех самцов. Оставшиеся неплодотворенными самки не дают потомства. Этот метод, получивший название самцового вакуума, наиболее безопасен для человека и отвечает всем экологическим требованиям, предъявляемым к методам, используемым в защите растений.

6.7 В мире на миллионах гектарах применяют пестициды – химические вещества, эффективные против вредителей, болезней и сорняков. Пестициды классифицируют по тем объектам, для борьбы с которыми их используют. Химические средства, применяемые против насекомых, называют инсектицидами, растительноядных клещей – акарицидами, нематод – нематицидами, голых слизней – моллюскоцидами, или лимацидами, грызунов – родентицидами.

Их применение целесообразно тогда, когда все другие методы и средства против конкретного вредителя исчерпаны и создается реальная угроза уничтожения урожая. Всем обработкам пестицидами должно предшествовать обследование полей и насаждений на выявление и установление фактической численности вредителей. Решение о целесообразности проведения обработок принимают на основании сопоставления фактической численности с экономическим порогом вредности (ЭПВ) – это плотность популяции вредного организма, вызывающая такую степень повреждения растений, при которой проведение защитных мероприятий экономически целесообразно. Если выявленная численность вредителя превышает ЭПВ, принимают решение об обработке конкретной сельскохозяйственной культуры.

Использовать пестициды в системе защитных мероприятий следует в строгом соответствии с «Государственным каталогом пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации». В нем указаны все химические средства, которые разрешено применять против вредителей на соответствующих сельскохозяйственных культурах, нормы расхода пестицидов, способы и кратность обработок, сроки последней обработки (сроки ожидания), а также время безопасного выхода людей на поля и в насаждения для проведения очередных работ. Список разрешенных химических и биологических средств периодически претерпевает изменения (одни препараты включают, другие исключают), о которых оперативно извещает на своих страницах отраслевой ежемесячный журнал «Защита и карантин растений».

Комплексные системы мероприятий по защите растений формируются на основе подбора устойчивых сортов вредителям и болезням, научно обоснованного

разещения культур соответствующем севообороте, создание и поддержание высокого плодородия почвы, подбор способов основной обработки почвы, поддержание сбалансированного минерального питания под ту или иную культуру, оперативная защита растений от вредителей, болезней и сорняков, в сочетании, например, биологического и химического методов борьбы с основными вредителями.

Что касается дифференцированных систем защитных мероприятий, то они зависят от агроклиматических зон, например, в рисосеющих зонах имеется свой видовой состав вредителей и к ним подбирается зональная защита растений, аналогичный подход осуществляется к вредителям в виноградарской зоне и в ней делается упор на агротехнический и биологический методы борьбы с учетом правильной и своевременной организации труда.

6.8 Большое внимание уделялось ранее, так называемому, генетическому методу. Насекомые подвергаются радиоактивному излучению или обработке определенными химическими веществами, что нарушает их врожденную генетическую программу таких самцов выпускают в природу. Самки, оплодотворенные ими, откладывают неспособные к развитию яйца. Если эти самцы достаточно активны и их численность выше, чем природной популяции, то популяция вредителя может быть существенно подавлена или даже уничтожена. Существенный недостаток этого метода - возможность быстрого заселения мигрантами мест, где его использовали. Поэтому наибольший успех возможен на островах, где доступ мигрантам затруднен.

Идея о возможности резкого снижения численности вредных видов была высказана еще в тридцатые годы прошлого века крупнейшим русским генетиком Александром Сергеевичем Серебровским. Однако она была впервые воплощена в жизнь в США для уничтожения локальных популяций мухи *Cochliomya hominivorax*. Эти мухи наносят существенный вред овцеводству, так как их личинки проникая сквозь кожу животного, приводят к появлению язв (миазов). Численность этих мух была значительно снижена, благодаря массовому выпуску в природу стерильных самцов. Потрясает размах выполненной работы. Для разведения мух использовался большой самолетный ангар, в котором разводили личинок. Корм их состоял в значительной степени из мясного фарша и крови. Стерилизация самцов проводилась с помощью радиоактивного кобальта, где основную роль играли гамма-лучи. Здесь было необходимо выбрать дозировку, так как стерильные самцы, выпущенные в природу, должны успешно оплодотворять природных самок спермой, которая приводила бы в дальнейшем к гибели яиц. С другой стороны, эти стерильные самцы должны были быть достаточно активными, чтобы конкурировать с нормальными, живущими на этих территориях.

Стерильные самцы с большим успехом были выпущены на острове Кюрасао, полуострове Флорида, а также в расположенном на материке штате Техас. При этом на производство стерильных самцов было затрачено 12 млн. долларов, а полученная прибыль приближалась к 100 млн. долларов. Сообщалось об успешном выпуске стерильных самцов плодовых мух в Коста-Рике, а также на острове Гуам. Были проведены также попытки химической стерилизации на примере яб-

лонной плодовой. Однако массовый выпуск стерильных самцов этой бабочки, по-видимому, не привел к заметному снижению численности этой бабочки на полуострове Крым. Бабочки яблонной плодовой обладают весьма слабым полетом и их занос в Крым с материка ветром маловероятен. Поэтому есть основания сомневаться в долгосрочной эффективности метода выпуска стерильных самцов. Как отмечает А.А. Жученко (2008), «мутантные линии в давно сложившихся природных популяциях быстро элиминируются».

Наследование иммунитета растений к вредителям подчиняется тем же законам, что и наследственность иммунитета к возбудителям заболеваний.

Для специализированных патогенов, имеющих расы, обнаружены большие гены устойчивости, контролируемые признаком моногенно. Так, выявлены гены устойчивости растений к нематодам, большой злаковой тле, гессенской мухе и т.д. в настоящее время установлено 14 генов расоспецифической устойчивости к гессенской мухе. У риса идентифицированы два доминантных и один рецессивный ген иммунитета к рисовой цикадке *Sogatella furcifera* Horc. и т. д.

Специфическая макро- и микроструктура поверхности растений, а также временные особенности ростовых процессов – факторы заставляющие животных приспособляться к разным условиям существования. Физиолого-биохимические особенности растений определяют разное качество пищи, специфические условия ее поиска, захвата, гидролиза и дальнейшей утилизации. В результате сорта имеют разную степень привлекательности для фитофагов.

Средообразующую роль сортов можно продемонстрировать на примере зерновых культур. Так, опушение растений пшеницы препятствует заселению листьев пьявицей, гессенской мухой. Шведская муха при заселении колосков ячменя находит лучшее укрытие от ветра на колосьях многорядных ячменей по сравнению с колосьями двурядных ячменей. Поэтому при равных условиях двурядные ячмеи почти не повреждаются этим вредителем. Линии и гибриды кукурузы, у которых метелки быстро освобождаются от прикрывающего их верхнего листа, слабо заселяются тлями на завершающих стадиях развития, а формы с хорошо укрытыми початками слабо повреждаются кукурузным мотыльком, хлопковой совкой и зерновой молью и мало поражаются фузариозом початков. Все это свидетельствует о крупной специфической средообразующей роли каждого сорта в агроэкосистемах.

История появления и распространения таких агрессивных вредителей, как колорадский жук, виноградная филлоксеры, бородавчатая тля люцерны, клоп вредная черепашка, ярко иллюстрирует влияние деятельности человека на биосферу. Классическим примером взрывообразной эволюции служит колорадский жук, который перешел с диких видов на культурный картофель в штате Колорадо в XIX в. Этому переходу способствовало повышение питательной ценности, а также снижение в культурном картофеле характерного для диких видов высокого уровня веществ вторичного происхождения (сапонинов, алкалоидов и др.). Распространение вредителя на другие континенты произошло в результате завоза жуков с клубнями картофеля на кораблях. Впервые он появился в районе Гамбурга в 1870г., а к середине XX в. распространился по всей Европе и достиг границ России. Экспансия колорадского жука продолжается и в наше время, он пере-

брался за Урал и в настоящее время осваивает просторы Сибири и Дальнего Востока.

В связи с расширением экономических связей все более существенным становится фактор завоза вредителей в новые зоны земного шара, где они сталкиваются с растениями непрощедшими естественным отбором на устойчивость и не имеющими соответствующих барьеров иммунитета. Так, на американском континенте виноградная филлоксера существовала на видах винограда многие тысячелетия. При этом в ходе совместной эволюции американские сорта приобрели устойчивость и филлоксера не считается сколько-нибудь существенным вредителем США. Однако при случайном завозе в Европу в 50-х годах XIX в. Филлоксера попала на европейские сорта, не имевших защитных механизмов. За 30 лет вредитель размножился и захватил огромные районы Франции и Испании, где погибло около 70 % виноградников. К началу века филлоксера достигла юго-западной части России. Таким образом, случайный завоз фитофага привел к его распространению почти на всех континентах земного шара. Примером молниеносного распространения и высокой изменчивости стала бородавчатая тля люцерны (*Therioaphis maculate* Bucht.) , завезенная из Средиземноморья в Северную Америку во второй четверти XX в. Новая экологическая ниша оказалась очень благоприятной для вредителей. В результате менее чем за 30 лет бородавчатая тля расселилась по многим штатам и уже в середине 50-х годов стала вызывать серьезные опустошения на посевах люцерны. В тоже время у некоторых фитофагов отмечена высокая скорость микроэволюции в направлении преодоления устойчивости сортов. К таким вредителям относятся наиболее специализированные виды: тли, злаковые мухи, цикады, нематоды.

Применение генетического метода борьбы. Генетический метод или метод автоцида (самоуничтожения) основан на насыщении природной популяции вредного организма генетически неполноценными особями того же вида. Путем отбора или воздействием какими-либо факторами полученные недостаточно жизнеспособные или бесплодные особи при скрещивании с особями природных популяций вредителей вызывают снижение численности и в конечном итоге вымирания вредителей. Для самоуничтожения вредных организмов этим методом используется сильное стремление всего живого воспроизводства потомства. При копуляции «наследственная болезнь» передается потомству.

Для стерилизации вредителей или создания ослабленных форм используют в основном три способа:

- обработка гамма и рентгеновскими лучами;
- обработка хемотрестерилантами;
- использование цитоплазматической несовместимости.

Практически генетический метод борьбы с вредителями можно осуществлять двумя способами:

- массовым выпуском заранее обработанных гамма- и рентгеновскими лучами особей вредителя;
- автостерилизацией в природных условиях, как правило, используя хемотрестериланты.

После того, как уже в 30-е годы в Советском союзе и в США были разрабо-

таны теоретические основы для генетического метода, в 50-е годы на юге США способ массового выпуска облученных особей (Со 60-лучами) был успешно применен для борьбы с мясной мухой (*Cochliomyia hominivorax*), поражающей крупный рогатый скот и коз и причиняющей большой вред мясной промышленности. В последствии были созданы биофабрики производительностью 20 млн мух в сутки. Положительные результаты производственных опытах были достигнуты и в области защиты растений при борьбе со средиземноморской плодовой мухой (*Ceratitis capitata*), вишневой мухой (*Rhagoletis cerasi*) и оливковой мухой (*Lasius okne*). В Голландии успешно применяют этот метод в борьбе с луковой мухой (*Delia antiqua*), а при использовании его против капустных мух (*Delia brassicae*, *D. floralis*) получены отрицательные результаты. Теоретическая модель автоцида, хотя не общепризнана, показала положительный эффект этого метода в сравнении с химической борьбой.

Успех этого способа биологической борьбы с врагом зависит от ряда предпосылок, которые ограничивают практическое его применение, а именно:

- необходим метод, с помощью которого можно проводить стерилизацию самцов без снижения их способности к копуляции и конкурентоспособности к нормальным самцам;
- как правило, должна происходить только одна копуляция, при которой оплодотворяются или не оплодотворяются все яйца самки;
- Массовое размножение выпускаемых стерильных самцов должно быть возможным с экономически оправданными затратами;
- популяция вредителя должна быть локализована в замкнутом ареале, в котором прилет необлученных самцов со слабо выраженной вагинальностью ограничен;
- применение метода требует точных знаний популяционной динамики и мониторинга вредителя, чтобы и оптимальный срок можно было проводить массовое «наводнение» ареала вредителя стерилизованными самцами;
- выпуск целесообразно проводить при возможно низкой плотности популяции, при необходимости после ее редукции, следует применять разовую аппликацию инсектицидом;
- выпущенные особи не должны вредить посевам и посадкам
- высокая стоимость этого метода борьбы должна окупаться хозяйственным доходом или снижением токсикологического риска при частом использовании инсектицидов на больших площадях.

Второй вариант генетического метода (автостерилизация) основан на обработке химическими средствами (хемотрериянтами) для стерилизации или ослабления вредных организмов природной популяции в местах их скопления. Известно более 500 соединений, которые вызывают у насекомых стерильность.

Этот метод из-за своих токсикологических проблем (большинство вышеназванных хемотрериянтов действуют не специфично и являются для теплокровных более или менее мутагенными, онкогенными, тератогенными веществами) не нашел практического применения.

Другие теоретические подходы генетического метода, как использование внутривидовой несовместимости (например, аллопатические популяции некото-

рых видов насекомых не дают при скрещивании потомков) или выведение популяций насекомых без диапаузы, которые не жизнеспособны в регионах с соответствующими климатическими условиями, пока только исследуются.

Генетическая инженерия. Это новейший метод биологии, который дает возможность манипулировать молекулами нуклеиновых кислот. Важной особенностью молекулярных процессов является то, что процессы хранения, передачи и реализации генетической информации организованы сходно у всех организмов. В связи с этим генетическая инженерия позволяет использовать генетическую информацию разных видов (включая другие царства) для конструирования организмов с новыми функциями.

В настоящее время генетическая инженерия вышла за рамки теоретических исследований и становится мощным фактором развития сельского хозяйства. По данным международных организаций, в 2002 г. около 15% продукции растениеводства в экономически развитых странах было произведено с помощью трансгенных растений. Лидеры в использовании генетической инженерии – США, Аргентина и Канада. В США уже в 2000 г. 35,7 млн га были заняты трансгенными сортами и гибридами различных культур.

Передачу генетической информации преимущественно проводят в культурах клеток и тканей (*in vitro*). Инструментами генетической инженерии служат ферменты и векторы. С помощью набора ферментов метаболизма нуклеиновых кислот (рестриктазы, репликазы, транскриптазы, лигазы) можно выделять из хромосом нужные участки ДНК, копировать их, сшивать фрагменты. Основные направления применения генетической инженерии в иммунитете растений следующие:

– перенос генов устойчивости диких видов и культурных растений; - использование генов микроорганизмов, продукты которых индуцируют в растениях чужеродных генов, оказывающих токсическое действие на патогены;

– манипуляция генами, участвующими в передаче информации в цепи сигнальной трансдукции и регулирующими отдельные механизмы защиты;

Выявлены бактерии, которые оказывают токсическое действие на вредителей.

Обнаружено, что бактерия *Bacillus thuringiensis* – возбудитель бактериальных заболеваний насекомых, вырабатывает набор токсинов, вызывающих гибель насекомых разных семейств (в зависимости от штамма бактерии). Гены токсинов были клонированы и получили название семейства *Vt*-генов. Эти токсины безвредны для человека, животных и полезных насекомых благодаря специфичности действия, быстро разрушаются. Благодаря этим свойствам *Vt*-гены широко применяют в защите растений. В настоящее время получены трансгенные сорта – табак, томаты, картофель, кукуруза, хлопчатник, рис, соя, брокколи и др. В США в 1998 г. был создан трансгенный сорт картофеля с тройной устойчивостью, который помимо *Vt*-гена содержал ген устойчивости к вирусу скручивания листьев и ген устойчивости к гербициду глифосату. Помимо *Vt*-генов для придания устойчивости к насекомым широко применяют гены, кодирующие ингибиторы пищеварительных ферментов насекомых – протеиназ, хемотрипсина. Продукты этих трансгенов выполняют роль факторов антибиоза, нарушая питание и оказы-

вая токсическое влияние на вредителей. В результате популяция вредителей на сельскохозяйственных культурах резко уменьшается, снижается их вредоносность.

В 2000 г. в тех странах, где разрешено использование генетически модифицированных продуктов, сортами трансгенных растений, устойчивых к насекомым, было засеяно около 380 тыс. га, из них: хлопчатником 230 тыс. га, трансгенной кукурузой 144 тыс. га, трансгенным картофелем 5 тыс. га. Возделывание трансгенных растений привело к существенному сокращению применения инсектицидов и повышению урожайности.

В России работы по биотехнологии и биоинженерии растений развернуты во Всероссийском НИИ сельскохозяйственной биотехнологии в РГАУ – МСХА им. К. А. Тимирязева, в НИИСХ Юго-Востока, во ВНИИ сахарной свеклы и сахара, ВНИИ кормов и других научных учреждениях. Получено большое разнообразие соматональных вариантов пшеницы, ячменя, клевера, люцерны, картофеля, сахарной свеклы, томатов, плодовых и других культур, имеющих ряд полезных признаков, включая устойчивость к заболеваниям и вредителям, которые были переданы в селекционный процесс.

Исследования по генетической модификации интенсивно проводятся в Центре «Биоинженерия», Институте физиологии растений, в Институте общей генетики им. Н. И. Вавилова и др. В Центре «Биоинженерия» РАН созданы формы картофеля, устойчивые к колорадскому жуку, которые переданы на государственную регистрацию.

При селекции на иммунитет все методы отбора имеют общие особенности: *негативный отбор* восприимчивых форм в потомстве (браковку) и *тандемный характер* отбора. Термин «тандемный» означает, что *оценку* ведут по двум комплексам признаков в одном поколении: сначала отбирают устойчивые формы, а затем среди них выделяют растения с лучшим сочетанием хозяйственно-ценных признаков.

Метод однократного *индивидуального отбора* в селекции самоопыляющихся растений предусматривает проведение через все этапы селекционного процесса потомства однажды отобранных элитных растений. Примером служит устойчивый к шведской мухе сорт ячменя Харьковский 306, который был получен с помощью индивидуального отбора из эфиопского образца.

У перекрестноопыляемых растений разновидностью индивидуального отбора является индивидуально-семейный отбор, при котором семена каждого элитного растения высевают по семьям на отдельных изолированных площадках. Ярким примером успешного применения индивидуально-семейного отбора может служить создание сортов люцерны, устойчивых к люцерновой тле. За три года был создан синтетический сорт Моапа, представляющий смесь отборов из сорта Африкан. На основе 13 растений, отобранных из сорта Африкан в Калифорнии, Аризоне и Неваде, был выведен сорт Сонора. Столь быстрое выведение сортов, устойчивых к тле, – рекорд в селекции перекрестноопыляемых растений.

Недавно было использовано для снижения численности сочетание химической стерилизации с привлечением половыми феромонами самцов плодовых мух *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). Работа проводилась на острове Майорка,

что особенно благоприятно для экспериментов со стерилизацией самцов. Результаты нельзя назвать многообещающими – численность популяции в природе снизилась в среднем на 20 % и, следовательно, в дальнейшем она быстро восстановится.

Подобные эксперименты были проведены с некоторыми бабочками, но в качестве стерилиантов были использованы радиоактивные мутагены. Был получен положительный эффект, но на небольшой площади (около 4 га).

Ответим, что использование в открытой природе активных стерилиантов может быть опасным для человека.

Были также проведены эксперименты, в которых в северных районах США выпускали хлопкового долгоносика из южных районов этой страны. Фотопериодическая реакция южных популяций была приспособлена совсем к иному фотопериоду, чем у северных. В результате гибридизации в массе появлялись особи с промежуточной фотопериодической реакцией, которые не были приспособлены к выживанию при низких зимних температурах. Вместо самцов с нарушенной генетической программой для выпуска могут быть использованы насекомые, взятые из северной или южной части ареала, что приводит к неблагоприятному сдвигу физиологической программы подготовки насекомых к зимнему сезону.

Генетический метод применяется относительно редко из-за сложности и определенной ненадежности. Надо отметить, что, как лучевая стерилизация, так и, тем более, химическая, могут быть опасными для здоровья людей, работающих на этом производстве или в поле.

Среди ингибиторов синтеза хитина наиболее часто применяется препарат инсегар. Он успешно применяется против многих вредящих фитофагов.. В частности, было показано, что двукратная обработка сада димилином против яблонной плодовой гнили столь же эффективна, как пятикратная обработка традиционными инсектицидами.

К сожалению, и к регуляторам роста и развития может возникать резистентность, подобно тому, что наблюдается при длительном применении обычных инсектицидов.

В принципе, вообще любой пестицид воздействует на определенные системы органов. Поэтому в экологическом плане возможность отрицательных последствий примерно та же, что и при использовании обычных химических пестицидов узкого спектра действия.

Использование трансгенных растений. Это новое направление в защите растений от вредителей и болезней основано на достижениях современной генной инженерии, способной конструировать растения с полезными для человека свойствами.

В настоящее время в мировой практике на миллионах гектарах возделывают трансгенный картофель, не повреждаемый колорадским жуком. Такое невосприимчивость картофеля колорадским жуком объясняется тем, что в геноме картофеля встроена часть ДНК бактерии *Bacillus thuringiensis*, ответственный за синтез белков, токсичных для вредителя. Создание и культивирование трансгенных растений может в будущем внести существенные изменения в стратегию защиты растений.

6.9 Вопрос об использовании продукции генетически модифицированных растений, содержащих бактериальные токсины, еще не может считаться окончательно решенным. Такие растения получают в результате генной инженерии. В геном растений встраивают гены других организмов, в том числе даже от представителей других царств. В геном необходимо ввести не менее трех чужеродных генов. Таким образом, например, получают растения риса, обогащенные витамином А, что очень важно для населения Юго-восточной Азии. В 2001 году посевы трансгенных растений в США составили 35,7 миллиона га, в Аргентине – 11,8 миллионов, в Китае – 1,5 миллиона. В России посев трансгенных растений пока запрещен, однако разрешено потребление пищи и кормов из трансгенных сои, кукурузы, картофеля и сахарной свеклы

Для защиты растений в их геном вводят гены бактерии *Bacillus thuringiensis*, вызывающей заболевания насекомых, обычно кончающиеся их гибелью. Среди таких растений хлопок, кукуруза, табак и картофель. Питание такими растениями кукурузы приводит к гибели гусениц стеблевого мотылька, а картофеля – колорадского жука. При питании тлей на трансгенных растениях *Solanum melongena* их плодовитость и, соответственно рост численности популяций заметно снижаются (Ribeiro and oth., 2006). Использование таких растений снимает необходимость применения пестицидов. Это приводит к заметному увеличению численности естественных врагов. Общая устойчивость агроэкосистемы при этом должна возрасти, что может быть полезным и для соседних угодий.

Уже в первый год после начала использования (1996 год) в США экономия химических пестицидов (фосфорорганики и ниретроидов) составила не менее 3.8 миллионов литров. Расчеты показывают сметное снижение себестоимости сельскохозяйственной продукции.

К сожалению, результаты использования таких растений вызывают сомнения. Действительно, с одной стороны, использование трансгенных растений приводит к сокращению числа обработок полей пестицидами, что с экологической точки зрения полезно как для природы, так и здоровья человека. Как сообщает В. В. Костюков, на полях трансгенного картофеля и в примыкающих к ним биотопах найдено в 1,5–2 раза больше видов перепончатокрылых, чем на полях обычного картофеля и вокруг них. В целом, на посадках трансгенного картофеля количество особей и видов всех естественных врагов значительно выше, чем на посадках обычных растений. Причины такого неоднократно наблюдавшегося и на ряде других генетически модифицированных растений повышения биоразнообразия остаются неизвестными, но, скорее всего, оно объясняется резким снижением пестицидного пресса. Ясно, что энтомофаги редко способны поедать растительные ткани, в том числе и с содержанием пестицида. Снаружи же трансгенного растения ядовитые токсины отсутствуют, хотя, по-видимому, могут быть обнаружены в пыльце и нектаре. С другой стороны, ядовитые соединения распространяются по пищевым цепям и приводят к снижению плодовитости таких энтомофагов как жужелицы и стафилины. Сообщается об отрицательном воздействии токсинов таких растений и на паразитических перепончатокрылых.

Возможен даже и эффект, прямо противоположный ожидаемому. Так, при питании гусениц совок генномодифицированным хлопчатником может повыситься-

ся уровень их жизнеспособности, а также увеличиться плодовитость имаго. На посевах генномодифицированной кукурузы возрастает численность тлей.

Токсины, появляющиеся в растении, небезразличны для здоровья человека и в ряде случаев даже опасны для него. Возможное вредное воздействие продуктов, полученных из генетически модифицированных растений, может проявиться через десятки лет и даже отразиться на здоровье следующих поколений.

Переопыление окружающих поле близкородственных растений пылью трансгенных растений может дать разнообразные и непредсказуемые эффекты. Кроме того, к токсинам этой бактерии у насекомых возникает резистентность, подобно устойчивости к химическим пестицидам.

Генномодифицированные растения тыквы менее охотно посещаются опылителями, так как у таких растений женские цветы.

6.10 Феромоны — химические синтетические препараты (аналоги природных ароматических веществ), выделяемые готовыми к спариванию самками для привлечения самцов в соответствии с видовой специфичностью. Феромоны подразделяют на **половые, агрегационные, тревоги, следовые** и т. п. Наиболее хорошо изучены половые феромоны насекомых обоих полов. Для привлечения насекомых используют различного вида ловушки, которые устанавливают в насаждении в период массового лёта насекомых.

Половые феромоны (обычно синтетические) могут быть использованы для снижения численности вредных фитофагов тремя разными способами:

– во-первых, в ряде случаев специальные ловушки с феромоном в качестве привлекающего фактора могут вылавливать большое количество самцов, создавая «самцовый вакуум». К сожалению, добиться такого эффекта очень сложно. Требуется вешивать очень большое количество ловушек, что является весьма трудоемкой работой. Кроме того, известно, что иногда насекомые прилетают на запах феромона каких-либо близких видов – не повредит ли это естественным альтернативным видам, обитающим в природе.

Во вторых сбор самцов на свет предлагается использовать для мониторинга состояния популяции данного вида. Однако здесь следует помнить о зависимости действия любых привлекающих факторов от погоды. Даже при очень большой численности популяции данного вида в холодную погоду сбор ловушек может быть нулевым. Действительно, И. Н. Иванова и О. Д. Ниязюк показали полное отсутствие корреляции между количеством бляшек яблонной плодовой гнили в феромонных ловушках и процентом поврежденных плодов. Наоборот, этот процент высоко достоверно связан с уровнем средней температуры воздуха.

Тем не менее, сообщается, что обнаружена достоверная корреляционная зависимость между количеством отловленных феромонными ловушками самцов шелкопряда и численностью личинок этих жуков (проволочников).

В-третьих, возможно применение феромонов при их высокой концентрации для дезориентации самцов особенно вредителей садов. Если самцы находят самок с помощью феромонов, то кажется очевидной возможность потери такой ориентации при искусственном насыщении воздуха подобными феромонами. В ряде случаев этот метод оказывается успешным, особенно при защите садов от пло-

жорки и других листоверток. Возникают следующие сомнения по поводу экологической опасности – остается неясным, насколько такая высокая концентрация феромона безопасна для человека.

В садах таким способом, может быть, достигнуто резкое снижение численности различных листоверток, включая яблонную плодожорку. Заметим, что эти авторы получили высокий эффект, если в сочетании со способами дезориентации использовали микробиопрепараты.

Обычно феромоны у насекомых выделяются сразу после завершения метаморфоза. Феромоны – это многокомпонентные смеси, легко распространяющиеся в воздухе и создающие вокруг самок активное пространство. У самки непарного шелкопряда при скорости ветра 1 м/с длина феромонного облака составляет 4 500, ширина – более 200 м. Полет самцов определяется направлением ветра. Для обеспечения внутривидовых связей насекомые продуцируют небольшое количество половых феромонов. В защите растений используют синтезированные половые феромоны, при этом преследуются следующие цели: мониторинг численности вредителя, дезориентация самцов и снижение плотности популяции за счет отлова части самцов.

Половые феромоны используют в основном против чешуекрылых насекомых (непарный шелкопряд, дубовая зеленая листовертка, яблоневая плодожорка). В настоящее время в защите растений применяют следующие феромонные препараты: диспарлюр – для отлова самцов непарного шелкопряда, вертенол БС-1, БС-2 – для привлечения жуков короеда-типографа.

Для привлечения насекомых феромоны помещают в различного вида ловушки. В зависимости от вида насекомого они имеют различные конструкции.

Кайромоны – вещества, вызывающие определенную поведенческую реакцию у насекомых: концентрацию энтомофагов на определенных участках, территории в целях усиления их деятельности; повышение поисковой способности паразитов при массовом разведении энтомофагов. Использование кайромонов в сочетании с другими биологически активными веществами дезориентирует насекомых в поисках хозяина.

Репелленты - аналог запахов, отпугивающих насекомых от объекта питания. Наиболее распространены репелленты для защиты человека и сельскохозяйственных животных.

Гормональные препараты – модели (аналоги) основаны на вмешательстве в физиологию живых существ на молекулярном уровне. Они быстро распадаются на составные части, поэтому не представляют опасности для человека и животных. В отличие от обычных пестицидов гормональные вещества не являются ядами, не оказывают отравляющего действия ни на один из типов клеток организма, не нарушают и не убивают клетки и ткани, а лишь нарушают согласованность и последовательность процессов их дифференциации.

К гормональным препаратам относятся **экдизоны** – сложные химические синтетические вещества, аналоги гормонов линьки насекомых. Они чрезмерно усиливают процесс линьки, при этом шкурки не сбрасываются, что нарушает процесс питания и обеспечивает гибель насекомых на фоне обилия корма.

Ювеноиды – аналоги ювенильного гормона, подавляющие метаморфоз и

метаболизм насекомых. Они обеспечивают сильное снижение активности нейро-секреторных клеток вплоть до их дегенерации.

Ингибиторы – вещества, замедляющие протекание химических реакций или прекращающие их, или вещества, тормозящие биологические процессы. При этом нарушается хитин клеток. Наиболее часто в защите растений используют препарат **димилин** – ингибитор синтеза хитина. Механизм действия димилина заключается в том, что при попадании в насекомого с пищей во время линьки он препятствует образованию хитина и формированию новой кутикулы у личинок, а при воздействии на взрослых насекомых вызывает их стерилизацию. Димилин применяют в очень небольших концентрациях. Так, против гусениц горностаевых молей 1–2-го возраста употребляют раствор в концентрации 0,0006 мг/л, против гусениц 4–5-го возраста – 0,06–0,6 мг/л. Оптимальные сроки обработки димилином против минирующих молей – время лёта и откладки яиц. Установлена активность димилина к колорадскому жуку, некоторым клопам, тепличной белокрылке.

Против разных групп насекомых и клещей используют также ингибиторы – производные мочевины: **сонет** (против листоедов), **апполо** (против паутинных клещей), **ниссоран** (против клещей) и др.

Стерилилянты – общее название средств, нарушающих способность организма к размножению (химические препараты, радиационная дезинсекция, гамма-облучение), в том числе хемотренизаторы – химические препараты для стерилизации самцов и самок в целях снижения и последующего самоуничтожения природной популяции вредных насекомых.

Антифиданты – химические вещества, предохраняющие растения от поедания насекомыми. Они отпугивают насекомых от пищи.

Суперфиданты стимуляторы обжорства, возбуждающие аппетит у растительноядных насекомых. Насекомые поедают обработанный корм до тех пор, пока не погибнут.

7 МНОГОЯДНЫЕ ВРЕДИТЕЛИ

Рассматриваемые вопросы:

7.1 Многоядные вредители отряда прямокрылые

7.2 Многоядные вредители из отряда жесткокрылые

7.3 Многоядные вредители из отряда чешуекрылые

7.1 Семейство саранчовые (*Acrididae*). На протяжении многих веков человечеству приходилось сталкиваться с саранчой, систематически уничтожающей посевы. Нашествие саранчи являлось подлинно стихийным бедствием, равным пожарам и градобитиям. Тучи лётной саранчи достигали огромных размеров, застилали солнце, наводя ужас на земледельцев: «Природа, как будто охваченная безумием, порождает несметные тучи саранчи».

Мигрирующая саранча, которую называют пустынной, – это насекомое весом 2–3 г, обитает на южной окраине Сахары и обычно очень немногочисленна.

Когда под влиянием каких-то ещё малоизученных климатических сдвигов она начинает размножаться, появляются тучи этих насекомых. Масса саранчи может покрыть сразу 100 (а через 5–6 дней – 40000) квадратных километров, а вес её достигает 70000 тонн. Налёты таких туч опустошительны.

Первые упоминания о саранче в русских летописях относятся к 1003 г. В дореволюционной России земледельцы часто страдали от налётов саранчи. Позже учёными были разработаны эффективные меры борьбы с саранчовыми. Ежегодно проводимые истребительные мероприятия свели этих массовых вредителей до хозяйственно безвредного состояния. В настоящее время на большей части территории СНГ саранчовые отмечаются в небольшой численности. Все возможные места размножений саранчи находятся под постоянным контролем. Российские специалисты по соглашениям оказывают помощь в борьбе с саранчой пограничным странам, где до сих пор бывают массовые вспышки размножений этих вредителей. Ежегодно в нашей стране против саранчовых проводятся профилактические мероприятия на больших площадях.

Саранчовые являются теплолюбивыми насекомыми (термофилами). Различают стадные и нестадные (одиночные) формы. Наиболее опасные виды – вредители из стадных саранчовых: перелётная, итальянский прус, марокканская саранча, пустынная саранча, а из нестадных – сибирская кобылка, крестовая, темнокрылая и другие. В СНГ обитает более 500 видов саранчовых.

Перелётная или азиатская саранча – *Locusta migratoria* L. Личинки и взрослые стадной формы сильно вредят на юге Европейской части СНГ, Кавказе, Алтае, Казахстане, Средней Азии, а также в юго-восточных районах Западной Европы, на Ближнем Востоке, в Западном Китае, Японии и Индии. Трудно перечислить культуры, которым не вредит перелётная саранча. Это и зерновые, и технические, и овощные, и плодовые. В Таджикистане вредят особи одиночной фазы на овощных культурах, рисе, хлопчатнике.

Кубышка перелётной саранчи слабоизогнутая, длиной 50–76 мм, в ней расположено в четыре ряда от 55 до 115 яиц. Откладывает самка яйца в 2–3 кубышки.

Развивается вредитель в одной генерации. Откладка яиц происходит в августе – сентябре. Личинки отрождаются во второй декаде мая. Имеют 5 возрастов и различаются по длине тела, числу члеников в усиках (1-й, 2-й, 3-й возраст – 13–14, 15–19, 17–22 члеников соответственно), зачаткам крыльев. Зачатки крыльев хорошо просматриваются в 3-ем возрасте. Гнездилища находятся в местах, заросших тростником, по берегам рек и озёр. В пределах СНГ места обитания и возникновения стадной фазы долгое время были расположены в дельтах Дуная и Днестра, в низовьях рек, впадающих в восточную часть Азовского и северную часть Каспийского морей, по среднему течению Сырдарьи, в дельте Амударьи, в бассейне озера Балхаш, и т. д. Хотя в настоящее время эти очаги в большинстве перестали быть местами массовых отрождений стадной фазы, они всё-таки таят в себе постоянную угрозу. Особенно это относится к очагам, расположенным в низовьях Волги, прикаспийской низменности, в районе Аральского моря и в бассейне озёр Балхаш, Алаколь, Зайсан.

Размножение саранчовых ограничивается их естественными врагами: насе-

комыми и паразитическими грибами. Гриб *Empusa grylli* (Fresen.) может вызывать иногда целые эпидемии. Из насекомых паразитами саранчовых являются жуки из родов *Mylabris* (нарывники) и *Epicauta* (шпанки), личинки которых паразитируют в кубышках, живородящие мухи из рода *Sarcophaga* и ряд видов *Blaesoxipha* на фазе личинки живут в теле кобылок. Саранчовых уничтожают птицы: грачи, трясогузки, скворцы, грызуны (суслики, которые уничтожают кубышки, землеройки).

Итальянский прус – *Calliptamus italicus* L. Размножается вид более интенсивно в зоне злаково-полынной степи и полынной полупустыни. Личинки и взрослые сильно вредят на юге Европейской части СНГ, в Крыму, в Средней Азии, во многих странах юга Западной Европы, на Ближнем Востоке, в Иране. В 2010 г. наблюдалась вспышка численности в Ростовской области – до 600 экз./м².

Для откладки яиц предпочитает плотную землю.

Повреждает подсолнечник, картофель, хлопчатник, овощи, и злаки.

Все виды саранчовых, обитающие в СНГ, имеют одно поколение. Яйца в кубышках зимуют в верхнем слое почвы. Отрождение личинок растянуто, это связано с рельефом местности, влажностью почвы и т. д. Массовое отрождение чаще всего происходит после дождя (весной с наступлением тепла). Развитие личинок длится 30–50 дней. У большинства – пять возрастов, у кобылок – 4. Созревание яиц длится у различных видов от 5–10 дней до месяца. Кубышки располагаются в почве на глубине до 6 см. Большинство видов откладывают от 2–3 (азиатская саранча) до 9–18 кубышек (сибирская кобылка). Плодовитость отдельных видов варьирует от 27 до 400 яиц. Откладка яиц обычно начинается с конца июля и заканчивается в сентябре-октябре.

Изучением саранчовых занималось и занимается большое число отечественных и зарубежных учёных. Отечественная литература по саранчовым включает около 3000 работ, а мировая – более 10000. На примере саранчовых вскрыт ряд закономерностей в динамике численности насекомых, фазовой изменчивости, трофических связях, приуроченности к станциям и резервациям. В 20-х гг. XX века в Лондоне был организован Всемирный противосаранчовый институт. Впервые в борьбе с саранчовыми в Средней Азии был разработан и применен авиационно-химический метод.

Меры борьбы строятся на ликвидации характерных стадий (мелиорация, освоение целинных земель). Проводится глубокая распашка участков, где много кубышек, дискование обочин дорог (плотное) и запашка полей люцерны (если есть кубышки). Осеннее и весеннее обследование с учётом экономических порогов вредоносности (далее – ЭПВ): в период вегетации у итальянского пруса 2–5 экз./м², у азиатской саранчи – 1 экз./м². Уничтожение личинок 2-го – 3-го возрастов в станциях, путём опрыскивания инсектицидами (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

На численность вредителей семейства саранчовых влияют: увеличение густоты травяного покрова пастбищ (подсев), орошение пастбищ (замедляется развитие всех стадий), удобрение и поверхностная обработка почвы на глубину 6–8 см (кубышки), плоскорезная обработка, осушение пастбищ, распашка целинных участков.

7.2 Семейство кузнечиковые (*Tettigoniidae*). Известно около 70 видов, вредящих сельскохозяйственным культурам. Наиболее часто встречаются *Tettigonia viridissima* – обыкновенные зелёный кузнечик, *T. caudata* – хвостатый зелёный кузнечик, *Decticus verrucivorus* – обыкновенный серый кузнечик, *Isophya gracilis* – кубанская изофия, *I. taurica* – крымская изофия (кузнечик).

Обыкновенный зелёный кузнечик – *Tettigonia viridissima* L. Личинки и взрослые особи вредят в Белоруссии, Закарпатье и в других частях Украины, на юге-востоке европейской части СНГ, в Крыму, Краснодарском крае, на Кавказе, в Алтайском крае, в Казахстане, Киргизии, Узбекистане, Таджикистане. Длина тела 27-42 мм. Повреждают посевы ржи, пшеницы, ячменя, кукурузы, бобовых, овощных и бахчевых, технических культур, а также древесные насаждения. У злаков могут кроме листьев, объедать и незрелые зёрна.

Хвостатый зелёный кузнечик – *Tettigonia caudata* Ch. Вредит в Тамбовской области махорке, в Нижнем Поволжье и Заволжье повреждают всходы и листья злаков, картофеля, кукурузы, бобовых, овощных и бахчевых, технических культур. На Кавказе, Алтае и в Казахстане вредит посевам пшеницы, ячменя, кукурузы и др.

Генерация 1 в год. Зимуют яйца в почве группами (по 2–8). Весной с наступлением тепла происходит отрождение личинок – 50–70 дней. Заселяют станции плотных нераспаханных земель.

Меры борьбы. Распашка и окультуривание остатков целины, борьба с кустарниками. Опрыскивание мест скопления личинок инсектицидами (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

Семейство сверчковые (*Gryllidae*). В СНГ вредит около 10 видов сверчков.

Степной сверчек – *Melanogryllus desertus* Pall. наиболее вредоносен. Обитает на юге европейской части СНГ, Кавказе, Казахстане, Средней Азии. Вредит злакам, овощным и техническим культурам, винограду, всходам чая и лимона и т. д.

Одна генерация в год. Зимуют личинки последних возрастов в норках на необработанных землях под растительными остатками. Весной на Кубани личинки выходят из диапаузы и начинают питаться в начале апреля. Наиболее опасно повреждение всходов в фазу семядольных листочков (пропашные культуры). Со 2-й декады мая наблюдается откладка яиц в почву по одному или группами 10–15 штук на глубину 1–1,5 см. Яйцекладка растянута и продолжается до августа с максимумом в июне. Эмбриональное развитие 15–20 дней. Отрождение личинок начинается с июня. Развивается личинка 45–90 дней и уходит на зимовку.

Меры борьбы. Распашка целинных участков, зяблевая обработка, уничтожение кустарников, послеуборочных остатков, борьба с сорняками. При превышении ЭПВ (на всходах подсолнечника 2–3 экз./м²) проводят опрыскивание растений инсектицидами (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов разрешенных к применению на территории РФ»).

Семейство медведки (*Gryllotalpidae*). Обыкновенная медведка – *Gryllotalpa gryllotalpa* L. Распространена в Европейской части России, Крыму, Кавказе, Казахстане, Туркмении, Узбекистане.

Медведки – полифаги, повреждают пшеницу, рис, ячмень, кукурузу на зерно, бобовые, овощные и технические культуры. Вредят в питомниках плодовым культурам.

Обитают в почве и только изредка появляются на поверхности. Половозрелые особи делают перелёты в вечернее и ночное время. Летят на свет, хорошо плавают. В агробиоценозах обычно заселяют огородные участки, орошаемые, хорошо удобренные поля с высоким залеганием грунтовых вод.

Одна генерация в год; в большинстве районов ареала развитие генерации заканчивается летом следующего года. Зимуют личинки или взрослые насекомые на глубине до 1 м. В Краснодарском крае выход из зимовки наблюдается в начале апреля. При температуре 12–15°C медведка активно питается. С середины апреля начинается спаривание, которое очень растянуто. Самки с начала мая откладывают яйца в специально устроенные земельные камеры по 300–350 яиц в каждую. Откладка яиц продолжается почти до начала сентября. Эмбриональное развитие длится 10–20 дней и более. Массовое отрождение личинок обычно происходит с середины июня до конца июля. На зимовку личинки уходят в октябре, иногда даже в ноябре.

Естественные враги – грачи, скворцы, землеройки, ящерицы, кроты. В кишечнике паразитируют нематоды, снаружи вредителя атакуют хищные клещи.

Меры борьбы. Глубокое рыхление междурядий пропашных и овощных культур - уничтожает гнезда и ходы медведки. Внесение органических удобрений (навоза) в осенний период на глубину до 70 см способствует заселению вредителем. В зимний период места скопления вредителя раскапывают, медведок уничтожают. Проводят изготовление и внесение отравленных приманок из смеси отваренного зерна пшеницы или кукурузы (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов разрешенных к применению на территории РФ»).

Семейство щелкуны (*Elateridae*). Жесткокрылые насекомые являются опасными вредителями полевых и овощных культур. Личинки (проволочники) жуков-щелкунов широко распространены и известны. Вредоносность личинок щелкунов известна в Европе не менее 200 лет и около 180 лет в России, но до сих пор для ряда почвенных разностей не имеется вполне радикальных мероприятий по борьбе с этими вредителями.

