

УДК 595.768.12:591.543.42(471.63)

© 1991 г.

Г. А. Пантюхов

УСЛОВИЯ ЗИМОВКИ И ВЫЖИВАНИЯ ЖУКОВ АМБРОЗИЕВОГО ПОЛОСАТОГО ЛИСТОЕДА *ZYGOGRAMMA SUTURALIS* F. (COLEOPTERA, CHRYSOMELIDAE) В СТАВРОПОЛЬСКОМ КРАЕ

[G. A. PANTYUKHOV. CONDITIONS OF HIBERNATION AND SURVIVAL OF ADULT RAGWEED STRIPED LEAF-BEETLES *ZYGOGRAMMA SUTURALIS* F. (COLEOPTERA, CHRYSOMELIDAE) IN STAVROPOL TERRITORY]

Амброзиевый полосатый листоед интродуцирован из Канады и США в 1978 г. О. В. Ковалевым для биологической борьбы с карантинными сорняками амброзией полыннолистной и многолетней. Теперь этот фитофаг широко распространен не только во многих районах Ставропольского края, но и в ряде областей РСФСР и других республиках СССР. Листоед — единственный у нас истребитель амброзии на всех стадиях ее развития. Фитофаг всесторонне изучается с целью его более полного использования в биологической борьбе с амброзией. Уже изучены особенности поведения, репродуктивной биологии и диапаузы листоеда, изучаются скорость распространения в крае, возможности акклиматизации в других районах СССР и перспективы его практического использования для подавления амброзии (Ковалев, 1971, 1977, 1979; Ковалев и др., 1983; Ковалев, Вечерин, 1986; Ковалев, Резник, Виноградова, 1986; Ковалев, 1987; Виноградова, 1988).

Настоящая работа предпринята для изучения выживаемости жуков в связи с условиями их зимовки в Ставропольском крае.

Приношу глубокую благодарность О. В. Ковалеву за постоянный интерес к работе и помощь в организации полевых исследований.

Автор благодарит также Е. А. Парачеву, М. Ю. Морозову, Г. Д. Груздеву и Е. А. Смирнову за помощь в проведении опытов и наблюдений в разное время.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Полевые исследования проводились на полях совхозов «Пелагиадский» Шпаковского и «Московский» Изобильненского р-нов и на опытных полях НПО «Нива Ставрополья» Ставропольского края с 1986 по 1988 г. Здесь прослежены сроки ухода жуков на зимовку осенью и выход их из почвы весной, изучены места зимовки, глубина залегания, миграции в почве и выживаемость жуков в течение зимовки.

Смертность жуков первого поколения зимой 1986—1987 гг. была прослежена в опытах на территории НПО «Нива Ставрополья» в садках, заполненных разными почвами — черноземом, песком и глиной. Для зимовки жуков использовали вегетационные сосуды, которые зарывали в землю на всю их высоту; сверху на них надевались капроновые колпаки, которые во второй половине сентября снимались, и жуки зимовали, как и в природных условиях, открыто. В апреле до выхода жуков на поверхность капроновые колпаки надевали снова. Осенью до ухода в почву и весной после выхода на поверхность жуков кормили букетами свежесрезанной амброзии.

10—15 августа в каждый садок на зимовку помещали по 200—400 жуков первого поколения. В течение зимовки периодически производили раскопки почвы в садках с целью изучения глубины залегания жуков, их миграций и определение количества погибших. В поле учет погибших жуков производили осенью и весной при раскопках почвы.

Сроки наступления и окончания диапаузы у жуков определяли по уходу их на зимовку в почву и выходу весной на поверхность, а также по изменению интенсивности дыхания жуков, которое измеряли у жуков микрореспирометрами Баркрофта—Крога при 22° (Кожанчиков, 1937).

Метеорологические данные взяты на Ставропольской станции, собственные измерения температуры и влажности почвы были проведены в сентябре, январе, феврале и апреле.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

ВЫЖИВАЕМОСТЬ ЖУКОВ В ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ

Уход жуков в почву на зимовку на люцерновом и эспарцетовом полях совхоза «Пелагиадский» мы проследили с 15 августа по 20 сентября 1986 г. Для этой цели в поле проводили систематический учет жуков на амброзии на площадках в