Еще Линдеман в 1887 г. писал, что «причина бессилия в деле противодействия размножения костяников (проволочников) заключается в незнании их образа жизни». Успех в разработке эффективных мер борьбы с вредными насекомыми обусловлен в первую очередь полнотой знания экологических и биологических особенностей, а также условий их вредоносности. В первый определитель вошло всего 14 видов проволочников (Знаменский, 1926, 1927). В 1948 году А. И. Ильинским было описано 38 видов, а в работу М. С. Гилярова (1952) вошло 48 видов личинок щелкунов европейской части СНГ. В 1964 г. В. Г. Долиным составлен определитель личинок 129 видов щелкунов.

Развитие преимагинальных стадий жуков-щелкунов происходит в почве,

лесной подстилке или гнилой древесине. Свежеотложенные яйца обычно молочно-белые или кремоватые шарообразные, овальные или эллиптические, до 0,5 мм в диаметре. В начальный период развития они адсорбируют воду, при этом увеличиваются в размерах примерно в 1,5 раза. При недостатке влаги в субстрате яйца не развиваются и погибают. Эмбриональное развитие в зависимости от условий продолжается от 2 до 4 недель, сумма эффективных температур для различных видов находится в пределах 280–350°C.

Отродившиеся личинки живут, видимо, за счет зародышевого желтка. По данным В. Д. Долина при температуре 18–20°C личинки приступают к активному питанию через 12–24 часа. Личинки первого года жизни обычно не расползаются и держатся вблизи мест отрождения, достигают 3,5–5 мм и за это время 3–5 раз линяют. Как впервые установил А. С. Космачевский, поведение и физиологическое состояние личинки в течение одного возраста резко меняется. В период между линьками различают следующие этапы. Подготовка к линьке – за 5–10 суток до линьки личинки прекращают питание и передвижение, и находятся в личиночной пещерке, которую могут покидать на короткое время. В этот период вес личинки резко увеличивается (на 20–30%) за счет адсорбции воды, которая прочно связывается в организме. Линька и послелиночный период, когда старый хитин отслаивается, прорывается и сбрасывается назад. Процесс линьки продолжается от 4 до 8–14 часов. Полиньювшие личинки находятся в личиночной пещерке 3–7 суток и почти не делают движений. Хитин белый и непрочный и почти непроницаем. Период интенсивного питания после линьки; покинув личиночную пещерку, личинки интенсивно питаются и не делают особых передвижений, если пища имеется в достатке. Этот период у личинок разного возраста продолжается от 6 до 20 и более дней и увеличивается к старшим возрастам. Проницаемость кутикулы увеличивается. Период интенсивного движения и не значительного питания личинок – в течение 5–15 дней личинки активно передвигаются, по-видимому, в поисках благоприятных условий для линьки, интенсивность питания падает, проницаемость кутикулы возрастает. В конце периода личинка начинает изготавливать личиночную пещерку; последний период в природных условиях наблюдается не всегда и личинки линяют в непосредственной близости от мест питания (Долин, 1964).

Количество линек а, следовательно, и возрастов колеблется как у разных видов, так и у одного и того же вида. Проволочники имеют обычно 14–16 возрастов (т. е. 13–15 линек). Но при особо благоприятных условиях окукливание может наступать и в 10–12 возрасте. Продолжительность между линьками в первых 5–6 возрастах колеблется от 10 до 20 суток. Уже в 7–8 возрастах она составляет 30–40 и более суток. При неблагоприятном режиме питания срок между линьками в средних и старших возрастах увеличивается до 99–106 дней. Закончившие развитие личинки прекращают питание и интенсивно передвигаются в поисках оптимальных условий для окукливания. Куколка-колыбелька изготавливается более близко к поверхности почвы и более тщательно отделяется. Вес личинок увеличивается на 20–30 % за счет адсорбированной воды. Выбрав место для окукливания, личинка проделывает вертикальный или несколько наклонный ход кверху и, дойдя до поверхности, вновь опускается на 3–6 см, где и начинает изготавливать пещерку.

Процесс освобождения куколки длится 2–4 часа. Миграция личинок щелкунов в почве происходит в горизонтальном и вертикальном направлениях и связаны с поисками пищи, изменениями влажности и температуры. Некоторые виды проявляют активность преимущественно в ночное время, когда могут выходить и на поверхность почвы. Дневной образ жизни ведут личинки родов *Agriotes*, *Selatosomus*, *Melanotus* и др.

Важное значение в миграции личинок щелкунов имеет влажность почвы. При подсыхании верхнего горизонта личинки рода *Agriotes* уходят ниже, в более влажные слои, с чем связывают уменьшение их вредоносности в летний период. Но личинки некоторых видов (роды *Melanotus* и *Selatosomus*) и в таких же условиях остаются в верхних слоях почвы. Этим объясняется вредоносность их в течение всего вегетационного периода. Горизонтальные перемещения проволочников изучены слабо. Причиной этих миграций являются поиски личинками пищи и выбор благоприятных условия влажности. Личинки темного щелкуна в рыхлой супесчаной почве под чистым паром за 7 суток передвигались на 7 метров, а при наличии растительности за 3 суток – на 0,5 м.

Длительность развития личинок щелкунов зависит от наличия и качества пищи, суммы эффективных температур, влажности и др. Одни и те же виды в разных зонах ареала имеют различную длительность генерации. Например, полосатый щелкун в условиях Белорусского Полесья имеет 5-ти летнюю генерацию, в центральной и Левобережной местности Украины – 4 года, на юге Украины – 3–4 года. В целом следует считать, что у большинства видов в лесной зоне развитие личинок продолжается 4–5 лет, в средней полосе – 3–4 года, на юге – 3 года.

Нахождение пищи проволочниками путем направленных движений возможно лишь при условии частичного перехода пищевых веществ в почвенный раствор. Поэтому в сухой и умеренно влажной почве пищевые приманки не могут быть эффективными. Нахождение пищи в этих условиях происходит в результате беспорядочных поисковых миграций. Проволочники не заглатывают твердых частиц пищи, а отжимают сок из пищевых субстратов и заглатывают лишь жидкую фракцию. Роль фильтра выполняют волоски преоральной полости. Питание лишь жидкими фракциями пищи обуславливает высокую прожорливость личинок, которые вынуждены размельчать и отжимать пищевую массу во много раз больше, чем им необходимо для нормальной жизнедеятельности. На основании исследований В.Г. Долиным личинки щелкунов по типу трофических связей разделены на 5 групп:

- всеядные, но преимущественно фитофаги, связанные в основном со злаковой растительностью (*Agriotes*, *Ectinus*);
- всеядные, с сильновыраженной фитофагией, но предпочитающие (требующие) для нормального развития животную пищу (*Selatosomus*, *Corymbites*);
- всеядные, со слабо выраженной фитофагией (*Melanotus*, *Limonius*, *Athous* и др.);
- хищники и некрофаги (*Elater*, *Cardiophorini*, *Athous*);
- облигатные хищники (*Lacon*, *Adeloura* и др.)

Щелкун посевной – *Agriotes sputator* L. Распространен по всей Европейской части СНГ, за исключением Крайнего Севера.

Наибольшая численность личинок зарегистрирована на дерновых, супесчаных, дерново-подзолистых, перегнойно-карбонатных, серых лесных, деградированных и мощных малогумусных черноземах. Личинки развиваются 4 года, на юге 3. Окукливание в августе, фаза куколки длится 10–14 дней. Отродившиеся жуки зимуют в почве. В мае следующего года выходят и приступают к откладке яиц. Плодовитость самок достигает 100–120 яиц. Эмбриональное развитие продолжается 10–45 дней. Личинки отрождаются в конце мая – начале июня.

Повреждает злаковые культуры, овощные, корнеплоды, клубнеплоды и др.

Щелкун крымский (кубанский) – *Agriotes litigiousus* Rossi. Распространение: южный берег Крыма, Кавказ, Предкавказье.

Развитие личинок 3–4 года. Окукливание в июне на глубине 10–20 см. Стадия куколки 11–14 дней. Отродившиеся в июле жуки выходят на поверхность почвы, не питаются. Самки после спаривания зарываются в почву и в течение месяца откладывают яйца. Плодовитость до 370 яиц. Через 20–25 дней отрождаются личинки, которые зимуют 2–3 раза (одна генерация завершается за 3–4 года).

Щелкун степной – *A. gurgistanus* Fald. Распространение – лесостепная и степная зоны. Один из важнейших почвообитающих вредителей в степной зоне.

Массовое окукливание в Краснодарском крае наблюдается в июле. Развитие куколки – 10–12 дней. Жуки в июле выходят на поверхность. Активный лет с 20 июля и до конца августа. Спаривание и откладка яиц происходят в августе. Яйца откладываются на глубину 5–8 мм. Плодовитость самок – 180 яиц. Отрождение личинок в июле – августе. Полное развитие завершается за 3 года. Зимует личинка.

Широкий щелкун – *Selatosomus latus* F. Широко распространен в СНГ, за исключением Крайнего Севера, Казахстана, Сибири, Приморья.

Предпочитает тяжелые почвы (суглинистые, глинистые), на песчаных отсутствует, на супесчаных – встречается редко. Наиболее многочислен в южной части лесной зоны, в лесостепи и в северной полосе степной зоны. Личинки линяют и зимуют на глубине 30–35 см. При прогревании почвы до 9,5–10°C начинают активно питаться. Опасны для семян и рассады. В середине лета вредоносность незначительна. Осенью вредят картофелю и активно хищничают. Развитие продолжается 3,5–5 лет. Окукливание на Кубани с июня. Фаза куколки – 17–20 дней.

В Краснодарском крае устойчивое повышение количества проволочников наблюдается на плантациях табака (в 1971 г. – 94% площади), подсолнечника (65%), кукурузы (42%), сахарной свеклы (33%), на озимых (37%), овощных и многолетних травах (20-30%).

Для оценки заражения личинками применяется следующая шкала:

Степень заражения, личинок на м ²	Черноземная полоса	Нечерноземная полоса
Слабая	до 2	до 5
Средняя	2-7	5-20
Сильная	>7	>20

Комплекс естественных врагов шелкоунов сильно ограничен. Известны их паразиты – бескрылые наездники, *Paracordus apteroginus* Hall., и некоторые нематоды. Яйца и личинки в почве могут также уничтожать муравьи, некоторые жуки-железницы. Личинок также уничтожают некоторые виды птиц.

Меры борьбы. Обследование полей, севооборот (после люцерны численность проволочников уменьшается). Вспашка и весенняя культивация в срок. Это может снизить численность личинок на 70–80%. Лущение стерни, глубокая зяблевая вспашка, междурядная обработка пропашных (особенно в период яйцекладок и окукливания гибнет до 60–80%). Известкование почвы. Чистые пары очищают от проволочников (жуки не откладывают яйца); ранние посевы. Оптимальная заделка семян обеспечивают быстрое их прорастание и развитие всходов (к этому времени все проволочники мигрировали с нижних горизонтов почвы); борьба с сорняками (при наличии пырея заселенность проволочниками выше); посев устойчивых культур – гречиха, горох, лен; внесение минеральных удобрений (и навоза) тоже снижает вредоносность проволочников. Так, по данным ряда исследователей, в 1%-ом растворе хлористого калия проволочники окаменевают.

Всегда перед посевом необходимо знать численность проволочников. Для этого нужно проводить обследование полей и почвенные раскопки ещё с осени (проба 0,25 x 0,25 м на глубину 30–40 см, на 100 га до 12 проб). Наличие в весенний период перед посевом 2–3 проволочников на м² создает угрозу для полевых и пропашных культур.

ЭПВ: кукуруза на зерно (до посева) – 5–10 личинок/м², зерновые культуры (перед посевом) – 5–10 личинок/м², сахарная свекла (перед посевом) – 2–15 личинок/м². Рекомендуется опрыскивание инсектицидами (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

Семейство чернотелки (*Tenebrionidae*). В СНГ более 1000 видов чернотелок, с Кавказа известно 311 видов, в Краснодарском крае распространено 80 видов, около 12 из них встречается на пахотных угодьях.

Хитиновый покров имаго толстый и твердый, передние тазики шаровидные, переднеспинка обычно с острым краем, выражены эпиплевры. Брюшко из 5 сегментов, 3 из них сросшиеся. Многие виды утратили способность летать. Личинки называются ложнопроволочники.

Песчаный медляк – *Opartum sabulosum* L. Распространён в Европейской части СНГ, на Кавказе, на Юге и в средней полосе Сибири, в горных и предгорных районы Средней Азии.

Зимуют жуки. Откладывают яйца жуки со 2-й половины апреля – начала мая и до конца июня – начала июля. Плодовитость самок до 100 яиц. Эмбриональное развитие около недели. Развитие личинки – больше двух месяцев, куколки – 2 недели. Личинки окукливаются в конце июля – начале августа. Жуки живут около двух лет, ежегодно после перезимовки откладывают яйца.

Личинки грызут высеянные зерна, жуки – всходы злаков, сахарной свеклы, подсолнечника и др. Меры борьбы такие же, как и с проволочниками.

7.3 Семейство совки (*Noctuidae*). В мире известно около 25 тыс. видов различных видов семейства совок, в СНГ – более 2300 видов. По образу жизни и ха-

рактору причиненного вреда совок делят на 2 большие группы: надземных и подгрызающих. Гусеницы совок первой группы повреждают надземные части растений, а второй живут чаще в почве и повреждают растения на уровне почвы или в земле, отличать гусениц этих групп можно по строению их головы. У гусениц надземных совок 2 прилобных шва, ограничивающих прилобные склериты, сливаясь, переходят в теменной шов, идущий к теменному вырезу. У гусениц большинства видов подгрызающих совок прилобные швы впадают непосредственно в теменной вырез.

Гусеницы совок – полифаги, однако у каждого вида существуют в природе предпочитаемые растения. Есть среди совок олигофаги и очень редки монофаги. Существование пищевой специализации у многоядных совок известно давно и наиболее полно и глубоко этот вопрос разработан А. С. Данилевским (1935–1941) и И. В. Кожанчиковым (1941–1956). Этими учеными установлено, что среди растений, поедаемых многоядными насекомыми, выделяются группы оптимальных для развития, малопригодных и совершенно непригодных для полного развития. Отмечается, что почти для всех многоядных видов совок наиболее оптимальными растениями являются высшие двудольные, нормальное развитие на однодольных с первого возраста проходит только у некоторых.

Характерной особенностью многоядных видов является постоянная смена корма. По мнению О. И. Мережковой (1967), смена корма для многоядных совок является физиологической необходимостью. Меняя и выбирая корм, гусеницы удовлетворяют потребность организма. При потреблении одного вида растения, даже оптимального, на протяжении только одного поколения отрицательный эффект проявляется слабо, но уже во 2–3-м поколениях такой режим угнетает. В опытах О. И. Мережковой при питании отличной совки (*Mamestra sausa* Schiff.) в течение 2–3 поколений одним и тем же видом растения смертность гусениц увеличивается, а плодовитость уменьшается. Кроме того, питание одним видом растения изменило соотношение полов – количество самок уменьшилось, а самцов – увеличилось.

Процесс исторического развития трофических связей животных интересовал зоологов давно. С 1926 года господствовало высказанное Цвайгельтом мнение, что исходной формой питания была полифагия, и что специализация шла в сторону уменьшения многоядности, вплоть до монофагии. Однако, более широкая полифагия личинок насекомых в старших возрастах, наличие большого количества многоядных видов в изменчивой среде, а также результаты многочисленных опытных исследований изменили взгляд некоторых учёных на эволюцию трофических связей животных.

Ещё в 1935 г. А. С. Данилевский писал: «Обычное представление о полифагии как об исходной форме питания, выраженное Цвайгельтом в формуле от полифагии через олигофагию к монофагии – схематично и вряд ли отражает действительный путь эволюции пищевой специализации насекомых. Расширение круга питающих растений с возрастом, констатированное для многих насекомых, также не говорит в пользу первичности многоядности». И. В. Кожанчиков (1952) на основании многолетних наблюдений выразил свою точку зрения: «Все это позволяет рассматривать, многоядность животных как проявление биологической

специализации. Многоядность, как и монофагия, требует появления ряда специфических, физиологических и биологических черт. Таким образом, примитивной формой кормовых отношений животных следует считать олигофагию, когда круг кормовых объектов ограничен естественным сходством их химизма».

Вопрос пищевых связей до конца еще не изучен, хотя по многим многоядным видам получены интересные результаты.

Развитие гусениц. В пределах семейства *Noctuidae* имеются виды, гусеницы которых развиваются в весенний сезон, развитие многих видов проходит в летнее время, некоторые виды развиваются летом и осенью уходят в зимовку в фазе гусениц. В связи с тем, что развитие различных видов совок начинается в разное время и зимовка происходит в разных фазах, и вредная деятельность проявляется в разное время года. Вредоносность видов, зимующих в стадии куколки, наиболее ощутима в летний и осенний периоды, в зависимости от количества генераций. Вредоносность видов, зимующих в стадии гусениц младших возрастов, наиболее ощутима в весенний период, а тех, которые уходят на зимовку в старших возрастах, – в летний и осенний периоды. Длительность развития яиц и гусениц в различных условиях тепла и влажности различна.

Важное значение в жизни насекомых, и, в частности совок, имеет диапауза. А. С. Данилевский (1946–1961) и его последователи доказали, что диапауза у полициклических видов обусловлена годовым ходом длины дня. Годовой ход длины дня отличается от других экологических условий, определяющих наступление диапаузы и других сезонных адаптаций своей устойчивостью и астрономической точностью. При этом длина дня не влияет на физиологические процессы насекомых, а является сигнальным фактором подготовки к диапаузе. У моноциклических видов период диапаузы наследственно закреплен и не регулируется факторами внешней среды. Полициклическим видом совок свойственно бездиапаузное развитие летом, а осенью под влиянием укорочения дня у них наступает диапауза. У некоторых видов, как исключение, могут диапаузировать куколки летнего поколения (хлопковая совка). Такие куколки характеризуются меньшим содержанием воды и снижением интенсивности физиолого-биохимических процессов.

Озимая совка – *Scotia segetum* Schiff. (*Agrotis segetum* Schiff.). Распространена по всей европейской части СНГ кроме Крайнего Севера, в Западной Сибири встречается южнее линии Тобольск – Томск – Омск – Новосибирск, в Средней Азии и Закавказье она малочисленна.

На северо-западе европейской части СНГ вредит преимущественно озимым злаком, в основной зоне свеклосеяния – сахарной свекле, хлопчатнику, табаку. В РФ наиболее сильное повреждение наблюдались в 1922, 1925, 1928 гг., на Украине – в 1924 г.

Последние массовые размножения отмечены в 1959 – 1961 гг. В 1962 г. массовое развитие вредителя было отмечено в некоторых районах Средней Азии. В 1964 г. очаги с высокой численностью зарегистрированы в лесостепных и степных районах РФ и Украины.

Выделяют 3 основные зоны вредоносности озимой совки. Северная зона – Ленинградская, Псковская, Волгоградская, Ярославская области, северные районы Ивановской, Горьковской областей, Кировская область и Удмуртия – 1 поко-

ление.

Южная зона – районы свеклосеяние Украины, Северный Кавказ, Курская и Воронежская области – 2 поколения (1-е вредит сахарной свекле, 2-е – озимым злаком).

Третья и четвертая зона – Предкавказье, Закавказье и Средняя Азия – 3–4 поколения (1-е вредит сахарной свекле, хлопчатнику, картофелю, овоще-бахчевым, 2-е – посевам кормовых культур и др.). Нижний порог развития для всего цикла озимой совки равен 10°C.

Зимующие гусеницы залегают обычно на глубине 10–25 см. Весной, после достижения температуры порога развития (10°), гусеницы поднимаются вверх и окукливаются на глубине 1–6 см.

Массовый лёт бабочек начинается обычно, когда температура воздуха достигнет 16–17°C, в 1–2-й декадах мая, т. е. через 15 дней после начала вылета в южных районах и через 25 дней в северных районах, и продолжается 1–2 декады. Продолжительность жизни бабочек от 5 до 25 дней и зависит от питания гусениц и бабочек, а также от условий прохождения стадии куколки. По данным И. В. Кожанчикова (1936), развитие куколок при температуре 21–28°C и относительной влажности воздуха 75–85% приводит к максимальной длительности жизни самок (35–45 суток).

Днём бабочки прячутся под различные укрытия. В сумерки и до 9–10 часов вечера бабочки активно питаются нектаром, в это же время происходит спаривание и откладка яиц. Оживление лета происходит также после 2 часов ночи. Для откладки яиц бабочек привлекают участки с редкой растительностью, на которых наблюдается более высокая температура приземного слоя воздуха. Они предпочитают лёгкие, рыхлые, хорошо обработанные почвы. Откладка яиц начинается через 4–12 дней.

Плодовитость самок от 470 до 2200 яиц. На плодовитость влияют дополнительное питание, условия температуры и влажности в период развития куколки. Для яиц бабочек оптимальна температура воздуха 12–20°C и влажность 50–80% (север) и 15–30% (южная популяция). Плодовитость в южных районах выше, чем в северных. Яйца откладывают по одному, реже по несколько, преимущественно на стелющиеся возле земли растения: вьюнок полевой, гречишник вьюнковый, аистник, подорожник и лебеду.

Эмбриональное развитие длится от 3 до 24 дней. Сумма эффективных температур – 60–65°C. Нижний порог развития – 10°C, а верхний – 36°C, оптимум в пределах 18°–27°C. Длительность развития гусениц в целом и по возрастам зависит от метеорологических условий и пищи. При пониженной температуре и осадках развитие задерживается. Гусеницы 1-го поколения на юге развиваются 24–36 дней, на севере – 90–100 дней.

Длительность развития куколки 10–15 дней при температуре 25–30°C, до 40–45 дней при 12–15°C. Сумма эффективных температур – 200°C. В природе куколки перезимовавшего поколения развиваются 25–35 дней, а летних поколений – 11–14 дней. Фаза прониимфы – 2–10 дней. Длительность развития одного поколения зависит от метеорологических условий и колеблется от 50 до 70 дней. Сумма эффективных температур для развития одного поколения равно 550–570° (при оп-

тимальных условиях).

В Краснодарском крае окукливание перезимовавших гусениц отмечается в конце марта – 1-й декаде апреля, массово – в апреле и продолжается до середины мая. Лёт бабочек с конца апреля до конца мая. С 1-й декады мая и по 1-ю декаду июня происходит яйцекладка первой генерации. Отрождение гусениц первого поколения наблюдается во 2-й – 3-й декадах мая и вредоносность их отмечается в течение всего июня. Окукливание происходит с 1-й декады июня. Лёт бабочек 2-й генерации с июля до 3-й декады августа. Отрождение личинок в первой декаде августа. Гусеницы питаются иногда до декабря и уходят на зимовку.

В развитии, выживаемости и колебаниях численности озимой совки по годам решающую роль играют метеорологические факторы, паразиты, хищники и болезни. Неблагоприятные условия для питания гусениц могут быть созданы обработкой почвы, уничтожающей сорняки (где производится откладка яиц).

Гибель зимующих гусениц может вызывать понижение температуры почвы ниже – 11°C, а при низкой влажности почвы – иногда ниже – 18°C. Гусеницы младших возрастов не переносят температуру ниже – 5°C и гибнут зимой. Гибель части отложенных яиц может вызывать высокая температура в этот период. Вспышка массового размножения вредителя подготавливается несколькими предыдущими годами с благоприятными погодными условиями. Выживаемость гусениц озимой совки зависит от корма, которым питались гусеницы первых возрастов. При питании всходами ячменя потери личинок при росте составляли 70, а при зимовке – 100%, при питании мятником луговым смертность во время роста была 55%, а при зимовке – 100%.

Несмотря на то, что список кормовых растений озимой совки включает 147 видов, среди них можно выделить оптимальные для развития. Как указывалось выше, для полноценного питания требуется несколько видов растений. Наиболее высокое содержание жира в теле гусениц (20–30%) оказывалось при питании их на овощных и бахчевых культурах. Но питаться ими они начинали с 3-го возраста, предпочитая до этого сорняки: лебеду, вьюнок, просвирник. Наиболее повреждаются озимой совкой сахарная свекла, подсолнечник, озимые злаки, кукуруза, просо, табак, картофель, капуста, лук, томаты, бахчевые, хлопчатник. На озимых гусеницы перегрызают растения на уровне почвы и грызут листья. На свекле поедают листья, перегрызают черешки листьев, выедают шейку корня. Злаками также могут питаться только гусеницы старших возрастов. Это надо учитывать при разработке мер борьбы с вредителем. На хлопчатнике совка уничтожает высеянные семена и проростки (при численности гусениц 116 экз. на м² потери урожая составляли 5,52 ц/га или 15,1%).

Среди паразитов подгрызающих совок наибольший интерес представляет трихограмма обыкновенная (*Trichogramma evanescens*). В одном яйце совки развиваются по 2–4 личинки яйцееда. На 4–6 день развития зараженные яйца приобретают черную окраску с перламутровым отливом. Трихограмма способна развиваться и размножаться в больших пределах температуры (17–30°) и влажности (55–95%). Плодовитость составляет 40–80 яиц. Число самок в потомстве – 75–90%. Численность трихограммы в природе ограничивается несовпадением её цикла развития с циклом развития хозяев (летом и весной разрыв составляет почти

месяц). В течение одного поколения совок в Краснодарском крае развивается 13–14 поколений энтомофага. Зимует в фазе взрослой личинки в яйцах совки-гаммы, сумеречной совки и др. В качестве паразитов гусениц и куколок озимой совки указывается около 100 видов. Наибольшее значение имеют наездники: *Apanteles congestus* Nees. (*Braconidae*), *Peniscus* sp., *Ophion luteus*, *Ambluteles vadatorius* Ill. (*Ichneumonidae*) и некоторые другие.

Меры борьбы. Зяблевая вспашка, уничтожение сорняков, особенно в августе, когда обычно наблюдается яйцекладка совок 2-го поколения (в зонах, где развивается 2 поколения). Содержание паров в чистом виде. В период массовых яйцекладок и отрождения гусениц эффективны междурядные обработки почвы, на посевах пропашных культур – культивация. Целесообразна ранняя вспашка полей, вышедших из-под гороха, кукурузы на зеленый корм, вико-овсяной смеси, подсолнечника на силос. Она обуславливает гибель находящихся в почве про- нимф, гусениц и куколок совки. На вико-овсяном пару при достаточной густоте растений овса и вики совка не откладывает яиц.

Биологические меры борьбы – выпуск совочной трихограммы в начале яйцекладки (30–50 тыс. особей на га) и при массовой яйцекладке.

ЭПВ вредителя составляет 2–3 экз./м², на озимых культурах в период всходов – 2 экз./м², на кукурузе на зерно – 0,5–2 экз./м², на сахарной свекле до всходов – 1 экз./м² и после формирования густоты посева – 1–2 экз./м² или 15% повреждения листовой поверхности. Рекомендуются предпосевная обработка семян и опрыскивание растений инсектицидами и биопрепаратами (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

Хлопковая совка – *Helicoverpa (Heliothis) armigera* Нб. Наземный вид совки. Распространена на юге европейской части СНГ, на Кавказе и в Средней Азии. Зона массовых размножений хлопковой совки в СНГ – хлопкосеющие районы Средней Азии и Закавказья. В Краснодарском крае встречается почти во всех районах; наиболее сильно вредит кукурузе, сое, табаку, томатам в Апшеронском, Северском, Абинском, Туапсинском, Динском и др. районах.

Хлопковая совка в Средней Азии и Закавказье развивается в 3–4-х поколениях, в Краснодарском крае – в 2–3-х. Зимуют в стадии куколки в почве на глубине 5–15 см. Порог развития – +110°C. Вылет бабочек весной происходит, когда почва на глубине 10 см прогреется более 16°C. В Краснодарском крае это наблюдается в 1-й декаде июня и до конца июля. Бабочки летают в сумерки, на свет летят слабее, чем совка гамма. На продолжительность жизни и плодовитость бабочек влияют условия дополнительного питания на цветущей растительности и температура. Так, при температуре 21°C и дополнительном питании бабочки живут в среднем 23 дня, при 25–30°C – до 30–43 дней (Лозина-Лозинский, 1954). Оптимальная температура для лета бабочек – 29–33°C. Через 3–4 дня после вылета бабочки приступают к откладке яиц. Яйца откладывают по одному, реже по 2–3 на листья и генеративные органы растений вразброс. Средняя плодовитость самок 500 яиц, максимальная – до 3000. В зависимости от температуры развитие яиц занимает от 2 до 12 дней. Гусеницы имеют 6 возрастов и развиваются 13–22 дня. Гусеницы 1-й генерации в Краснодарском крае наблюдаются во второй декаде июня и до 2-й декады июля. Питание их происходит на кукурузе, табаке, тома-

тах и других культурах. Кормовые растения гусениц влияют на продуктивность бабочек. Установлено, что при питании гусениц листьями капусты и люцерны самка откладывает от 500–600 яиц. При развитии на семенах кукурузы и нуте продуктивность их возрастает до 1200 яиц. Закончив развитие, гусеницы уходят на окукливание в почву на глубину 4–10 см. Стадия куколки длится 12–14 дней. В крае это наблюдается в 3-й декаде июля – 1-й декаде августа. На развитие 1 поколения требуется сумма эффективных температур 5500°C. Лёт бабочек летней генерации начинается с 1-й декады августа и продолжается до заморозков. Массовый лёт – во 2-й декаде августа. Установлено, что 2-я и 3-я генерации всегда многочисленнее, чем 1-я. Гусеницы 3-й генерации встречаются со 2-й декады августа до октября.

Гусеницы хлопковой совки полифаги и могут развиваться более чем на 120 видах растений. В природе резервации хлопковой совки могут создаваться на сорных растениях: белене, лебеде, мари белой, полыни, вьюнке, паслене, диком нуте, куколе и других. Одним из факторов, регулирующих численность хлопковой совки, является глубина и длительность диапаузы зимующих куколок, а также их количество. Не все осенние куколки впадают в состояние диапаузы. В возникновении последней имеют значение условия, в которых развивались гусеницы: питание, температура, длина светового дня. При температуре 15–30°C появление диапаузирующих куколок возможно только при питании гусениц генеративными органами растений. Если температура превышает 22–25°C, диапауза куколок может наступать только при длине светового дня не более 12–13 часов. При температуре ниже 22°C длина светового дня значения не имеет. Наибольшая длительность диапаузы и зимостойкость наблюдается у особей, окуклившихся в сентябре при температуре 23–24°C и длине светового дня 12–13 часов. Для выживания куколок в течение зимне-весеннего периода имеют значение влажность и температура почвы. Промерзание почвы при повышенной влажности вызывает гибель зимующих куколок.

Ограничивает размножение вредителя сухая и жаркая погода, а также весна с резкими похолоданиями. Снижают численность хлопковой совки птицы (скворцы, грачи и др.), а также энтомофаги. Яйца вредителя уничтожают личинки златоглазки, а в районах хлопкосеяния – мелкий клоп трифлепс (одна самка способна уничтожить 150–250 яиц хлопковой совки). В яйцах совки паразитирует яйцеед трихограмма. Незначительно снижают численность совков болезни гусениц. Однако в годы массовых размножений вредоносность хлопковой совки бывает велика. Одна гусеница на хлопчатнике может повредить в среднем 19,4 плодоземента: 14,2 бутона, 2,2 цветков, 3 коробочки (М. Г. Исмаилова, 1968).

Меры борьбы. Уничтожение сорняков, зяблевая вспашка для уничтожения куколок, зимние поливы, уничтожение послеуборочных остатков. При высокой численности вредителя на кукурузе рекомендуется уборка на силос в фазе начала молочно-восковой спелости. Пространственная изоляция посевов. Биологический метод борьбы – выпуск трихограммы в период массовой яйцекладки, опрыскивание биопрепаратами. Рекомендуется опрыскивание растений инсектицидами (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

Семейство огнёвки (*Pyralidae*). Луговой мотылёк – *Pyrausta sticticalis* L. Является одним из наиболее распространенных и вредоносных представителем семейства огневок.

С середины XIX столетия и до начала 30-х гг. XX в южных земледельческих районах нашей страны, до 54° с.ш. включительно, периодически происходили массовые размножения лугового мотылька, причинявшего огромный ущерб овощным и пропашным культурам, особенно посевам сахарной свеклы. В Европейской части они отмечались в 1853–1857, в 1864–1869, 1870, 1880, 1890, 1900–1905, 1910–1916, 1919–1922, 1929–1935 гг. и 70-х гг. прошлого века.

Убытки, нанесенные сельскому хозяйству только в 30-е гг. XX века, во время последнего массового размножения вредителя, превысили стоимость Днепрогэса. Затем, в течение 35 лет, луговой мотылёк в больших количествах не появлялся. В 1969 г. началось массовое размножение. В 1968 г. зимующие гусеницы были выявлены на 12,1 тыс. га, в 1972 году вредитель заселил свыше 1 млн. га посевов на Северном Кавказе, востоке Украины и других районов, борьба в этом году была проведена на 414 тыс. га. Наибольшая численность вредителя наблюдалась в 1975 г. Только в РСФСР гусеницы 1-го поколения были зарегистрированы более чем на 7,9 млн. га, в УССР – на 0,7 млн. га, в Молдавии – на 0,7 млн. га. Вспышки численности наблюдались в 1988 г.

По мнению И. Я. Полякова (1977), чтобы разобраться в причинах, вызвавших длительный перерыв в размножении лугового мотылька, и выявить, насколько опасен вредитель в будущем, необходимо оценить экологические изменения, происшедшие в сельском хозяйстве страны в результате изменения организационной структуры земледелия. Физиологию и экологию мотылька интенсивно изучали, особенно в 30-х гг. XX века, выдающиеся русские учёные А. И. Знаменский, И. Д. Стрельников и Д. М. Штейнберг, Г. К. Пятницкий, А. Н. Мельниченко и др.

Установлено, что численность гусениц зависит от плодовитости бабочек, которая может колебаться в зависимости от условий дополнительного питания нектаром от полного бесплодия и до 600 яиц. Благоприятными факторами являются среднесуточная температура выше 17°C, засухи при высокой температуре неблагоприятны для созревания яйцепродукции.

Т. К. Пятницкий в 1935 г. предложил формулу, согласно которой высокой плодовитости самок можно ожидать при среднесуточной температуре в период массового лёта бабочек выше 17°C и сумме осадков, в два раза превышающей показатель среднесуточной температуры за тот же период. Устойчивость бабочек к неблагоприятным условиям и их плодовитость существенно зависит от веса куколок, определяемого условиями питания гусениц. Если куколки весят более 30 мг, то бабочки оказываются жизнеспособными и для созревания им достаточно употреблять воду. При низком весе куколок бабочки малоплодовиты даже при оптимальном дополнительном питании.

В 1934–1936 гг. А. И. Мельниченко и другими было установлено, что в южных степных районах массовые размножения возможны в более влажные годы (2 подряд). В послевоенные периоды в СССР в результате последовательно осуществляемой политики интенсификации сельского хозяйства условия для размножения мотылька стали более благоприятными. Только за восьмую и одиннадцатую пя-

тилетки в европейской части СССР обводнено свыше 20 млн. га. Увеличились площади лесополос, расширены площади посевов многолетних трав и различных пропашных культур. В степных районах это создало условия, благоприятствующие резервации лугового мотылька и способствующие повышению его плодовитости даже при недостаточно благоприятной погоде в период массового лёта бабочек. Весной 1975 г. во многих степных районах, где отмечалась сильная засуха, самки в период массового лёта питались на цветущей в лесополосах белой акации и на люцерне в рисовых чеках Кубани и были плодовиты. В более северных районах России мелиорация земель и расширение площади посевов многолетних трав и пропашных культур также создавали благоприятные условия для размножения и резервации лугового мотылька. В настоящее время только исключительно затяжная, холодная и дождливая весна может вызывать бесплодие бабочек перезимовавшего поколения. Однако никакие условия не исключают сохранения очагов с высокой плодовитостью за счёт орошаемых угодий и цветущей растительности. Прогноз появления и развития лугового мотылька в значительной мере осложнен возможностью его миграции на большие расстояния. Способность бабочек этого вида к длительным перелетам в годы массового размножения обуславливает его огромные скопления в отдельных районах ареала. Для Кубани характерны миграции вредителя со стороны Ставропольского края и Калмыкии.

Для того чтобы обеспечить рациональную организацию и своевременное проведение защитных мероприятий необходимо заранее предвидеть направление перелетов лугового мотылька, вероятность и время залёта бабочек, места их повышенной концентрации, возможность дальнейшего развития и размножения.

Анализ данных 30-х гг. и более поздних наблюдений позволили И. Я. Полякову (1976) установить три фазы перелетов лугового мотылька:

1-я – происходит при подъеме бабочек в воздух и перелетах в радиусе до 25 км. Это происходит в тихую, ясную, малооблачную погоду при скорости ветра не более 5 м/с. Взлёты бабочек стимулируются поисками оптимальных температур и наблюдается преимущественно в сумеречно-ночное время, при сильном переохлаждении приземных слоёв воздуха (до 12–13°C), а также в жаркие дни около полудня, когда температура в травостое поднимается выше 30–32°C. Такие условия наиболее характерны для антициклона. Высокая температура и редкое выпадение осадков при антициклоне способствуют широкому расселению бабочек, однако самки зачастую бывают бесплодными.

2-я – дальние перемещения бабочек в направлении преобладающих ветров. Зная время и условия отлёта бабочек с данной территории, а также направление и скорость перемещения воздушных масс, можно с большой вероятностью определить пути миграции и сроки возможного оседания в отдельных районах. Средняя дальность полёта мотылька, по подсчётам А. И. Мельниченко (1935), за одни сутки может составить 250–300 км.

3-я (завершающая) – оседание бабочек в пределах новой территории. Происходит оно в условиях циклона (понижение температуры, длительные осадки). Такие условия ограничивают возможность дальнейших перелётов мотылька, способствуют его концентрации, ускоряют созревание самок.

Таким образом, перемещение вредителя на большие расстояния связаны с

передвижением воздушных потоков, а внезапные массовые появления его в отдельных районах в значительной мере определяются развитием фронтальных процессов в атмосфере. Эти условия необходимо учитывать при составлении прогнозов массовых перелётов лугового мотылька. Еще в 1975 г. отдел прогнозов ВИЗР совместно с Ленинградским отделением гидрометеослужбы для каждой генерации разработал по 2 прогноза, и все они подтвердились. Луговой мотылёк в нечернозёмной полосе развивается в 1 генерации, в степной зоне – в 2, на Украине, в Крыму и на Северном Кавказе – в 3, в Закавказье – в 4.

Зимуют закончившие питание гусеницы в рыхлом паутинистом коконе в почве (до 5 см), расположенном вертикально. Перезимовавшие гусеницы окукливаются в начале мая. Куколки встречаются до конца мая (развитие их длится 10–15 дней). Лёт бабочек наблюдается в 1-й и 2-й декадах мая при среднесуточной температуре 15°C, массовый – при температуре 17°C, и длится до конца июня. Бабочки дополнительно питаются, например, весной на цветках белой акации, люцерне и сорняках и через 3–7 дней приступают к откладке яиц. Плодовитость 400–600 яиц. Яйца откладывают на нижнюю сторону листьев по 2–5 черепицеобразно, чаще всего на лебеду, марь, вьюнок, полынь, а из культурных растений – свеклу, люцерну, кукурузу и др. Яйца 1-й генерации наблюдаются в природе с 3-й декады мая до конца июня. Эмбриональное развитие продолжается 3–7 дней. Развитие гусениц занимает 13–24 дня. Гусеницы 5-го возраста уходят в почву и через 5–8 дней закоконировавшись окукливаются. Гусеницы 1-й генерации наблюдаются с 1-ой декады июня и до середины июля. Окукливание происходит в конце июня – начале июля. Через 10–15 дней вылетают бабочки 1-й генерации. Бабочки летают в июле – начале августа, яйцекладка происходит со 2-ой декады июля. Гусеницы 2-й генерации наблюдаются в июле – августе. Могут диапаузировать (до 50%). Окукливание происходит в августе. Лёт бабочек 2-й генерации отмечается с конца августа до середины сентября. Развитие гусениц 3-й генерации происходит в сентябре – начале октября. Для развития всех стадий в зависимости от температуры воздуха требуется 30–40 дней. На гусеницах лугового мотылька встречаются следующие виды паразитов: *Exorista civilis*, *Meteorus versicalis*, *Clemelis pulla*.

Луговой мотылёк – полифаг. Наиболее вредоносен для посевов пожнивной кукурузы, сахарной свеклы, люцерны, овощных и бахчевых культур.

Меры борьбы. Рыхление междурядий пропашных культур на глубину 10–12 см, которое проводят после ухода гусениц в почву для коконирования. Глубокая пахота заселенных участков с осени; ранние сроки посева пропашных (сахарная свекла, подсолнечник и др.); скашивание многолетних трав и быстрая уборка их с полей в период массовой откладки яиц и отрождения личинок младших возрастов; уничтожение сорняков, особенно маревых. Основная масса коконов лугового мотылька зимует на многолетних травах, залежных и естественных лугах. Места зимовок (коконы) помогают определить грачи ранней весной – они из почвы выкапывают гусениц и куколок мотылька. Здесь в первую очередь необходимо проводить поверхностную обработку почвы – дискование, боронование и т.п. Биологический метод борьбы – в период начала откладки яиц рекомендуется выпуск огневочной трихограммы, особенно на сахарной свекле и овощных культурах. При наличии одной бабочки на 1 шаг необходимо выпускать трихограмму с нор-

мой 50 тыс. особей/га, 2 бабочки – 100 тыс., 3 – 150 тыс., 4 – 200 тыс., 5 – 300 тыс. особей на один гектар. При наличии более 5 бабочек на 1 шаг применение трихограммы нецелесообразно. 1-й выпуск проводят в период массового лёта бабочек, 2-й – в период массовой яйцекладки. При наличии на 1 м² до 20 кладок яиц норма выпуска трихограммы составляет 25 тыс./га, до 40 кладок – 100 тыс. Рекомендуется опрыскивание инсектицидами группы перитроидов (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

ЭПВ на сахарной свекле до смыкания листьев в рядках – 0,3–0,5 экз./растение, после смыкания – 1,5–2 экз./растение. На подсолнечнике до смыкания рядков – 0,5 экз./растение, после смыкания – 3–5 экз./растение. На люцерне – 10–20 экз./10 взмахов сачка.

8 ВРЕДИТЕЛИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Рассматриваемые вопросы:

8.1 Сосущие вредители зерновых культур

8.2 Жесткокрылые вредители зерновых культур

8.3 Чешуекрылые вредители зерновых культур

8.4 Перепончатокрылые вредители зерновых культур

8.5 Двукрылые вредители зерновых культур

8.1 Семейство щитники – *Scutelleridae*, отряд полужесткокрылые – *Heteroptera*). Вредная черепашка – *Eurygaster integriceps* Put. Зона массового размножения лежит к югу от линии Бородино – Молдавия – Харьков – Новый Оскол – Саратов – Оренбург. Севернее этой линии вредитель отсутствует или встречается очень редко. Основные зона размножения расположены в степной зоне СНГ – в центрально черноземной полосе на Украине, Северном Кавказе, в Поволжье и в ряде областей Казахстана, в Средней Азии – до Алма-Аты.

Весной, при прогревании подстилки до 15–16°C, клопы выходят на поверхность, с наступлением устойчивого потепления (среднесуточная температура выше 12°C, днем – 20–23°C) начинают активно вылетать из леса. При оптимальных условиях перелет длится 4–5 дней, при наступлении весенних похолоданий растягивается на 10–12 дней и более. Перелеты совершаются на большие расстояния – от 10–20 км (на Украине) и до 100–200 км (в Краснодарском крае). Первыми делают перелеты самки, к концу лета соотношение самцов и самок выравнивается. Заселяют рожь и озимую пшеницу. Днем при температуре до 20°C клопы питаются на растениях. При похолоданиях и в вечерние часы забираются под различные укрытия на поле, где могут находиться круглые сутки, что очень затрудняет учет клопов. В течение 7–14 дней после массового перелета черепашка питается для развития половых продуктов. Затем спарившиеся самки приступают к яйцекладке. Яйца откладывают по 14 (в 2 ряда по 7) на листья злаков, сорняков, на сухие растения. Яйцекладка длится 30–50 дней, яйца, отложенные в течение первых 15–20 дней, меньше уничтожаются основными паразитами и дают основное потомство

черепашки. Поздние яйцекладки до 90% поражаются яйцеедами (особенно высокий процент после предшественника кукурузы).

При оптимальной температуре 20–21°C и относительной влажности 60–70% самка в течение 28–30 дней может отложить 146–260 яиц. В полевых условиях, по данным Е. М. Шумакова и др., плодовитость самок не превышает 28–42 яиц. Эмбриональное развитие длится 6–28 дней и зависит от температуры (при 20°C – 10 дней, а при 15°C – 20 дней). Отродившиеся личинки первое время питаются желтком, оставшимся в яйце. Первый возраст длится 3–5 дней и личинки держатся вместе (их легко обнаружить по цвету – они темные). Со 2-го возраста личинки расползаются и питаются поодиночке соком растения. Осимые в это время находятся в фазе колошения. Личинки 2-го возраста развиваются 5–15 дней, 3-го – 4–7 дней, 4-го – 4–8 дней, 5-го – 5–11 дней. К концу развития все личинки достигают 97–100 мг. В период линьки личинки черепашки спускаются вниз травостоя и находятся там до тех пор, пока не затвердеет новая кутикула. Личинки активно питаются утром, вечером и ночью. Днем при температуре 23–27°C они переходят в затененные места поля. Полное развитие личинок проходит за 20–45 дней и заканчивается во время восковой спелости зерна. В этот период обычно появляются взрослые клопы, которые продолжают питаться до уборки урожая. Самки, готовые к отлету с полей, достигают в весе 130–145 мг, самцы – 120–135 мг при содержании жира 35–40%. В июле при температуре днем 30–35°C черепашки перелетают на временные лежбища – на лесные опушки, в парки, сады. На посевах в это время встречаются только недопитавшиеся клопы. Перед листопадом клопы перелетают в леса и лесонасаждения на зимовку.

Численность вредителей черепашки ограничивают абиотические и биотические факторы (Викторов, 1967). Черепашка в массе гибнет при наступлении ранних морозов осенью при отсутствии снежного покрова и весной, когда снег стаял. Высокий снежный покров обеспечивает надежную перезимовку. Черепашка лучше и быстрее развивается в теплую и сухую весну, и, наоборот, частые дожди и холодная погода весной задерживают развитие, снижают интенсивность яйцекладки. Обильное питание в период уборки повышает жизнеспособность черепашки. Но, если в период уборки стоит очень жаркая погода, клопы могут улетать на летние лежбища не допитавшись, это вызывает большую гибель в период зимовки.

Из биотических регуляторов численности вредной черепашки имеют значение паразиты, хищники и патогенные микроорганизмы. Яйца уничтожают яйцееды теленомусы – 13 видов из 6 родов. Наиболее широко распространены *Telenomus sokoloi* Мур., *Trisolcus vassilievi* Mayr., *Asolcus semistriatus* (Nees). Яйцееды эти многоядны, могут жить за счет 29 видов клопов, занимая различные станции. Первое поколение развивается от 14 (при температуре 24°C) до 31 дня (при температуре до 31°C), в течение года наблюдается 6 поколений. Одна самка может заразить 125–150 яиц. Зимуют во взрослом состоянии под корой деревьев плодовых насаждений с северной стороны (10–30 см) стволов и свернутых сухих листьях, в растительных остатках кукурузы, подсолнечника и др. Их цикл развития не совпадает с развитием основного хозяина и во 2-й половине лета они паразитируют на других видах клопов. На взрослых клопах паразитируют мухи-фазии

(пестрая – *Phasia crassipennis* F., серая – *Ph. subcoleoprata* L., золотистая – *Ph. helluo* F.) – до 5%. Весной мухи предпочитают заражать вредную черепашку. Молодые же клопы слабо заражаются мухами, т.к. последние первой генерации вылетают, когда уже начинается лет с мест зимовки. Второе поколение фазий развивается в основном на ягодном клопе. Мухи пестрой фазии откладывают яйца на спину клопов под крылья во время перелета их с растения на растение. Личинки развиваются в брюшной полости клопа, питаются гемолимфой. Взрослые личинки покидают тело черепашки и окукливаются в почве. Клопы, пораженные энтомофагом, ослабевают, личинки не развиваются. Для определения значения мух-фазий в снижении численности черепашки перезимовавших клопов собирают и вскрывают не менее 3-х раз в сроки: в момент прилета их на поля; в начале яйцекладки; во время массовой яйцекладки и в конце яйцекладки. В местах зимовки клопов уничтожают хищные жужелицы. В агроценозах Кубани их насчитывается более 240 видов (А. С. Замотайлов и др., 2009), стафилиниды, лесные муравьи. Поражают клопов грибные и бактериальные болезни. Чаще всего погибает черепашка в сырую и теплую погоду от белой мюскардины (*Beauveria bassiana* Vill.), клопы при этом становятся желтыми или красными, тело легко ломается, на изломе виден белый налет. Бактерия *Chromobacterium prodigiosum* вызывает красный бактериоз. У больных клопов выступает ярко-красная жидкость. Бактерия *Pseudomonas руссуанеа* вызывает черный бактериоз. У пораженных клопов тело вздувается, становится темным и мягким. Наибольшая смертность в местах зимовки от грибных и бактериальных заболеваний наблюдается при сочетании влажной погоды и ослабленного состояния организма, особенно при недостаточном питании молодых клопов перед отлетом на зимовку.

Клоп-черепашка повреждает в основном озимую и яровую пшеницу и рожь. Меньше встречается на пленчатых культурах – ячмене, овсе, просе. Может питаться на сорных злаках: житняке, костре, пырее, овсяге, курином просе и др. Прилетевшие клопы в фазу кущения производят уколы в центральный стебель, чаще у основания. Центральный лист при этом желтеет и засыхает. Взрослые клопы продолжают повреждать и в фазу колошения, делая повреждения в верхнем междоузлии или в стержне колоса. Это приводит к побелению и усыханию колоса – частичная или полная белоколосость. Личинки 2-го возраста начинают повреждать нежные колосья, поврежденные пленки белеют, цветки не развиваются. Личинки старших возрастов и молодые клопы питаются зерном в период налива и полной спелости. Несформировавшиеся зерна сморщиваются, в молочной спелости на поверхности зерна видна морщинистость – легковесные зерна отделяются на зерноочистительных машинах. В восковую спелость зерно внешне мало изменяется, в местах укола видны маленькие черные точки. Но если укол попал в зародыш, зерно теряет всхожесть. Мука из такого зерна низкого хлебопекарного качества, т. к. ферменты слюнных желез нарушают физические свойства клейковины. Наличие от 3 до 15% поврежденных зерен делает муку непригодной для хлебопечения. По данным Ф. Н. Иродовой, наличие в партии 2,5% поврежденных зерен понижают качество клейковины до 2-й группы, например, у сорта Батько и др.

Вредоносность клопа-черепашки зависит от численности вредителя и по-

годных условий. Например, весной в сухую и жаркую погоду при численности 3–5 клопов на 1 м² в фазу кущения погибает 40–50% стеблей (П. В. Трофимов). По данным Н. М. Виноградовой, при наличии, в фазу молочной спелости пшеницы 19 личинок на 1 м² было 18% поврежденных зерен, урожай снизился на 2,2 ц/га. За состоянием численности вредной черепашки ведется постоянный надзор. Перед уборкой урожая определяется численность личинок и окрылившихся клопов, что позволяет выбрать способ и продолжительность уборки. Обычно в октябре обследуют места зимовки для определения количества зимующих клопов и их состояния. Весной определяется гибель клопов за период зимовки. Затем ведутся наблюдения за численностью прилетевших клопов, а потом личинок.

Меры борьбы основываются на биологических особенностях вредителя. Проводится борьба с сорняками и кустарниками в лесополосах, что резко ухудшает условия перезимовки; рекомендуются допустимо ранние сроки сева яровых злаков, оптимальная доза удобрений, борьба с сорняками, на которые могут откладываться яйца, особенно в прохладные периоды, раздельная уборка зерновых, быстрая подборка валков (под которыми находится черепашка), быстрое лущение стерни и ранняя зяблевая вспашка (запашка упавших зерен), подбор устойчивых сортов, таких как Мироновская 808, Белоцерковская 198 и др. (у которых зерно слабо реагирует на действие слюны черепашки). Уборка в сжатые, оптимальные сроки. При уборке в начале восковой спелости, по данным С.И. Исаева и др., 67–77% клопов не успевают допитаться. Своевременный обмолот валков. По данным ВИЗР, зерно, обмолоченное через 5 дней после скашивания, было повреждено на 1%, обмолоченное через 10 дней – на 13%. На фоне N₁₂₀P₆₀K₄₀ (N₄₀₋₆₀ P₈₀₋₁₂₀ K₄₀₋₈₀) численность черепашки в 1,2–2 раза выше. Против перезимовавших клопов обработка проводится только при определении численности. Если на м² меньше 4 клопов и посев в хорошем состоянии, обработка не реализуется. Основное значение имеет уничтожение личинок младших возрастов в течение 10–12 дней. Обработку растений начинают при массовом отрождении личинок при численности более 1–2 личинок на м² в фазу молочной спелости. Оптимальные сроки борьбы по данным Н. А. Возова – массовое отрождение личинок, примерно при появлении 30% личинок 3-го возраста. Проводят опрыскивание растений инсектицидами (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

Семейство афиды – *Aphididae*, подотряд тли – *Aphidinea*, отряд равнокрылые – *Homoptera*. Злаковые тли. Известно более 20 видов злаковых тлей. Среди мигрирующих тлей распространены черемухо-злаковая, вязово-злаковая и др.

Черемухо-злаковая тля – *Ropalosiphum padi* L. На листьях хлебных и диких злаков и кукурузе развивается летом, а к осени самка яйца откладывает на черемухе вблизи почек.

Вязово-злаковая тля, или корневая, кукурузная – *Tetraneura ulmi* L. На листьях вяза образует гладкие толстостенные галлы. Мигрирует на злаки и развивается на корнях.

Из немигрирующих тлей наиболее вредоносны следующие виды:

Ячменная тля – *Brachycolus noxius* Mordv. Колонии живут на верхних свер-

нутых листьях ячменя, пшеницы.

Большая злаковая тля – *Sitobion (Macrosiphum) avenae* F. Заселяет листья, стебли, колосья, плотных колоний не образует, очень подвижна.

Обыкновенная злаковая тля – *Schizaphis graminum* Rond. Заселяет листья и колосья.

Ареал перечисленных видов тлей различен:

1 Черemuхо-злаковая тля, например, встречается там, где растет черемуха.

2 Вязово-злаковая тля встречается на Кавказе, в Средней Азии, южном Приморье.

3 Ячменная тля – в степной и лесостепной зонах европейской части СНГ, в Казахстане и Средней Азии.

4 Большая злаковая тля и обыкновенная злаковая тля распространены в степной зоне, на Кавказе, в Средней Азии, на юге Сибири.

Немигрирующие тли весь жизненный цикл проводят на одном виде растения, мигрирующие – зимующие яйца откладывают на другие растения, чаще на деревья и кустарники. Зимуют они на стадии яйца. Жизненный цикл тлей своеобразен – на юге в течение лета развивается до 15 поколений. В течение лета партеногенетические самки без оплодотворения отраждают личинок. Бескрылые самки – это основательницы. Расселительные функции выполняют самки – расселительницы, появляющиеся при ухудшении условий питания на растениях. Осенью в колониях появляются половые особи – самцы и яйцекладущие самки. Их появление определяется понижением температуры и укороченной длительностью светового дня.

Личинки проходят в развитии 4 возраста. На продолжительность развития личинок и жизни самок влияет температура. При температуре 24-26°C личинки развиваются 5 дней, а при 10°C – 24 дня. Продолжительность жизни самок при температуре 20°C – 18–20 дней, при 14°C – 37–43 дня. Одна самка отрождает в среднем у злаковой тли 50-80 личинок. Максимальное размножение тлей на зерновых культурах наблюдается в июне – июле. Обыкновенная злаковая тля сначала питается на листьях, а затем переходит на колос, где проявляется ее наибольшая вредоносность. После уборки озимых тли размножаются на падалице и диких злаках.

Численность тлей снижают хищные и паразитические насекомые. Наибольшее значение имеют жуки и личинки божьих коровок (жук съедает за одни сутки 68–175 тлей, а личинки – соответственно 90 и 270 тлей). Личинки мух-сирфид (*Syrphidae*) уничтожают за сутки более 200 имаго тлей, а личинок – более 400. В тлях паразитируют разные виды рода *Aphidius*, *Diaretus obsoletus*.

Меры борьбы. Лушение стерни, зяблевая вспашка, внесение удобрений, оптимально поздние сроки посева, выведение устойчивых сортов, борьба с падалицей, сорняками.

ЭПВ – в фазу колошения – 10–15 экз./колос при 50% заселении. Проводят опрыскивание растений инсектицидами (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

Семейство флеотрипиды – *Phleothripidae*, отряд бахромчатокрылые, или трипсы – *Thysanoptera*). Пшеничный трипс – *Haplothrips tritici* Kurd. Распро-

странен в Европейской части СНГ (до Рязани), в Сибири, Казахстане, Средней Азии.

Зимуют личинки в стерне яровой и озимой пшеницы в верхнем слое почвы. Весной при прогревании почвы до 8°C, перед тем, как посеют кукурузу на зерно, личинки становятся подвижными, выползают из мест зимовки. Взрослые трипсы появляются в фазу колошения озимых хлебов. Основная масса трипсов концентрируется на озимой пшенице, а с началом колошения – на яровой. Самки вскоре после вылета и спаривания откладывают яйца по 4–8 под колосовые чешуйки или одиночные. Яйцекладка продолжается 25–35 дней, что связано с растянутыми сроками развития личинок и появления взрослых трипсов. Плодовитость самок 20–25 яиц. Эмбриональное развитие длится 6–8 дней. Отродившиеся личинки зеленовато-желтого цвета, а после первой линьки – ярко-красного. Второй раз личинки линяют после перезимовки. Личинки вначале высасывают сок из колосовых чешуй и цветочных пленок. Затем перебираются к молочному зерну и сосредотачиваются в его бороздке, питаясь до восковой спелости. При влажности зерна 35–40% личинки покидают колос и подготавливаются к зимовке. Вредитель развивается в одном поколении.

Для размножения фитофага благоприятна теплая и сухая погода. Большое количество личинок погибает осенью в дождливую погоду от грибных заболеваний. По данным В. И. Танского, гриб *Beauveria bassiana* Bals. вызывает при оптимальных условиях гибель до 30% личинок. Численность пшеничного трипса снижают хищные клопы, божьи коровки, личинки златоглазки, личинки жука *Paratinus femoralis* Er., хищные трипсы, мелкие жужелицы.

Пшеничный трипс – олигофаг, питается на озимой и яровой пшенице, ржи, житняке и других злаках. Повреждение проявляется в посветлении колосовых чешуек, скручивании колосовой ножки и закручивании колоса. Наиболее опасно повреждение зерна в фазу налива. При питании одной личинки вес зерна уменьшается на 10–11%, 2 – 22–23%, 3 – 30–35%. Поврежденные зерна обладают низкими посевными качествами.

Меры борьбы. Соблюдение севооборота. Лушение стерни и зяблевая вспашка (гибнет до 80% личинок). Оптимально ранние и сжатые ранние сроки сева яровой пшеницы. Выведение устойчивых сортов. Слабо повреждаются: *Triticum monococcum* L., *Tr. timopheevii* (Zhuk.), *Triticum dicoccon* (Schrank) Schübl. Проводят опрыскивание растений при численности 15-20 личинок на колос препаратами (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

8.2 Семейство жужелицы – *Carabidae*. Хлебная жужелица – *Zabrus tenebrioides* Goeze. Семейство насчитывает более 20000 видов в мировой фауне, большинство из которых является неспециализированными хищниками.

Хлебная жужелица распространена в южной лесостепи и в степной зоне, где температура почвы на глубине 20 см в самый холодный месяц года не опускается ниже – 3°C. Это типичный южный абориген, приспособленный к засушливому и жаркому климату. Устойчивая численность отмечается на Северном Кавказе, на юге Украины, в Молдавии и Закавказье.

Кормовые растения: хлебные и дикие злаки (житняк, тимopheевка, овсяница, пырей). Зимуют в почве на глубине личинки разных возрастов, чаще преобладает 2-й возраст. Личинки младших возрастов зимой в массе погибают при температуре -3°C , а 3-го возраста переносят охлаждение до -9°C . Весной перезимовавшие личинки возобновляют питание, продолжительность которого зависит от возраста личинок (оптимальная температура 10°C). Закончившие питание личинки уходят на глубину 10–20 см, где в плотных земляных колыбельках окукливаются. В южных районах окукливание происходит в конце апреля. Стадия куколки длится от 15 до 25 дней. При пороге 8°C для развития куколки требуется сумма эффективных температур 180°C . Оптимальная температура для развития куколок $18\text{--}22^{\circ}\text{C}$. Отродившиеся жуки появляются на полях, как правило, в период цветения – налива зерна озимой пшеницы. Активны после захода солнца, когда питаются на колосе завязями и мягкими зернами. В день один жук может съесть 2–4 зерна пшеницы. В течение первых двух недель после отрождения жуки активно питаются. Это наблюдается при оптимальной температуре $20\text{--}26^{\circ}\text{C}$. При температуре до 30°C у жуков наступает торможение активности. Температура свыше 36°C может вызвать гибель жуков. Поэтому у хлебной жужелицы выработалось приспособление к жаркому периоду лета. Жуки, закончившие питание ко времени уборки хлебов, с наступлением критической температуры и засухи укрываются от зноя в лесополосах, под скирдами или забираются в трещины почвы на разную глубину в зависимости от степени ее иссушения. Такое поведение характерно только для жуков, накопивших достаточное количество жира. По данным Е. К. Егоровой, жуки с большим содержанием жира забираются в глубину почвы на 10–20 см, иногда даже на 40 см. Жуки с малым содержанием жира вынуждены питаться и в жаркое время, прячась днем в поверхностном слое почвы. Состояние покоя первых жуков длится 20–30 дней и более, что зависит от условий температуры и влажности. С выпадением осадков и понижением температуры жуки снова становятся активными. Они появляются на поверхности почвы и приступают к яйцекладке. Обычно это наблюдается во второй половине августа – начале сентября. Откладка яиц продолжается в течение этих двух месяцев, но может продолжаться и в октябре. Одна самка может отложить от 120 до 270 яиц, в 2 раза меньше, чем хлебные жуки. Для откладки яиц самка забирается в почву на глубину до 10 см при оптимальной влажности, а в сухой почве – до 15–25 см и лежа на боку (спине) при помощи яйцеклада делает маленькую камеру до 2 мм в диаметре, в эту камеру и откладывает 15–20 яиц. Эмбриональное развитие при среднесуточной температуре почвы $23\text{--}25^{\circ}\text{C}$ длится 9–12 дней, а при температуре $12\text{--}14^{\circ}\text{C}$ – 20–25 дней.

Личинки в своем развитии проходят 3 возраста. Различают возрасты по ширине головы: 1-й – 1,1–1,2 мм; 2-й – 1,65–1,85 мм; 3-й – 2,25–3,1 мм. Первую неделю личинки находятся в почвенной камере. После отрождения из яиц они съедают яйцевую оболочку. Через одну – две недели личинки начинают активно передвигаться и питаться. Живут в верхнем слое почвы в норках рядом с растениями. Ночью личинки выползают на поверхность и питаются листьями. Днем они затаскивают листья в норки и измочаливают их. Возле нового растения личинка вновь делает норку и уничтожает его. Может питаться листьями озимой пшени-

цы, ячменя, пырея, костра и др. При наступлении похолодания до -5°C личинки прекращают питание и уходят на зимовку. Для развития личинок наиболее благоприятными являются температуры $16,5^{\circ}\text{C}$ – $18,2^{\circ}\text{C}$. Более низкие и высокие температуры замедляют рост и развитие личинок. На развитие личинок оказывает также влияние количество осадков. Все это определяет возраст зимующих личинок. Если в июле – августе выпало достаточное количество осадков (147мм), в зимовку уходят личинки 3-го возраста. В засушливое лето (20–32 мм) развитие личинок проходит позднее, и они уходят на зимовку в 1-м и 2-м возрастах. В таких условиях различается продолжительность питания личинок в осенний период. При достаточном количестве осадков оно длится 85–105 дней, а в засушливую осень – всего 15–25 дней. В Краснодарском крае в основном зимуют личинки 2-го возраста. Массовому размножению хлебной жужелицы способствуют оптимальные метеорологические факторы и нарушение агротехники выращивания зерновых культур (выращивание зерновых злаков в течение нескольких лет на одном месте), потери могут составлять до 5–10 ц/га. Учитывая требования хлебной жужелицы к повышенной влажности, можно предположить, что численность ее возрастает в условиях орошения.

Ограничивают размножение жужелицы критическое понижение температуры почвы в позднеосенний и зимний периоды, вызывающее гибель личинок. Большое количество личинок гибнет, если в период их отрождения из яиц стоит засуха. При низкой влажности почвы яйца жужелицы не развиваются. Из паразитов известна муха-тахина *Viviania cinerea* Fall. В личинках паразитируют 3 вида наездников рода *Serphus*. Личинки мух-ктырей поедают в почве куколок. Грибные заболевания снижают численность личинок.

Вредоносны жуки и личинки. Жуки ночью выедают зерно сверху, оставляя нетронутой оболочку. Один жук в течение 20–25 дней может повредить 50–60 зерен. Основной вред наносят личинки. При наличии на 1 м^2 в начале кущения 15 личинок 1-го возраста гибнет 9% растений, 2-го возраста – 38%, 3-го возраста – 85%.

Меры борьбы. Посев по чистым парам, севообороты, уборка в ранние и сжатые сроки, уничтожение падалицы и злаковых сорняков, обработка почвы (лушение стерни и глубокая пахота вслед за уборкой), применение зерноуловителей на заселенных полях. Сильно изреженные посевы пересевают подсолнечником или сахарной свеклой.

ЭПВ в фазу 1–3 листьев для личинок – $3,5\text{--}20$ экз./ м^2 , для личинок 1-го возраста – $1,5\text{--}2$ экз./ м^2 , для личинок 2-го возраста – $0,8\text{--}5$ экз./ м^2 , для личинок 3-го возраста – $0,4\text{--}2,2$ экз./ м^2 . Рекомендуется опрыскивание растений почвенными инсектицидными вместе с посевом (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

Семейство листоеды – *Chrysomelidae*. Пьявица красногрудая – *Oulema (Lema) melanopus* L. Распространена во всей Европе. В СНГ максимальная численность отмечается в лесостепной зоне европейской части, в предгорьях Северного Кавказа, в Крыму и на Урале.

В Краснодарском крае пьявица в 30–40-х гг. XX века наносила значительные повреждения овсу и ячменю, особенно в центральных и предгорных районах.

В связи с этим в предвоенные годы ячмень и овес были выведены из севооборотов. В результате вредоносность пьявицы резко сократилась, вредитель до 60-х годов прошлого века не имел хозяйственного значения. Эволюция пищевых связей пьявицы связана с расширением числа кормовых растений. И самым значительным является переход её для питания на озимую пшеницу. Превращение Кубани в житницу России, расширение площадей посевов озимой пшеницы в крае создали большую кормовую базу для вредителя. Видимо, это может быть одним из основных объяснений массовых вспышек размножения пьявицы в 70–80-х гг. XX века.

Зимуют жуки в почве, в лесах, лесополосах и кустарниках. Весной при среднесуточной температуре 10°C жуки выходят на поверхность и начинают питаться дикими сорными злаками – пыреем, свинороем, костром (в Краснодарском крае это происходит во 2–3-й декадах марта). При среднесуточной температуре более 12–13°C жуки начинают перелеты на поля озимых культур (конец марта – середина апреля). Массовый лёт в крае наблюдается в начале апреля. Жуки предпочитают заселять изреженные посевы с низким травостоем с южной стороны. При сухой погоде уже на 2–3-й день после начала питания жуки спариваются, а еще через 5–7 дней приступают к откладке яиц. Самки откладывают по 2–3 яйца цепочкой на верхнюю и нижнюю сторону ближе к пазухе листа (максимально до 13 яиц в кладке). Яйцекладка растянута с 1-й или 2-й декады апреля и до 2-й декады июня, максимальная – в середине апреля. Самка в день может отложить 8–9 яиц при общей плодовитости 120–300 яиц. Продолжительность жизни самки от 1,5 до 2 месяцев. Эмбриональное развитие при среднесуточной температуре 10–11°C в апреле длится 16–17 дней. В мае при температуре 16–23°C яйца развиваются 6–7 дней. Оптимальная температура – 23–30°C, влажность – 60–70%. Личинки в крае появляются в конце апреля, массовое отрождение происходит через 1–2 недели после появления первых личинок. Отрождение личинок длится до конца июня. Развитие личинки продолжается в среднем 14–17 дней, при этом они проходят 4 возраста. Прохладная погода может вызвать задержку в развитии личинок до 1 месяца. Закончив питание, личинки сбрасывают слизь и уходят в почву на глубину 2–3 см, где превращаются в куколку. Стадия куколки длится 10–14 дней. Окукливание продолжается с середины мая до 1-й декады июля. В северной зоне ареала жуки не выходят на поверхность, а остаются зимовать. В Краснодарском крае жуки нового поколения появляются на поверхности почвы в 1-й – 2-й декадах июня, в массе – во 2-й половине июня. Затем они мигрируют на посевы кукурузы, овса, суданской травы. Особенно опасны для пожнивной кукурузы в фазе 3–7 листьев. Питание молодых жуков продолжается весь июль. Затем они отлетают в места зимовки. Одиночные жуки могут питаться и в августе (на дикой сорной растительности, на падалице зерновых). Из биологических факторов, влияющих на численность вредителя, известен паразит *Anaphes flavipes*.

Вредоносны жуки и личинки. Жуки выгрызают продольные сквозные отверстия, личинки скелетируют листья, тем самым уменьшая ассимиляционную поверхность. Максимальное размножение пьявицы происходит в засушливые годы.

Меры борьбы. Уничтожение злаковых сорняков, возделывание устойчивых

сортов (Дружба, Обрий и др.), недопущение изреживания посевов, весной своевременное проведение подкормок для усиления роста растений, лущение стерни, ранняя вспашка, изоляция полей от кукурузы, а весной – овса и ячменя, оптимальные дозы удобрений, применение приманочных посевов овса и ячменя. ЭПВ 0,7 личинок на 1 стебель и отрождение более 70% яиц или повреждение более 20% листовой поверхности. Борьбу ведут с личинками. Рекомендуются опрыскивание растений инсектицидами (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

Подсемейство земляные блошки, или блошаки – *Alticinae*, семейство листоеды – *Chrysomelidae*. Хлебные блошки.

Полосатая хлебная блошка – *Phyllotreta vittula* Redt. Распространена по всей европейской части СНГ, в Средней Азии, на Кавказе и в Сибири.

Развивается в одном поколении. Зимуют жуки под растительными остатками на полях, в оврагах и лесах. Выход с мест зимовки происходит при температуре 10–12°C, растянут и продолжается в течение апреля. Особенно интенсивно заселяются поля озимой пшеницы, кукурузы и других злаков. На листьях жуки выедают мякоть между жилками в виде продольных небольших полосок, которые при слиянии образуют сплошные пятна. Особенно страдают молодые растения в жаркую и сухую погоду. При повреждении 50% листовой поверхности растения сильно угнетаются, а 75% – погибают. При среднесуточной температуре 20°C самки откладывают яйца в почву на глубину 1–3 см. Развитие яиц возможно только при достаточной влажности почвы. Во время засухи они погибают. Отродившиеся личинки обитают в верхних слоях почвы, не причиняя заметного вреда (развивается 2–3 недели). Взрослые личинки перед окукливанием уплотняют вокруг себя почву, делают небольшую пещерку и в ней окукливаются на глубине 5–7 см. Развитие куколки продолжается 2 недели. В конце июня – начале июля появляются жуки нового поколения, которые держатся на колосьях пшеницы и ячменя, а также на диких злаках. После уборки перелетают в места зимовки.

Меры борьбы. Возможны ранние посевы яровых зерновых культур, уничтожение растительных остатков на поле и вокруг. В период всходов необходимо проводить опрыскивание растений инсектицидами (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

8.3 Семейство листовертки – *Tortricidae*. Злаковая листовертка – *Cnephasia pascuana* Hb. Распространена во Франции, на Украине, на Северном Кавказе. На Кубани вредитель отмечен в 20 районах на площади более 246000 га с численностью до 30 гусениц на 1м², на Украине отмечается до 420 особей на 1м².

Бабочки рода *Cnephasia* дают одно поколение в год. Зимуют гусеницы 1-го возраста в белом коконе в трещинах коры деревьев лесных полос. Весной в 1-й декаде апреля диапауза заканчивается и при среднесуточной температуре + 9–12°C (в конце кушения – начале выхода в трубку) гусеницы выходят из мест зимовок и мигрируют к вершинам деревьев (на периферию кроны) и повисают на паутинке. С веток, с помощью ветра, они переносятся на посевы зерновых культур (расселение продолжается 2–3 недели). В это время вдоль жилок листа под эпидермисом можно найти гусениц зеленоватой окраски с черной головой. Вре-

датель многояден и повреждает зерновые культурные и дикие растения – мокрицу, шиповник и другие, но предпочтение отдаёт злаковым растениям. Тип повреждения, вызываемый гусеницами листовёртки, – минирование листа вдоль жилок. Гусеницы среднего возраста находятся в рыхлом паутинистом коконе, обгрызают паренхиму узкими продольными полосками, что приводит к скручиванию листа вдоль жилок, в этот период они переползают с листа на лист и становятся уязвимы для химических обработок. К началу колошения гусеницы 5–6-го возраста внедряются между колосом и пазухой листа, обгрызая его с внутренней стороны. В конце своего развития гусеница перегрызает соломину на 6–8 см ниже колоса, вызывая белоколосость у 60–70% растений (у ячменя это более наглядно). В общей сложности питание гусеницы длится до 60 дней. Окукливается вредитель в июне в тех местах, где питался – у основания флагового листа, фаза завершается за 10–14 дней. Лёт бабочек длится 2–3 недели, плодовитость – 105–139 яиц. Вредитель активен в вечерние часы и летает в сумерках.

На численности злаковой листовёртки сказываются низкие температуры (в период заселения растений озимых гусеницами младших возрастов понижение температуры до -2°C приводит к их гибели). Обильные дожди способствуют развитию энтомопатогенных бактерий на гусеницах. На гусеницах паразитирует *Microgaster tiro* Reinhard (*Hymenoptera, Braconidae*), заражая до 50–70%.

Меры борьбы. Севооборот, изоляция полей от заселенных участков и лесополос, выращивание зерновых на больших площадях. Сильнее поражаются карликовые и скороспелые сорта. При заселении более 50% гусениц на 1 м^2 рекомендуется краевое опрыскивание инсектицидами (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

8.4 Семейство хлебные пилильщики – *Cephididae*. Среди перепончатокрылых вредителей зерновых культур наиболее распространены и вредоносны обыкновенный хлебный пилильщик – *Cephus pygmeus* L. и черный хлебный пилильщик – *Trachelus tabidus* F. Первый вид распространен в СНГ в лесостепной и степной зонах. На север доходит до Ленинградской и Пермской области. Максимальная численность отмечается на юге России, на Украине и в Казахстане. Черный пилильщик имеет более ограниченный ареал. Вредит в Крыму, в Ставропольском крае, на Кубани встречается редко.

Зимует личинка в «пергаментном» коконе внутри стебля. Перед подготовкой кокона, личинка, находясь внутри стебля, подпиливает кольцеобразную бороздку, прикрывает себя пробочкой из опилок, смешанных со слюной. Затем свивает тонкий полупрозрачный кокон, непроницаемый для воды. Весной (в конце апреля – начале мая) личинка окукливается. Стадия куколки длится 7–10 дней. Массовый вылет пилильщиков совпадает с началом цветения акации белой и наблюдается в конце апреля – начале мая. Развитие черного пилильщика отстает от обыкновенного, поэтому лет его наблюдается на 10–20 дней позднее. Максимальная численность хлебного пилильщика на озимых наблюдается в фазу колошения, а на яровой пшенице – в фазу выхода в трубку. После вылета взрослые насекомые дополнительно питаются на крестоцветных и сложноцветных сорняках (сурепка, гулявник, горчица полевая, осот и др.). После спаривания самки присту-

пают к яйцекладке. Яйца откладывают в наиболее развитые стебли, обычно это центральный стебель, несущий самый полновесный колос. Самки выбирают полый стебель. В верхнем междоузлии яйцекладом делают надпил и откладывают по одному яйцу внутрь. Откладка яиц длится 1–2 минуты. Плодовитость самки 30–50 яиц, столько же она может заразить стеблей. Эмбриональное развитие длится 6–8 дней. Отродившаяся личинка начинает питаться сочными тканями, по мере роста продвигается внутри стебля вниз. Питается до наступления восковой спелости зерна. Когда соломина становится непригодной для питания, личинка, продвигаясь по стеблю, прогрызает узлы злаков, отчего стебли теряют устойчивость и падают. Личинка развивается 32–40 дней и готовится к зимовке. Пилильщики развиваются в одном поколении.

Численность вредителя из абиотических факторов ограничивают весенняя и летняя засухи, которые могут вызывать гибель 70–90% личинок. Часть личинок погибает зимой в бесснежный период при значительных пониженных температурах. Паразитические насекомые в отдельные годы заражают до 30–70% личинок. Наибольшее значение имеет специфический паразит *Collyria puncticeps* Thoms. (*Hymenoptera, Ichneumonidae*), который полностью приспособлен к циклу развития вредителя. Самка с помощью усиков находит яйцо хозяина и откладывает в него свое яйцо. Отродившаяся личинка медленно развивается в теле личинки хозяина и вместе с ней уходит на зимовку, развитие заканчивается весной. Взрослое насекомое прогрызает в «пеньке» круглое отверстие и выходит наружу. В незначительной степени снижают численность стеблевых пилильщиков паразиты *Picroscytus scabriculus* Nees. (*Hymenoptera, Pteromalidae*) и *Bracon regularis* Wesm. (*Hymenoptera, Braconidae*).

Стеблевые пилильщики – олигофаги с ограниченным кругом кормовых растений. Наиболее вредоносны они для озимой пшеницы, меньше вредят ржи, яровой пшенице и ячменю. Черный пилильщик отдает предпочтение яровым хлебам. Из диких злаков может развиваться на костре безостном, еже, тимофеевке. Черный пилильщик может развиваться на овсяге.

Вредоносность пилильщиков зависит от периода заселения растений. Чем раньше начинают питаться личинки в стебле, тем больший вред они наносят – снижается вес зерна. В зависимости от сорта, условий роста и времени подпиливания стеблей потери веса зерна колеблются от 8 до 21%. В засушливую пору вредоносность пилильщиков увеличивается.

Меры борьбы. Лушение стерни и глубокая зяблевая вспашка ведут к гибели до 60% личинок, перспективно выведение сортов пшеницы с заполненной соломиной, рекомендуется раздельная уборка в начале восковой спелости при низком срезе стеблей, ранние посевы яровых зерновых. В борьбе с имаго рекомендуются инсектициды контактно-системного действия (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

8.5 Семейство злаковые мухи – *Chloropidae*. Овсяная шведская муха – *Oscinella frit* L. обитает на севере Европы, распространена до Архангельска и даже переходит Полярный круг. В Сибири распространена до Амура и Уссурийского края, встречается даже в районах вечной мерзлоты на Колыме. Отмечена в Та-

джикистане и Грузии, где встречается обычно на поливных участках зерновых культур.

Зимуют личинки разного возраста в стеблях злаков. Чем теплее осень, тем больше уходит на зимовку личинок последнего 3-го возраста, а иногда даже пупарии. Весной при прогревании приземного слоя воздуха до 12–14°C личинки возобновляют питание, затем окукливаются. Появление мух совпадает с началом цветения ранних сортов яблони, на Северном Кавказе – с конца апреля – начала мая. На продолжительность жизни мух влияют условия дополнительного питания и метеорологические факторы. Без пищи они могут жить 2–3 дня. Дополнительное питание мухи получают на цветках вики, люпина, горчицы полевой, аниса, сурепки, птичьей гречихи, тысячелистника, одуванчика, василистника, подморенника и валерианы лекарственной. В период цветения встречается на овсе, мятлике, ржи. Мухи предпочитают держаться в местах с низкой злаковой растительностью, хорошо освещенных и прогреваемых, на падалице. Поэтому в зависимости от состояния травостоя мухи мигрируют между культурными и дикими злаками. Самки откладывают яйца только на молодые стебли, предварительно тщательно обследует их. В жаркую погоду большее число яиц откладывается на озимых в фазу первого листа. Чаще яйца размещаются за колеоптиле, реже – на стебле и на земле возле стебля, и очень редко – на листьях. На посевах кукурузы самки откладывают яйца в фазе 1–3 листьев, преимущественно за колеоптиле. Самки летних генераций овсяной мухи откладывают яйца в период выколашивания овса и ячменя за плёнку колоска. Эмбриональное развитие длится в среднем 3–8 дней.

Личинки шведской мухи при повреждении выделяют ферменты, растворяющие растительные ткани. Находясь в разжиженном питательном субстрате, личинка всасывает пищу через узкий пищевод в желудок. Личинки в развитии проходят три возраста. Активное питание происходит только при температуре не ниже 12–14°C. Развитие личинок заканчивается за 18–28 дней. Пупарий коричневого цвета. Куколка развивается 11–25 дней. Сформировавшаяся муха с помощью головного пузыря прорывает стенку ложного кокона и покидает его. Затем в течение часа пузырь втягивается, крылья расправляются и муха готова к полету. При пороге развития 10°C для развития яйца необходима сумма эффективных температур 43–46°C, личинки – 140–157°C, куколки – 139–143°C, всего – 322–346°C.

Число генераций у шведской мухи зависит от зоны ареала и определяется температурой, влажностью и наличием кормовых растений. В северных районах нечерноземной полосы развивается 3 генерации, а в холодное лето – 2. В центральных районах и на Юго-востоке России развивается также 3 генерации. В степных районах вследствие летних засух развитие ограничивается 1–2 генерациями. Но в орошаемых районах Заволжья может развиваться 4 генерации.

Численность осеннего поколения шведской мухи ограничивают ранние похолодания, вызывающие прекращение откладки яиц. Развитие летних генераций также зависит от температуры и влажности. В засушливый период при высокой температуре наступает кормовой кризис – культурные злаки огрубели, а дикие высохли и вредителю негде питаться, что приводит к диапаузе. Численность шведской мухи снижают более 16 видов паразитических насекомых, развивающихся в личинках и куколках вредителя. Наиболее распространены – *Rhoptomeris*

eucera Hbg. (*Eucoliidae*) и *Trichomalus cristatus* Forst. (*Pteromalidae*). В мухах паразитируют нематоды *Tylenchinema oscillinae* Goodey, вызывающие бесплодие вредителя.

Личинки живут внутри нижней части молодого стебля. Питаются эмбриональными тканями центрального стебля. Узел кущения и пазушные почки обычно не затрагиваются. Центральный лист вянет и желтеет. Это наблюдается через 8–16 дней от начала питания. При раннем повреждении растение может погибнуть в фазе 1–2 листьев. Повреждение боковых стеблей менее опасно. Для всходов кукурузы наиболее опасно повреждение конуса нарастания – растения погибают, чаще личинки повреждают молодые листочки, они, разрастаясь, становятся гофрированными с разрывами. Очень часто происходит вынос из растения личинки в процессе роста стебля и выдвижения листьев.

Меры борьбы. Глубокая зяблевая вспашка, дифференцированное внесение удобрения, сроки сева озимых и яровых хлебов, устойчивые сорта ячменя – Харьковский 306, Золотой дождь, Одесский 09 и др., кукурузы – Буковинский 3, Воронежская 80, ВНР–42, Стерлинг и др. Рекомендуются опрыскивание инсектицидами (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

Семейство цветочницы – *Anthomyiidae*. Черная пшеничная муха – *Phorbia fumigata* Meigen. Как вредитель яровой пшеницы была впервые изучена Н. В. Курдюмовым (1914) на Полтавской сельскохозяйственной опытной станции. Долгое время была известна только моновольтинная форма этого вида, которая весной вредила яровой пшенице на Украине, в ЦЧЗ, на Волге, на Урале, в Западной и Восточной Сибири. Ее размножение на озимой пшенице в двух поколениях впервые было отмечено на средиземноморском побережье Франции в 30-х гг. прошлого века. В 40-х гг. повреждение этой бивольтинной формой вредителя всходов озимой пшеницы было описано в Италии, в 50-х – в Венгрии, в 60-х – в Югославии и Болгарии. С начала 60-х гг. она появилась и стала массово размножаться на озимой пшенице в Одесской области и Молдавии. В 70-х гг. прошлого столетия пшеничная муха освоила сначала орошаемые, а затем и богарные посевы озимой пшеницы в Херсонской и Николаевской областях. Проявила себя как опасный вредитель озимой пшеницы в Крыму. К концу 80-х гг. пшеничная муха встречалась практически на всей территории Украины, а с первой половины 90-х гг. она в заметной численности стала размножаться в Ростовской области. Массовое размножение пшеничной мухи в 1996 г. охватило центральные и южные районы Ростовской области и северные районы Краснодарского края. В ряде мест поврежденность посевов озимой пшеницы достигала 20%. Как и в других степных регионах, освоив новую территорию, пшеничная муха прочно заняла доминирующее место среди скрытностеблевых вредителей озимой пшеницы. В 1997–1998 гг. численность пшеничной мухи на юге России продолжала увеличиваться, и в 1999 г. произошло новое массовое размножение вредителя, причинившее значительный ущерб посевам. С тех пор численность пшеничной мухи на посевах озимой пшеницы, испытывая локальные колебания, как осенью, так и весной, оставалась высокой, расширялась площадь заселенных ею посевов, она стала заметно проявлять себя в тех районах, где до последнего времени практически отсутствовала.

Была отмечена вредоносность пшеничной мухи в Ставропольском крае. На многих полях юга Ростовской области и севера Краснодарского края отдельные посевы повреждались от 60–70 до 80 и даже 90%. При этом сорта твердой озимой пшеницы повреждались на том же уровне, что и мягкой. Осенью 2001 г. в Краснодарском крае площади озимой пшеницы, заселенные пшеничной мухой, выросли до 40 тыс. га. При этом распространение вредителя и степень повреждения посевов практически не зависела от предшественников. Заметные различия по поврежденности растений проявлялись лишь по срокам сева. На севере Ростовской области поврежденность всходов и молодых растений озимой пшеницы пшеничной мухой достигала 15–20%. Ее восточные районы до последнего времени оставались ею незаселенными.

Личинки черной пшеничной мухи чаще всего встречаются на пшенице. Кроме нее они могут развиваться также на ржи и на тритикале. В то же время яровой или озимый ячмень пшеничная муха практически не повреждает. На юге России воспроизводство пшеничной мухи происходит почти исключительно на полях озимой пшеницы, с развитием которой хорошо сопряжено развитие этого вредителя в осенний период. Зимует вредитель на посевах озимой пшеницы в стадии личинок в пупариях. Как правило, пупарии располагаются в почве на глубине до 5 см, между корнями поврежденных растений или в непосредственной близости от них, реже личинки образуют пупарии и зимуют в поврежденных стеблях. Так происходит, если до их ухода в почву наступает резкое похолодание с промерзанием поверхностного слоя почвы. Первые пупарии образуются уже в октябре, но массовое их образование происходит в середине – конце ноября. В более южных районах не образовавшиеся пупариев личинки могут обнаруживаться на посевах до начала января. Во время оттепелей развитие вредителя продолжается. В конце февраля – первой половине марта личинки превращаются в куколок.

Вылет пшеничной мухи происходит при достижении среднесуточной температуры воздуха 6–8°C и прогреве поверхностного слоя почвы до 9–10° С. На юге Ростовской области и в северных районах Краснодарского края такие условия наступают в последних числах марта – первых числах апреля. В начале вылета в популяции мух преобладают самцы, затем доля самок возрастает и в конце периода лета мухи представлены почти исключительно самками. На ранних посевах, на которых развитие личинок происходило при более высоких температурах, пшеничная муха вылетает на 5–6 дней раньше, чем на поздних. На срок вылета мух влияет густота посева. Существуют и другие факторы, определяющие растянутость вылета пшеничной мухи примерно на месяц. Общая продолжительность лета составляет около полутора месяцев. В весенний период обычно отмечается два пика лета пшеничной мухи – первый в середине апреля, второй – в конце апреля – начале мая. Средний промежуток времени между началом вылета самок пшеничной мухи и началом откладки яиц составляет весной 10 дней, осенью – 6 дней, между максимумом вылета мух и максимумом откладки яиц весной – 9 дней, осенью – 4 дня. Количество откладываемых каждой самкой яиц сильно варьирует в зависимости от размеров самки, увлажненности места обитания, наличия подходящих для откладки яиц стеблей. Связи плодовитости мух с дополнительным питанием не установлено. В среднем каждая самка откладывает в есте-

ственных условиях 18–20 яиц. При откладке яиц самки предпочитают молодые стебли большего диаметра, в которых личинки будут обеспечены большим запасом пищи. Эмбриональное развитие большинства отложенных весной яиц продолжается 9–10 дней, осенью, когда оно проходит при более высоких температурах, – 6–7 дней. После выхода из яйца личинка, преодолевая сопротивление выходящего навстречу ей свернутого в трубку центрального листа, опускается к основанию стебля и с помощью ротовых крючков производит кольцевой надрез основания верхушечного листа.

Первые признаки повреждения стеблей личинками – увядание, затем пожелтение и засыхание центрального листа – проявляются на 4–5 день развития личинок, что обычно совпадает с их переходом в 3-й возраст. В жарких и засушливых условиях при температуре выше 16°C период от выхода личинок из яйца до появления первых признаков повреждения может сокращаться до 2–3 дней. Период от массового заражения посевов пшеничной мухой до массового проявления повреждений длится обычно 9–10 дней. Завершив питание, личинки поднимаются внутри поврежденного стебля вверх и, располагаясь передним концом тела вверх, ожидают дождя. После его выпадения, личинки сразу же уходят в почву на глубину до 5 см для образования пупариев.

В пупариях куколки пшеничной мухи диапаузируют до осени. В середине сентября из пупариев выходят взрослые мухи, которые приступают к размножению на всходах озимой пшеницы. При этом часть вредителей остается в диапаузе до следующей весны. Чем суше погода, тем меньше куколок выходит из диапаузы и тем больше их остается до весны. Выйдя из пупария, мухи выбирают на поверхность почвы не только по трещинам и пустотам между комьями, но и активно прокладывая ход при помощи специального приспособления – лобного пузыря, которым раздвигают частички почвы. Благодаря этому пшеничная муха легко выбирается наверх с глубины 10–15 см, куда пупарии попадают после неглубокой вспашки. Вылетевшие мухи находят осенью значительно лучшие, чем весной условия для своего размножения. Самки откладывают яйца на наиболее подходящие для развития личинок мощные центральные стебли растений в период выхода 2–3 листа. В связи с тем, что осенью пшеничная муха размножается преимущественно на ранне-оптимальных, а весной – на поздних посевах озимой пшеницы, интенсивное перераспределение ее популяции между полями происходит не только осенью, но и весной. Тем не менее, для пшеничной мухи характерно краевое заселение полей, в том числе и на повторных посевах озимой пшеницы. При умеренной численности мух практически все они концентрируются в краевых полосах посевов шириной до 75–100 м. При высокой численности пшеничная муха заселяет всю площадь поля, но и в этом случае по краям ее бывает больше, чем в середине поля.

При раннем повреждении или замедленном развитии поврежденных пшеничной мухой растений часть их гибнет до кущения. В зависимости от сопряженности развития вредителя и растений, от агротехнических и погодных условий доля таких растений от общего числа поврежденных колеблется от 12,5 до 86%. Чем влажнее почва, тем успешнее растения противостоят повреждениям. Погибшие до кущения поврежденные растения засыхают, сворачиваются и часто

остаются незамеченными. Весной развитие пшеничной мухи хорошо сопряжено с развитием не озимой, а яровой пшеницы. Но поскольку на юге яровую пшеницу сеют на очень небольших площадях, причем высевают устойчивые к пшеничной мухе твердые сорта яровой пшеницы, она на этой культуре значения не имеет.

У посевов озимой пшеницы ранних и оптимальных сроков сева ко времени массовой откладки яиц пшеничной мухой в весенний период начинается фаза выхода в трубку. Их продуктивные побеги, в том числе и весеннего кушения, к этому времени грубеют и становятся непригодными для развития личинок. Поэтому весеннее размножение пшеничной мухи, происходящее в основном на непродуктивном подгоне, в таких посевах к снижению урожая не ведет. Практическое значение оно может иметь только на поздних, отставших в развитии, слабо раскустившихся посевах. Но и в этих посевах потеря урожайности растения от повреждения бокового стебля не превышает 12%. При поврежденности 20–25% боковых стеблей потерь урожая практически не происходит. К существенным потерям может привести поврежденность свыше 30–35% стеблей, что в условиях юга Ростовской области из-за относительно позднего появления личинок пшеничной мухи, даже при интенсивном весеннем ее лете, отмечается редко. Внешне повреждения стеблей всеми видами мух проявляются сходно. Верхний лист поврежденного стебля вянет, затем желтеет и усыхает. Остальные листья некоторое время остаются зелеными, затем и они засыхают. Стебель гибнет. Потеря центрального стебля ведет к гибели растения или резкому снижению его урожая. Меньшее хозяйственное значение имеет повреждение боковых побегов.

Из биотических факторов, влияющих на численность вредителя, может быть назван личиночно-кукольный паразит *Phaenocarpa pullata* Hal. (*Hymenoptera, Braconidae*).

Меры борьбы те же, что и со злаковыми мухами.

Семейство галлицы – *Cecidomyiidae*. Желтый пшеничный комарик (пшеничный комарик, пшеничная зерновая галлица) – *Contarinia tritici* Kirby. В СНГ распространен в европейской части, на Кавказе, в Восточной Сибири. Обитает в Японии, Китае, Северной Америке.

Потери урожая колеблются от 1 до 13%. Одна самка откладывает 18–20 яиц. Зимуют взрослые личинки в шелковистом коконе в почве. Весной личинка покидает кокон, переходит в верхний слой почвы, сооружает колыбельку и в ней окукливается. Пупарии лимонно-желтого цвета. Лёт имаго совпадает с началом колошения озимой пшеницы, чаще в первой декаде мая, наблюдается в период цветения. Наиболее активны галлицы днем, за 3–4 часа до заката солнца, летают в нижней части стеблестоя. Массовый лет происходит в фазу цветения озимой пшеницы. Самки живут 2–3 дня. Яйца откладывают в цветки за цветочную пленку по 4–8 штук, яйца узкие, с длинной ножкой. Эмбриональное развитие длится 2–3 дня, отродившаяся личинка лимонно-желтая, проникает внутрь колосков и питается генеративными частями (завязь, зерно), поврежденные колоски не образуют зерна. В одном колосе встречается до 6–7 личинок. Зерно при повреждении полностью засыхает или деформируется. На поврежденном колосе видны чернеющие колосковые и цветочные чешуйки. Взрослая личинка, закончив питание, покидает колос и проникает в верхний слой почвы, делает шелковистый кокон. Зимуют ли-

чинки в шелковистых коконах на глубине 5 см. Часть личинок может диапаузировать 2–3 года. Окукливаются в земляной колыбельке. Одна генерация в год. Размножению способствует теплая и влажная погода. Повреждает рожь, пшеницу, овес.

Меры борьбы. Лушение стерни, глубокая зяблевая вспашка, соблюдение севооборота, подкормка растений, ранний посев яровых. Рекомендуются опрыскивание инсектицидами (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению в РФ»).

9 ВРЕДИТЕЛИ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР

Рассматриваемые вопросы:

9.1 Вредители однолетних зернобобовых культур

9.2 Вредители многолетних бобовых трав

9.1 На Кубани посевной горох занимает около 55000 га, вика – 7–8 тыс. га, фасоль – 500 га. Из многоядных вредителей этим культурам вредят луговой мотылек, совки: гамма, капустная, люцерновая, хлопковая и другие вредители.

Отряд жесткокрылые – *Coleoptera*, семейство долгоносики – *Curculionidae*. На зернобобовых культурах встречаются около 18 видов клубеньковых долгоносиков из рода *Sitona* которые зимуют в основном на стадии взрослого насекомого. В наибольшей численности на зернобобовых культурах во всех зонах их возделывания вредят полосатый и щетинистый долгоносики.

Полосатый клубеньковый долгоносик – *Sitona lineatus* L. Наиболее широко распространенный вид. Вредит во всех зонах возделывания однолетних бобовых культур. Развитие происходит на горохе, вике, чечевице, клевере, люцерне, эспарцете, сое и дикой растительности семейства бобовых.

Зимуют жуки в основном на полях, занятых многолетними бобовыми под растительными остатками или в почве на глубине 2–9 см. Часть жуков улетает на зимовку в лесополосы. Хорошо перезимовывают при наличии снежного покрова. Весной пробуждение очень неравномерное. Первыми при температуре 5–6°C активизируются жуки на подсохших, хорошо прогреваемых участках и переселяются на всходы зернобобовых в солнечную погоду при температуре воздуха более 16°C. Поэтому наиболее активное заселение посевов наблюдается в сухую и жаркую погоду. Жуки активно питаются и днем и ночью. Причем самки наиболее прожорливы – съедают в 3 раза больше пищи, чем самец. В опытах В. И. Петрухи (1969) самка уничтожала более 10 мм листа, а самец – менее 4 мм. Вредоносность клубеньковых долгоносиков в значительной степени зависит от температуры окружающей среды. Лабораторно-вегетационными опытами установлено, что жуки очень прожорливы при температуре 15–20°C и низкой влажности. В сухую погоду недостаток влаги компенсируется увеличением съедаемой пищи. Жуки живут продолжительное время и встречаются на полях до июня. Оптимальные условия для жизни жуков – температура 25°C и относительная влажность 75%. К от-

кладке яиц жуки приступают вскоре после вылета и могут продолжать до конца жизни. Яйца откладываются на листья, которые, подсохнув, скатываются на почву. Плодовитость самок зависит от условий перезимовки. Свежеотложенные яйца желтоватого цвета, затем становятся черными. Эмбриональное развитие длится 10–16 дней. При более сухой погоде развитие яиц замедляется (при влажности ниже 62% развитие прекращается). Поэтому во влажные годы и при оптимальной температуре (25°C) жуки рода *Sitona* размножаются более интенсивно.

Отрождение личинок наблюдается в мае – начале июня. Отродившаяся личинка очень подвижна и быстро продвигается в почве к клубенькам. Внедрившись в клубенёк, личинка питается его содержимым. При полном выедании клубенька от него остается одна оболочка. Одна личинка за свою жизнь съедает 2–6 клубеньков вики. Взрослая личинка поедает клубеньки снаружи, а также может выгрызать ямки на корнях. В конечном итоге личинки своей вредоносностью оказывают влияние на содержание азота в почве, растение, и в итоге на урожай зернобобовых. Например, на горохе и эспарцете потери азота вследствие повреждения клубеньков (25–47%) и корней личинками долгоносиков составили 20–35%.

Развитие личинок в зависимости от зоны продолжается от 26 до 45 дней. Окукливаются личинки наблюдается в конце мая – начале июня (в зависимости от зоны) и даже в июле в земляных колыбельках овальной формы на глубине 5–30 см. Колыбельки непрочные и при раскопках легко разрушаются. В зависимости от зоны и гидротермических условий стадия куколки длится 8–18 дней. Сформировавшийся жук около 3 дней находится в колыбельке, а затем выходит на поверхность почвы. В зависимости от зоны ареала молодые жуки появляются со 2-й половины мая до июля и перелетают на многолетние бобовые травы, где также могут наносить серьезные повреждения.

Меры борьбы. С помощью регулирования поливов на тяжелых почвах можно снижать развитие ситонов. Получение ранних дружных всходов. Ранняя вспашка стерни однолетних бобовых уничтожает личинок и куколок. Ранняя уборка парозанимающих смесей в фазу цветения не дает личинкам допитаться. Пространственная изоляция однолетних и многолетних бобовых (не менее 50 метров). Внесение микроудобрений, которое повышает сопротивляемость к повреждениям жуками рода *Sitona*.

В зависимости от численности и характера заселения полей жуками клубеньковых долгоносиков необходимо проводить краевые и смежные обработки всходов гороха препаратами из «Справочника пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ».

Экономический порог вредоносности составляет 5 экз. жуков на м² в фазу всходов (3–5 настоящих листьев). При его достижении целесообразна обработка инсектицидами (см. «Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

Гороховая зерновка – *Bruchus pisorum* L. (отряд жесткокрылые – *Coleoptera*, семейство зерновки – *Bruchidae*). Широко распространена во всем мире. В СНГ в наибольшей численности встречается в лесостепной и степной зонах. В годы с жарким летом может вредить в Нечерноземной зоне. Благоприятные метеорологические условия изменяют границы распространения гороховой зерновки на се-

вер и восток. Наибольшая вредоносность отмечается в Центральной Черноземной полосе, в Поволжье, южной части Украины, в Молдавии и на Северном Кавказе.

Вылет жуков из мест зимовки совпадает с началом цветения дикого горошка. С появлением цветков они переселяются на культурный горох, где питаются пыльцой цветков. На Северном Кавказе заселение гороха происходит в 3-й декаде мая. Основная масса жуков перелетает в течение 5 дней после цветения. Дополнительное питание пыльцой гороха необходимо для развития яйцепродукции. Плодовитость самок обычно колеблется от 70 до 220 яиц, максимальная – до 730 яиц. В зависимости от сроков сева и метеорологических условий яйцекладка бывает растянута более чем на 60 дней. Наиболее интенсивная откладка яиц продолжается 10–15 дней. В холодную и пасмурную погоду интенсивность откладки яиц понижается. Яйца самки откладывают на молодые сформировавшиеся бобы по 1–3 на боб. Нередко откладывается по 2–3 яйца, расположенных одно над другим. Яйцо удерживается на поверхности боба с помощью быстро застывающих выделений. Эмбриональное развитие продолжается от 6 до 15 дней в зависимости от температуры. Отродившаяся личинка прогрызает отверстие в створке боба и проникает в горошину. При этом до 20% личинок может погибнуть. Даже если в горошину смогут проникнуть несколько личинок, выживает только одна. Отрождение личинок на Северном Кавказе наблюдается в середине июня, а в Центральной Черноземной полосе – в начале июля. Внедрившись в горошину, личинка питается ее содержимым. Развитие личинок длится 30–40 дней. В горошине личинка окукливается, стадия куколки продолжается 20–25 дней. В южных районах весь цикл развития проходит за 50 дней, в более северных – за 65 дней. Для развития от яйца до жука необходима сумма эффективных температур 560°C при пороге развития 10°C . Закончившая питание личинка перед окукливанием выгрызает в коже горошины кольцеобразную бороздку, чтобы жуку можно было выйти на поверхность. При уборке зерновка попадает с горохом на склады. В южных районах до 50% жуков успевают выйти из горошин к сентябрю и остаются зимовать в полевых условиях. Жуки холодостойки и могут выносить кратковременные понижения температуры до -25°C . Объясняется высокая холодостойкость большим запасом жирового тела (до 50% от веса тела). Остальные жуки зимуют в горохе на складах. В северной зоне ареала могут зимовать личинки, куколки и жуки в семенном горохе. В Краснодарском крае молодые жуки появляются с конца июля – в начале августа и встречаются до конца сентября.

Численность гороховой зерновки регулируют температура и влажность, а также естественные враги. Значительная часть жуков гибнет во время зимовки. Яйца вредителя уничтожает яйцеед *Lathromerus* sp. Из паразитов известен также яйцеед *Uscana senex* Grese. (*Hymenoptera*, *Trichogrammatidae*), который заселяет до 85% яиц зерновки. Развивается в 4–5 поколениях. Может быть использован в биологической борьбе с гороховой зерновкой. Паразитами личинок являются бракониды *Triaspis thoracicus* Gurt. (*Hymenoptera*, *Braconidae*), поражающие до 40% личинок.

Гороховая зерновка – олигофаг, повреждает горох. В результате повреждения вес зерен снижается на 40%, а полевая всхожесть – до 75%. Зараженный горох нельзя употреблять в пищу, т.к. он может вызывать отравление кишечника и

почек. Нельзя такой горох скармливать и животным.

Меры борьбы. Ранние сроки посева; подбор устойчивых сортов – меньше повреждаются сорта с короткой плодоножкой, крупными бобами, густо облиственные; ранняя и без потерь уборка, лущение стерни и глубокая зяблевая вспашка, горох лучше сеять на больших площадях – более 200 га, т.к. зерновка откладывает больше яиц на краевых полосах (30–50 м); краевые полосы необходимо убирать на зеленый корм в фазе начала налива семян. Совместный посев гороха с горчицей предохраняет растения от сильного заражения вредителями. Высев сортов Аргон, Легион и др.

Одним из эффективных способов является химическая борьба. Рекомендуется фумигация семенного материала препаратами, указанными в «Справочнике пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ». Наиболее эффективна фумигация, когда зерновка находится в стадии личинки. Мероприятия проводятся при влажности зерна не выше 16% в герметически закрытых помещениях или под брезентом при толщине слоя 75–150 см. Опудривание семенного гороха препаратами также эффективно. Обработанные семена покрывают брезентом и выдерживают в течение 7–10 суток. Влажность гороха не должна превышать 15%. Мероприятие основано на незначительных фумигационных свойствах разрешенного инсектицида, который проникает за оболочку семени и вызывает отравление гороховой зерновки. Обработку проводят осенью до наступления похолодания или весной за месяц до посева. Допустимо опрыскивание семенных посевов инсектицидными эмульсиями, авиационное опрыскивание разрешенными инсектицидами. В полевых условиях обработки необходимо проводить при численности более 15–20 жуков на 10 взмахов сачком и в течение 5 дней после цветения. При небольшой численности вредителя можно ограничиться краевыми обработками посевов шириной 30–40 м в период бутонизации, а затем еще дважды через 7–8 дней в зависимости от срока действия препарата.

Отряд равнокрылые – Homoptera, семейство тли – Aphididae. Гороховая тля – *Acyrtosiphon pisum* Harris Вид широко распространен в СНГ. Наиболее вредоносен в южных и восточных районах Нечерноземной полосы, в Татарстане, Чувашии, Башкирии, Ставропольском и Краснодарском краях. Это одна из самых крупных из всех тлей – 5мм длиной, с красно-бурыми глазами.

Зимуют яйца на многолетних бобовых травах, на озимых зернобобовых культурах. Эмбриональное развитие начинается весной. Отродившиеся личинки развиваются 15–30 дней на многолетних бобовых. Одна самка-основательница может отродить до 50 (максимум 170) партеногенетических личинок. Крылатые самки-расселительницы отрождают по 20–40 личинок (максимум 62). Бескрылые самки летних генераций более плодовиты – за 20–30 дней одна самка отрождает до 120–170 личинок по 3–12 личинок в день. Личинки развиваются 8–10 дней. В летний период развитие генерации на севере ареала длится 10–15 дней, а на юге – 5–8 дней. Оптимальная температура для развития летних генераций – 23–24°C, при температуре 30°C наблюдается депрессия в развитии.

Питание тлей на горохе продолжается до загущения тканей растений. К этому времени в колониях преобладают крылатые расселительницы, которые перелетают на многолетние бобовые. Осенью с уменьшением светового дня среди

партеногенетических самок появляются половые особи: самцы и самки. Каждая самка после оплодотворения откладывает 8–12 яиц на многолетние бобовые. Откладка яиц может проходить при низких температурах. При температуре ниже 4°C тли погибают. Число генераций зависит от суммы эффективных температур и колеблется от 4 (на севере) до 25 на крайнем юге (в Ташкенте). В районах, где сеют люцерну, несколько генераций тли развиваются на этой культуре.

Численность гороховой тли регулируют метеорологические факторы, а также паразитические и хищные насекомые и энтомопатогенные микроорганизмы. Температуры воздуха более 30°C и влажность более 35–40% вызывают депрессию в развитии. Сильные дожди смывают тлей с растений, которые позже уничтожаются хищным насекомым. Из хищных насекомых тлей уничтожают личинки мух-сирфид, златоглазок, божьи коровки (до 90%). В отдельные годы личинок и самок уничтожают специализированный паразит *Aphidius ervi* Hal. и энтомофторовые грибы *Entomophthora aphidis* Hoffm. и *E. thaxteriana* Petch., которые также способствуют снижению численности гороховой тли до 50%.

Тля причиняет большой ущерб посевам гороха в фазу цветения растений при установлении жаркой погоды (повреждается 75–100% растений). Наиболее вредоносна тля в начале цветения гороха и вики. У заселенных растений задерживается рост стебля, образуется меньше цветков и бобов, меньше зерен в бобах.

Меры борьбы. Ранние сроки посева, внедрение раннеспелых сортов, посев нектароносов, пространственная изоляция от многолетних трав, низкий подкос люцерны, посев гороха в смеси с другими растениями (овес, вика), низкий подкос многолетних бобовых трав, регулирование режима питания растений удобрениями, искусственное дождевание, обработка 1% раствором молибдена приводит к гибели тли. Рекомендуется опрыскивание инсектицидами (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»). ЭПВ в фазу начала бутонизации составляет 10–15 тлей на растение при заселении 15% посевов.

9.2 Корневой люцерновый долгоносик – *Sitona longulus* Gyll. Распространен в степной и лесостепной зонах европейской части СНГ, в Сибири, в Северном и Центральном Казахстане, на Кавказе, на севере Средней Азии.

Жуки питаются в основном листьями люцерны, реже других бобовых. Личинки развиваются на корнях люцерны, наносят существенный вред люцерне 2-го года жизни, реже клеверу. При повреждении корней люцерны открывается доступ для микроорганизмов, что в конечном итоге приводит к преждевременному выпадению корней (до 13–27% корней люцерны старших возрастов). В Краснодарском крае на 1 м² насчитывается 256 личинок.

Зимуют личинки на люцерновых полях возле корней на глубине 10–30 см. Весной окукливание личинок на юге Молдавии и в Краснодарском крае начинается во второй половине мая и растягивается до июля. Стадия куколки длится 10–12 дней. Выход молодых жуков отмечается в первой декаде июня. После длительного питания самки с июня до августа откладывают на поверхность почвы яйца группами по 25 штук в затемненные и увлажненные места. Плодовитость составляет 770–1050 яиц (при средней температуре воздуха 20–23°C). Эмбриональное

развитие яйца длится 10–15 дней. Отродившиеся личинки уходят в почву, где питаются клубеньками и корнями люцерны, развиваются до конца сентября и остаются там же на зимовку на глубине 5–10 см. Корневой люцерновый долгоносик – теплолюбивое насекомое, но при температуре выше 26°C его активность снижается. Жуки в течение суток активны утром (до 10°C) и в вечернее время. Максимальная численность его достигается в июле (до 600 экземпляров на 100 взмахов сачком). Активно поедает личинок долгоносика жужелица *Broscus semistriatus*.

Меры борьбы. Ранние сроки посева однолетних и многолетних бобовых культур; создание благоприятных условий для роста растений; изоляция полей люцерны при посеве от других многолетних бобовых; изреженные посевы сильнее повреждаются ситонами; дискование и боронование почвы в ранневесенние периоды снижает численность личинок; временная задержка полива в период окукливания приводит к снижению численности куколок. В период массового появления жуков необходимо опрыскивание инсектицидами (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

Отряд жесткокрылые – Coleoptera, семейство долгоносики – Curculionidae. Листовой люцерновый долгоносик или фитонормус – *Phytonomus variabilis* Распространен на западе и юге европейской части СНГ, на Кавказе, в Южном Казахстане, Средней Азии. Ареал наибольшей вредоносности захватывает в основном хлопководческую зону, значительно вредит на крайнем юге европейской части СНГ, в Краснодарском крае и Закавказье.

Зимуют жуки в различных укрытиях. На крайнем юге частично сохраняют активность и зимой. Весной жуки пробуждаются при температуре воздуха 12–14°C, при превышении указанных температур начинают питаться листьями люцерны, иногда выедают ямки на стеблях. В Краснодарском крае питающиеся жуки наблюдаются в конце марта и в первой декаде апреля. Вскоре после выхода из мест зимовки начинается яйцекладка. Самки выгрызают небольшие «камеры» внутри прошлогодних и молодых стеблей люцерны, чаще всего в верхней части растений. В камеры откладывается по 10–15 яиц. Средняя плодовитость самок составляет 600–800 яиц, максимальная – 2500 яиц. Эмбриональное развитие длится 9–11 дней. Установлено, что откладка яиц продолжается до появления на люцерне зеленых соцветий. Отрождение личинок в крае отмечено во 2-й и 3-й декадах апреля, иногда в начале мая. Личинки 1-го возраста скрытно питаются в верхушечных почках, старших возрастов – открыто, преимущественно на верхушках растений. Личинки в развитии проходят 4 возраста и заканчивают его за 4–6 недель. Окукливаются личинки происходит в грубоячеистом беловатом коконе, прикрепленном в более защищенных частях растений, редко на почве. Развитие куколки длится 6–8 дней. Развитие всех преимагинальных стадий продолжается 6–8 недель, а жуки живут до 8–10 месяцев. Личинки фитонормуса теплолюбивы, это и объясняет питание их в верхнем ярусе растений. Оптимальная температура воздуха для питания личинок составляет 20–25°C. Повышение температуры до 30°C приводит к резкому падению активности личинок. Окукливание в крае начинается во 2-й декаде мая, в 3-й декаде мая появляются молодые жуки. К середине июня все жуки выходят из куколок. Молодые жуки первые 10–12 дней усиленно питаются на люцерне. С повышением температуры выше 24–25°C жуки прячутся в

ть, иногда улетают с люцерновых полей. После спада жары продолжают питаться и в 3-й декаде сентября уходят на зимовку (при температуре 10–12°C). Вредитель развивается в одной генерации.

Наиболее опасны повреждения личинок, которые выедают цветковые почки, уничтожая зачатки соцветий. Повреждают бутоны и распутившиеся цветки. Поэтому фитонмус наиболее опасен на семенной люцерне. При этом накопление вредителя происходит на старых посевах люцерны.

Численность фитонмуса ограничивает низкая относительная влажность воздуха и температура в период питания личинок выше 25°C. Во влажные годы наблюдается гибель личинок от грибных заболеваний (до 90-95%). В яйцах фитонмуса паразитируют *Peridesmia phytonomi* Gah. и *Spintherus* sp. (Hymenoptera, Pteromalidae). Личинок уничтожают паразиты *Bathyplectes corvina* Thoms., *B. curculionis* Thoms. (Hymenoptera, Ichneumonidae) и др. В куколках развивается *Pimpla maculator* F. (Hymenoptera, Pteromalidae).

Меры борьбы. Глубокая зяблевая вспашка (на 20 см) приводит почти к полной гибели жуков; эффективно чередование посевов на сено и семена, ранневсеннее дискование в 2–3 следа и боронование старовозрастной люцерны (при этом снижается численность жуков, а также стимулируется рост люцерны); пространственная изоляция семенных участков от старых, заселенных фитонмусом (не менее 500 метров). Хороший эффект дает скашивание люцерны первого укоса, зараженной личинками фитонмуса, на фуражные цели в фазу бутонизации. В условиях орошения и в предгорной зоне края оставление на семена люцерны второго укоса, которая меньше повреждается личинками фитонмуса.

ЭПВ имаго в фазу стеблевания – 2–3 жука на м², личинки в фазу стеблевания – 30 экземпляров на 100 взмахов сачка. Против фитонмуса эффективно опрыскивание или внесение гранулированных препаратов в период отрастания люцерны (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

Биологическое регулирование фитонмуса осуществляется с помощью хищников. В опытах Н. С. Каравянского при соотношении личинок фитонмуса и жуков кокцинеллид 1:0,5, 1:1 и 1:2 за сутки один жук божьей коровки поедает не менее 10 личинок фитонмуса. Активно поедают личинок фитонмуса хищные жужелицы (семейство *Carabidae*) родов *Calosoma*, *Poecilus*, *Carabus* и другие хищники.

Отряд жесткокрылые – Coleoptera, семейство долгоносики – Curculionidae. Желтый тихиус-семеед – *Tychius flavus* Beck. Распространен на юге лесостепной и в степной зоне европейской части СНГ, на Кавказе, Казахстане, на юго-западе Сибири, в Средней Азии.

Вредитель развивается в одном поколении. Зимуют жуки в почве на глубине 2–10 см, как правило, на тех полях, где люцерна выращивалась на семена. Весной при повышении температуры до 15°C жуки выходят с мест зимовки. В Краснодарском крае начало выхода жуков происходит в первой декаде апреля. Активное питание начинается при устойчивой температуре выше 20°C (оптимальная температура – 23–26°C). Жуки выгрызают отверстия в листовой пластинке, а с появлением соцветий объедают их. При расселении жуки могут делать пе-

релёты на расстояния до 7–15 км. С появлением на люцерне бобов самки приступают к яйцекладке, вначале откладывая яйца в бобы нижнего яруса. В крае это наблюдается в конце июня. Самка выгрызает в створке боба круглое отверстие, куда откладывает по одному, реже по 2–3 яйца. Плодовитость составляет до 45 яиц. Максимальная яйцекладка на семенной люцерне 1-го укоса происходит в конце июня – в начале августа, когда идет полное образование бобов. Эмбриональное развитие длится 7–10 дней. Отродившиеся личинки питаются семенами в бобах. За период развития, который продолжается 15–25 дней, одна личинка уничтожает от 2 до 4 семян (из 6–7 в одном бобе). Закончившие развитие личинки прогрызают створки боба и падают на землю. На глубине 5–10 см личинки делают земляные колыбельки, где и окукливаются. Стадия куколки длится 10–20 дней. Сформировавшиеся жуки остаются в колыбельках до следующего года. Жуки могут жить 2–3 года.

Вредоносность тихиусов возрастает, если люцерну на одном и том же поле несколько лет подряд оставлять на семена. Численность жуков на 1 м² достигает до 400–500 особей, что приводит к потере 80–100% листовой поверхности. На некоторых полях до 60–70% семян бывает повреждено личинками вредителя. Ширококорядные посевы сильнее повреждаются вредителем, чем узкорядные. Массовое размножение тихиусов происходит в умеренно сухие годы за счет увеличения пищевых ресурсов. Однако чрезмерно сухая с высокими температурами погода в период дополнительного питания жуков и развития личинок может оказать отрицательное влияние на листовую поверхность. При температуре выше 30–32°C жуки малоактивны, прекращают питание, а личинки могут покидать бобы, не закончив развитие.

В регулировании численности желтого тихиуса определенную роль играют паразиты рода *Habrocytus* (наблюдается гибель личинок от 4 до 40%), прежде всего, *Habrocytus microgasteris* Kurd. (Hymenoptera, Pteromalidae), *Eupelmus microzotus* Foist (Hymenoptera, Eupelmidae) и *Tetrastichus brevicornis* Nees (Hymenoptera, Eulophidae). В регулировании численности вредителя эффективны также жукелицы.

Меры борьбы. Чередование полей при использовании люцерны на семена и сено; новые посевы люцерны необходимо изолировать от старых на расстояние до 7 км. В условиях орошения урожай семян лучше получать со второго укоса; создавать полосы-ловители в период окончания цветения люцерны. На люцерне сплошного сева численность вредителя меньше, чем на ширококорядных. Химические меры борьбы такие же, как и против фитонюсы, но надо учитывать, что жуки тихиуса очень быстро приобретают индивидуальную устойчивость к инсектицидам.

Отряд жесткокрылые – Coleoptera, семейство долгоносики – Curculionidae. Люцерновый почкоед апион – *Apion aestivatum* Fst В СНГ этот вид распространен в Европейской части на север до Ленинградской области, Закарпатья, Белоруссии, встречается в Закавказье, в Сибири. Отмечен в Средней и юго-восточной Европе, Алжире, Сирии, Иране. Из 13 видов апионов, встречающихся на люцерновых полях Кубани, наиболее вредоносен и многочислен люцерновый почкоед апион.

Значение вида в качестве вредителя на люцерне в нашей стране до сих пор детально не изучено, но в зарубежной литературе имеются сообщения о его высокой вредоносности на люцерне в Венгрии и бывшей Югославии. Люцерновый почкоед апион наносит вред на стадиях личинки и имаго. Отродившиеся жуки интенсивно питаются листьями среднего и нижнего яруса травостоя. Особенно повреждаются растения отрастающей люцерны второго укоса. Так, при средней численности 32–40 жуков на 1 м² наблюдается задержка отрастающих побегов на 1,5–2 недели. Высота поврежденных растений в среднем на 6–7 см меньше, чем поврежденных. Следовательно, жуки новой генерации оказывают отрицательное действие на семенную и фуражную люцерну второго укоса. Личинки же выгрызают содержимое почек вегетативно-укороченных побегов, находящихся в области корневой шейки. В течение осеннего и весеннего периодов из этих почек должны формироваться основные бутоны и соцветия. Поэтому личинки данного вида опасны для семенной люцерны первого укоса. Количество поврежденных почек в годы наблюдений на Кубани колебалось от 6 до 60%.

Биология люцернового почкоеда апиона в нашей стране малоизучена. В Краснодарском крае он развивается в одном поколении. Зимуют в основном личинки старших возрастов в почках прикорневой «шейки» люцерны. Перезимовавшие личинки дополнительно питаются содержимым почек в весенний период, а в конце марта – начале апреля появляются первые куколки. Массовое окукливание происходит в середине апреля. В природе личинки встречаются в течение 7,5–8 месяцев (с сентября по апрель). Первые отродившиеся жуки зарегистрированы в первой декаде апреля. Массовое их появление происходит в конце апреля – начале мая, что совпадает с цветением семечкового сада и терна. Появление и отрождение молодых жуков на люцерне растянуто и зависит от погодных условий. В сырую прохладную погоду жуки находятся в основном в нижнем ярусе травостоя, на нижней стороне листьев или на поверхности почвы. На семенной и фуражной люцерне максимальное количество жуков чаще всего бывает во второй и третьей декадах мая (460–1326 особей на 100 взмахов сачком).

На изменение численности жуков большое влияние оказывает температура воздуха. При 21,2°С и относительной влажности воздуха над травостоем 64–66% в мае – июне численность жуков резко снижается, так как они начинают мигрировать в ближайшие лесозащитные полосы, где находятся под слоем опавших листьев и впадают в летнюю спячку. Начало миграции наблюдается при среднесуточной температуре воздуха 18°С. Миграция длится около 20 дней, чаще всего в июне. В местах миграции под слоем опавших листьев на 1 м² насчитывается 200–500 и более жуков. Массовые миграции жуков, как правило, происходят после интенсивного питания и спаривания. В тот же год жуки появляются вторично на люцерне в конце августа – начале сентября, когда среднесуточная температура воздуха снижается до 22°С. После дополнительного питания идет откладка яиц. Плодовитость одной самки – 150–200 яиц. Через 8–12 дней отрождаются личинки. Первые личинки появляются в конце августа – начале сентября, массовое отрождение наблюдается в конце первой декады сентября (на 1 м² встречается от 22 до 400 личинок). Основное питание личинок происходит осенью, дополнительное – в период январских и февральских оттепелей и в конце марта – начале апреля. От-

мечена одна особенность – у поврежденных почек слабая удерживаемость на растении, такие почки легко сбиваются боронами, дисками.

Численность апиона может регулироваться паразитическими и хищными насекомыми, а также нематодами (7–13%). Отмечены яйцееды и паразиты личинок апиона семейства *Pteromalidae*. Жужелицы люцернового агроценоза активно уничтожают жука. ЭПВ в период бутонизации люцерны на семенные цели – 20 жуков на 100 взмахов сачка.

Меры борьбы. Пространственная изоляция новых посевов от старых; зяблевая вспашка старых посевов люцерны; уборка фуражной люцерны в период масового цветения с низкой высотой среза и быстрой последующей сушкой; боронование и дискование старовозрастных посевов люцерны в февральские оттепели и рано весной; внесение оптимальных доз удобрений. В борьбе с жуками эффективно использование инсектицидов (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

Отряд перепончатокрылые – *Hymenoptera*, семейство эвритомиды – *Eurytomidae*. Люцерновая толстоножка – *Bruchophagus roddi* Guss. Распространена во всех зонах возделывание люцерны. Наиболее вредоносна в Средней Азии, Азербайджане, в степной части Украины, в Поволжье и в Краснодарском крае.

Зимует личинка внутри семян на складах, в падалице и в семенах дикорастущей люцерны, весной окукливается. Развитие куколки длится 10–14 дней. Взрослые насекомые вылетают через отверстие в оболочке семян к периоду цветения люцерны. Самки вылетают с развитыми яичниками в период образования бобов и вскоре (через 2–3 дня) приступают к яйцекладке. Плодовитость самок составляет от 15 до 65 яиц. Яйца откладываются только в семена молочной спелости, затвердевшие семена не заселяются. Личинка развивается внутри семени в течение 10–20 дней. Внешне поврежденные семена трудно отличить от неповрежденных. Развивается вредитель от одного до 5 поколений в зависимости от зоны. В каждом поколении часть личинок диапаузирует и остается зимовать. Личинки могут диапаузировать до 3 лет.

У люцерновой толстоножки есть паразит, который поражает личинок – *Tetrastichus bruchophagi* (*Hymenoptera*, *Eulophidae*), поражающий до 33% популяции.

Меры борьбы. Очистка семян и уничтожение отходов семян; широкорядные посевы, весенняя обработка почвы – культивация, дискование; уборка семенников в максимально ранние сроки и без потерь; изоляция новых семенников от старых; борьба с сорной растительностью.

ЭПВ в фазы конец цветения – плодообразование – 10–20 особей на 100 взмахов сачка. В начале плодообразования необходимо опрыскивание семенников люцерны инсектицидами (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

Отряд полужесткокрылые – *Heteroptera*, семейство слепняки – *Miridae*. Люцерновый клоп – *Adelphocoris lineolatus* Goeze. Распространен повсеместно, кроме севера. Наиболее вредоносен в степной и лесостепной зонах (Поволжье, Украина, Закавказье, Северный Кавказ) и в Средней Азии.

Зимуют яйца вредителя в стеблях люцерны, эспарцета и других бобовых, а

также сорняков – тысячелистника, щирицы, вьюнока и других. Личинки отрождаются в зависимости от климатической зоны в апреле – начале июня. В Краснодарском крае личинки появляются конце апреля – начале мая. Личинки высасывают сок из верхушек стеблей и бутонов. Особенно опасны для люцерны в фазу бутонизации – цветения. Через 15–20 дней личинки превращаются во взрослых клопов (в 3-й декаде мая). Взрослые клопы первой генерации встречаются до июля. Самки откладывают яйца в молодые стебли многолетних бобовых трав от 2 до 20 яиц, иногда до 50, плодовитость самок в среднем составляет 160–350 яиц. Эмбриональное развитие длится 8–15 дней. Личинки 2-го поколения появляются в 3-й декаде июня, в массе встречаются в 1-й декаде июля. Лёт клопов 2-й генерации наблюдается со второй половины июля – в период цветения и формирования бобов у люцерны 2-го укоса. На севере вредитель развивается в 1 генерации, в средней Азии – в 4 генерациях, в Краснодарском крае – в 3.

В весенне-летний период численность клопов снижает высокая температура выше 30°C и пониженная влажность воздуха – гибнут личинки и яйца. Однако в условиях орошения численность его в 1,5–2 раза меньше, чем на богаре. Максимальная численность составляет 895 экземпляров на 100 взмахов сачком. Энтомофаги – *Telenomus* sp. (*Hymenoptera, Scelionidae*), *Nabis ferus* L. (*Heteroptera, Nabidae*), *Orius niger* Wolf. (*Heteroptera, Anthocoridae*) и др.

Меры борьбы. При низком скашивании (не выше 5–8 см) семенных и фуражных посевов люцерны с массой травы удаляется а затем уничтожается в случае скармливания скоту около 90% всех отложенных яиц клопа; семенники закладывать на расстоянии не менее чем 1 км от прошлогодних семенных посевов; после обмолота семенников остатки сжигают; выращивание люцерны 1-го года под покровом; весеннее боронование и дискование; сжигание стерни снижает количество яиц на поле. Борьбу с вредителем следует проводить с учетом ЭПВ, который составляет 10–20 клопов, в фазу плодообразования – 60 экз. на 100 взмахов сачком. Рекомендуется использовать препараты путем опрыскивания (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

Отряд полужесткокрылые – *Heteroptera*, семейство слепняки – *Miridae*. Полевой клоп – *Lygus pratensis* L. Встречается в европейской части СНГ, на Кавказе.

Вредитель очень многояден. Повреждает сахарную свеклу, бобовые травы, масличные и другие культуры. Клопы могут питаться на злаках почти зрелыми семенами. Имаго очень подвижны и перелетают с одной культуры на другую. Характерна смена кормовых растений различными поколениями. Зимуют взрослые клопы под растительными остатками. На севере ареала одно поколение, на юге – 3–4 поколения. Яйца откладывает в молодые стебли, черешки и жилки листьев. Одна самка откладывает до 36–60 яиц. Отродившиеся личинки очень сильно вредят бутонам и цветкам люцерны. Сильно вредит в фазу бутонизации люцерны и особенно на орошаемых участках.

Меры борьбы такие же, как и с люцерновым клопом.

Отряд равнокрылые – *Homoptera*, семейство тли – *Aphididae*. Люцерновая тля – *Aphis craccivora* Koch. Тля способна снижать урожайность зеленой мас-

сы до 70%. Распространена в степной и лесостепной зоне, на Кавказе, в Сибири, Казахстане, Средней Азии, в Приморье.

Обитает на люцерне, хлопчатнике, белой акации, сое и других бобовых. Наиболее опасна для всходов растений. Может переносить до 20 видов вирусов. Зимуют яйца на люцерне и частично на поросли белой акации. В субтропиках развивается неполноцикло. На люцерне тля появляется рано весной. Кроме бобовых, может жить на многих травянистых, клевере, сое, эспарцете и древесных породах, в том числе и на плодовых. Всегда заселяется на самых молодых, верхушечных листьях, образуя плотные колонии, часто повреждает точку роста, вызывая угнетение и усыхание растений. Осенью приступает к откладке яиц на стебли люцерны.

Меры борьбы. Использование раннеспелых сортов, пространственная изоляция посевов однолетних и многолетних посевов бобовых растений, низкий подкос многолетних трав, орошение люцерны, которое снижает численность вредителя, внекорневая подкормка борной кислотой (0,5 кг/га).

10 ВРЕДИТЕЛИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ, ПАСЛЕНОВЫХ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Рассматриваемые вопросы:

10.1 Вредители сахарной свеклы

10.2 Вредители картофеля

10.3 Вредители крестоцветных культур

10.4 Вредители защищенного грунта

10.1 На Северном Кавказе из 400 видов фитофагов, отмеченных для сахарной свеклы, встречается около 15 основных вредителей.

Отряд жесткокрылые – *Coleoptera*, семейство долгоносики – *Curculionidae*. Обыкновенный свекловичный долгоносик – *Bothynoderes punctiventris* Germ.

Вид в пределах ареала имеет 4 подвида:

1 *B. p. punctiventris* Germ. Распространен на Украине, в Молдавии, Курской, Белгородской, Воронежской и Ростовской областях, в Краснодарском крае;

2 *B. p. nubeculosus* Gyll. – в Азербайджане, Армении, Восточном Предкавказье;

3 *B. p. farinosus* Fahr. – в Казахстане, Киргизии, Узбекистане, Туркмении;

4 *B. p. carnifer* Fahr. – в нижнем течении Сырдарьи и Амударьи.

Вид приурочен к солончаковым и солонцовым участкам и осолоделым черноземам преимущественно лёгкого типа. Основные районы вредности находятся в пределах Украины и в прилегающих к ним районах Молдавии и России, а также в Краснодарском крае.

Зимуют жуки в почве на глубине от 5 до 35 см. Весной, в теплую погоду, жуки начинают выходить на поверхность почвы. Если наступает похолодание,

жуки скапливаются у самой поверхности почвы. При средней температуре воздуха 10°C и выше жуки выходят на поверхность и начинают передвигаться по почве, интенсивнее с постепенным повышением температуры в весенний период. Активный лёт жуков связан с повышением температуры до 22–25°C и низкой относительной влажностью воздуха (до 50%). Летают жуки с 11 до 16 часов на высоте до 3–4 м, преодолевая за один перелет 200–400 м. Вышедшие жуки вначале питаются сорными маревыми, а затем перемещаются на всходы сахарной свеклы. В Краснодарском крае жуки на полях сахарной свеклы появляются в конце 1-й – начале 2-й декады апреля. Массовый лёт жуков происходит во 2-й – 3-й декадах апреля. В начале мая жуки полностью сосредоточиваются на посевах сахарной свеклы, в поисках которой они могут совершать перелёты на расстояние 7–8 км. Общая продолжительность лёта и жизни жуков в отдельные годы колеблется от 2–3 до 40 дней. Наиболее опасны жуки на всходах сахарной свеклы в фазу вилочки (1-я пятидневка мая). Угроза всходам наблюдается при численности жуков на 1 м² более 0,3 особей. Прохладная погода угнетает жизнедеятельность жуков. При температуре менее 21°C жуки не спариваются, при 18°C не происходит откладки яиц, а понижение температуры до 8°C прекращается питание жуков и вынуждает их прятаться в поверхностном слое почвы. Через 8–9 дней после дополнительного питания самки приступают к откладке яиц. Яйца откладываются в почву на глубину 0,5–0,8 см. При пересохшем поверхностном слое яйцекладка происходит на глубину 1 см и более. Значительная часть яиц откладывается на свекловичных плантациях в рядки, ближе к растениям, а также в междурядья. Самка для откладки яиц делает ямку, куда кладет только одно яйцо. Затем ямку засыпает и утрамбовывает хоботком. За день самка может отложить до 10 яиц. Плодовитость самок в среднем составляет 100–160 яиц с колебаниями от 20 до 300 яиц. Продолжительность эмбрионального развития зависит от температуры и продолжается при температуре 25°C 7–8 дней, а при 35°C – 5–6 дней. При температуре 11–14°C развитие яиц не происходит. В крае отрождение личинок начинается в первых числах мая и продолжается до июня, максимальное – во второй половине мая. Отродившаяся личинка очень подвижна и быстро пробирается к корешкам свеклы, где ими питается. Молодые личинки первое время держатся на глубине 10–15 см, а по мере развития проникают в более глубокие слои почвы. В сухую погоду личинки держатся на глубине 15–30 см, во влажную – 5–15 см. Взрослого состояния личинка достигает в среднем за 65 дней, с колебаниями от 45 до 91 дней. Перед окукливанием личинка делает в почве колыбельку, в которой сначала превращается в пронимфу, а затем в куколку. Развитие пронимфы и куколки длится в среднем около 24 дней, с колебаниями от 15 до 35 дней. Глубина залегания куколок зависит от глубины залегания взрослых личинок (10–30 см). В крае окукливание личинок начинается в начале июля. Молодые жуки отрождаются в 3-й декаде июля. Сформировавшийся жук остается в своей колыбельке до весны, но иногда осенняя вспашка почвы при теплой погоде способствует появлению молодых жуков на поверхность, они не питаются и вскоре уходят на зимовку в почву. Развивается 1 генерация в год.

Сахарной свекле вредят и жуки, и личинки. Повреждения жуков наиболее опасны, когда сахарная свекла находится в фазе «вилочки». Повреждение семя-

дольных листочков приводит к заметному снижению урожая сахарной свеклы. Поэтому вредоносность жуков определяется состоянием посевов сахарной свеклы в период заселения. При развитии 2–4 листочков посевы повреждаются слабее. Особенно опасно повреждение жуков в сухую и жаркую погоду, когда прожорливость их резко возрастает. Личинки перегрызают мелкие корешки, выедают углубления в тканях корня и часто уничтожают центральный корень. В результате этого растения отстают в росте, корнеплоды становятся уродливыми, уменьшается их вес, содержание сахара. Наиболее опасны повреждения личинки в засушливые годы.

Численность долгоносика регулируют метеорологические условия, а также энтомофаги, грибные и бактериальные болезни. Яйца уничтожает яйцеед *Caenocrepis bothynoderi* Grem. (Hymenoptera, Pteromalidae). В жуках паразитирует муха-тахина *Rondania dimitiata* Meig. (Diptera, Tachinidae). В одном жуке может жить от 1 до 4 личинок. Развитие рондании в жуках происходит в июне и июле, когда вред уже нанесен. Личинок и жуков уничтожают хищные жужелицы и жуки-карапузики. Гибель личинок вызывают мюскардинные грибы (зеленая, красная и белая мюскардина). Зеленая мюскардина поражает личинок и куколок в условиях избыточной влажности и пониженной температуры. Красная мюскардина поражает личинок в жаркую погоду в июле-августе.

Меры борьбы. Создание условий, обеспечивающих дружные всходы, а также применение эффективных и современных регуляторов роста растений, соблюдение пространственной изоляции между новыми и старыми посевами свеклы.

ЭПВ – 2 экз./м² в период всходов. В годы массового размножения долгоносика в период появления всходов необходимо проводить опрыскивание инсектицидами (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

Отряд жесткокрылые – Coleoptera, семейство долгоносики – Curculionidae. Серый долгоносик – *Tanymecus palliatus* F. Распространен в европейской части СНГ, в южной и средней Сибири, Казахстане, на Кавказе. Встречается по полям севооборота очагами. Это обусловливается питанием личинок корнями определенных, главным образом, многолетних или двулетних корневищных сорняков: осота, вьюнка, чертополоха, частично полыни. Вредитель развивается и вне полей севооборота. Полифаг, кроме свеклы повреждает подсолнечник, кукурузу, бобовые и некоторые другие культуры.

Развитие полной генерации длится, в основном, в течение двух лет. Весной жуки появляются позже обыкновенного долгоносика. Объясняется это глубиной залегания зимующих долгоносиков от 15 до 50 см. Жуки питаются многими видами растений из разных семейств, поэтому значительного передвижения их не наблюдается. Только перед яйцекладкой жукам необходима пища, стимулирующая развитие яиц, и они начинают передвигаться. Это наблюдается во 2-й половине мая – в начале июня, но может происходить и в июне-июле. Продолжительность жизни большинства жуков после перезимовки составляет 2,5–3 месяца. У жуков редуцированы задние крылья и, они не летают. Яйцекладка начинается несколько раньше, чем у обыкновенного свекловичного долгоносика. В основных районах свеклосеяния она обычно наблюдается в конце апреля – начале мая. Сам-

ка откладывает яйца в почву группами по 20 и более яиц на глубину до 3 см. Количество яиц, отложенных самкой, зависит от кормового растения в период яйцекладки. Максимальная плодовитость самок установлена при питании листьями вьюнка полевого (368–389 яиц, максимально 710 яиц). При питании листьями осота, клевера, эспарцета, продуктивность самок была ниже и составляла в среднем 103 яйца. Яйца откладываются вблизи сорняков: осота, вьюнка, чертополоха. Личинки питаются корнями этих растений и для свеклы не вредоносны. Отрождение личинок происходит через 16–25 дней. Личинки живут до одного года, проходя в развитии 10 возрастов. Перед зимовкой личинки постепенно глубоко проникают в почву и зимуют на глубине до 2 и более метров. Весной, после прогревания почвы, личинки начинают питаться на той же глубине, где и зимовали. Закончив питание, перемещаются ближе к поверхности и на глубине 30–50 см окукливаются. Окукливание происходит в конце июля и заканчивается в августе. Куколка развивается 20–25 дней. Отродившиеся жуки остаются в почве и выходят лишь весной следующего года. Часть личинок доразвивается только на 3-й год, т.е. имеет место трёхлетняя генерация.

ЭПВ – в фазу всходов составляет 7экз./м². Меры борьбы такие же, как и с обыкновенным свекловичным долгоносиком.

Жесткокрылые – *Coleoptera*, семейство долгоносики – *Curculionidae*. Распространены на юге средней полосы и юге европейской части, на Кавказе, в Западной Туркмении и в Западном Казахстане. Сильнее вредят на Нижнем Дону и Северном Кавказе. Повреждают сахарную свеклу, подсолнечник, клещевину, хлопчатник, люцерну и другие культурные, а также сорные растения.

Южная свекловичная блошка – *Chaetocnema breviscula* Fald. – опасный вредитель всходов свеклы на востоке степной и лесостепной зон Украины, в Воронежской, Саратовской, Волгоградской, Оренбургской областях, на севере Казахстана, на юге Алтайского края. Наиболее многочисленна на Северном Кавказе и в предгорной зоне Средней Азии.

Вспышки размножения бывают периодически. Местом скопления нередко являются посевы многолетних трав, засоренных маревыми сорняками. В южных районах концентрируется вблизи лесополос, которые могут служить местом размножения и перезимовки вида. В Краснодарском крае особенно многочисленны и вредоносны обыкновенная свекловичная и южная свекловичная блошки. Западная – менее вредоносна. В борьбе с блошками в крае проводятся истребительные мероприятия на 80% всей посевной площади.

Обыкновенная свекловичная блошка развивается в одной генерации, южная – в двух. Зимуют неоплодотворенные жуки под растительными остатками и в поверхностном слое почвы, преимущественно в лесополосах. Весной из мест зимовки жуки выходят значительно раньше появления всходов сахарной свеклы. Чем суше весна и выше температура воздуха, тем раньше жуки покидают места зимовки. Обычно это наблюдается при среднесуточной температуре 8–9°C (в Краснодарском крае – первая половина апреля). При температуре 12–14°C происходят массовые перелеты жуков к местам питания. Обыкновенная свекловичная блошка летит на гречишные и маревые; южная – только на маревые. С появлением всходов сахарной свеклы вредители переселяются на них. Обычно заселение посевов

идёт с краев, а затем жуки расселяются по всему полю. После усиленного дополнительного питания и установления температуры выше 20°C самки приступают к яйцекладке. Яйца самки откладывают на Кубани со 2-й декады мая в почву на глубину 3–5 см по 4–6 штук. Средняя плодовитость самок колеблется от 220 до 300 яиц. Обыкновенная свекловичная блошка откладывает яйца вблизи гречишных, свекловичная – только возле маревых растений. Эмбриональное развитие длится 11–15 дней. Отродившиеся личинки обитают на глубине 5–20 см и питаются мелкими корешками растений предпочитаемых видов. Развитие личинки продолжается 40–60 дней. Окукливаются личинки в рыхлых земляных колыбельках на глубине до 15 см. Развитие куколки длится 10–18 дней. Жуки южной свекловичной блошки появляются в крае в 1-й половине июля (1-я генерация), жуки 2-й генерации – в конце августа – начале сентября. Жуки летнего поколения обыкновенной свекловичной блошки появляются во 2-й половине июля. Продолжительность жизни перезимовавших жуков очень растянута, поэтому в природе всегда встречаются и старые, и молодые жуки одновременно.

Наиболее вредоносны для сахарной свеклы жуки, вышедшие из зимовки. Они изъязвляют листья, при этом более опасно повреждение семядольных листочков. Возможно повреждение точки роста и молодых стебельков. Жуки более вредоносны, когда всходы сахарной свеклы появляются в сухую и жаркую погоду. Личинки наносят вред незначительный. Новое поколение жуков при высокой численности может также оказаться вредоносным.

ЭПВ в фазу 2-4 настоящих листьев составляет 20 экз./м².

Меры борьбы такие же, как и со свекловичным долгоносиком.

Отряд жесткокрылые – *Coleoptera*, семейство листоеды – *Chrysomelidae*.
Свекловичная щитоноска – *Cassida nebulosa* L. Распространена в СНГ повсеместно, кроме Крайнего Севера. Высокая численность наблюдается во всех районах свеклосеяния. Жуки и личинки предпочитают питаться на сорных маревых: мари белой и лебеде. При уничтожении сорных растений переходят для питания на сахарную свеклу. На севере ареала одно поколение, на юге – два поколения.

Зимуют жуки в основном на нераспаханных участках, в лесополосах, зарослях сорняков. Весной жуки выходят из мест зимовки очень рано. В крае – в конце марта – начале апреля. На всходы сахарной свеклы начинают переходить со 2-й декады апреля. Во 2-й – 3-й декадах апреля самки приступают к яйцекладке. Яйца откладывают на листья преимущественно сорных маревых группами по 5–15 в 2–3 слоя черепицеобразно. Яйцевая продукция самок созревает постепенно. В день самка может отложить 1–2 кладки. Средняя плодовитость составляет до 200 яиц. Эмбриональное развитие длится 4–8 дней. Отродившиеся личинки скелетируют листья. В зависимости от температуры развитие личинок продолжается от 12 до 25 дней. Закончившие питание личинки окукливаются на листьях. Куколки развиваются 5–8 дней. Жуки первого поколения появляются в крае в первой половине июня. В течение 10–15 дней они проходят дополнительное питание. Затем самки приступают к яйцекладке. Личинки второй генерации в больших количествах встречаются на сахарной свекле. Жуки второй генерации в крае наблюдаются в первой половине августа. При большой численности могут сильно повредить сахарную свеклу в период интенсивного роста корнеплода. В сентябре жуки мигри-

руют в места зимовки. Численность щитоноски ограничивают паразитические насекомые. Куколок уничтожает хищный клоп *Zicrona coerulea* L. (*Heteroptera, Pentatomidae*), энтомофаг-яйцеед – *Closterrocerus ovulorum* Rtzb., на личинках и куколках – *Tetrastichus cassidarum* Rtzb. (*Hymenoptera, Eulophidae*) и др., а также жужелицы и карапузики.

ЭПВ в период всходов и фазы 4–5 настоящих листьев – 30 экз./м² и более 10 экз./растение. Меры борьбы такие же, как и со свекловичным долгоносиком, следует направлять усилия на борьбу с сорной растительностью семейства маревые.

Кроме свекловичной щитоноски, встречается маревая щитоноска – *Cassida nobilis* L. – по образу жизни она сходна с предыдущим видом.

Отряд чешуекрылые – *Lepidoptera*, семейство выемчатокрылые моли – *Gelechiidae*. Свекловичная минирующая моль – *Gnorimoschema ocellatella* Boyd. Широко распространена в странах Западной Европы, в Северной Африке, Передней и Малой Азии. В СНГ впервые была обнаружена в Крыму в 1937 году. В настоящее время известна как вредитель сахарной свеклы в Молдавии, южных районах Украины, в Грузии, Краснодарском и Ставропольском краях и в Ростовской области.

Зимуют гусеницы разных возрастов и куколки в послеуборочных остатках сахарной свеклы и в поверхностном слое почвы. Зимой гусеницы, зимующие в ботве, погибают. Выживают в основном гусеницы, находившиеся в оставшихся в почве корнеплодах. Весной гусеницы окукливаются. Лёт бабочек обычно совпадает с появлением всходов сахарной свеклы. В крае лёт наблюдается в начале 3-й декады апреля. Массовый лёт бабочек наблюдается в первой декаде мая. Бабочки отрождаются из куколок половозрелыми и в дополнительном питании не нуждаются. Продолжительность жизни бабочек 2–3 недели. Лёт их очень растянут и продолжается около полутора месяцев. Самки откладывают яйца по одному или 2–3 на нижнюю сторону листьев, шейку корня, на растительные остатки и комочки почвы. Плодовитость бабочек колеблется от 100 до 250 яиц. Эмбриональное развитие длится 4–8 дней в зависимости от температуры при: 15–16°C – 7–8 дней, 22°C – 4 дня. Вышедшие гусеницы сосредоточиваются на молодых листочках и минируют их. При массовом размножении на одном растении наблюдается до 100 гусениц. Гусеницы старших возрастов забираются в черешки листьев. Развитие гусениц продолжается 20–30 дней. Окукливается в почве и находится в паутинистых коконах на глубине 2–5 см. Куколки развиваются 10–12 дней. Массовое окукливание гусениц 1-го поколения в крае наблюдается во 2-й декаде июня. Бабочки 1-го поколения появляются со 2-й половины июня, массовый лёт их наблюдается в 3-й декаде июня. Гусеницы 2-го поколения развиваются в конце июня. Лёт бабочек 2-го поколения начинается с конца июля, 3-е поколение появляется со 2-й декады августа. Бабочки этой генерации летают в 1-й декаде сентября. Личинки 4-го поколения развиваются во 2-й декаде сентября. При благоприятных условиях с конца сентября – в октябре развивается 5-е поколение. Развитие весенних поколений продолжается в среднем 35–40 дней, летних – 20–25 дней. Численность вредителя возрастает от поколения к поколению и достигает максимума в августе – сентябре.

Свекловичная минирующая моль повреждает свеклу от фазы 2–3 листочков

до уборки урожая. Гусеницы 1-го и 2-го поколений в основном живут в черешках листьев. Листья при этом отмирают или становятся гофрированными из-за повреждения части проводящих пучков. Снижение ассимиляционной поверхности приводит к снижению веса корнеплода и сахаристости. Сильно поврежденные растения погибают. Гусеницы 3-го и 4-го поколений кроме листьев повреждают верхнюю часть корнеплода, иногда вгрызаясь вглубь на 2–5 см. Гусеницы продолжают повреждать корнеплоды в качанах. Поврежденные корнеплоды загнивают. Опасно повреждение головки маточной свеклы, что ведет к снижению урожая семян в будущем году. Вредоносность моли возрастает в жаркие и сухие годы.

Факторы, регулирующие численность вредителя, изучены недостаточно. Гусениц и куколок истребляют пауки, муравьи, златоглазки и другие хищные насекомые. Из паразитических насекомых известны: *Parasierola* sp. (*Hymenoptera*, *Bethylidae*) (поражает до 38% популяции), *Chelonella contracta* Nees. (*Hymenoptera*, *Braconidae*), муха-тахина *Phitomyptera phthorimaea* Rubs. (*Diptera*, *Tachinidae*) (поражает до 98% популяции).

Меры борьбы. Тщательная очистка полей от послеуборочных растительных остатков и их уничтожения при невозможности использовать на корм скоту; глубокая зяблевая вспашка, обеспечивающая заделку в почву куколок моли на большую глубину, откуда бабочки не смогут выйти.

ЭПВ в июне 2–3 гусеницы/растение при заселении 20–30% растений, в июне при заселении 30–50% растений. В начале массового появления гусениц каждого поколения необходимо опрыскивание инсектицидами (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

Отряд двукрылые – *Diptera*, семейство мухи-цветочницы – *Anthomyidae*.
Свекловичная минирующая муха – *Pegomyia betae* Curtis. Распространена во всех свеклосеющих районах, но наиболее вредоносна в лесостепной зоне – в районах с достаточным увлажнением. В Краснодарском крае также сильно вредит в увлажненных предгорных районах.

Вредоносна для промышленных посевов сахарной свеклы, а также для семенных участков. В зависимости от региона развивается в 2–4-х поколениях. Зимует на стадии личинки в пупарии в почве на глубине до 5 см на свеклянищах. Весной вылет мух начинается при среднесуточной температуре 10–12°C. Вскоре после вылета и дополнительного питания самки приступают к яйцекладке. Свекла к этому времени имеет 2–3 листочка. Самки откладывают яйца на нижнюю сторону листьев сахарной свеклы, лебеды, дурмана, белены и др. по одному или группами до 8 шт. Плодовитость самок колеблется от 40 до 100 яиц. Лёт самок и яйцекладка очень растянута и продолжается в крае с начала мая до июня. Развитие яиц продолжается в среднем от 2–5 до 14 дней. Вышедшие из яиц личинки внедряются в лист и минируют его. Личинки младших возрастов проделывают узкие ходы, а старших – широкие, неправильной формы. В одном листе может жить одна или несколько личинок, иногда до 20 экземпляров. Личинки в развитии за 7–22 дня проходят 3 возраста и окукливаются в минах листьев или в верхнем слое почвы. Куколки развиваются 14–18 дней. Развитие всего цикла генерации завершается за 35–50 дней. Часть пупариев может диапаузировать до весны следу-

ющего года. Мухи 1-го поколения в крае отмечаются с середины июня и до августа. В этот же период происходит развитие яиц и личинок вредителя. Личинки, закончившие развитие, образуют пупарий и уходят на зимовку. При благоприятных условиях может наблюдаться развитие 3-й генерации. Свекловичная муха вредоносна для промышленных посевов сахарной свеклы (особенно в западной зоне лесостепи Украины), а также для семенных участков. В большой степени страдают от повреждений молодые растения, которые отстают в росте, что ведет к снижению веса и сахаристости корнеплодов. На высадках сахарной свеклы снижение ассимиляционной поверхности листьев вызывает снижение урожая и качества семян.

Массовому размножению свекловичной мухи способствуют определенные гидротермические условия: теплая осень предыдущего года, сухая и теплая весна и достаточно прохладное и влажное лето текущего года. Численность вредителя ограничивают засуха и высокая температура в весенний период, ранние осенние заморозки, а также паразитические и хищные насекомые, например, паразит личинок – *Phygadeuon* sp. (Hymenoptera, Ichneumonidae), *Orius nitidulator* (Heteroptera, Anthocoridae) (поражает до 70% популяции), паразитом яиц является *Trichogramma minutum* Kiley. (Hymenoptera, Trichogrammatidae) и др.

Меры борьбы. Глубокая зяблевая вспашка свекляниц и уничтожение сорной растительности.

ЭПВ составляет 6–8 яиц или личинок на растении в фазе 2 пар настоящих листьев. В борьбе с вредителем рекомендуется первое опрыскивание проводить в начале откладки яиц, второе – при массовом появлении личинок в листьях инсектицидами (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

Отряд равнокрылые – Homoptera, семейство тли – Aphididae. Свекловичная листовая тля – *Aphis fabae* Scop. Распространена во всех районах свеклосеяния. Особенно опасна в западных областях Украины.

Вид полноциклый, мигрирующий. Зимуют оплодотворенные яйца на плодовых ветках у основания почек бересклета, калины, жасмина. Весной при среднедневной температуре 7–9°C из яиц отрождаются личинки (период распускания почек на кустарниках). Развитие их длится 8–12 дней, после чего они превращаются в самок – основательниц. Каждая самка партеногенетически отрождает 80–120 личинок, по 5–10 за день. На растениях, где зимовали яйца, проходит развитие 3–4 поколений свекловичной тли, пока не закончится весенний прирост кустарников. В этот период образуются крылатые самки-расселительницы, перелетающие на травянистые растения, в том числе и на сахарную свеклу. В крае миграции наблюдаются во 2-й половине мая – начале июня. На травянистых растениях развивается 8–10 поколений. Развитие каждого поколения при температуре 22–20°C и влажности не менее 60% длится 10–12 дней. Расселение тли идет в утренние и вечерние часы в безветренную погоду. В сентябре появляются полоноски, которые перелетают на основные растения. Отрождают личинок, превращающихся в самок. Крылатые самцы образуются к этому периоду в колониях тлей на травянистых растениях. После спаривания самки откладывают по 3–6 яиц, которые остаются на зимовку.

Свекловичная тля – полифаг. Список её кормовых растений включает более 200 видов. Кроме свеклы повреждает бобовые, сложноцветные, пасленовые, тыквенные и многие другие культурные и сорные растения. Тля повреждает листья, заселяя их с нижней стороны. На семенниках, кроме листьев, заселяет побеги и цветоносы, что резко снижает выход семян (до 60%) и ухудшает их качество. Поврежденные растения отстают в росте, снижается сахаристость и урожай корнеплодов (иногда до 30%). Часть тли переносит мозаику свеклы. Опасная численность составляет 150 тлей на 10 растений при заселении 50% растений.

Численность свекловичной тли ограничивают обильные осадки, смывающие их с растений. Во влажное лето наблюдается массовая гибель тли от энтомофторовых грибов – *Entomophthora aphidius*. В регулировании численности вредителя имеют значение божьи коровки, личинки мух-сирфид, златоглазки, хищные клопы, пауки, наездники *Aphidius fabarum* Marsh. (*Hymenoptera, Braconidae*), *Aphelinus chaonia* Walk. (*Hymenoptera, Aphelinidae*).

Меры борьбы. Уничтожение сорной растительности на полях в течение вегетационного периода, ликвидация в лесополосах калины, бересклета.

ЭПВ – заселение 50% растений до 10–15 июня. Против тлей имеются эффективные инсектициды (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

10.2 Мировые потери картофеля от вредителей составляют более 8%. В СНГ картофель повреждается более чем 60 видами многоядных вредителей, среди которых наиболее вредоносны проволочники, медведки, гусеницы подгрызающих совок, личинки пластинчатоусых, персиковая тля и др. Большой вред картофелю причиняют цикадки, колорадский жук, картофельная моль, 28-точечная божья коровка, картофельная нематода и другие. В крае вредит в основном колорадский жук, картофельная моль и цикадки.

Отряд жесткокрылые – *Coleoptera*, семейство листоеды – *Chrysomelidae*.
Колорадский жук – *Leptinotarsa decemlineata* Say. Родина колорадского жука – США, где он был впервые обнаружен в штате Колорадо. Начиная с 70–80-х годов позапрошлого столетия вредитель часто завозился в Европу, но очаги быстро ликвидировались. В конце первой мировой войны во Франции в районе порта Бордо образовался постоянный очаг колорадского жука, завезенного с военными грузами. Из Франции вредитель распространился в большинство европейских стран и в СНГ. Первые проникновения в СССР произошли в 1949 году из пограничных стран на территорию Украины, массовые – в большинство западных областей страны в 1958–1959 годах. Современный ареал колорадского жука в СНГ включает основные районы возделывания картофеля в европейской части СНГ. Восточная граница очагового распространения вредителя проходит на территории Эстонии, Ленинградской области, а также Новгородской, Калининской, Московской, Рязанской, Пензенской, Саратовской, Волгоградской областей, Ставропольского и Краснодарского краев. Встречается в Закавказье и Средней Азии. В настоящее время отмечается на Южном Урале и в Приморье. Наибольшую опасность как вредитель картофеля колорадский жук представляет на Украине, в Белоруссии, в южных и центральных областях России и в Прибалтике, где средние температуры

летних месяцев не превышают 17°C, как вредитель баклажанов и томатов – в Молдавии и Краснодарском крае. Колорадский жук остается объектом внутреннего карантина.

Зимуют жуки на глубине 20 см на тяжелых глинистых почвах и до 40 см на легких песчаных. Весной при прогревании почвы до 10°C, а при почвенного воздуха более 18°C, жуки выходят из мест зимовки. В связи с неравномерным прогревом почвы выход жуков очень растянут и продолжается в течение 45–60 дней. Но основная масса жуков (50-60%) выходит в течение 8–17 дней. Для созревания яйцепродукции самкам необходимы повышенные влажность и температура. Если выпадают осадки и температура не опускаются ниже 14°C, а максимальная температура не поднимается выше 23°C, откладка яиц начинается через 5–11 дней. В Краснодарском крае выход перезимовавших жуков наблюдается обычно в 3-й декаде апреля. К яйцекладке приступают в первых числах мая. Массовая яйцекладка проходит обычно во 2-й пятидневке – в период, когда растения достигают высоты 5–10 см. Причем жуки предпочитают для откладки яиц менее развитые растения. Высокая температура в период яйцекладки (более 33°C) приводит к прекращению развития яиц в яичниках самок. Самки откладывают яйца группами по 20–30 штук в основном на нижнюю сторону листьев молодых растений картофеля и других пасленовых. Иногда самки размещают яйца на листьях различных сорных растений и очень редко на почве. Между отдельными кладками проходит от 3 до 10 дней. Плодовитость самок колеблется в среднем от 400 до 600 яиц. Максимальная плодовитость отдельных самок может составлять до 300 яиц. Перезимовавшие жуки могут откладывать яйца в течение всего лета. Это обуславливает неоднородный состав популяции вредителя и затрудняет меры борьбы с ним. Эмбриональное развитие продолжается от 2 до 14 дней. При температуре 18–20°C отрождение личинок начинается через 7–10 дней, а при 25°C – 4–5 суток. В крае отрождение личинок наблюдается в конце 2-й – начале 3-й декады мая. Отродившиеся личинки съедают яичную скорлупу, а затем скелетируют листья. Позже перебираются на верхнюю сторону листьев. Личинки старших возрастов грубо объедают листья, оставляя одни жилки. Личинки в развитии проходят 4 возраста. В среднем через 25–26 дней личинки летней генерации заканчивают развитие и уходят в почву на окукливание. Окукливаются на глубине не более 15 см. В крае это наблюдается в конце 1-й декады июня. Развитие куколки длится от 6 до 15 дней. Молодые жуки 1-й генерации в крае отрождаются из куколок в конце 2-й – начале 3-й декады июня. Развитие 1-й генерации в зависимости от условий года длится 40–50 дней. Жуки 1-й генерации приступают к яйцекладке в 3-й декаде июня. Развитие яиц происходит вдвое быстрее, чем весной. В конце июня наблюдается отрождение личинок. Развитие личинок продолжается 10–15 дней и в конце 1-й декады июля они окукливаются. Выход жуков 2-й генерации наблюдается в 3-й декаде июля. Развитие всего цикла 2-й генерации продолжается 28–30 дней. Личинки 2-й генерации питаются на картофеле, когда большая часть растений находится в фазе цветения. Наиболее многочисленно 3-е поколение колорадского жука, жуки которого появляются в 3-й декаде августа. Развитие яиц этой генерации длится 2–3 дня. А все поколение может при благоприятных условиях развиваться за 15–16 дней. В районе Сочи могут развиваться 4 генерации. В популяции

вредителя в течение вегетационного периода встречаются жуки всех генераций.

Установлено, что для колорадского жука характерно появление различных форм диапаузы. Для жуков характерны зимняя и летняя диапаузы продолжительностью 11–36 дней. В первую впадает небольшая часть жуков в жаркий период. Летний «сон» продолжительностью от 1 до 10 дней, охватывающий значительную часть популяции среди лета. Наблюдается также затяжная многочисленная диапауза, продолжающаяся в почвах легкого типа до 3 лет, и повторная диапауза, в которую в конце августа – начале сентября впадают перезимовавшие и размножившиеся летом жуки, дожившие до осени.

Численность колорадского жука ограничивают метеорологические факторы и естественные враги. Температура весной ниже 12°C резко снижает продуктивность самок. Отложенные яйца при такой погоде не развиваются. Отсутствие осадков в период яйцекладки также снижает численность вредителя. Яйца и личинки колорадского жука уничтожают многие хищные насекомые: жужелицы, личинки златоглазки, клоп рода *Zicrona* (*Pentatomidae*) и другие. Но значение их в регулировании численности вредителя невелико. Это связано с тем, что биоценоз на полях новых (интродуцированных) культур очень немногочислен, в т. ч. и хищники встречаются в незначительном количестве.

Колорадский жук – олигофаг. Развитие его происходит на картофеле, баклажанах, томатах и сорных пасленовых. Из сорняков предпочитает паслен колючий, который распространен в крае в Ейском, Кореновском, Ленинградском, Приморско-Ахтарском, Кущёвском, Каневском и других районах. На картофеле наиболее вредоносны 1-я и 2-я генерации. Установлено, что при наличии 25 личинок на растении урожай клубней снижается на 25–52%, а при наличии 50 личинок – на 63–68%. На баклажанах при питании 1–3 личинок в течение 10–15 дней, урожай плодов снижается на 50–60%.

Меры борьбы. Карантинные мероприятия – ограничение на вывоз картофеля из заселенных колорадским жуком хозяйств и районов. Вся территория, заселенная колорадским жуком, условно делится на 4 зоны: массового распространения – заселенно 50% площадей; частичного распространения – от 5 до 50% площадей; единичных очагов – менее 5% и зона возможного проникновения. Задача карантинной службы – не допускать проникновение вредителей в незараженную зону. В зонах единичных очагов мероприятия направлены на полную ликвидацию вредителя, химические обработки в ней проводятся на всех заселенных и смежных с ними полях. В зоне частичного распространения мероприятия направлены на ликвидацию изолированных очагов и максимальное снижение численности вредителя. Химические обработки здесь проводятся неоднократно на всех полях, независимо от численности вредителя. В зоне массового распространения защитные мероприятия строятся на сочетании всех методов. Агротехнические мероприятия предусматривают уничтожение пасленовых сорняков; получение ранних всходов картофеля с тем, чтобы к периоду яйцекладки растения были хорошо развиты; рыхление междурядий в период массового окукливания; внесение удобрения; послеуборочную вспашку; использование устойчивых сортов Пиатина, Им-пала и др. Биологический метод: из США был интродуцирован хищный клоп *Perillus bioculatus* Fabr. (*Pentatomidae*), имаго и личинки которого поедают яйца,

личинок и жуков колорадского жука и других листоедов. Один клоп за период развития уничтожает более 1000 особей колорадского жука. Клоп периллюс успешно акклиматизирован во Львовской области. В Краснодарском крае работы по акклиматизации велись на Лазаревской базе ВИЗР. В последние годы отмечены природные популяции хищника на значительной территории Краснодарского края и Республики Адыгея. Из Канады завезена муха-тахина *Doryphorophaga doryphorae* Riley. (Diptera, Tachinidae) – паразит колорадского жука. Личинки мухи развиваются в теле жука, где и окукливаются. Ведутся работы по акклиматизации этого паразита.

ЭПВ – при массовом выходе из мест зимовок 2% заселенных кустов; при массовом появлении личинок 20 лич./куст при заселении кустов 5–8%. Ранние всходы картофеля обрабатываются дважды: 1-й раз в период массового выхода перезимовавших жуков из почвы; 2-й – при массовом появлении личинок 2-го возраста. На средних и поздних всходах картофеля, на баклажанах и томатах обработки проводятся по мере нарастания численности жуков и личинок. Для уничтожения колорадского жука применяют биопрепараты и инсектициды (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов разрешенных к применению на территории РФ»).

Отряд чешуекрылые – *Lepidoptera*, семейство выемчатокрылые моли – *Gelechiidae*. Картофельная моль – *Phthorimaea operculella* Zel. Распространена в 70 странах Европы, Азии, Африки и других странах. На территории бывшего СССР высокая численность отмечена в Крымской области, в Абхазии, Молдавии, в Краснодарском крае обнаружена во всех районах. Объект внешнего карантина.

Картофельная моль повреждает картофель, табак, баклажаны, меньше – томаты и перец. Из сорняков питается на паслене, дурмане обыкновенном, белене и др. Гусеницы минируют листья, прокладывая ходы внутри главной жилки или около нее и в поперечных жилках. Она способна переходить из листа в лист, соединяя их паутинкой. Гусеницы минируют стебли, в которых прокладывают извилистые ходы под эпидермисом, повреждают плоды томатов и клубни картофеля, в которых выгрызают ходы. Моль сильно вредит в хранилищах. Ходы в клубнях начинаются преимущественно от глазков и проходят сначала в поверхностном слое мякоти клубня. Кожура над ходами подсыхает и сморщивается. У входного отверстия может быть заметно скопление экскрементов, опутанных паутинкой. При хранении моль уничтожает 60–80% картофеля в хранилищах.

Зимует взрослая гусеница или куколка в поверхностном слое почвы под растительными остатками. Бабочки вылетают рано весной и встречаются в природе до конца октября. В Краснодарском крае лёт самцов на феромонные ловушки обнаружен в начале мая. Бабочки активно летают рано утром и после захода солнца. После спаривания самка откладывает яйца (через 1–2 суток) на нижнюю сторону листа по 1–2 яйца или на стебли, плоды, на землю, на глазки картофеля. Бабочки живут до 3 и более недель. Эмбриональное развитие длится 5–10 дней. Вышедшая из яйца гусеница внедряется в лист, стебель и т.п. Она имеет 4 возраста и развивается 10–48 дней. Окукливается в коконе на земле или на растениях у основания черешков, под мусором, в щелях полов склада. Куколка летом развивается 7 дней. На развитие одного поколения летом необходимо 22–30 дней. В хра-

нилищах может развиваться круглый год. В Крыму и Абхазии дает 5–6 поколений, в Краснодарском крае – 4. Первое и второе поколение слабо вредоносно. На феромонную ловушку максимально вылавливается до 110 самцов с августа по октябрь.

При хранении картофеля при температуре 3–6°C за 2 месяца гусеницы погибают полностью. Энтомофаг куколок – *Agathis breviseta* Nees (*Hymenoptera, Braconidae*) (поражает до 33% популяции).

Меры борьбы. Карантинные: тщательный досмотр картофеля в портах, обследование 3–5-километровой зоны вокруг пунктов ввоза импортной растительности; борьба с пасленовыми сорняками. Оптимальная заделка клубней при посадке; своевременное и качественное окучивание; уничтожение растительных остатков. Фумигация в хранилищах инсектицидами и биопрепаратами перед хранением клубней (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

10.3 В СНГ культивируется большое количество овощных и бахчевых культур, относящихся к 12 ботаническим семействам. Среди них к наиболее повреждаемым вредителями относятся овощные культуры из семейства капустных (крестоцветных). В различных зонах возделывания значительно повреждаются луковичные (лук, чеснок), зонтичные (морковь) и тыквенные (огурцы, дыни, тыквы, арбузы). В Краснодарском крае овощные культуры ежегодно возделываются на площади более 50 тыс. га и почти на всей площади проводятся истребительные мероприятия.

Более 300 видов фитофагов зарегистрировано на капустных культурах. Из многоядных видов вредоносны личинки шелконов – проволочники, медведки, гусеницы надземных и подгрызающих совок, луговой мотылек и другие виды. В зависимости от зоны видовой состав вредителей крестоцветных культур существенно меняется. При этом, экономическое значение имеют вредители генеративных и вегетативных органов, как многоядные, так и специализированные. Крестоцветные культуры сильно повреждаются вредителями на протяжении всего вегетативного периода.

Жесткокрылые вредители крестоцветных культур. Крестоцветные блошки. На крестоцветных культурах встречаются в основном следующие виды крестоцветных блошек рода *Phyllotreta*:

Отряд жесткокрылые – *Coleoptera*, семейство листоеды – *Chrysomelidae*.
Южная крестоцветная блошка – *Ph. cruciferae* Goeze, чёрная крестоцветная блошка – *Ph. atra* F., синяя крестоцветная блошка – *Ph. nigripes* F., выемчатая полосатая блошка – *Ph. vittata* F., волнистая блошка – *Ph. undulata* Kutsch., светлоногая полосатая блошка – *Ph. nemorum*.

Распространены блошки по всей европейской части СНГ, на Кавказе, в Западной Сибири, в Средней Азии. Крестоцветные блошки являются одними из основных вредителей всходов всех крестоцветных культур. Они повреждают всходы в парниках, рассадниках и в открытом грунте.

У всех видов зимуют неполовозрелые жуки под растительными остатками на полях, в лесополосах, на опушках лесов, в садах и в верхнем слое почвы. Вес-

ной жуки пробуждаются очень рано. На севере ареала они выходят из мест зимовки в апреле – начале мая, на юге – в марте при температуре 6–7°C. Жуки активно питаются на всходах ранних крестоцветных сорняков: пастушьей сумке, дикой редьке, ярутке, горчице полевой, клоповнике и др. С появлением всходов культурных крестоцветных переселяются на них. Период дополнительного питания длится от 40 до 60 дней. Усиленное питание блошек на крестоцветных культурах в крае отмечается с апреля до 3-й декады мая. В начале мая жуки приступают к яйцекладке. Самки предпочитают откладывать яйца на поля, занятые корнеплодными крестоцветными, а также на засорённые участки. Самки южной, синей, волнистой и выемчатой блошек откладывают яйца в почву около корней растений, для чего зарываются в почву. Эмбриональное развитие длится от 3 до 12 дней. Отродившиеся личинки питаются корешками крестоцветных растений или корнеплодами возле корневой шейки. Вред от них незначительный. Через 16–30 дней личинки заканчивают развитие и окукливаются. Куколки развиваются 7–17 дней. Самки светлоногой полосатой блошки откладывают яйца на листья. Отродившиеся личинки внедряются в листья и делают в них мины. Закончив развитие, личинки уходят в почву, где и окукливаются. Молодые жуки всех видов появляются в крае в начале июля. Крестоцветные блошки в большинстве зон ареала развиваются в одной генерации. Для южных районов отмечают развитие 2-й генерации, жуки которой в массе появляются в Краснодарском крае в первой декаде августа. С наступлением холодов жуки уходят на зимовку.

Наибольший вред крестоцветные блошки причиняют в период весеннего дополнительного питания всходам крестоцветных культур. Активность и прожорливость жуков повышается при жаркой и сухой погоде. При оптимальных условиях и высокой численности блошки за 1–2 дня могут уничтожить всходы. Жуки выгрызают на листьях язвы, которые при росте листа превращаются в отверстия. Листья засыхают, растения отстают в росте. Наиболее опасно повреждение точки роста у молодых растений.

Меры борьбы. Уничтожение сорняков семейства капустных.

ЭПВ на рассаде – 3–5 жука на одно растение капусты при заселении не менее 10% растений. На фазе листовой мутовки – 10 жуков на растение при заселении не менее 25% растений. Рекомендуется опрыскивание растений и протравливание семян (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

Отряд жесткокрылые – *Coleoptera*, семейство листоеды – *Chrysomelidae*. Хреновый (капустный) листоед или бабануха – *Phaedon cochleariae* (F.) Распространён повсеместно, кроме Крайнего Севера и Дальнего Востока. Особенно вредоносен в северо-западных и западных областях страны. В Краснодарском крае вредит в районах достаточного увлажнения.

Зимуют жуки в почве в поверхностном слое, под растительными остатками. Весной очень рано жуки выходят из мест зимовки – обычно в период высадки рассады ранней капусты в грунт. В крае – это 2-я половина марта. Вышедшие из зимовки жуки начинают активно питаться на всходах сорных крестоцветных растений, затем переселяются на культурные. После непродолжительного дополнительного питания жуки начинают спариваться, а затем приступают к откладке

яиц. Яйца самки откладывают одиночно в ямки, выгрызаемые на листовой пластинке. Средняя плодовитость самок до 400 яиц. Эмбриональное развитие длится около 10 дней. Отродившиеся личинки скелетируют листья и через 20–25 дней заканчивают развитие. На окукливание личинки уходят в почву на глубину до 2 см. Через 8–14 дней отрождаются молодые жуки. В северных зонах ареала эти жуки с наступлением холодов уходят на зимовку. На юге развивается 2-е поколение. В крае развитие этого поколения наблюдается с конца июля – в августе.

Хреновый листоед – олигофаг. Повреждает капусту, репу, турнепс, брюкву, горчицу, редьку, редис, хрен. Вредят жуки и личинки. Жуки обычно заселяют поле очагами и наиболее вредоносны для рассады ранней капусты. Ещё больший вред наносят личинки, держащиеся группами и скелетирующие листья. При массовых размножениях жуки и личинки полностью уничтожают мякоть листа, оставляя одни жилки.

Меры борьбы. Борьба с сорной растительностью. Рекомендуется опрыскивание (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

Отряд жесткокрылые – Coleoptera, семейство листоеды – Chrysomelidae. Горчичные листоеды рода Colaphellus также наносят значительный вред посевам крестоцветных культур.

Восточный горчичный листоед – Colaphellus hofsti Mén. – распространён в степной зоне европейской части СНГ к востоку от Днепра, на Кавказе, в Средней Азии и юго-западной Сибири. Особенно вредоносен на юге и юго-востоке европейской части и на Кавказе.

Зимуют неполовозрелые жуки в поверхностном слое почвы и под растительными остатками. Из мест зимовки выходят рано, в крае – в конце марта – начале апреля. Сначала питаются на сорных крестоцветных, а затем переселяются на культурные растения. Обычно это наблюдается, когда последние находятся в фазе образования розетки, т. е. 3-4 нормальных листьев. В этот же период наблюдается спаривание и яйцекладка. Самки откладывают яйца группами по 10–20 шт. в почву у растения или непосредственно на растение. Период яйцекладки растянут и длится от 20 до 50 и более дней. Плодовитость самок – до 300 яиц. Эмбриональное развитие длится 4–5 дней. Личинки развиваются на листьях в течение 15–18 дней. Закончив питание, уходят на окукливание в поверхностный слой почвы. Куколки развиваются 7–11 дней. Выход молодых жуков из куколок начинается с июня, максимальное количество их наблюдается в июле. На севере ареала с наступлением холодов жуки уходят на зимовку, на юге может развиваться 2-я генерация. Серьезно повреждает горчицу, а также редьку, капусту, редис, хрен, рапс, брюкву, репу и другие культуры. Личинки и жуки обгрызают листья, цветки и стручки. Наиболее вредоносен в засушливые годы.

Меры борьбы. Такие же, как и с хреновым листоедом.

ЭПВ составляет 2–3 лич./растение в течение вегетации.

Отряд жесткокрылые – Coleoptera, семейство долгоносики – Curculionidae. Стеблевой капустный скрытнохоботник – Ceuthorrhynchus quadridens Panz. Распространён почти на всей территории европейской части, на Кавказе, в Западном и Центральном Казахстане.

Зимуют жуки в поверхностном слое почвы. Весной они пробуждаются очень рано. В Краснодарском крае жуки выходят из мест зимовки в конце марта, на Украине – в начале апреля, в Ленинградской области – в середине мая. Жуки сначала питаются на дикорастущих крестоцветных растениях, а затем переселяются на капусту, редьку, репу, брюкву. Яйцекладка продолжается с конца марта до начала июля. Самки откладывают яйца в срединную жилку, реже – в стебель и ещё реже – в листовую пластину. Самки помещают их в камеры, которые они обычно выгрызают, по 1–4, реже по 10 яиц. Плодовитость колеблется от 140 до 280 яиц. Эмбриональное развитие при температуре 19°C длится 5–6 дней. Отродившиеся личинки в течение 3–4 недель в черешках листьев или стеблях проходят 3 возраста. Окукливаться личинки уходят в почву на глубину 2–3 см. Куколки развиваются до 12–16 дней. Общая продолжительность развития – около 4 недель. Молодые жуки появляются в конце мая – июне. В течение непродолжительного времени они питаются, а затем уходят на зимовку. Развивается одна генерация.

Жуки и личинки питаются на многих видах культурных и дикорастущих крестоцветных растений. Жуки выгрызают небольшие ямки в стеблях, черешках или жилках листьев, в цветоножках и других частях растений. В местах повреждений образуются небольшие вздутия, «бородавки». Существенного вреда жуки не причиняют. Личинки питаются в черешках листьев, а иногда и в стеблях, проделывая ходы до корневой шейки. Внутри стеблей иногда скапливаются все личинки из разных листьев на растении (до 20 и более). Наиболее опасны личинки для молодых растений, а также для семенников. У последних наблюдается увядание отдельных стеблей и даже полная гибель растений. При сильном заселении потери урожая семян могут составлять 40% и более. Повреждение личинками рассады вызывает значительное отставание в росте и развитии растений. Поврежденная рассада часто загнивает.

Меры борьбы. Отбраковка и уничтожение поврежденной рассады; уничтожение крестоцветных сорняков; уничтожение поврежденных личинками листьев семенников; соблюдение севооборота; пространственная изоляция семенников от прошлогодних участков; рыхление почвы в период окукливания; подкормки растений; глубокая заблевая вспашка.

ЭВП составляет 1 жук при высадке рассады или 3 лич./растение при 20% заселении. Рекомендуется опрыскивание инсектицидами (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

Сосущие вредители крестоцветных культур. Отряд полужесткокрылые – *Heteroptera*, семейство щитники – *Pentatomidae*. Сосущие вредители крестоцветных культур представлены крестоцветными клопами рода *Eurydema* и капустной тлѐй. Ниже охарактеризованы преобладающие виды.

Рапсовый клоп – *Eurydema oleracia* L. Распространен повсеместно, кроме севера, но заселяет менее сухие биотопы и более обычен в лесной зоне. На Кубани этот вид составляет от 5 до 18% от числа всех крестоцветных клопов.

Капустный клоп – *Eurydema ventralis* Kol. Встречается в южной части СНГ на юг от линии Гродно-Брянск-Казань-Челябинск-Омск-Томск. Для вида характерна локальность встречаемости. Более обычен капустный клоп в Закарпатье, Крыму, на Северном Кавказе и на Нижней Волге.

Горчичный клоп – *Eurydema ornata* L. Распространен в южных районах СНГ. На Кубани составляет от 2 до 7% от числа всех крестоцветных клопов.

Среднеазиатский капустный клоп – *Eurydema maracandica* Osh. В Краснодарском крае не встречается.

В биологии крестоцветных клопов много общего. Зимуют взрослые клопы под опавшими листьями на лесных опушках, в лесополосах и садах. Весной пробуждаются клопы очень рано – при прогревании верхнего слоя почвы до 10–15°C. Раньше всех из состояния диапаузы выходят рапсовые клопы, затем горчичные. Приблизительно через 10 дней после выхода имаго первого вида, появляются капустные клопы. На севере ареала в европейской части СНГ и в Сибири клопы выходят из диапаузы в конце мая – начале июня, в Средней Азии – в 1-й – 2-й декадах апреля. В южных районах европейской части и на Северном Кавказе клопы появляются в середине апреля – начале мая. В Краснодарском крае это наблюдается, как правило, во 2-й декаде апреля. Наиболее дружный вылет клопов из мест зимовки происходит в теплую и сухую погоду. Для созревания половой продукции клопы нуждаются в дополнительном питании, которое проходят на различных растениях. Например, горчичный клоп связан с дикорастущими крестоцветными, на которых часто более многочислен, чем на возделываемых. В период дополнительного питания молодые имаго и личинки старших возрастов этого вида изредка питаются содержимым семян растений из других семейств, даже злаков. Рапсовый клоп также в период дополнительного питания встречается кроме крестоцветных на других культурах: подсолнечнике, посадках сахарной свеклы, колосьях ржи, пшеницы, на картофеле и других растениях, которые пригодны для успешного развития личинок. Капустный клоп дополнительное питание проходит в основном на культурных растениях из семейства капустных, которое продолжается 6–10 дней. После этого клопы в массе перелетают на культурные крестоцветные: капусту, редис, горчицу, рапс и другие. Перезимовавшие клопы живут продолжительное время – 80–100 дней. Оптимальная температура для их жизнедеятельности – 20–25°C. Наиболее активны клопы в солнечные часы. Через 9–10 дней после выхода с мест зимовки самки приступают к яйцекладке, обычно размещая яйца на нижней стороне листьев группами по 12 штук в 2 ряда. Откладка яиц растягивается на 1–1,5 месяца. Самки после повторных спариваний могут откладывать яйца до 5 раз с интервалом в несколько дней. В Краснодарском крае яйцекладка обычно начинается во 2–3 декадах мая. В зависимости от температуры, эмбриональное развитие длится 5–13 дней. Отрождение личинок в Краснодарском крае наблюдается во 2-й – 3-й декадах мая. Развитие личинок заканчивается в зависимости от погодных условий через 35–50 дней. Оптимальная температура для развития личинок находится в пределах 20°C. При температуре ниже 10–12°C и выше 35°C личинки не активны. На севере ареала крестоцветные клопы развиваются в 1 генерации. На юге наблюдается развитие 2–3 генераций. В крае клопы 1-й летней генерации появляются с конца июня. Самки откладывают яйца во 2-й – 3-й декадах июля. Плодовитость в среднем составляет 240 яиц. Самки откладывают яйца в основном на культурные растения. Развитие этого поколения заканчивается через 24–30 дней. Взрослые клопы (2-я генерация) наблюдаются в середине августа. В конце 2-й – 3-й декадах происходит массовая откладка яиц.

Клопы этой генерации живут 30–40 дней. Каждая самка откладывает в среднем до 140 яиц. Клопы 3-й генерации появляются в конце сентября. Они непродолжительное время питаются и в конце октября уходят на зимовку.

Наиболее вредоносны крестоцветные клопы на юге нашей страны. Горчичный клоп, например, повреждает в большой степени крестоцветные, возделываемые на семена, особенно капусту, редис, хрен, редьку, а также масличные культуры – горчицу, рыжик, рапс. Капустный клоп повреждает почти все возделываемые крестоцветные растения, но более опасен для рассады капусты и, в отличие от большинства щитников, питается чаще на вегетативных органах кормовых растений. Высасывая растительные соки из листьев или цветоносных побегов, клопы вызывают пожелтение, увядание, а иногда и полную гибель поврежденных растений. Особенно чувствительны к повреждениям клопами молодые растения, которые сильно отстают в росте и часто гибнут. В месте, где был сделан укол хоботком клопа, появляется светлое пятнышко, вокруг которого растительная ткань постоянно отмирает и выкрашивается, наблюдается образование некротичных участков. У поврежденных клопами семенников цветки и завязи осыпаются, образуются щуплые семена. В Средней Азии почти ежегодно 15–40% высаживаемой в грунт рассады капусты погибает от повреждений клопами.

Численность и вредоносность крестоцветных клопов регулируют факторы внешней среды и естественные враги. Вред от них снижается в годы с влажной и прохладной весной. Клопы рода *Eurydema* имеют сравнительно небольшое число естественных врагов. Взрослых клопов заражает муха-фазия – *Ectophasia crassipennis* F. (*Diptera, Tachinidae*); обычно зараженность не превышает 3-5%. Размножение клопов ограничивается преимущественно яйцеедами. Яйца горчичного клопа заражает специализированный яйцеед – *Trissolcus simoni* (Mayr) (*Hymenoptera, Scelionidae*). В Краснодарском крае в течение развития 3 поколений хозяина этот паразит дает 8 поколений. Во время яйцекладки клопов 1-го поколения паразит развивается в 2 поколениях. В период развития 2 последующих поколений хозяина паразит дает 6 поколений, наслаивающихся одно на другое. Яйцекладки последующего поколения вредителя на 80–90% могут быть заражены трисолькусом. Зимуют у паразита в основном оплодотворенные самки в растительных остатках на полях, а также в скрученных сухих листьях и под корой деревьев.

Меры борьбы. Ранняя высадка рассады капусты; внесение удобрений и подкормки; уничтожение крестоцветных сорняков; рыхление почвы и внесение удобрений (влияет на устойчивость растений).

ЭПВ – 2–3 клопа на растение (от высадки рассады до завязывания кочана). Рекомендуются опрыскивание инсектицидами (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

Отряд равнокрылые – Homoptera, семейство тли – Aphididae. Капустная тля – *Brevicoryne brassicae* L. Распространена в СНГ повсеместно, кроме Крайнего Севера. Вид полноциклый, не мигрирующий.

Зимуют яйца на двухлетних крестоцветных сорняках, на необранных с поля кочанах капусты, а также на оставленных для высадки в качестве семенников маточных крестоцветных культурах. В условиях Средней Азии и российских субтропиков может развиваться неполный цикл капустной тли. Капуста в этих зонах

выращивается круглогодично, и тля может перезимовывать в виде плотных колоний на нижней стороне листьев или внутри кочана. Весной из перезимовавших яиц отраждаются личинки. В северо-западной зоне они появляются во 2-й декаде мая, а при холодной затяжной весне – позднее. В южных зонах ареала личинки появляются в апреле – марте. В Краснодарском крае отрождение личинок из яиц наблюдается во 2-й половине марта. При благоприятных условиях в среднем через 10–14 дней личинка превращается в самку основательницу. Каждая самка партеногенетически отрождает до 40 личинок. В течение лета развивается 16–20 поколений вредителя. Осенью, с укорочением светового дня, в колониях тли появляются самки-полоноски. Последние отрождают личинок, которые превращаются в бескрылых самцов и самок. После спаривания самки откладывают по 2–4 оплодотворенных яйца и погибают.

Первичные очаги капустной тли в овощном севообороте обнаруживаются на капусте ранних и средних сроков созревания. Однако из-за короткой продолжительности вегетаций этих сортов (2–3 месяца) и особенностей погодных условий в период их выращивания численность тли остается на низком уровне и не оказывает влияния на урожай капусты. Но при этом нельзя не учитывать, что остающиеся продолжительное время на поле послеуборочные остатки капусты ранних и средних сроков созревания являются основным источником расселения вредителя на позднюю капусту. Наиболее опасно заселение поздних сортов в фазу завязывания кочана, когда тля заселяет верхушечную почку и кочан не формируется. Такие растения погибают. Заселение вредителем растений со сформировавшимся кочаном приводит к качественному и количественному снижению урожая. На одном таком растении может одновременно питаться 150–300 тыс. особей капустной тли. В поврежденных кочанах снижается содержание витамина С в среднем на 17–22%, а редуцированных сахаров – на 6–20%. Нарушение биохимических процессов в поврежденных растениях сопровождается отставанием их в росте и развитии. Вес кочанов при разной степени заселения уменьшается в среднем на 30–40%. Большие потери урожая при заселении растений тлей связаны также с необходимостью очистки поврежденных листьев. При заселении семенников семена бывают шуплые или совсем невыполненные.

Численность капустной тли регулируют метеорологические факторы и естественные враги. Для нарастания численности капустной тли благоприятна умеренно-влажная погода с высокими температурами. Обильные осадки ливневого характера и прохладные периоды сдерживают рост численности капустной тли и даже могут вызвать ее гибель. При высокой влажности наблюдается заболевание тли энтомофторовыми грибами. Капустную тлю уничтожают многие виды хищных насекомых из семейств *Coccinellidae*, *Chrysopidae*, *Syrphidae*, а также заражают паразиты из рода *Aphidius*. Из кокцинеллид эффективными хищниками капустной тли являются *Coccinella septempunctata* L., один жук за сутки уничтожает до 200 тлей.

Меры борьбы. Удаление послеуборочных остатков капусты ранних и средних сроков созревания; тщательная очистка от кочерыг полей из-под поздней капусты; уничтожение сорных крестоцветных; в фазу завязывания кочана – внесение фосфорно-калийных удобрений; посев рядом с полями капусты семенников

зонтичных растений для привлечения полезных насекомых.

ЭПВ составляет 2 колонии/м² по краю поля в период вегетации при заселении 5–10% растений. Рекомендуются опрыскивание инсектицидами (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

Чешуекрылые вредители крестоцветных культур. Отряд чешуекрылые – *Lepidoptera*, семейство серпокрылые моли – *Plutellidae*. Капустная моль – *Plutella maculipennis* Curt. Распространена повсеместно и встречается в России от Крайнего Севера до Крыма и Закавказья, вредит также в Средней Азии, Сибири и на Дальнем Востоке. Капустная моль периодически даёт вспышки массовых размножений, нанося при этом огромные потери урожаю капусты и других крестоцветных культур. В промежутках между вспышками численность капустной моли увеличивается постепенно, а в годы, следующие сразу за годами вспышек, капустная моль встречается в природе в очень небольшом количестве. Причины вспышек размножения вредителя не выяснены до конца. По мнению ряда исследователей, увеличение численности вредителя почти одновременно на довольно обширной территории можно объяснить способностью бабочек моли к миграциям. Возможно, что основное влияние на размножение этого вредителя имеют характер погоды в период зимовки, а также метеорологические условия и деятельность энтомофагов в период активной жизни капустной моли.

Зимует капустная моль в большинстве районов ареала в стадии куколки под растительными остатками и в некоторых случаях в стадии имаго. Установлено, что наиболее холодостойкими стадиями развития у капустной моли являются молодые, только что сформировавшиеся куколки и бабочки вредителя. Весенний вылет бабочек в значительной степени зависит от характера метеорологических условий. Обычно в средней полосе и на северо-западе СНГ бабочки начинают летать во 2-й – начале 3-й декадах мая. В более южных районах ареала вылет бабочек может происходить в апреле и раньше. В крае это наблюдается обычно во 2-й половине апреля (при достижении 11–13°C), а в отдельные годы – и в первой декаде апреля. Весеннее поколение капустной моли, как правило, не бывает многочисленным. Поэтому весной обнаружить бабочек в природе можно только специальными наблюдениями. Вскоре после вылета наблюдается спаривание бабочек и откладка яиц. Самки размещают яйца по одному или небольшими группами сначала на нижнюю сторону листьев различных крестоцветных сорняков, а затем на культурные растения. Бабочки живут от 24 до 28 дней. Плодовитость самок колеблется от 160 до 240 яиц. Эмбриональное развитие в крае в зависимости от температуры и длится 2–6 дней. Вышедшие из яиц гусеницы вгрызаются в ткань листа и проделывают небольшие ходы (мины), в которых живут 2–3 дня. Затем они выходят на поверхность и ведут открытый образ жизни, располагаясь преимущественно на нижней стороне листа. Личинка выгрызает небольшие участки листовой ткани, оставляя нетронутой кутикулу. Гусеницы очень подвижны, при малейшем беспокойстве они быстро извиваются и падают с листа, повисая на паутинке. В зависимости от температуры гусеницы заканчивают развитие через 7–15 дней. Окукливаются на листьях в рыхлых, прозрачных, состоящих из редких шелковинок коконов. Стадия куколки длится 1–2 недели, в крае – 3–7 дней. Лёт бабо-

чек 1-го летнего поколения в крае наблюдается в течение мая. В этот же период отмечается откладка яиц. Со 2-й декады мая начинается отрождение гусениц, развитие которых заканчивается в конце 1-й декады июня. В это время капуста ранних и средних сроков созревания проходит наиболее уязвимую фазу – формирование кочана. Окукливание гусениц наблюдается в 3-й декаде мая. Стадия куколки встречается в природе до 2-й декады июня. В связи с продолжительной жизнью бабочки популяция вредителя очень многочисленна и одно поколение накладывается на другое. Бабочки 2-го летнего поколения встречаются с 1-й декады июня и до конца месяца, 3-го – в июле, 4-е поколение развивается в крае с конца июня – в августе. Куколки этого поколения в большинстве районов остаются зимовать. На Черноморском побережье развиваются 5-е и 6-е поколения. Зимуют куколки и бабочки. В субтропиках Закавказья развивается 7 генераций, а в Средней Азии – до 10. На севере ареала развивается только 1 поколение, в Карелии – 2, а в Ленинградской области – 2–3.

Наиболее вредоносна капустная моль в период развития 2-й и последующих генераций. Опасны повреждения, наносимые растениям капусты в фазу образования кочана, когда нередко повреждается точка роста. При большой численности гусениц сильно повреждаются развитые листья, которые в последствие бурют и засыхают. Численность последних поколений капустной моли в южных районах не бывает очень высокой в связи с интенсивной деятельностью энтомофагов, которые могут уничтожить до 95% куколок. В куколках паразитируют *Diadegma fenestalis* (Hol.) (*Hymenoptera, Ichneumonidae*).

Меры борьбы. Уборка и уничтожение послеуборочных остатков капусты, на которых зимует вредитель. Глубокая зяблевая вспашка, борьба с сорняками; при температуре не меньше 17°C, но не более 30°C опрыскивание инсектицидами и биопрепаратами (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

ЭПВ в фазу листовой мутовки – 3–5 гусениц на 1 растение при заселении не менее 10% растений; завязывании кочана – 5–10 гусениц на растение при 5% заселении растений.

Отряд чешуекрылые – *Lepidoptera*, семейство белянки – *Pieridae*. Капустная белянка – *Pieris brassicae* L. Распространена повсеместно в европейской части РФ кроме районов Крайнего Севера, встречается на Кавказе, в горных и предгорных районах Средней Азии. На востоке ареал капустной белянки доходит до Пермской области. Дальнейшее её распространение ограничивают низкие зимние температуры.

В северных районах ареала развивается 1 поколение, в Ленинградской области – 2, в средней полосе России – 2–3, в южных районах – 3–4, в Закавказье – 5. В Краснодарском крае – 3–4. Для развития одного поколения необходима сумма температур в 7000°C. Первое поколение всегда немногочисленно, но в последующих численность вредителя возрастает. Зимуют куколки на остатках сорных растений, на деревьях, стенах зданий, на заборах и т. д. Гусеница перед окукливанием привязывает себя паутиной. Куколки – наиболее холодостойкая стадия развития вредителя и переносят понижение температуры до –20°C. При более низких температурах куколки погибают. Порог развития куколки – 8°C. Метеорологиче-

ские условия сильно влияют на жизнь и развитие капустной белянки. Поэтому весенний вылет бабочек может значительно запаздывать в условиях холодной и поздней весны. Все исследователи отмечают, что жизнь и поведение – лёт, питание, спаривание, откладка яиц, плодовитость – находятся в тесной связи с солнечной радиацией. В дождливую или пасмурную погоду бабочки не летают и лишь с появлением солнечных лучей становятся снова активными. В крае лёт бабочек наблюдается в конце 1-й – начале 2-й декады апреля. Вскоре после вылета бабочки дополнительно питаются, спариваются, и через 2–3 дня начинается яйцекладка. Самки откладывают яйца группами по 15–200 яиц на нижнюю сторону листьев, предпочитая заселять белокочанную и цветную капусту. Бабочки питаются на цветущих растениях, но преимущественно на крестоцветных.

Через 8–12, а в крае через 3–6 дней из яиц отрождаются гусеницы. В первых двух возрастах гусеницы живут группами на нижней стороне листа. В 3-м возрасте делятся на более мелкие группы по 2–3 особи, а с 4–5-х возрастов живут одиночно на верхней стороне листьев. Личинки младших возрастов скелетируют листья, старших – грубо объедают, оставляя одни жилки. Развитие гусениц в зависимости от температуры продолжается 15–30 дней. Окукливание происходит в тех же местах, что и у зимующего поколения, но летом возможно и на листьях капусты. Через 7–10 дней из куколок вылетают бабочки 1-го поколения. В крае это наблюдается в первой половине июня. Бабочки 2-го поколения летают со 2-й декады июня. Поколение это наиболее многочисленно. Отрождение гусениц наблюдается во 2-й декаде июня. В конце июня вылетают бабочки 3-го поколения. Развитие стадий в этот период проходит быстро, и уже в 3-й декаде июля из яиц отрождаются гусеницы. Во 2-й декаде августа гусеницы заканчивают развитие и окукливаются. Бабочки 4-го поколения вылетают в 1-й декаде сентября. Гусеницы этого поколения окукливаются и остаются зимовать.

Капустная белянка наиболее интенсивно размножается в районах с достаточным увлажнением. Поэтому вред её также проявляется в центральных и западных областях европейской части СНГ. Так, в 1963 г. вредитель нанёс сильные повреждения в Удмуртии, Тамбовской области, в 1965 г. – в ряде областей верхнего Поволжья, а в 1967 г. – в западных областях и в центре РФ. В крае белянка вредит в предгорных районах, иногда вспышки размножения наблюдаются и в центральных районах Кубани.

На численность капустной белянки большое влияние оказывают различные паразитические насекомые и болезни. Среди паразитов наибольшее значение имеет наездник *Apanteles glomeratus* L. (*Hymenoptera, Braconidae*), паразитирующий в гусеницах. Заражённые гусеницы сначала не отличаются от здоровых. После 4-й линьки они становятся менее подвижными, и из них выходят личинки, которые сразу же плетут рыхлый паутинистый кокон. Паразит предпочитает заражать гусениц 1-го и 2-го возрастов, хотя может откладывать яйца и в гусениц старших возрастов. В один приём самка может отложить 10–30 яиц. При неоднократном заражении в гусенице может развиваться до 100 личинок. При наличии условий питания на цветущей растительности взрослые особи апантелиса могут жить до 1 месяца. Плодовитость самок в зависимости от условий питания колеблется от 700 до 2000 яиц. В куколках белянки паразитирует *Pteromalus puparum* L.

(*Hymenoptera, Pteromalidae*), который развивается в 4–5 и более генерациях. Первые генерации не имеют значения в снижении численности белянки, т. к. самки заражают куколок крапивницы (*Vanessa urticae* L.). Самки 4-й генерации откладывают яйца в куколки капустной белянки. Зимуют личинки в куколках хозяев. Часто при повышенной температуре происходит развитие заболеваний гусениц и куколок микроспориозом, фляйшерией и др.

Меры борьбы. Большое значение имеет уничтожение сорных растений семейства крестоцветных (до их цветения) и растительных остатков.

ЭПВ в фазу листовой мутовки при заселении не менее 10% растений, с численностью 3–5 гус./растение, с кладками яиц или группами гусениц, в фазу завязывания кочана – 5–10 гусениц на растение при заселении не менее 5–10% растений. Опрыскивание проводят препаратами, указанными для борьбы против капустной моли (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

Перепончатокрылые и двукрылые вредители крестоцветных культур.
Отряд двукрылые – *Diptera*, семейство цветочницы – *Anthomyiidae*. Весенняя капустная муха – *Delia brassicae* Bouche. Распространена почти повсеместно от Крайнего севера до Закавказья и от Прибалтики до Приморского края на Дальнем востоке. Наиболее вредоносна на Северо-Западе и в средней полосе европейской части, а также в Западной Сибири. В южных районах вряд может быть ощутимым только в годы с прохладной и влажной весной. В зонах вредоносности численность весенней капустной мухи почти постоянно поддерживается на достаточно высоком уровне.

В Краснодарском крае вредитель в заметных количествах встречается на полях капусты и рапса, расположенных в пониженных местах рельефа. Зимуют у весенней капустной мухи куколки в ложнококонах в почве на полях, где росла капуста. Весной, после достаточного прогрева почвы (11–12°C), вылетают взрослые мухи. После непродолжительного питания на цветущих сорных растениях они приступают к яйцекладке. Сроки вылета мух в значительной степени определяются условиями погоды. В Московской области мухи вылетают в начале цветения березы. В Ленинградской области вылет мух совпадает с цветением, а массовый лет мухи и откладка яиц – с началом цветения сирени. Обычно в это время происходит высадка рассады капусты в грунт (май – июнь). Считают также, что мухи вылетают, когда почва на глубине 10 см прогреется до 12–13°C. В мае в Краснодарском крае лет мух обычно начинается со 2-й декады апреля. Для дополнительного питания мухи сосредотачиваются на сорной крестоцветной растительности. Через 7–10 дней после вылета самки приступают к яйцекладке. Массовая яйцекладка продолжается в течение 12–16 дней и наблюдается в конце апреля – в начале мая. В целом же лет мух очень растянут и продолжается до 45 дней. Самки весенней капустной мухи откладывают яйца на почву у основания стеблей рассады капусты. Часто яйца прикрепляются к корневой шейке или с помощью яйцеклада заталкиваются в щель между почвой и стеблем растения. При этом самка долго бегаёт по земле вокруг растения, подыскивая места для откладки яиц. Для заселения выбирают наиболее развитые растения с крупными листьями.

Мухи предпочитают заселять цветную и белокочанную капусту, красноко-

чанная капуста менее привлекательна для вредителя. Самки откладывают яйца вразброс маленькими группами по 2–3. Заражается рассада в парниках в открытом грунте. Под одним растением может находиться по несколько десятков яиц, отложенных разными самками. Яйца мух белые и, поэтому легко обнаруживаются в почве. Эмбриональное развитие в северных зонах ареала длится 8–10, а в крае – 3–7 дней. Отродившиеся личинки подбираются к корню растения и повреждают его, объедая снаружи, а также уничтожают мелкие корешки. Личинки могут также внедряться внутрь главного корня. В результате таких повреждений растения задерживаются в росте, корни загнивают, листья могут приобретать синевато-свинцовый оттенок. Сильно поврежденные растения погибают. Через 20–30 дней личинки заканчивают развитие и окукливаются в красновато-коричневых пупариях в почве вблизи корневой системы повреждаемых растений. Некоторые личинки окукливаются внутри растений. Куколки развиваются в зависимости от погодных условий в течение 8–20 дней, а затем вылетают мухи летнего поколения. В крае лет их начинается с начала июня и продолжается в течение месяца. Личинки этого поколения встречаются в почве с июня по август. С первой декады июня начинается окукливание личинки. Мухи 2-го летнего поколения летают с конца июля, в августе и в начале сентября. Личинки этого поколения встречаются в природе с августа по октябрь. Начиная с сентября, личинки начинают окукливаться, и пупарии остаются зимовать. В большинстве районов ареала весенняя капустная муха развивается в двух поколениях. Наиболее вредоносно первое поколение, т. к. его личинки развиваются на молодых, неокрепших растениях.

Устойчивость растений к повреждениям личинками этого вредителя значительно повышается при высокой агротехнике, применении удобрений, рыхлении междурядий, окучивании, проведении подкормок и других приёмов, способствующих лучшему росту и развитию растений. По данным Л. А. Сибиряк (1962), в таких условиях наличие даже 10 личинок мухи на корнях растений не отражается на его состоянии. Численность весенней капустной мухи ограничивают неблагоприятные погодные условия и естественные враги. Отложенные яйца в массе гибнут в сухую и жаркую погоду. В личинках паразитируют орехотворки рода *Trybliographa*, в ложнококонах – личинки хищных жуков-стафилинид из рода *Aleochara* (*A. bilineata* L. и *A. bipustulata* L.). Имаго этих жуков уничтожают яйца и личинки различных мух, в том числе и капустных.

ЭПВ в фазу розетки составляет 5–10 яиц или 10 личинок на растение при заселении 10% растений.

Меры борьбы. В зонах высокой вредоносности борьба с вредителем начинается с выращивания рассады. Рекомендуется опрыскивание инсектицидами (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

10.4 Семейство паутинные клещи – *Tetranychidae*. Клещ паутинный обыкновенный – *Tetranychus urticae* Koch. Распространен в Западной Европе и на севере США; в СНГ часто встречается в защищенном грунте. В защищенном грунте встречается несколько близких видов, сходных по внешним признакам, но хорошо различимых по форме копулятивного органа самца.

Зимуют оплодотворенные диапаузирующие самки небольшими колониями под растительными остатками, в трещинах, щелях парников и теплиц. В защищенном грунте часть популяции не впадает в диапаузу и размножается круглый год, давая до 20 генераций. Развитие одного поколения длится 12–20 дней.

Широкий полифаг, повреждает розы, каллы, фикусы, кактусы и другие растения.

ЭПВ – при благоприятных условиях потеря 25% листьев.

Меры борьбы. В теплицах и вокруг них регулярно уничтожают сорняки. В борьбе с обыкновенным паутинным клещом применяют хищного клеща – фитосейулюса из расчета соотношения хищник : жертва 1:20 при сильном, 1:50 при среднем и 1:100 при слабом поражении растений. При этом учитывают гигротермический режим теплиц и вид растений. В июле – августе фитосейулюса выпускают на растения, произрастающие около парников и теплиц. Против обыкновенного паутинного и других растительноядных клещей применяют препараты серы и специфические акарициды (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

Отряд трипсы, или бахромчатокрылые – *Thysanoptera*. Морфологические и биологические особенности развития трипсов приближают их к насекомым с полным превращением. Личинки 1-го возраста через 2–3 часа после выхода из яйца начинают питаться, через 3–4 дня наступает линька. Личинки 2-го возраста отличаются от личинок 1-го большими размерами и некоторыми изменениями в окраске тела, голова более крупная, покровы тела тонкие и прозрачные, на стернитах груди появляются щетинки. Через 3–4 дня личинки достигают размеров взрослых насекомых. Затем они прекращают питание и уходят в почву на глубину 5–6 см, под отставшую кору и т. д. – здесь проходит линька на неподвижную стадию пронимфы и нимфы. Пронимфы и нимфы не питаются, в периоды линек им свойственны ограниченные характерные движения. На этом этапе развития идет формирование взрослого насекомого.

На территории нашей страны трипсы широко распространены. Большой вред они наносят многим растениям в условиях защищенного грунта.

Меры борьбы. Уничтожение сорняков вокруг теплиц и парников (или опрыскивание их инсектицидами). Хранение клубнелуковиц при температуре не выше 10°C. Применение на складах нафталина (1–1,2 кг/100 м³), перед посадкой – замачивание клубнелуковиц и луковиц в 0,1 % фосфамиде в течение 20–30 минут. В период вегетации растений использование хищного клеща амблисейуса в соотношении хищник : жертва 1:25. Обработка растений инсектицидами (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации»).

Семейство трипсы – *Thripidae*. Трипс оранжерейный – *Heliothrips haemorrhoidalis* Bouche. В СНГ вредитель известен повсеместно в теплицах и оранжереях, в открытом грунте встречается на Черноморской побережье Кавказа и на юге Средней Азии. Распространен в Испании, Италии, Египте.

Самка откладывает яйца в эпидермис листа, их можно обнаружить только при помощи лупы. Зимуют самки и яйца в эпидермисе листьев декоративных и вечнозеленых растений. При понижении температуры воздуха до – 4,8–5°C трипс

погибает на всех стадиях развития (кроме яиц). В условиях защищенного грунта развивается 3 или 4 поколения в году. Самки откладывают яйца через 3–6 дней после окрыления. За день одна самка откладывает 2–3 яйца, всего в среднем 22–25 яиц. Вокруг яйца в ткани листа образуется пробковый слой, который предохраняет развивающийся организм от влияния излишнего количества влаги. В молодые сочные листья яйца вредитель откладывает очень редко. При оптимальных условиях развитие протекает за 28–30 дней. При температуре около 40°C наступает тепловое оцепенение. Нижний температурный порог развития находится в пределах 12–13°C. Оптимальными условиями для развития прониимфы и нимфы являются относительная влажность воздуха 70–85%, температура 25–27°C. Насекомое влаголюбиво, при относительной влажности воздуха 50% даже при оптимальной температуре отмечается массовая гибель личинок, прониимф и нимф.

Трипс оранжерейный отмечен более чем на 100 видах различных декоративных, субтропических и плодовых растений. В условиях защищенного грунта повреждает огурец, томат, лук и другие овощи, а также декоративные растения. Взрослые насекомые и личинки предпочитают закрытые места, защищенные от прямых солнечных лучей, повреждают плоды в местах их соприкосновения или там, где лист соприкасается с плодом. Вредитель прокалывает эпидермис клеток и высасывает сок. Поселяясь на нижней стороне листьев, трипс подобно красному клещику вызывает пожелтение и посерение листьев (при сильном повреждении они приобретают бумажный вид), листья преждевременно увядают и опадают. На плодах появляются бледно-желтые восковидные пятна, на поверхности кожуры образуется пробковый слой. Кроме того, вредитель загрязняет экскрементами плоды и листья. Коричневые точки экскрементов характерны для трипса оранжерейного и служат для его распознавания.

Отряд равнокрылые – *Homoptera*, подотряд белокрылки – *Aleyrodinea*. Белокрылки очень мелкие насекомые с колюще-сосущим ротовым аппаратом.

Семейство белокрылки – *Aleyrodidae*. Оранжерейная белокрылка – *Trialeurodes vaporariorum* Westw. Среди белокрылок является опасным вредителем растений. Современное определение алейродид строится исключительно на признаках пупария.

Самка откладывает яйца кучками по 10–20 штук на нижнюю сторону листьев; стебельком она прикрепляет их к субстрату. Из яиц отрождаются овальные плоские личинки. Они имеют 3 пары ног и свободно передвигаются по листу в течение нескольких часов, затем присасываются. Личиночная стадия длится 10–14 дней. За этот период личинки 2 раза линяют. Личинки 2-го и 3-го возраста характеризуются рудиментарными ногами и усиками; они теряют подвижность. Личинки 4-го возраста, так называемые пупарии, овальные, выпуклые, зеленовато-белые, с опоясывающей восковой лентой, 5–8 длинными восковыми нитями и несколькими парами крупных бугорков на спине, рядом сосочковидных желез по краю тела. Через 13–15 дней появляются крылатые особи. Самки живут до 30 дней и откладывают 85–130 яиц. Общая продолжительность развития одной генерации при температуре 21–23°C составляет 23–29 дней. В теплицах размножаются в течение всего года; особенно многочисленны в летние месяцы, дают 10–12 поколений.

Личинки и имаго обычно живут на нижней стороне листьев различных растений, предпочитают влажные и тенистые места. Высасывая сок, вредитель вызывает пожелтение листьев, на сахаристых выделениях поселяются сажистые грибки, которые снижают ассимиляционную способность листьев и декоративную ценность растений. Встречается в различных тепличных, оранжерейных и комнатных растениях. Повсеместно повреждает огурцы, томаты, салат, на цветочных растениях часто наблюдается в массе, особенно сильно повреждает фуксию, азалию, сальвию (отмечен на 27 видах растений из 14 семейств). Во второй половине лета белокрылка может расселяться на прилегающие к теплицам культуры открытого грунта, однако зимой в условиях Украины она полностью погибает.

Меры борьбы. Уничтожение сорняков в теплицах и на примыкающей территории. Применение цветковых ловушек (пластины алюминия, пластика, окрашенные в жёлто-оранжевый цвет и покрытые слоем энтомологического клея). Выпускают макрофуса *Macrocophus nubilus* (Herrich-Schaeffer) (*Heteroptera, Miridae*) и энкарзию *Encarsia formosa* Gahn. (*Hymenoptera, Aphelinidae*) в соотношении паразит: жертва 1:40, выпуск повторяют через 10–14 дней. В период вегетации обработка инсектицидами в очагах с личинками 2–3-го возраста. Против вредителя проводят опрыскивание растений препаратами (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

Подотряд тли – *Aphidinta*. Тли всегда полиморфны, т. е. их жизненный цикл состоит из нескольких морфологически отличных генераций. Наряду с самцами и нормальными самками развиваются девственные (партеногенетические), живородящие или яйцекладущие самки. Жизненные циклы тлей приспособлены к сезонным изменениям климата и физиологии их кормовых растений.

Осенью самки переселяются на деревья и кустарники, где откладывают яйца, например персиковая тля. Весной из этих яиц развиваются бескрылые основательницы, дающие от 3 до 7 поколений бескрылых девственниц. С середины мая в колониях среди бескрылых тлей образуются крылатые мигранты, перелетающие на вторичные растения-хозяева, которыми являются различные травянистые культуры и сорняки. Здесь тли размножаются до осени, образуют от 8 до 20 поколений. Эти формы наиболее обычны с весны до конца лета (по ним составляются таблицы для определения видов). В сентябре – октябре на травянистых растениях появляются самцы и самки-полоноски, откладывающие на деревьях и кустарниках яйца. Это одногодичный двудомный цикл развития, где первичный хозяин (кустарниковые растения) чередуется с вторичным (травянистое растение). Для некоторых видов характерны двухгодичные циклы, в этом случае развитие заканчивается осенью или летом. Некоторые виды однодомны, весь их жизненный цикл проходит на одном растении-хозяине и заканчивается осенью откладкой яиц (зимуют на растительных остатках). В течение лета в колониях появляются крылатые расселительницы, заселяющие новые растения. При попадании тлей в условия защищенного грунта происходит вторичное упрощение цикла (неполноцикличность), обоеполое поколение, зимующие яйца и самки-основательницы выпадают, а вид переходит к непрерывному партеногенетическому развитию.

Тли живут на растениях густыми или рассеянными колониями, реже поодиночке на листьях, ветках, стеблях, стволах, корнях. Питаются в укрытиях между

нераспустившимися молодыми листочками (гвоздики, цикламены, хризантемы), лепестками цветов и бутонов (огурцы, гербера, бархатцы, хризантемы). Это в значительной степени предохраняет тлей при химической обработке инсектицидами контактного действия. Биологические особенности тлей – короткий цикл развития, высокая плодовитость и непрерывность размножения их в защищенном грунте – могут приводить к массовому размножению отдельных видов в течение короткого периода, в связи с чем, их вредоносность резко возрастает. Высокая численность тлей в теплицах в значительной степени объясняется изоляцией их от природных врагов – златоглазок, божьих коровок, мух-сирфид, хищных клопов, галлиц, перепончатокрылых и др.

Семейство тли – *Aphididae*. Бахчевая (хлопковая) тля – *Aphis gossypii* Glov. и другие тли являются опаснейшими вредителями защищенного грунта.

Они вызывают специфичные деформации цветочно-декоративных растений (скручивание и деформацию листьев, искривление побегов), способствуют возникновению различных новообразований. Способность тлей высасывать из растений большое количество сока приводит к обильному выделению ими непереработанных растительных углеводов в виде медвяной росы, или пади. Медвяная роса является источником дополнительного питания для муравьев, в то же время она загрязняет растения, что негативно, сказывается на промышленном цветоводстве и овощеводстве. Происходит угнетение растений, декоративные и товарные качества цветочных культур снижаются. Многие виды тлей являются переносчиками вирусных, грибных и бактериальных заболеваний растений.

У бахчевой тли зимуют партеногенетические самки и их личинки на корнях подорожника, пастушьей сумки, молочае, полевой горчице и др. Полная гибель тлей наступает при температуре – 15°C. Размножение тлей начинается при температуре воздуха 12°C и более, за лето вредитель развивается более 10 поколениями на 46 видах растений.

Меры борьбы. Проведение регулярного уничтожения сорняков в парниках и теплицах, а также вокруг них механическим или химическим способом. Применение хищной галлицы-афидимизы *Aphidoletes aphidimyza* Rond (*Diptera*, *Cecidomyiidae*), соотношение хищник: жертва (1:40), златоглазки обыкновенной *Chrysopa carnea* Steph. (*Neuroptera*, *Chrysopidae*) – (1:25 или 1:40), паразита афидиуса *Aphidius matricariae* Hal. (*Hymenoptera*, *Aphidiidae*) – (1:50). Рекомендуются обработка растений препаратами (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

11 ВРЕДИТЕЛИ ПЛОДОВЫХ И ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР

Рассматриваемые вопросы:

11.1 Сосущие вредители плодовых культур

11.2 Жесткокрылые вредители плодовых культур

11.3 Чешуекрылые вредители плодовых культур

11.4 Перепончатокрылые вредители плодовых культур

11.5 Двукрылые вредители плодовых культур

11.1 Во всем мире на плодовых культурах зарегистрировано более 1500 видов вредных насекомых. Более 350 видов из них отмечено в СНГ. В Краснодарском крае по различным данным плодовым вредит 50 видов.

Вред насекомых проявляется, начиная с плодового питомника, где сеянцы повреждаются главным образом многоядными вредителями (проволочниками и ложнопроволочниками, личинками пластинчатоусых, гусеницами подгрызающих совок и др.). В саду после высадки саженцев первостепенное значение имеют сосущие и листогрызущие вредители. С начала плодоношения видовой состав фитофагов пополняется вредителями генеративных органов. Старые деревья страдают от вредителей, повреждающих древесину и кору. Насекомые повреждают практически все органы плодовых культур. Вредоносность их возрастает по мере продвижения на юг, где обогащается состав вредной энтомофауны, и насекомые находят подходящие условия для развития большего числа генераций.

Формирование вредной энтомофауны плодового сада идет несколькими путями. Возможен занос вредителей с посадочным материалом. Источниками расселения вредных насекомых в промышленные сады являются лесополосы, находящиеся в плохом фитосанитарном состоянии, а также дачные плодовые насаждения и полисадники, где не применяются надлежащие защитные мероприятия. Некоторые вредители заселяют сады путем пассивного переноса токами воздуха.

На современном этапе концентрации и интенсификации садоводства немислимо получение высоких урожаев без эффективной защиты от вредителей и болезней. В Краснодарском крае сады занимают площадь более 50000 га. Благодаря научно-обоснованной системе защитных мероприятий в крае получают высокий урожай плодов.

Отряд равнокрылые – Homoptera, семейство листоблошки – Psyllidae.
Обыкновенная грушевая медяница – *Psylla pyri* L. Распространена в европейской части СНГ и на Кавказе. Значительный вред причиняет в южной части Полесья, лесостепной и степной зонах, в Крыму, на Кавказе.

Зимуют взрослые насекомые в щелях коры плодовых деревьев, под опавшими листьями. Весной пробуждаются очень рано. В Крыму и на Кавказе медяницы появляются в кроне деревьев в конце февраля, в районе Киева – в середине марта, когда среднесуточная температура достигнет – 2–3°C. При температуре 5°C начинается спаривание, а при 10°C – откладка яиц. Перезимовавшие самки живут 30–40 дней и за этот период в несколько приемов, с интервалом 5–6 дней, откладывают от 400 до 900 яиц. Массовая яйцекладка на юге наблюдается в конце

марта. Вначале самки откладывают яйца в виде цепочки у основания почек, позже – на цветоножки, с нижней стороны листьев. Яйца располагаются по 2–30 штук. Эмбриональное развитие длится в зависимости от температуры от 6 до 23 дней (при 10°C – 23 дня, при 22°C – 6 дней). Отродившиеся личинки проникают внутрь распускающихся почек и поселяются на молодых листочках. При температуре 20–27°C личинки заканчивают развитие через 18 дней. Взрослые насекомые 1-го поколения появляются через 5–10 дней после цветения груши (в крае – начало мая). Самки через 5–6 дней приступают к откладке яиц. В течение 18–30 дней они откладывают от 600 до 1200 яиц (в сутки – 20–92 яйца). Для развития одного поколения необходима сумма эффективных температур 400°C при нижнем пороге 6°C. На юге успевает развиваться 5 наслаивающихся друг на друга поколений.

Под влиянием повреждений медяниц происходит недоразвитие почек, преждевременное опадание листьев и плодов. Плоды приобретают уродливую форму и деревянистую консистенцию. На выделяемых медянницей сладких экскрементах поселяются сажистые грибки, усугубляющие вредность.

Для размножения медяниц наиболее благоприятна сухая и жаркая погода. В массе вредитель гибнет в осенне-зимний период при резких перепадах температур.

Меры борьбы. Позднеосенняя заплата растительных остатков и очистка деревьев от мхов, лишайников и отмершей коры. ЭПВ – наличие 5 нимф на 100 листьев или плодов. Весной в фазу начала набухания почек и обособления бутонов рекомендуется опрыскивание препаратами (см. «Справочника пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации»).

Отряд равнокрылые – Homoptera, семейство тли – Aphididae. Яблонная зеленая тля – *Aphis pomi* Deg. Распространена повсеместно в районах возделывания яблони. Кроме яблони повреждает грушу, айву, мушмулу, боярышник, рябину, кизильник и другие растения.

Вид немигрирующий, полноциклый. Зимуют яйца на молодом приросте и порослевых побегах – «волчках». Рано весной в период набухания плодовых почек (в Краснодарском крае – в конце марта – первой декаде апреля) наблюдается отрождение личинок. Для питания они сосредотачиваются на поверхности набухающих почек. Отрождение личинок продолжается 6–7 дней. Порог развития – 5°C. Для развития личинок необходима сумма эффективных температур 105°C, что соответствует началу цветения яблони. Начало развития 2-го поколения обычно совпадает с периодом полного цветения. Самка-основательница живет в течение 20–30 дней. За это время отрождается до 80 личинок. Через 8–10 дней личинки превращаются в самок-основательниц. Наиболее интенсивно развитие тли проходит в период активного роста яблони. Во 2-ю половину лета, когда рост дерева ослабляется или прекращается, развитие тли значительно замедляется. Со 2-го поколения в колониях тли появляются крылатые самки, выполняющие расселительные функции. Количество наслаивающихся друг на друга поколений зеленой яблонной тли зависит от погодных условий и колеблется от 8 поколений на севере до 17–20 поколений на юге. Осенью появляется обоеполое поколение. Оплодотворенная самка в течение 2–5 дней откладывает 1–5 яиц вблизи почек, которые зимуют.

Особенно сильно тля вредит в питомниках и молодых садах. Листья и побеги приостанавливают рост. Ослабленные побеги легко подмерзают зимой. Листья скручиваются и частично отмирают. Критическая численность тли – 15 яиц на один погонный метр или более 10 колоний на 100 побегов.

Меры борьбы. Своевременная вырезка прикорневой поросли и «волчков». Ранневесенняя промывка сада инсектицидами (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ») позволяет уничтожить зимующие яйца тли. В питомниках и неплодоносящих садах можно проводить два опрыскивания.

Отряд равнокрылые – Homoptera, семейство щитовки – Diaspididae. Запятювидная щитовка – *Lepidosaphes ulmi* L. Распространена в СНГ повсеместно от Прибалтики, Ленинградской и Московской областей до южных границ Закавказья. Значительный вред причиняет в Молдавии, на Украине, в Нижнем Поволжье, на Северном Кавказе, в Закавказье и в Средней Азии.

Имеется две биологические формы размножения: партеногенетическая на плодовых породах и обоеполая на лесных и декоративных породах. Развивается 1 партеногенетическое поколение, у обоеполой формы на Северном Кавказе на тополе – 2 поколения. Зимуют яйца под щитком самки на стволах и ветвях яблони и других плодовых и лесных породах. Диапаузирующие яйца весьма устойчивы к воздействию неблагоприятных факторов погоды и погибают лишь при понижении температуры до -40° . Начало отрождения личинок в большинстве случаев совпадает с окончанием цветения яблони. В Краснодарском крае это наблюдается в 1–2-й декадах мая. Обычно интервал от конца цветения яблони до массового выхода личинок колеблется от 1 до 11 дней. Отрождение личинок продолжается в течение 8–14 дней. Наиболее интенсивно личинки покидают щиток самки днем в ясную солнечную погоду. Отродившиеся личинки в течение 1–60 часов расползаются по стволу и ветвям дерева и присасываются на участках с более нежной корой. Тело личинки уплощается, удлиняется и в течение 2–3 дней покрывается ватообразным белым щитком, состоящим из восковых нитей, выделяемых специальными железами на заднем конце брюшка. Этот щиток временный, в процессе первой линьки он разрушается. Первый возраст личинки продолжается 15–20 дней, второй – 20–30 дней. Вторично полиняв, личинка превращается в молодую самку. Самка в течение 20 дней образует щиток, а затем в течение 30–60 дней откладывает от 50 до 100 яиц. Чем плотнее колонии щитовки, тем ниже её плодовитость. При плотности 50 щитков на 1 см^2 некоторые самки остаются бесплодными. Закончив откладку яиц, самка погибает. Из неоплодотворенных яиц отрождаются личинки будущих самок. На тополе зимуют оплодотворенные яйца.

Запятювидная щитовка повреждает яблоню, сливу, абрикос, боярышник, тополь, дуб, кизил, ясень, иву, и другие. Из плодовых наиболее сильно повреждается яблоня. Поврежденные деревья приостанавливают рост, преждевременно теряют листья, завязь, зимой легко подмерзают и теряют устойчивость к заражению черным раком.

Меры борьбы. Такие же, что и с калифорнийской щитовкой (ранневесенние промывки и обработки инсектицидами в начале массового выхода бродяжек). ЭПВ: 20–30 особей на 10 см ветвей.

Отряд полужесткокрылые – *Heteroptera*, семейство кружевницы – *Tingidae*. Грушевый клоп – *Stephanitis pyri* F. Распространен в Европейской части СНГ, на Кавказе, в Средней Азии. Сильно вредит в Молдавии, на юге Украины, в Нижнем Поволжье, на Кавказе.

Зимуют взрослые насекомые в щелях коры и под опавшими листьями. Весной во 2-й половине апреля клопы выходят из состояния диапаузы и питаются на листьях. Во 2-й половине мая наблюдается спаривание, самки откладывают в ткань листьев с нижней стороны, черные продолговатые яйца. Плодовитость самок составляет до 40 яиц. Через 18–20 дней отрождаются личинки, которые питаются с нижней стороны листьев, загрязняя их черными, липкими экскрементами. В крае отрождение личинок начинается во 2-й декаде июня, развиваются они в течение 30–35 дней. Взрослые клопы 1-й летней генерации появляются в 1-й половине июля. На юге ареала после спаривания самки откладывают яйца и развивается 2-е поколение, которое более многочисленное и вредоносное. Клопы 2-й генерации появляются в конце августа – начале сентября, а в конце октября уходят на зимовку. Грушевый клоп – полифаг. Наиболее опасен он для яблони, но может питаться на груше, айве, абрикосе, персике, сливе и других розоцветных. Поврежденные листья обесцвечиваются, загрязняются экскрементами, сохнут и опадают. Деревья ослабляются, что сказывается на закладке плодовых почек. Наиболее благоприятна для размножения грушевого клопа засушливая жаркая погода.

Меры борьбы. Очистка коры, заплата опавшей листвы. Против личинок и взрослых клопов проводят опрыскивание инсектицидами (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

ЭПВ – 2 особи на один лист.

11.2 Семейство эририниды – *Eriirhinidae*. Яблонный долгоносик цветоед – *Anthonomus pomorum* (L.). Распространен по всей территории, где произрастает яблоня; в СНГ встречается в европейской части и на Кавказе. Наиболее сильно вредит в лесной зоне в Ленинградской, Псковской, Московской, Ивановской, Горьковской, Воронежской и других областях, также отмечен в Литве, Эстонии, Латвии и Белоруссии. Значительный вред может причинить также в лесостепной зоне и предгорных районах Северного Кавказа и Крыма. Эти зоны ареала характеризуются майской изотермой 14°C. В степной зоне – второстепенный вредитель.

Зимуют жуки под опавшими листьями в поверхностном слое почвы, в щелях и трещинах коры. Весной появляются на деревьях очень рано. При 6°C жуки становятся подвижными. В Краснодарском крае выход жуков из диапаузы наблюдается в 3-й декаде марта, т. е. еще до распускания почек. Они начинают питаться почками яблони и груши, выгрызая в них круглые отверстия. Из ранок выступают капельки сока – «плач почек». Массовое заселение жуками в крае обычно происходит в 1-й или 2-й декадах мая. Особенно активны жуки при температуре 10°C, но уже при 8°C наблюдается спаривание и яйцекладка. Откладку яиц самки начинают, как только раскрываются почки. Они проделывают хоботком отверстия в бутоне и откладывают по одному яйцу. Плодовитость самок составляет в среднем

50–100 яиц. Яйцекладка происходит с момента обнажения соцветий до разрыхления бутонов и может длиться от 10 до 20 дней. Массовая яйцекладка в крае наблюдается во 2-й декаде апреля. Чем дольше развиваются бутоны, тем больше вредоносность яблонного цветоеда. Развитие яиц длится 5–10 дней. Личинки живут внутри бутонов, питаются генеративными органами цветка. Лепестки склеиваются экскрементами, они буреют и засыхают, приобретая вид коричневого колпачка. Личинки заканчивают развитие через 15–20 дней и окукливаются в поврежденных бутонах. Стадия куколки при температуре 14–18°C длится 9–11 дней, при 22°C – 6 дней. Молодые жуки прогрызают в колпачках отверстия. В крае они появляются обычно в 3-й декаде мая. Первое время жуки держатся на тех же деревьях, где проходило развитие личинок, питаются листьями и иногда накалывая плоды. С наступлением жарких дней жуки прячутся в трещинах коры и различных укромных местах. Осенью, к началу листопада, жуки покидают летние убежища и переселяются в места зимовки.

Яблонный цветоед повреждает яблоню, реже грушу. При нормальном цветении вредоносность проявляется при уничтожении 70–80% бутонов. В годы со слабым цветением вред проявляется значительно сильнее.

Меры борьбы. Очистка отмершей коры и ее уничтожение перед зимовкой деревьев. Рекомендуются опрыскивание инсектицидами (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

ЭПВ до начала сокодвижения – 25 жуков на одно дерево.

Семейство веткорезы – *Rhynchitidae*. Вишневый долгоносик (слоник) – *Epirhynchites auratus* (Scop.). Распространен в европейской части СНГ, на Кавказе, в Алтайском крае и Средней Азии.

Зимуют жуки в почве на глубине 5–15 см. Массовый выход жуков из почвы происходит в период цветения вишни. В крае это 3-я декада апреля – начало мая. Сначала жуки питаются почками, листьями и бутонами косточковых пород, а затем выгрызают ямки в молодой завязи вишни и черешни. Массовая яйцекладка наблюдается в среднем через 2 недели после цветения вишни и продолжается около месяца. Для откладки яиц самка прогрызает мякоть до косточки, делает в оболочке последней небольшую ямку, куда помещает яйцо. Затем закрывает ямку экскрементами и огрызками. Плодовитость самок составляет 150 яиц. Развитие яйца продолжается 7–8 дней. Отродившаяся личинка проникает внутрь молодой, еще не окрепшей косточки и выедает ее содержимое. Через 20–28 дней личинка заканчивает развитие, выходит из косточки и падает на землю. Окончание питания личинок, как правило, совпадает с периодом созревания вишни. Личинки зарываются в почву на глубину 5–14 см, устраивают колыбельки и окукливаются. Отродившиеся жуки не выходят из почвы и остаются зимовать в ней. Личинки вишневого слоника также способны диапаузировать (до 40%). Окукливание их проходит только осенью следующего года. Таким образом, часть популяции вредителя имеет двухгодичную генерацию.

Меры борьбы. Обработка почвы в саду осенью ухудшает условия перезимовки вредителя. Весной после цветения против жуков рекомендуется опрыскивание инсектицидами (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

11.3 Семейство волнянки – *Lymantriidae*. Златогузка – *Euproctis chrysorrhoea* L. Распространена в европейской части СНГ до линии Луганск – Москва, на Кавказе, в Поволжье и Средней Азии.

Зимуют гусеницы 2-го и 3-го возрастов в гнездах из 5–7 листьев, оплетенных паутиной и прочно прикрепленных к веточкам (чаще в развилках веточек на вершине деревьев). В гнездах насчитывается до 200–300 гусениц. Весной при дневной температуре выше 12°C гусеницы выходят из зимних гнезд. В крае это конец марта – начало апреля. При дальнейшем повышении температуры гусеницы расползаются и питаются сначала почками, а затем листьями. Продолжительность питания гусениц дольше, чем у боярышницы, и составляет 45–50 дней. В холодную погоду период питания может затянуться до 2,5 месяцев. Питаются и встречаются гусеницы в крае до конца июня. Окукливание гусениц обычно начинается через 2 недели после цветения яблони, это 2-я декада мая. Гусеницы окукливаются в рыхлых паутинистых коконах поодиночке или группами среди листьев, на коре, в развилках веток, иногда на траве. Куколки развиваются 15–20 дней. В крае куколки встречаются до 3-й декады июня. Бабочки дополнительно не питаются и через 3–4 дня приступают к яйцекладке, активны в вечерние часы и ночью. Яйца откладывают на нижнюю сторону листьев, группами (в виде валика), прикрывая их волосками с брюшка. Плодовитость в среднем составляет до 2000 яиц. Эмбриональное развитие длится 15–20 дней. Отрождение гусениц отмечается со 2-й декады июня. Держатся они вместе, скелетируют листья, оплетают их паутиной. В августе образуют зимние гнезда и впадают в диапаузу. Златогузка повреждает многие плодовые и декоративные культуры.

Златогузка светло- и теплолюбива, поэтому в садах и лесополосах она чаще заселяет краевые, хорошо прогреваемые деревья. Энтомофаги златогузки не имеют существенного значения. Яйца заражает *Ooencyrtus kuwanae* How. (*Hymenoptera, Encyrtidae*).

Меры борьбы. Сбор и уничтожение зимующих гнезд (для сохранения паразитов гнезда можно помещать в садки, обтянутые тканью или сеткой с мелкими ячейками). После выхода паразитов оставшихся гусениц следует уничтожить. Химические: такие же, как с боярышницей.

Семейство коконопряды – *Lasiocampidae*. Кольчатый шелкопряд – *Malocosoma neustria* L. Распространена в европейской части СНГ на север до Екатеринбурга, Санкт-Петербурга, на Урале и на Кавказе.

Зимуют сформировавшиеся гусеницы в оболочках яиц. Выход гусениц начинается весной, через 3–7 дней после перехода среднесуточной температуры через 11°C, до начала цветения яблони. Гусеницы отрождаются в течение 2 недель. Живут колониями, объедают сначала почки, затем листья. Питаются в ночное время, а днем обычно скапливаются в развилках скелетных ветвей, где устраивают паутинные гнёзда. При прикосновении гусеницы падают на землю. Через 45 дней гусеницы заканчивают развитие и окукливаются одиночно в паутинистых коконах между листьями. Куколки развиваются около 2 недель. Бабочки на Кубани начинают лет со 2-й декады июня. Суточная активность очень непродолжительна – от 23 до 24 часов. Хорошо летят на свет. Откладка яиц и лет бабочек растянуты и отмечаются в течение июля. Отложенные в виде колец на тонкие

веточки яйца остаются зимовать. В одной яйцекладке может быть от 100 до 400 яиц. Эмбриональное развитие завершается осенью. Гусеницы повреждают плодовые породы, а также дуб, вяз, березу, иву и другие лиственные породы. При 4–5 яйцекладках на дереве гусеницы могут полностью уничтожить листья. У кольчатого шелкопряда большое количество естественных врагов. В яйцах вредителя паразитирует более 10 видов яйцеедов. Наибольшее значение имеет *Telenomus laeviusculus* Ratz. (*Hymenoptera, Scelionidae*), *Ooencyrtus neustriae* Mer. (*Hymenoptera, Encyrtidae*) и др. Эти паразиты развиваются почти синхронно с хозяином.

В гусеницах и куколках паразитирует до 80 видов энтомофагов. Гусениц заражает *Apanteles spurius* Webm. (*Hymenoptera, Braconidae*), муха *Carcelia lucorum* Stein. (*Diptera, Tachinidae*). Куколок заражает паразит рода *Pimpla* (*Hymenoptera, Pteromalidae*).

Меры борьбы. Обрезка и уничтожение зимующих яиц (можно до весны хранить в подвешенном состоянии для сохранения теленомуса). Химические: такие же, как и с боярышницей.

ЭПВ составляет 10–15 экз./дерево.

Семейство медведицы – *Arctiidae*. Американская белая бабочка – *Hypphantria cunea* Drury. Родина вредителя – Северная Америка. В СНГ обнаружена в 1952 году. Карантинный объект в РФ.

Зимуют куколки под отмершей корой деревьев, под растительными остатками и в поверхностном слое почвы, в пнях, трещинах и щелях изгородей. Весной бабочки вылетают во время цветения яблони при сумме эффективных температур 100°C (нижний порог развития – 8,5°C). Самка летает в сумерки в течение 8–14 дней. Яйца откладывает на нижней стороне листа группами по 200–500 яиц, прикрывая их белым пушком. Плодовитость составляет 1200–1500 яиц. Оптимальная температура для эмбрионального развития 23–25°C, влажность – 75–85%. Весной через 10–14, а летом – через 5–6 дней отрождаются гусеницы. До 4-го возраста гусеницы живут группами в паутинистых гнездах, а в 5–6-м возрасте расползаются в защищенные места. Куколки развиваются 9–14 дней. Общая продолжительность развития вредителя от начала вылета весенних бабочек до вылета бабочек летней генерации составляет 56–58 дней. Массовый лет бабочек летней генерации происходит обычно во 2-й декаде июля. Плодовитость этих бабочек составляет 2000–2500 яиц, в среднем – 350–450 яиц. Гусеницы 2-й генерации отрождаются с 3-й декады июля. Популяция вредителя в течение лета очень неоднородна. Гусеницы встречаются, начиная со 2-й декады мая и до конца сентября – октября. Куколки остаются зимовать в защищенных от неблагоприятных условий местах.

На родине вредитель повреждает до 120 видов растений. В Европе круг кормовых растений расширился до 250 видов. В Краснодарском крае американская белая бабочка зарегистрирована на 28 видах растений. Наиболее предпочтительны – шелковица, клен ясенелистный, орех грецкий, яблоня, вишня, абрикос, платан и др. Численность вредителя уменьшают полезные насекомые. Яйца уничтожает скорпионница *Panorpa communis* L. (*Mecoptera, Panorpidae*), личинок – златоглазки *Chrysopa perla* L. и *Ch. vulgaris* Schn. (*Neuroptera, Chrysopidae*), гусе-

ниц – хищной клоп *Nabis apterus* F. (*Heteroptera, Nabidae*), куколок – наездники *Psychophagus omnivorus* Walk. (*Hymenoptera, Pteromalidae*) и *Pimpla turionellae* L. (*Hymenoptera, Pteromalidae*), гусениц – *Apanteles plutellae* Kur. (*Hymenoptera, Braconidae*).

Меры борьбы. Соблюдение карантинных мероприятий, очистка деревьев от старой коры, осенняя вспашка почвы, накладка ловчих поясов для вылова и уничтожения гусениц, вылов бабочек на свет и аттрактанты, срезание и сжигание паутинных гнезд. Рекомендуется опрыскивание инсектицидами (см. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ).

Семейство горностаевые моли – *Yponomeutidae*. Яблонная моль – *Yponomeuta malinellus* Zell. Распространена повсеместно.

Наиболее вредоносна в южной полосе. Зимуют гусеницы первого возраста под щитком, образованным из выделений придаточных половых желез самок. Щитки размещаются на тонких веточках. Весной при среднесуточной температуре 14°C гусеницы покидают щитки. Сначала они внедряются под эпидермис молодых листьев и минируют их в течение 8–12 дней. Поврежденные листья хорошо заметны по побуревшим верхушкам. В период цветения яблони гусеницы 2-го возраста выходят из мин и объедают листья снаружи. Держатся они группами, оплетая верхушечные листья побегов паутиной. При массовом размножении моли и большом количестве паутинных гнезд короны деревьев бывают полностью опутаны паутиной. В гнездах гусеницы развиваются 24–30 дней, а в целом питание их продолжается 35–42 дня. Окукливаются гусеницы в паутинистом гнезде. Каждая гусеница плетет отдельный кокон. Располагаясь близко друг к другу, коконы образуют плотный комок. С конца 2-й декады июня из куколок вылетают бабочки. Массовый лет их наблюдается в 3-й декаде июня. Бабочки летают до конца июля и даже в 1-й половине августа. Через 5–10 дней после вылета бабочки приступают к яйцекладке. На кору тонких веточек самки откладывают по 20–80 яиц и покрывают их слизистыми выделениями, образующими щиток. В одной кладке может быть до 80 яиц. Яйца развиваются 14–18 дней. Отродившиеся гусеницы, не выходя из-под щитка, некоторое время питаются, выскабливая кору, а затем впадают в диапаузу. Яблонная моль – монофаг.

Численность вредителя снижает низкая относительная влажность в период лета бабочек, вызывающая их бесплодие. За счет молей живет около 15 видов паразитов. Широкое распространение имеет *Agonaspis fuscicollis* Dalm. (*Hymenoptera, Encyrtidae*). Яйца паразита, помещенные самками в яйца моли, развиваются полиэмбрионически лишь в том случае, если попадают в развивающийся зародыш. В зараженной гусенице может быть от 80 до 225 личинок паразита. В куколках паразитируют *Pimpla examinatrix* F. (*Hymenoptera, Pteromalidae*), *Bessa selecta* Meig. (*Diptera, Tachinidae*) и др.

Меры борьбы. Опасность представляет заселение 4–6% розеток.

ЭПВ до начала цветения – 0,5–1 щиток на 1 м ветки, после цветения – 1–2 гнезда на дерево. В период выхода гусениц из-под щитков рекомендуется опрыскивание инсектицидами (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

Семейство листовертки – *Tortricidae*. *Cydia pomonella* L. (*Grapholitha po-*

monella L., *Laspeyresia pomonella* L.) Распространена в СНГ на всей территории произрастания яблони. Зона наибольшего вреда, в которой развивается два полных поколения и в некоторых районах незначительное по численности третье, охватывает нижнее Поволжье, Северный Кавказ, Закавказье, южную часть Украины, Молдавию. Менее значительный вред причиняет на территории, где второе поколение развивается частично и не каждый год. Это средняя Волга, Курская, Тамбовская, Рязанская области, северная часть Украины, юг Белоруссии. Сильно вредит в Средней Азии, где развивается три поколения.

Зимуют взрослые гусеницы в плотных шелковых коконах в щелях коры на штамбе, в почве, в трещинах подпор, таре и других укромных местах. Кокон служит для гусениц защитой от неблагоприятных погодных условий и от излишней влаги. Весной гусеницы в коконах начинают окукливаться. Начало окукливания примерно совпадает с началом цветения ранних сортов яблони и обособления бутонов у позднеспелых сортов при установившейся среднесуточной температуре выше 10°C. Окукливание продолжается около месяца. На сроки окукливания влияет микроклимат. Гусеницы, зимовавшие в южной части сада или на южной стороне штамба, окукливаются раньше, чем на яблонях, расположенных в северной части сада или на северной части штамба. Замедленность окукливания увеличивает сроки развития всех стадий плодовой гусеницы. Стадия куколки длится в северных районах ареала 15–20 дней, в южных – 10 дней. Первые бабочки яблонной плодовой гусеницы весной начинают летать примерно через 5–6 дней после окончания цветения позднеспелых или раннеспелых сортов. Лет бабочек длится около месяца или несколько больше.

Яблонная плодовая гусеница относится к сумеречным бабочкам, летает преимущественно в сумерках после захода солнца до темноты. В начале бабочка летает по всей кроне яблони, когда сумерки сгущаются – главным образом на более освещенной верхней части кроны. Днем бабочка неподвижно сидит в кроне дерева. Наиболее активны бабочки в тихую теплую вечернюю погоду при температуре выше 15°C. Бабочки нуждаются в дополнительном питании, которое осуществляется на цветущей растительности, активно летят на запах яблочного сиропа, меда, сыворотки из-под простокваши и на феромонные ловушки. Этому способствует отличное обоняние бабочек, особенно самцов, которые издали летят на запах самки. Самки способны откладывать яйца и без дополнительного питания. Большая часть самок приступает к откладке яиц на 4–6-й день после вылета. Продолжительность яйцекладки колеблется в значительных пределах: часть самок откладывают яйца за 1–2 дня, у многих самок яйцекладка продолжается 10–12 дней. Максимальная плодовитость составляет до 300 яиц. Количество откладываемых яиц зависит от температуры и влажности воздуха, количества и качества пищи гусеницы и дополнительного питания бабочек. Бабочки первого поколения откладывают яйца на гладкую верхнюю сторону листа яблони и на нижнюю сторону листа груши. Яйца откладываются также на плоды, если они к этому времени теряют опушение. Бабочки 2-го и 3-го поколений откладывают яйца на плоды, плодоножки и листья. Самки размещают по одному яйцу на каждый плод или лист. При массовом появлении плодовой гусеницы, самки откладывают по 2 и даже по 3 яйца на 1 плод или лист. При благоприятных метеорологических условиях бабочки откла-

дывают яйца ежедневно. Количество отложенных за день яиц может достигать до 70. Самка может жить до 18 дней, самец – до 12 дней. Эмбриональное развитие зависит от климатических условий и длится от 4 до 12 дней, а иногда и больше. Продолжительность стадии яйца в первом поколении составляет 9–11 дней, а во втором – 5–7 дней. При температуре 27–30°C развитие яиц длится 5–6 дней, а при 18–21°C – 9–10 дней. Вышедшие из яиц гусеницы некоторое время (1–3 часа) ползают по поверхности листьев и плодов, затем вгрызаются в плоды.

Вопрос о сроках отрождения гусениц яблонной плодовой гусеницы имеет большое значение, так как этими данными определяют сроки проведения опрыскиваний. Сроки отрождения гусениц можно примерно определить достижением суммы эффективных температур 220–240°C. Более точно они определяются наблюдениями за вредителем в изоляторе с пропущенной в него веткой яблони или летом на феромонные ловушки. Для этого необходимо до вылета бабочек собрать в местах зимовки не менее 200 коконов, разместить их на дне изолятора, прикрыв кусочками коры. Эти наблюдения дают возможность определить динамику вылета бабочек, яйцекладки, отрождения гусениц. Появление на первых отложенных яйцах бурого кольца указывает на то, что осталось примерно 1–2 дня до выхода гусениц и необходимо проводить защитные мероприятия. Так как период лёта бабочек и яйцекладка яблонной плодовой гусеницы очень растянут (30 дней), отрождение гусениц в природных условиях также продолжается в течение длительного промежутка времени: 1,5–2 месяца.

После выхода из яйца гусеница начинает активно ползать по яблоку в поисках подходящего места для внедрения. Обычно гусеницы внедряется в места каких-либо повреждений или проколов в кожуре, под прикрытием листочка, иногда через чашечку или черешковую ямку. Это длится от нескольких минут до 1,5 часов. Гусеница, приступая к внедрению, плетет редкую паутинистую сеть, которой прикрепляет себя к кожуре, а затем начинает прогрызать ямку. Углубившись в ямку, гусеница плотно закрывает отверстие пробочкой. Первые 2–3 дня гусеница живет неглубоко под кожурой, питаясь мякотью плода. Здесь же она устраивает небольшую камеру, где происходит линька. После линьки гусеница прогрызает ход до семенной камеры и линяет вторично, что бывает на 5–6-й день жизни. После 2-й линьки гусеницы 3-го возраста начинают питаться семенами и на 9–10-й день линяют в третий раз. Гусеницы 4-го возраста покидают семенную камеру, прогрызают почти прямой ход к периферии плода и проделывают отверстия наружу. Если рядом есть плод, то гусеница сразу переползает в него. При отсутствии рядом плода гусеница заделывает отверстие пробочкой и возвращается к семенной камере. Поврежденные плоды падают на землю. Через несколько часов, чаще на 2-е сутки, гусеница покидает плод. Гусеницы 4-го и 5-го возрастов, переходя во 2-й плод, внедряются в него через боковую сторону или черешковую ямку и сразу углубляются до семенной камеры. Продолжительность питания гусениц – 20–40 дней. На юге края гусеница проводит в плодах 23–26 дней, в средней полосе – 28–36 дней, в Ташкенте – 20–23 дня.

Закончив питание, гусеницы покидают плоды и забираются в трещины коры на штамбах и толстых ветках, где плетут паутинистый кокон. В северных районах зимуют гусеницы, а в южных районах большая часть окукливается и дает начало

последующим поколениям. От момента выхода гусениц из плодов до окукливания обычно проходит 3–4 дня, что определяется суммой эффективных температур 490°C. Начало окукливания наблюдается при сумме эффективных температур 505–540°C. В районах с жарким климатом для полного окончания питания всех гусениц первого поколения необходима сумма эффективных температур 900–950°C. Для массового окукливания требуется сумма эффективных температур 550–600°C. Чем раньше наступает срок, когда сумма температур достигает необходимого для начала окукливания гусениц уровня, тем выше процент окукливания гусениц. Максимальное развитие 2-го поколения наблюдается тогда, когда основная масса гусениц 1-го поколения заканчивает питание (в конце июля). В зоне развития 2 полных поколений яблонной плодовой жорки, характеризующейся годовой суммой эффективных температур более 1400°C, лёт бабочек 2-го поколения длится в среднем 1,5 месяца. Бабочки откладывают яйца преимущественно на плоды. Отрождение гусениц 2-го поколения происходит через 8–10 дней от начала лёта бабочек, который легко установить наблюдениями за феромонными ловушками, ловчими поясами или в садках. Продолжительность питания гусениц 2-го поколения может достигать 1,5 месяцев. При этом значительная часть гусениц не успевает покинуть плоды до сбора урожая, выносятся с яблоками осенних и зимних сортов из сада. Яблонная плодовая жорка повреждает плоды яблони, груши, сливы, абрикоса, персика, айвы. Потомство одной пары бабочек при 2 поколениях может повредить от 700 до 900 плодов яблони. Без проведения защитных мероприятий поврежденность плодов достигает 80–90%.

Численность яблонной плодовой жорки регулируют погодные условия и естественные враги. Понижение температуры зимой до – 25°C, особенно при отсутствии снежного покрова, вызывает гибель 60–80% гусениц. Весной температура ниже 16°C в вечерние часы и частые осадки тормозят развитие плодовой жорки. Численность плодовой жорки снижается при слабом плодоношении яблони, не обеспечивающем гусениц кормовыми ресурсами.

Яйца плодовой жорки заражает трихограмма: желтая плодовой жорочная *Trichogramma cacoeciae* Marchal и бессамцовая *Tr. embryophagum* Tg. (Hymenoptera, Trichogrammatidae). Гусениц вредителя поражают *Weberia thoracica* Meig. (Diptera, Tachinidae), *Ascogaster quadridentatus* Wesm. (Hymenoptera, Braconidae) и другие. В куколках паразитирует *Pimpla examinatrix* F. (Hymenoptera, Pteromalidae).

Меры борьбы. Агротехнические и организационно-хозяйственные: регулярный сбор падалицы и удаление ее из сада; очистка отмершей коры со штамбов; осенняя вспашка почвы; вылов гусениц с помощью ловчих поясов; при закладке садов удаление летних сортов от зимних не менее чем на 100 м.; после уборки уничтожение остатков упаковочного материала; обеззараживание тары.

При численности 2–3 яйца на 100 плодов необходимо проводить защитные мероприятия.

ЭПВ 1-го поколения – отлов 5 самцов ловушкой с феромоном в течение предшествующей недели. Первое опрыскивание инсектицидами против гусениц 1–2-го поколений проводят за 1–2 дня до выхода первых гусениц (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории

РФ»). Второе опрыскивание против гусениц 1-й генерации проводят в зависимости от продолжительности действия инсектицидов. Третью обработку проводят на 8-й день после начала лёта бабочек 2-го поколения. Через 12–14 дней проводится 4-я обработка. Против гусениц 3-го поколения также проводят 1–2 обработки инсектицидами, включенные в «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ».

Семейство листовертки – *Tortricidae*. Розанная, или золотистая листовертка – *Archips rosana* L. Распространена в Европейской части СНГ, на Кавказе, в Западной Сибири, в Прибалтиках и Средней Азии.

Зимуют яйца на коре штамбов и ветвей плодовых деревьев в виде светлого плоского щита (до 10 мм). Весной гусеницы отрождаются при сумме эффективных температур 50°C (порог развития составляет + 8°C). Для массового выхода гусениц необходима сумма эффективных температур 70°C. Ориентировочно выход гусениц происходит в период цветения косточковых пород и за 3–8 дней до начала цветения яблони. Гусеницы 1–2-го возрастов питаются листьями, скелетируя их или выедая крупные дыры, повреждают также лепестки, тычинки и пестики бутонов и цветков. Гусеницы старших возрастов живут внутри скрученных в трубку листьев. Повреждает плоды, выедая в мякоти ямки. В зависимости от температуры период питания гусениц длится 25–60 дней. Окукливание закончивших питания гусениц происходит в свернутых листьях. Через 8–14 дней из куколок вылетают бабочки. Через 1–3 дня после вылета самки откладывают яйца. Наиболее активны они в вечерние часы при температуре 15–20°C. Яйца самки помещают на участки с гладкой корой на штамбах и толстых ветках. Одна самка может отложить до 250 яиц и развивается в одном поколении за год.

Повреждает почти все лиственные породы деревьев, ягодные и декоративные кустарники.

ЭПВ – 1 яйцекладка на 2 погонных м основных ветвей.

Меры борьбы такие же, как и со всеми листовертками плодовых.

Семейство листовертки – *Tortricidae*. Сливовая плодожорка – *Laspeyresia funebrana* Tr. Распространена в европейской части СНГ, на Кавказе, в Средней Азии и на Дальнем Востоке. Область наиболее высокой вредоносности охватывает Черноморское побережье Кавказа, Краснодарский край, Крым и Среднюю Азию. Значительный вред причиняют также в Нижнем Поволжье, Ставропольском крае, Ростовской области, Молдавии.

Зимуют взрослые гусеницы в плотных паутинистых коконах под отставшей корой в нижней части штамбов деревьев. Окукливаются весной в период цветения сливы при сумме эффективных температур 30–40°C. Через 15–26 дней из куколок вылетают бабочки, обычно после цветения (в разные годы от 3 до 20 дней после осыпания пестиков). Лёт бабочек продолжается около месяца. Длительность жизни бабочек 8–15 дней. Обычно начало лёта бабочек определяет сумма эффективных температур 105–120°C (порог развития 10°C). Бабочки активны в сумерках после 18 часов при температуре не ниже 16–17°C. Самка откладывает по одному яйцу на плоды и очень редко на листья, размещая их на менее освещенные части плода. К яйцекладке самки приступают через 4–5 дней после вылета. Плодовитость составляет 50–90 яиц. Эмбриональное развитие длится 4–9 дней. Отрожде-

ние гусениц начинается при сумме эффективных температур 190–200°C. Через 1–3 часа гусеницы внедряются в плоды, закрывая место внедрения паутиной, огрызками.

После внедрения гусеница проделывает ход в мякоти плода к черешку и добирается к нему через 3–5 дней. При этом перегрызает сосудистую систему и нарушает приток питательных веществ. Рост поврежденных плодов прекращается, они приобретают фиолетовую окраску и опадают. В молодых плодах гусеницы частично повреждают косточку, а в более зрелых выгрызают полости в мякоти вокруг косточки, заполняя их экскрементами. В отдельно висящих плодах гусеницы докармливаются до последнего возраста. Если два плода соприкасаются, то гусеницы обычно переходят во второй плод. В опавших на землю плодах гусеницы остаются не более одних суток. Из входных и выходных отверстий в плодах вытекают капельки камеди, затвердевающие на воздухе. Через 20–30 дней гусеницы заканчивают питание и покидают плоды. В центральной полосе СНГ развивается одно поколение, гусеницы в трещинах коры, а часть в почве, плетут паутиный кокон и зимуют. В лесостепной и степной зоне СНГ, Молдавии, Крыму и на Северном Кавказе гусеницы заползают в почву на глубину 4–6 см или окукливаются на поверхности. Стадия куколки длится 10–12 дней и в 3-й декаде июля – начале августа вылетают бабочки. Гусеницы 2-го поколения бывают всегда многочисленнее, чем 1-го, и причиняют больший вред. На черноморском побережье Кавказа сливовая плодовая гусеница развивается в 3 поколениях. Гусеницы всех поколений окукливаются в трещинах коры.

Повреждают сливу, алычу, абрикос, персик, терн, редко черешню и вишню.

Численность сливовой плодовой гусеницы снижают паразиты гусениц и куколок *Ascogaster rufipes* (Latr.), *A. quadridentata* Wsm. (Hymenoptera, Braconidae) и др. Из хищников – жуужелицы *Harpalus calceatus* Duft., *Calosoma sycophatna* L. (Coleoptera, Carabidae), клоп *Anthocoris nemorum* L. (Heteroptera, Anthocoridae), златоглазки *Chrysopa septempunctata* Wesm., *Ch. adspers* Wesm., *Ch. perla* L. (Neuroptera, Chrysopidae).

Меры борьбы. Рыхление почвы в саду летом; сбор и уничтожение падалицы. Химические: первое опрыскивание проводят при сумме эффективных температур 190–200°C – это начало отрождения гусениц. 2-я обработка проводится через 12–14 дней в зависимости от продолжительности действия инсектицида. (см. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ). Против 2-го поколения обработку проводят за 2–3 дня до отрождения гусениц.

Семейство древооточцы – Cossidae. Древесница въедливая – *Zeuzera pyrina* L. Распространена в европейской части СНГ, на Кавказе, на Дальнем Востоке. Наиболее значительный вред в садах Северного Кавказа и Дона, в Нижнем и Среднем Поволжье, степной зоне Украины, Крыму, Молдавии.

Зимуют гусеницы первого и второго года жизни. Весной при среднесуточной температуре 8°C гусеницы выходят из диапаузы. При температуре выше 10°C вредитель начинает активно питаться. В конце апреля – начале мая в период цветения яблони в крае гусеницы 1-го года часто переходят из мест зимовки в новые места питания. Весной 3-го календарного года гусеница заканчивает развитие, но

не меняет хода, а только удлиняет и расширяет его выходное отверстие. Начало окукливания наблюдается в 1-й декаде мая. Период окукливания очень растянут и может продолжаться до июля. Окукливание происходит как в стволах, так и в тонких ветках. В последнем случае это куколки самцов. Развитие куколки длится 6–26 дней. Перед выходом бабочки куколка пробивает роговидным отростком отделяющую ее перегородку, которую делает гусеница перед окукливанием, спускается к выходному отверстию и, отвернувшись спиной вниз, высовывается из него наполовину. Лет бабочек сильно растянут и наблюдается с июня до конца августа. Бабочки после выхода из куколок в первые часы не способны к полету. Они поднимаются по стволу дерева в крону. Самцов в популяции всегда меньше, чем самок. Бабочки древесницы не питаются. Вскоре после выхода из куколок наблюдается спаривание и откладка яиц. Плодовитость самок составляет 1000–2000 яиц. Самки откладывают по одному яйцу на верхушки молодых побегов, в пазухи листьев, на листовые рубцы и почки. Эмбриональное развитие длится 10–14 дней. Отродившиеся гусеницы вгрызаются в тонкие веточки большей частью у основания почек и протачивают в сердцевине прямой ход длиной до 30 см. Продвигаются обычно вверх от входного отверстия. В крае при питании на яблоне в первый год окукливается 92% гусениц, и лишь 8% остается зимовать, на ясене до 68% гусениц развивается по 2-годовалому циклу. По данным ряда исследователей, на юге везде древесница имеет двухлетнюю генерацию. В таком случае снижается чередование летных годов.

Древесница – многоядный вредитель. Установлена возможность питания гусениц на 74 древесных и кустарниковых породах. Из плодовых культур предпочитает яблоню и грушу. В лесополосах сильно повреждается ясень обыкновенный. Численность древесницы снижают паразиты личинок: *Apanteles laevigatus* Ratz. (Hymenoptera, Braconidae), *Sympiesis sericeicornis* Nees (Hymenoptera, Eulophidae) и др.

Меры борьбы. В осенний период – срезание и отсечение тонких веток, поврежденных древесницей. Следует избегать высаживания в лесозащитных полосах ясеня. При повреждении до 10% деревьев рекомендуется уничтожение гусениц в ходах. В борьбе с вредителем проводят опрыскивание инсектицидами (см. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ).

Семейство стеклянницы – *Aegeriidae*. Яблонная стеклянница – *Synanthedon myopaeformis* (Borkh.) (*Aegeria myopaeformis*). Распространена в средней и южной полосе европейской территории СНГ и на Кавказе.

Зимуют личинки 1-го и 2-го года жизни в ходах под корой. Весной взрослые гусеницы некоторое время питаются и перед окукливанием протачивают ход к поверхности коры, оставляя нетронутым тонкий слой, прикрывающий выход наружу. Здесь гусеница плетет шелковистый кокон, к которому снаружи прилипают мелкие частички коры. Окукливание начинается в начале мая и очень растянуто, иногда до конца июля. Основная масса гусениц окукливается в июне – июле. При окукливании гусениц в начале мая стадия куколки длится 28–32 дня, а в июне – 11–14 дней. Перед вылетом бабочки куколка при помощи движений брюшка высовывается вперед из кокона и прорывает пленку коры. После вылета

бабочки оболочка куколки остается торчащей из коры. Лет бабочек происходит с конца мая до середины августа. Массовый лет отмечается в июне. Бабочки активны днем в солнечную безветренную погоду. Самки откладывают яйца в трещины коры на штамбах и толстых сучьях, особенно на участках с поврежденной корой в результате механических ударов и морозобоев. Яйца откладывают по одному. Плодовитость самок – 200–250 яиц. Эмбриональное развитие длится 9–10 дней. Отродившиеся гусеницы вгрызаются под кору, где питаются заболонью в течение двух вегетационных сезонов. Гусеницы протачивают извилистые ходы снизу вверх, заполняя их жидкими бурыми экскрементами, которые просачиваются наружу. При сильном повреждении происходит отмирание ветвей и целых деревьев.

Меры борьбы. Очистка коры осенью, осенняя побелка коры 20% известковым молоком для предохранения коры от ожогов и морозобоя. Рекомендуются обработка стволов инсектицидами (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»).

11.4 Семейство настоящие пилильщики – *Tenthredinidae*. Яблонный плодовый пилильщик – *Haplocampa testudinea* Klug Яблонный пилильщик распространен в европейской части СНГ на север до Рязанской, Московской, Ленинградской областей. На юге вредит в Краснодарском крае, Крыму и Молдавии.

Зимуют закончившие питание ложногусеницы в коконах в почве на глубине 5–10 см (иногда до 20 см). Окукливание происходит весной, когда почва на глубине 10 см прогреется до 10–12°C. Через 12–16 дней из куколок вылетают пилильщики. Обычно лёт их наблюдается за 3–5-й дней до начала цветения ранних сортов яблони и продолжается в течение всего периода цветения. Оканчивается лёт через несколько дней после осыпания лепестков. Пилильщики нуждаются в дополнительном питании, которое проходит на распуски цветков яблони. Лёт имаго продолжается 12–16 дней. Пилильщики активны в солнечную тихую погоду при температуре выше 16°C. Самки откладывают яйца в ткани околоцветника, пропиливая яйцекладом кожицу или ткань чашелистиков или цветоложа. Для откладки яиц самки выбирают продуктивные цветки, отличая их от пустоцвета по окраске и размерам. Благоприятным для размножения пилильщика является растянутый период цветения. Одна самка откладывает 50–90 яиц, по одному в цветок. Развитие яиц длится от 7 до 18 дней. Отродившиеся личинки прогрызают ход под кожицей цветоложа и питаются завязью. После первой линьки через 2–3 суток большая часть личинок переходит во второй плод. В нем личинка обычно проделывает извилистый ход под кожицей. В более крупных плодах личинки питаются 4–5 дней, выгрызая центральную часть и заполняя ее мокрыми экскрементами. Одна личинка повреждает в среднем 4 плода. Ложногусеницы последнего возраста выедают семена и разрушают семенные камеры. Поврежденные плоды падают на землю вместе с личинками. Личинки покидают плоды в течение очень короткого промежутка времени. Поврежденные плоды издают резкий запах, напоминающий клопный. Развитие личинок длится 18–26 дней. Закончив питание, они покидают плоды и углубляются в почву на глубину 5–15 см. Обычно это наблюдается в период осыпания избыточной завязи. Весной первого года окукли-

ваются не все личинки, часть из них (20–30%) диапаузирует и окукливается только весной второго года.

Плоды, поврежденные личинками первых возрастов, не осыпаются, но вырастают уродливыми. Повреждение гусеницами старших возрастов приводит к осыпанию плодов. Особенно вредоносен пилильщик в годы слабого цветения яблони.

Неблагоприятные для выживания личинок погодные условия в летний период характеризуются недостатком влаги в почве. От влажности почвы зависит процент окукливания личинок. В связи с этим более сильный вред от яблонного пилильщика отмечается в районах достаточного увлажнения. В засушливой части степной зоны значительная численность пилильщика наблюдается после годов с повышенным количеством осадков в летний период. В личинках яблонного пилильщика паразитируют наездники *Microcryptus nidrocinetus* Grav., *Lathrolestes* sp. (*Hymenoptera, Ichneumonidae*) и др. Диапаузирующих личинок в почве уничтожают муравьи *Lasius umbratus* (Nylander, 1846) (*Hymenoptera, Formicidae*).

Меры борьбы. Ежедневный сбор и удаление падалицы; зяблевая вспашка и рыхление почвы в саду. Химические обработки рекомендуется проводить инсектицидами против взрослой стадии вредителя в фазу «розового бутона» (см. «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ»). В садах, где пилильщики представляют большую угрозу, весной перед выходом взрослых насекомых рекомендуется опрыскивать почву под кронами деревьев препаратами.

ЭПВ составляет 10 особей на одно дерево, или 3% личинок в плодах.

11.5 Семейство пестрокрылки – *Tephritidae*. Вишневая муха – *Rhagoletes cerasi* L. Распространена в европейской части СНГ на север до Ленинградской области. Наиболее вредоносна на юге Украины, на Северном Кавказе и в Закавказье.

Зимует вишневая муха в почве в стадии куколки в ложнококоне. Основная масса ложнококонов располагается в пределах проекции кроны дерева, куда опадают зараженные личинками плоды. Весной, перед выходом мухи, ложнококон разрывается в поперечном направлении по 2–3-му сегменту от головной части, и только что сформировавшаяся муха выходит на поверхность. Вышедшая муха имеет рыжеватую-серую окраску и малоподвижна. К этому времени муха полностью обсыхает, расправляет крылья, после чего поднимается в крону дерева. Первыми появляются самцы, затем, через 4–5 дней, самки. Отрождаются мухи с незрелыми яичниками и поэтому нуждаются в дополнительном питании. Самки прокалывают яйцекладом листья и зрелые плоды и питаются раневыми выделениями. Период дополнительного питания длится 12–14 дней, после чего самки приступают к откладке яиц. Яйца откладываются как на зеленые, так и на созревающие плоды. На зеленом плоде место откладки яиц выглядит слабо заметной точкой. В среднем муха живет около месяца и за это время откладывает до 150 яиц.

Количество мух на деревьях и повреждения их в большей степени зависят от погоды. Наиболее активны мухи в солнечную, теплую погоду при температуре выше 10°C. При понижении температуры ниже 15°C мухи малоподвижны, не

спариваются и не откладывают яиц. Даже в теплую, но пасмурную погоду они малоактивны и прячутся на нижней стороне листьев или в почве. В саду мухи концентрируются в начале на наиболее рано созревающих сортах и перелетают на другие по мере их созревания. Через 6–10 дней из яиц отрождаются личинки и питаются мякотью плода. Содержимое плода превращается в кашицеобразную массу, личинки постепенно продвигаются к косточке. Поврежденные плоды темнеют, часто загнивают, легко отделяются от косточки, а к концу развития личинки связь между плодоножкой и плодом часто нарушается, и поврежденные плоды осыпаются вместе с личинками на землю.

Развитие личинки продолжается 16–20 дней. В течение этого времени она дважды линяет и, достигнув 3-го возраста, уходит в почву на окукливание. На глубине 2–5 см через несколько часов личинка образует личиночный кокон (ложнококон). Через 5–6 дней внутри него формируется куколка, развитие которой заканчивается весной следующего года. Весной, после прогревания почвы до 10°C на глубине 5 см начинается развитие куколки. Минимальная сумма эффективных температур, определяющая окончание развития первых куколок и появление первых мух в кроне дерева, составляет 190°C. Вишневая муха повреждает плоды и в меньшей степени черенки вишни, жимолости, барбариса. Больше страдают от вредителя сорта поздних сроков созревания. Особенно сильно повреждаются сорта Дайберта черная, Наполеона розовая, Дорогана желтая и розовая и др.

Меры борьбы. Своевременный и полный сбор урожая, перекопки почвы под кроной. Опрыскивание рекомендуется проводить через 10–12 дней после начала вылета мух из почвы теми же препаратами, что и против плодового пилильщика.

12 ВРЕДИТЕЛИ ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ И ЗЕРНА И ЗЕРНОПРОДУКТОВ ПРИ ХРАНЕНИИ

Рассматриваемые вопросы

12.1 Жесткокрылые вредители

12.2 Чешуекрылые вредители

12.1 Жесткокрылые вредители. Этот отряд насекомых является одним из наиболее крупных. Некоторые жуки – вредители хлебных запасов утратили способность летать, и в процессе эволюции их задние крылья постепенно атрофировались (например, амбарный долгоносик). Большинство представителей отряда жесткокрылых способно длительное время жить без пищи, что представляет потенциальную опасность заражения зерна нового урожая при формировании партий в необеззараженных или плохо обеззараженных зернохранилищах. Основные виды вредителей хлебных запасов из отряда жесткокрылых относят к 15 семействам.

Семейство капошонники – *Bostrichidae*. Зерновой точильщик – *Rhizopertha dominica* (F.) Распространен во всех странах мира. В Россию был завезен из южных стран в начале XX столетия и до настоящего времени считался слу-

чайным видом, не вызывающим существенных потерь зерна. Сегодня является постоянным обитателем зернохранилищ в Средней Азии, Азербайджане, Грузии, Армении и Молдавии, а также в некоторых районах Украины.

Самка зернового точильщика плодovита и за свою жизнь она способна отложить до 500 яиц и более. Самка откладывает яйца на поверхность зерна или другого субстрата. Вышедшая из яйца личинка проникает внутрь зерна, где и продолжает свое развитие, не выходя из него вплоть до превращения в жука. Жук после выхода из куколки несколько дней остается внутри зерна для дополнительного питания. Во время питания, как жук, так и личинка, поедая эндосперм зерна, оставляют после себя мучнистую пыль – мучель. Личинка выталкивает мучель через входное отверстие на поверхность зерна. В случае сильного заражения зерна зерновым точильщиком мучель оседает на стенах хранилища, на поверхности насыпи зерна, и присутствие ее служит верным признаком заражения зерна зерновым точильщиком. Отходы из мучели непригодны для питания даже животным. Зерновой точильщик весьма прожорлив. Установлено, что один жук ежедневно способен уничтожить количество зерна, равное массе его тела. Он может питаться и приносить вред семенам пшеницы, ржи, овса, риса, сорго, кукурузы, проса, гречихи и др. Бобовые культуры и семена подсолнечника он не повреждает. Характер повреждения зерна точильщиком резко отличается от повреждений, причиняемых другими вредителями. Большое значение при этом имеет влажность зерна. Так, при исследовании потерь зерна в зависимости от его влажности было установлено, что при влажности около 11 % в течение двух месяцев было уничтожено 6% зерна, а с повышением влажности до 18,6% эти потери возросли более чем в пять раз при одинаковой температуре. Зерновой точильщик относится к теплолюбивым насекомым. В литературе есть указания, что личинки его развивались при температуре 37°C. Наиболее благоприятными для его развития является температура 32°C и влажность зерна 14–15%. Зерновой точильщик более резко реагирует на изменение температуры, чем на колебания влажности продукта. Установлено, что он может развиваться в зерне с влажностью 8%. При любой температуре зерновой точильщик менее требователен к влажности зерна по сравнению с рисовым и амбарным долгоносиками (см. ниже). Число поколений зернового точильщика, развивающихся в течение одного года, также зависит от температуры зерна и его влажности. Нижний температурный порог развития зернового точильщика составляет около 19,8°C, а верхний – 37°C. При температуре 17°C вредитель прекращает питаться. На продолжительность жизни жуков зернового точильщика большее влияние оказывает температура и сухость зерна, с повышением температуры и понижением влажности зерна увеличивается обмен веществ, что влечет за собой сокращение жизни. Продолжительность жизни жуков без пищи зависит от температуры.

Наиболее устойчивой фазой к низким температурам является жук, находящийся внутри зерна. Установлено также, что при температуре 6°C жуки впадают в холодовое оцепенение. Следовательно, даже в районах распространения зернового точильщика при среднемесячной температуре января от 0°C до – 4°C можно использовать низкие температуры для профилактики и борьбы с зерновым точильщиком – систематически вентилировать зерно наружным воздухом.

Семейство птиниды (притворяшки и точильщики) – Ptinidae. Большинство точильщиков растительноядные, встречаются и сапрофаги, питающиеся мертвыми органическими веществами. Взрослые фазы у некоторых представителей этого семейства совсем не питаются, например, хлебный точильщик. Среди точильщиков встречаются виды, приносящие значительный вред экономике. Это различные виды, повреждающие в основном древесину. К вредителям хлебных запасов относятся два вида.

Хлебный точильщик – *Stegobium paniceum* (L.). Один из широко распространенных видов вредителей хлебных запасов.

Самка может отложить до 140 яиц непосредственно на поверхность пищи. Жуки ведут ночной образ жизни, не питаются. Вышедшая из яйца личинка начинает сразу питаться, она неприхотлива в выборе пищи, может питаться сухими галетами, макаронами, сухими фруктами и овощами и другими продуктами. При длительном хранении зерна в складах личинки хлебного точильщика способны повреждать его, питаясь на поверхности насыпи, не углубляясь в насыпь зерна. Одно поколение развивается в течение 66 дней при температуре 26–27°C и 219 дней при температуре 20–22°C. При влажности продукта ниже 6% личинки внедряются в субстрат и проделывают внутри ходы. В случае слабого заражения продукта развитие нескольких поколений протекает внутри субстрата, и жуки не выходят наружу. В таких случаях затрудняется диагностика заражения продукта точильщиком, и для определения степени зараженности продукт измельчают. При перенаселении жуки выходят из субстрата в поисках нового места обитания, и тогда их можно обнаружить на поверхности продукта.

Малый табачный жук – *Lasioderma serricorne* (F.). Впервые обнаружен в Южной Америке. В другие страны завезен с табачным сырьем. В СНГ встречается на юге.

Самка способна отложить до 100 яиц. Питается и вредит личиночная фаза. Зимует личинка в специально изготовленном шелковистом коконе. Наиболее благоприятными условиями для развития жуков являются температура воздуха или субстрата 28–32°C и относительная влажность воздуха 75%. При таких условиях жуки могут развиваться в течение всего года. Нижний порог развития составляет 18–15°C. В тепловое оцепенение жуки впадают при температуре 47,2°C, а при температуре 55°C жуки и личинки погибают в течение 2 часов. В результате воздействия температуры в пределах от – 5°C до – 10°C все фазы развития табачного жука гибнут в течение трех суток; при температуре – 3,9°C – в течение семи суток.

Кроме табака и табачных изделий, личинки питаются зерном и зерновыми продуктами при хранении, предпочитают семена масличных культур. Вредит также в библиотеках и энтомологическим коллекциям.

Семейство темнотелки, щитовидки – *Trogossitidae*. Семейство распространено главным образом в южных районах нашей страны. В фауне Северо-Западного Кавказа их насчитывается до десяти видов. В основном это хищные насекомые, обитающие под корой деревьев и питающиеся другими насекомыми и их личинками. Один вид из этого семейства приспособился к обитанию в зернохранилищах и перерабатывающих предприятиях, где, кроме растительной пищи,

личинки могут поедать других насекомых.

Мавританская козявка – *Tenebroides mauritanicus* (L.) (*Trogosita mauritanica* L.). Впервые была обнаружена в Мавритании, отсюда и получила название. В СНГ обитает в южных районах. В центральные и северные районы завезена с продуктами и приспособилась к жизни в закрытых помещениях.

Самки весьма плодовиты, в среднем откладывают до 800 яиц, при очень благоприятных условиях плодовитость их значительно увеличивается. В литературе есть сведения о том, что одна самка способна отложить более 1300 яиц. Продолжительность развития одного поколения зависит от температуры и влажности. Так, при температуре 27°C цикл развития от яйца до взрослого насекомого продолжается около 67 дней. В осенне-зимний период одно поколение развивается в течение 274 дней. При неблагоприятных условиях развиваются еще медленнее. Жуки в нормальных условиях живут до двух лет. При температуре 20°C без пищи жуки живут 52 дня, а личинки – 120 дней. При более низких температурах продолжительность жизни без пищи жуков и личинок значительно увеличивается. При этом личинки способны переносить голодание в течение более длительного срока, чем жуки. Так, при температуре до 10°C личинки без пищи прожили свыше двух лет. Биология мавританской козявки недостаточно изучена. К воздействию холода наиболее чувствительны яйцо и куколка.

Мавританская козявка причиняет значительный вред, поселяясь в помещениях перерабатывающих предприятий, где, помимо убытка, создаваемого уничтожением продукта, прогрызает шелковые сита рассевов, а также деревянные части оборудования. В запасах зерна мавританская козявка встречается редко.

Семейство сильваниды – *Silvanidae*. Распространены во всем мире. Это семейство включает довольно большое количество видов, только на Северо-Западном Кавказе зарегистрировано около 10 видов. В запасах зерна и зернопродуктов в нашей стране отмечено несколько видов. Жуки и личинки многоядны. Они питаются разнообразной пищей растительного происхождения, причем личинки нередко ведут хищный образ жизни. Часто проникают внутрь зерна, где развиваются преимагинальные фазы амбарного или рисового долгоносиков, поедают их и продолжают питаться мучнистой частью зерна. Там же окукливаются и превращаются в жука. Как правило, встречаются в сообществе с другими насекомыми, чаще всего с долгоносиками.

Суринамский мукоед – *Oryzaephilus surinamensis* (L.). Распространен широко. Ранее его относили к насекомым, ведущим хищнический образ жизни. Лишь позднее он адаптировался в зернохранилищах в южных районах, особенно в Крыму, на Кавказе и в Среднеазиатских республиках, где он ведет хищнический и растительноядный образ жизни. Является серьезным вредителем зерна и зерновых продуктов.

Суринамский мукоед питается сухофруктами, любыми запасами готовой продукции, зерном, кондитерскими изделиями, макаронами и т. п. Обитает он повсюду: в зернохранилищах, на кондитерских и макаронных фабриках, перерабатывающих предприятиях, комбикормовых заводах, в магазинах. При питании зерном различных злаковых культур мукоеды сначала выедают зародыш, а затем переходят на питание эндоспермом. Живут жуки при благоприятных условиях до

36 месяцев. Без пищи жуки могут существовать довольно длительное время. Так при температуре 12–14°C они способны прожить без пищи до 72 дней, при температуре 16–18°C – до 68 дней, а при температуре 25–27°C – до 44 дней. Наиболее оптимальная температура для развития суринамского мукоеда – 25–27°C. В этих условиях самка может отложить до 600 яиц, в среднем 285 яиц. Одно поколение в зависимости от температуры развивается в течение 22–240 дней. При температуре 27,2°C одно поколение развивается в течение 22 дней; при 20–23°C – 93–97 дней, при 18°C – 240 дней. При температуре ниже 16°C суринамский мукоед не развивается. По сравнению с другими видами группы жуки и личинки менее устойчивы к воздействию холода. При 0°C все фазы развития суринамского мукоеда живут в течение 22 суток, при – 5°C – 13 суток. При воздействии высоких температур (около 50°C) все фазы развития погибают в течение 40 минут. С увеличением температуры нагрева до 55°C продолжительность жизни всех фаз развития сокращается до 10 мин. В природных условиях южных районов может развиваться до 5 поколений суринамского мукоеда, а в отапливаемых помещениях – до 7. Наиболее интенсивно жуки развиваются в зерне с повышенной влажностью.

Семейство чернотелки – *Tenebrionidae*. Семейств, получившее свое название преимущественно за черный цвет жуков, представлено чрезвычайно богатой и разнообразной фауной. Только фауна Кавказа насчитывает более 300 видов этого семейства. Среди большого числа видов очень многие являются вредителями, причиняющими существенный вред хранящимся техническим культурам, запасам зерна и, главным образом, продуктам его переработки. Из одиннадцати видов, относящихся к семи родам чернотелок, в запасах зерна и зернопродуктов не все одинаково вредоносны. Например, медляк зловещий и двухполосатый грибной жук живут и питаются в хранилищах гниющими остатками растительной пищи, а сухое незасоренное зерно и зернопродукты не повреждают.

Малый мучной хрущак – *Tribolium confusum* Duv. Космополит. Является постоянным обитателем перерабатывающих предприятий любых зон СНГ. Малый мучной хрущак – один из наиболее широко распространенных и серьезных вредителей готовой продукции, как при ее выработке, так и при хранении.

Оплодотворенная самка откладывает в среднем до 500 яиц, максимально до 1000. Малый мучной хрущак, так же как и булавоусый, способен размножаться в размолотых продуктах любой влажности при температуре 21–33°C. Малый мучной хрущак не способен откладывать яйца при температуре ниже 15 и выше 40°C и относительной влажности воздуха менее 30 и более 90%. При относительной влажности воздуха 70–75% и температуре 22°C одно поколение развивается в течение 93 дней, при той же влажности и температуре 27°C развитие поколения заканчивается через 37 дней. В неотапливаемых помещениях в течение года бывает до двух поколений, а в отапливаемых – до четырех. Жуки и личинки малого мучного хрущака отрицательно фототропичны. Они прячутся в темных местах. Обитают, главным образом, в закрытых частях машин, особенно излюбленными местами на мельницах старого типа являются башмаки и другие укромные места. Взрослые жуки живут до трех и более лет. Малый мучной хрущак предпочитает пищу, богатую витаминами. Без пищи жуки живут в зависимости от температуры от 16 до 35 дней.

Жуки и личинки очень чувствительны к низким температурам. При температуре 0°C продолжительность их жизни не превышает 10–12 суток, при 5°C – 5 суток и при – 15°C – 2–5 часа. Высокие температуры губительны для всех фаз развития. При температурах 45–48°C жуки и куколки погибают в течение 60 минут; при 50°C эти фазы погибают в течение 30 минут, а при 55°C – через 10 минут.

Большой мучной хрущак – *Tenebrio molitor* L. Распространен во всех странах мира. В СНГ встречается повсюду.

Благоприятная температура для нормального развития большого мучного хрущака – 20–25°C. Взрослые жуки живут до 432 дней. Самка в течение жизни может отложить до 576 яиц. Цикл развития одного поколения большого мучного хрущака очень растянут, особенно в условиях неотапливаемых помещений. Из всех фаз наиболее медленно развивается личиночная фаза. В процессе развития она может линять до 30 раз, а срок ее развития может длиться до 649 дней. Поэтому в неотапливаемых помещениях может быть одно неполное поколение, а в отапливаемых – до двух поколений в году. Личинка большого мучного хрущака очень прожорлива и практически может питаться любыми продуктами растительного происхождения, вплоть до табачных изделий. Предпочитает продукты размола зерна, поэтому чаще всего живет на перерабатывающих, комбикормовых и хлебопекарных предприятиях. В случае обитания в зерновых запасах личинка, прежде всего, выедает зародыш зерна. Личинки могут довольно длительное время существовать без пищи, были отмечены случаи, когда они голодали до 8 месяцев. Личинки большого мучного хрущака устойчивы к пониженным температурам. Так, при температуре от 5 до 0°C они способны прожить всю зиму и лишь при температуре – 5°C погибают в сроки, близкие к 80 дням.

Надсемейство долгоносикообразные – *Curculionoidea*. Является самым крупным надсемейством отряда жесткокрылых насекомых. Оно насчитывает несколько десятков тысяч видов. В СНГ известно около 3000 видов долгоносиков. Все они растительноядные и развиваются, как правило, скрыто. Запасы зерна в СНГ повреждают четыре вида: амбарный долгоносик, рисовый долгоносик, кукурузный долгоносик и рогатый долгоносик. Эти виды также широко распространены и в других странах. В нашей стране наибольшее распространение получили амбарный и рисовый долгоносики. Кукурузный и рогатый встречаются реже и менее изучены.

Длина тела долгоносиков, обитающих в запасах зерна, составляет 2–4,5 мм, что обусловлено развитием их внутри семян злаковых культур, где протекает полный цикл метаморфоза от яйца до взрослого насекомого. В процессе индивидуального развития отдельные фазы никогда не покидают зерна и ведут скрытный образ жизни.

Взрослая самка проделывает в зерне небольшое углубление, в которое откладывает по одному яйцу в каждое зерно. Отложив яйцо, самка закрывает отверстие быстро затвердевающей секреторной жидкостью, образующей своеобразную пробочку. Пробочку невооруженным глазом заметить трудно. Таким образом, яйцо изолируется от неблагоприятных условий внешней среды. Самка откладывает яйца в зерна злаковых культур с влажностью не ниже 10%. При отсутствии зерна

злаковых культур долгоносики могут с меньшей интенсивностью развиваться в овсяной, гречневой, рисовой и других крупах, а также в макаронах, галетах и сильно спрессованной муке.

Вышедшая из яйца личинка питается эндоспермом и в процессе развития линяет четыре раза. Личинка, достигнув предельного возраста, превращается в неподвижную предкуколочную фазу – прониmfу, которая переходит в куколку и далее в жука. Молодой жук некоторое время (2–3 дня) находится внутри зерна, затем прогрызает оболочку и выходит наружу. Интенсивность развития, так же как и продолжительность жизни жуков, зависит от температуры и влажности зерна. Для всех видов долгоносиков свойственно явление танатоза. При встряхивании зерна они становятся на некоторое время неподвижными. Эту особенность жуков используют при сепарации зерна.

Зерновые долгоносики – одни из наиболее опасных вредителей семян злаковых культур при хранении. Питаются жук и личинка. Зерна пшеницы после выхода из них молодых жуков теряют в массе до 50%. Кроме того, в сильно зараженном зерне ухудшается качество и снижается всхожесть. Большое значение имеет и то, что поврежденное долгоносиками зерно становится более доступным для питания и развития таких сопутствующих вредителей, как мукоеды и клещи.

Семейство дриофториды – *Dryophthoridae*. Амбарный долгоносик – *Sitophilus granarius* (L.) (*Calandra granaria* L.). Распространен во всех странах мира. В СНГ встречается повсюду.

Продолжительность жизни жуков амбарного долгоносика зависит от условий окружающей среды, в среднем она занимает до одного года при средних температурах. При температуре 25–30°C и пониженной относительной влажности воздуха продолжительность жизни жуков амбарного долгоносика значительно сокращается. Наиболее благоприятной для развития долгоносика является влажность зерна 15–16% при температуре воздуха 20–28°C. В случае повышения температуры выше 35°C или понижения ее до 15–13°C жуки перестают откладывать яйца, а при дальнейшем понижении температуры прекращают питаться. При температуре 5°C жуки впадают в холодное оцепенение.

Самка за свою жизнь может отложить до 300 яиц, в среднем до 150. Развитие одного поколения от яйца до взрослого насекомого в зависимости от температуры протекает от 28 до 108 дней. При оптимальной температуре 24–25°C оно продолжается до 36 дней, а при температуре 12° С развитие может затянуться до 209 дней. В зерне с влажностью ниже 11% амбарный долгоносик не развивается. Количество поколений, которое может развиваться в течение года, зависит от температуры и влажности зерна. В неотопливаемых помещениях в южных районах может быть от 2 до 4 поколений в году. В жарких странах возможно и до 7 поколений. Амбарный долгоносик для питания и развития предпочитает пшеницу, рожь и ячмень, менее охотно развивается в зернах кукурузы, риса и овса. Отдает предпочтение сортам мягких пшениц. В случае отсутствия семян мягких культур самка откладывает яйца и в семена твердых пшениц, при этом яйца откладывает исключительно в области зародыша. Известны случаи, когда амбарный долгоносик развивался в семенах нута. Обычно в одно зерно злаковых культур самка долгоносика откладывает по одному яйцу, лишь в зерна кукурузы она может отло-

жить 2–3 яйца.

Жуки амбарного долгоносика могут длительное время находиться без пищи. Так, установлено, что при относительной влажности воздуха 80-90% и температуре 10–13°C жуки способны голодать до 48 дней, при температуре 16–18°C – 43 дня и при температуре 20–25°C – 35 дней. Продолжительность жизни жуков без пищи значительно сокращается в сухой атмосфере, так как при отсутствии влаги при повышенной температуре происходит более интенсивный обмен веществ, приводящий к быстрой гибели насекомого. Амбарный долгоносик обладает довольно значительной устойчивостью к низким температурам, например при 5°C все фазы развития долгоносика способны прожить до 152 дней; при 0°C они живут несколько более двух месяцев, а при температуре – 5°C все фазы развития погибают в течение одного месяца, в то время как рисовый долгоносик при этой температуре погибает за 4 дня. С повышением температуры выше пороговой также начинается интенсивное отмирание долгоносиков. Так, при температуре нагрева долгоносиков до 45°C для полного отмирания всех фаз развития требуется экспозиция от 90 до 300 минут, наиболее устойчивым при этом является жук. С повышением температуры до 50°C экспозиция воздействия сокращается до 25–35 минут. Губительное действие на долгоносиков высоких температур свидетельствует о возможности использования в борьбе с ними тепловой обработки зерна, так же как и использования отрицательных температур для охлаждения массивов зерна.

Семейство дриофториды – *Dryophthoridae*. Рисовый долгоносик – *Sitophilus oryzae* (L.) (*Calandra oryzae* L.) Распространен во всех странах мира. В СНГ область распространения и вредоносной деятельности рисового долгоносика ограничивается температурой. Обычным он является для Краснодарского и Ставропольского краев, а также для Крымской и Ростовской областей. На север распространяется до Воронежской области, обитает в Среднеазиатских республиках и в Нижнем Поволжье. В центральные районы России иногда завозится с зерном, но не может переносить низкие температуры и погибает. Название рисовый долгоносик получил в связи с тем, что он впервые был описан по экземплярам, обнаруженным Линнеем в рисе. Однако для питания и развития он выбирает зерна пшеницы мягких сортов, а также охотно развивается и в других семенах злаковых культур.

Жуки рисового долгоносика живут в среднем до шести месяцев. Продолжительность их жизни зависит от температуры и влажности зерна. Самка за всю жизнь способна отложить свыше 500 яиц, причем, в отличие от амбарного долгоносика, в одном зерне пшеницы могут развиваться 2 жука. Пороговыми температурами, ограничивающими развитие, считается нижний 13°C и верхний 35°C. Оптимальная температура для развития составляет 30°C. В оптимальных условиях температуры и влажности зерна самка может откладывать в день до 9–10 яиц. Наибольшее число яиц самка откладывает в зерно с влажностью 18% при температуре 30°C, а самый короткий срок развития одного поколения, равный 23 дням, наблюдается при температуре 32°C в зерне с влажностью 18%. При температуре 26–27°C в течение одного года может быть до 8–9 поколений. В Закавказских республиках и Крымской области в зернохранилищах бывает до 4 поколений в

году.

Жуки рисового долгоносика способны жить без пищи в зависимости от температуры от 6 до 32 дней. При повышении температуры сроки жизни без пищи сокращаются. Продолжительность жизни жуков рисового долгоносика без пищи при относительной влажности воздуха 80-90% составляет: при температуре 16–18°C – 32 суток, при 20–25°C – 19 суток, при 26–27°C – 6–8 суток.

Зерна злаковых культур в результате развития рисового долгоносика теряют в массе до 75%. Рисовый долгоносик, по сравнению с амбарным, более резко реагирует на низкие температуры. Так, при температуре 0°C все фазы его развития погибают в течение 7,5 суток, в то время как амбарный долгоносик остается живым в течение 67 суток. При температуре – 5°C рисовый долгоносик погибает за 4 суток, при температуре – 10°C он живет всего 15 часов, в то время как амбарный долгоносик при этой температуре остается живым в течение 14 суток. На повышение температуры выше пороговой рисовый долгоносик реагирует примерно так же, как и амбарный.

Рисовый долгоносик в отличие от других видов долгоносиков может круглогодично обитать в полевых условиях в очагах – резервациях. Очаги представляют собой непригодные сметки растительных остатков, накапливающиеся в непосредственной близости от токов. Такие скопления служат прекрасным убежищем для развития рисового долгоносика и других сопутствующих ему вредителей. В связи с тем, что рисовый долгоносик имеет более широкий круг источников заражения зерна нового урожая, особое значение в борьбе с ним приобретают профилактические мероприятия.

12.2 Чешуекрылые или бабочки (*Lepidoptera*). В современной России их насчитывается около 9 тыс. видов, однако к числу наиболее часто встречающихся и приносящих вред продуктам растительного и животного происхождения при хранении относится немногим более десяти видов, представителей 4 (над)семейств: настоящие моли – *Tineidae*; выемчатокрылые моли – *Gelecheidae*; огневки – *Pyralidida*; совки – *Noctuidae*.

Вред, причиняемый чешуекрылыми, весьма разнообразен. Гусеницы молей и огневок ведут скрытый образ жизни. Питаясь различными продуктами, они создают переплетенные паутиной трубочки, в которых и живут, не выходя до окукливания, создавая все новые и новые ответвления от основной трубки. В результате образуются огромные комки продукта, сплетенного паутиной. Такие комки образуют сплошной покров в виде плотного ковра. Гусеницы питаются зерном, но не внедряются в него, а обгрызают с поверхности, переходя от одного зерна к другому. Чешуекрылые, так же как и другие насекомые группы вредителей зерна и зернопродуктов, переселились в зернохранилища вместе с зерном, запасы которого начал делать человек с незапамятных времен. Вредители нашли в зернохранилищах благоприятные условия для развития. Часть бабочек настолько приспособилась к обитанию в условиях зернохранилищ (амбарная моль), что они не встречаются в природе. Некоторые из них способны развиваться одинаково интенсивно как в поле, так и в зернохранилищах (зерновая моль).

К постоянным обитателям зернохранилищ относят следующие виды молей,

огневок и совок: семейство настоящих молей (амбарная моль, хлебная моль, ложная хлебная моль, пробковая моль, платяная моль); семейство выемчатокрылых молей (зерновая моль, белоплечная домовая моль); надсемейство огневков (мучная огневка, южная амбарная огневка - индийская моль, мельничная огневка, зерновая огневка, сухофруктовая огневка, рисовая огневка, стеблевой кукурузный мотылек); семейство совок (зерновая совка).

Семейство настоящие моли – *Tineidae*. Амбарная моль – *Nemapogon granellus* (L.) (*Tinea granella* L.). Распространена во всех странах мира. В СНГ занимает довольно большой ареал. Иногда гусениц называют белым зерновым червем.

Самка способна отложить до 160 яиц. Продолжительность цикла развития зависит от температуры. При температуре 13°C одно поколение развивается в течение пяти месяцев. На юге может быть 2–3 поколения в году. Для откладки яиц бабочки могут улетать от зернохранилищ на довольно значительные расстояния, однако осенью новое поколение возвращается в зернохранилища для откладки яиц и продолжения развития. Зимуют гусеницы в сплетенных ими шелковистых коконах в последнем возрасте или в фазе куколки.

Вредящей фазой является гусеница, которая с первого возраста интенсивно питается зерном. Гусеница прогрызает полости внутри зерна, переходя от одного зерна к другому, все повреждаемые зерна оплетает паутиной, образуя при этом довольно значительные скопления поврежденных зерен. Питается гусеница зерном колосовых и бобовых культур, сухими фруктами, кондитерскими изделиями и другими продуктами растительного происхождения. При массовом развитии амбарная моль представляет большую опасность хранящемуся зерну. Амбарная моль относится к числу наиболее вредоносных насекомых. Вред, приносимый ею, при массовом развитии исчисляется тоннами уничтоженного и испорченного зерна и зернопродуктов.

Семейство фицитиды – *Phycitidae*. Мельничная огневка – *Ephestia kuechniella* Zell. Распространена повсеместно.

Вся ее жизнь связана с закрытыми помещениями. Основными местами обитания ей служат мельничные, крупяные, комбикормовые предприятия, кукурузные заводы, кондитерские фабрики, хлебозаводы и другие предприятия, связанные с переработкой зерна или изготовлением мучных изделий.

Самка в среднем откладывает до 300 яиц. В литературе имеются сведения, что при достаточном количестве пищи и благоприятных условиях для развития гусениц самка способна отложить до 562 яиц. Благоприятной для развития мельничной огневки считается температура 26°C. В зависимости от температуры и влажности окружающей среды одно поколение при температуре 27°C развивается в течение 43–72 дней, а при температуре 10°C – 140–243 дней. Верхний порог развития – 35°C. В отапливаемых помещениях может быть от 6 до 10 поколений в году. На скорость развития мельничной огневки влияет также состав пищи. При питании гречневой крупой мельничная огневка заканчивает весь цикл развития в течение 36 дней, а при питании манной крупой – в течение 74 дней.

К действию низких температур все фазы развития мельничной огневки довольно устойчивы. Так, при воздействии температуры порядка 4,7°C яйца огневки не погибают в течение десяти суток. При температуре – 18°C погибают все фазы,

кроме гусениц. Мельничная огневка более чувствительна к воздействию высоких температур. Так, при температуре 45–47°C и относительной влажности воздуха 70% бабочки гибнут в течение 45 минут, гусеницы среднего возраста – в течение 75 минут, куколки – в течение 150 минут, яйца – в течение 4 часов.

Присутствие гусениц в продукте или в помещении можно определить по наличию паутины, которую гусеница начинает выделять с первого дня жизни. Гусеница оплетает паутиной все продукты, на которых питается. В результате образуются сплошные комья из частиц корма, экскрементов и личиных шкурок.

В борьбе с мельничной огневкой основное значение имеет своевременная диагностика и организация профилактических мероприятий.

Семейство фицитиды – *Phycitidae*. Зерновая огневка (семенная, табачная, какаовая, шоколадная) – *Ephestia elutella* Hb. Распространена в Западной Европе, Малой и Средней Азии, Африке, в Северной и Южной Америке и в Австралии. В СНГ встречается в Среднеазиатских республиках, на Кавказе, в европейской части СНГ и в Сибири. В северных районах развиваться не может.

Бабочка живет до 13–14 дней, за это время она способна отложить до 279 яиц. Одно поколение в зависимости от температуры и пищи развивается в течение 50–90 дней. На юге может быть до 4 поколений в году, в центральной зоне – до 2. У гусениц иногда бывает диапауза, развитие такого поколения затягивается до года и более. Зимуют гусеницы в щелях деревянных конструкций зданий, а также в комьях зерна, оплетенного паутиной. Гусеницы способны повреждать практически все хранящиеся продукты растительного происхождения (семена злаковых культур, муку, крупу, сухие овощи и фрукты, семена подсолнечника, какао-бобы, кофе в зернах, красный перец, семена лекарственных растений, табак, табачные изделия и т.п.). Питаясь семенами злаковых культур, гусеница, прежде всего, выедает зародыш.

Повреждения зерновой огневки нередко путают с повреждениями, причиняемыми амбарной молью. Гусеница, передвигаясь по поверхности зерновой насыпи, так же как и амбарная моль оплетает зерно паутиной, в результате на поверхности насыпи образуются большие комья испорченного зерна. По вредности этот вредитель может быть приравнен к амбарной моли и мельничной огневке.

Меры борьбы. Регулярная уборка зернохранилищ; очистка транспортных средств, тары от остатка зерна и мусора, которые уничтожаются; очистка зерна; охлаждение зерна в соответствии с инструкциями по хранению; использование в соответствии с действующими инструкциями высоких температур для обеззараживания продуктов хранения.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1 Бей-Биенко Г.Я. Общая энтомология. Учебник. СПб.: Проспект науки, 2008. – 486 с.
- 2 Девяткин А.М., Белый А.И., Замотайлов А.С. Практикум по сельскохозяйственной энтомологии. Краснодар: КубГАУ, 2007. – 220 с.
- 3 Девяткин А.М., Белый А.И., Замотайлов А.С., Оберюхтина Л.А. Сельскохозяйственная энтомология: краткий курс лекций. Краснодар: КубГАУ, 2012 (2014). – 308 с.
- 4 Замотайлов А.С., Попов И.Б., Белый А.И. Экология насекомых. Краткий курс лекций. Краснодар: КубГАУ, 2009. – 184 с.
- 5 Каплин В.Г. Основы экотоксикологии. М.: Колос, 2007. – 231 с.
- 6 Чернышев В.Б. Сельскохозяйственная энтомология (экологические основы): курс лекций. М.: Триумф, 2012. – 232 с.
- 7 Чернышев В.Б. Экологическая защита растений. М.: Изд-во МГУ, 2005. – 132 с.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Введение в энтомологию	3
1.1 Предмет энтомологии и ее связь с другими естественно-научными и прикладными дисциплинами; разделы энтомологии	3
1.2 Место насекомых в царстве животных; видовое разнообразие и численность насекомых	4
1.3 Краткая история энтомологии	5
2 Морфология насекомых	10
2.1 Голова и ее придатки	10
2.2 Грудь и ее придатки	13
2.3 Брюшко и его придатки	16
3 Анатомия, физиология и биология насекомых	18
3.1 Стенка тела, ее производные и прилежащие структуры	18
3.2 Полость тела и внутренние органы	30
3.3 Биология насекомых	43
4 Систематика насекомых	59
4.1 Положение насекомых в системе беспозвоночных и их происхождение	59
4.2 Принципы классификации насекомых и ее трансформация	60
4.3 Отряды протуры, подуры, диплуры и тизануры	60
4.4 Характеристика подкласса высшие, или крылатые насекомые. Древнекрылые насекомые	63
4.5 Новокрылые насекомые	65
5 Экология насекомых	66
5.1 Содержание экологии насекомых и ее значение	66
5.2 Понятие о биосфере	67
5.3 Среда обитания насекомых	70
5.4 Совместное действие факторов среды	71
5.5 Температура как фактор среды	71
5.6 Явление переохладения, холодостойкость насекомых	74
5.7 Влажность как фактор среды	74
5.8 Почва как среда обитания насекомых	76
5.9 Пища как фактор среды и влияние ее на насекомых	76
5.10 Экологические связи насекомых с растениями	78
5.11 Повреждение растений и вредоносность	80
5.12 Экологические связи насекомых между собой и с другими животными	81
5.13 Антропогенные факторы среды и их влияние на насекомых	84
5.14 Местообитание как экологическое явление	84
5.15 Основы биоценологии насекомых	85
5.16 Понятие о фауне	87
6 Задачи и методы сельскохозяйственной и лесной энтомологии	89
6.1 Задачи сельскохозяйственной и лесной энтомологии	89
6.2 Карантин растений	90
6.3 Организационно-хозяйственные мероприятия	91
6.4 Агротехнический метод	93
6.5 Физический и механический метод	94
6.6 Биологический метод	96

6.7	Химический метод	98
6.8	Генетический метод	99
6.9	Трансгенные растения	105
6.10	Биотехнический метод	107
7	Многоядные вредители	109
7.1	Многоядные вредители отряда прямокрылые	109
7.2	Многоядные вредители из отряда жесткокрылые	111
7.3	Многоядные вредители из отряда чешуекрылые	117
8	Вредители зерновых культур	127
8.1	Сосушие вредители зерновых культур	127
8.2	Жесткокрылые вредители зерновых культур	132
8.3	Чешуекрылые вредители зерновых культур	136
8.4	Перепончатокрылые вредители зерновых культур	137
8.5	Двукрылые вредители зерновых культур	138
9	Вредители зернобобовых культур	143
9.1	Вредители однолетних зернобобовых культур	143
9.2	Вредители многолетних бобовых трав	148
10	Вредители сахарной свеклы, пасленовых и овощных культур	155
10.1	Вредители сахарной свеклы	155
10.2	Вредители картофеля	163
10.3	Вредители крестоцветных культур	167
10.4	Вредители защищенного грунта	178
11	Вредители плодовых и ягодных культур	183
11.1	Сосушие вредители плодовых культур	183
11.2	Жесткокрылые вредители плодовых культур	186
11.3	Чешуекрылые вредители плодовых культур	188
11.4	Перепончатокрылые вредители плодовых культур	197
11.5	Двукрылые вредители плодовых культур	198
12	Вредители полезащитных лесных насаждений и зерна и зернопродуктов при хранении	199
12.1	Жесткокрылые вредители	199
12.2	Чешуекрылые вредители	207
	Рекомендуемая литература	

Учебное издание
Замотайлов Александр Сергеевич,
Девяткин Александр Михайлович,
Бедловская Ирина Владимировна,

Курс лекций

Технический редактор –
Компьютерная вёрстка –
Дизайн обложки –

Подписано в печать _____ г. Формат 70 × 100¹/₈.
Усл. печ. л. – 26,8. Уч.-и зд. л. –
Тираж _____. Заказ № _____

Редакционный отдел и типография
Кубанского государственного аграрного университета
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13

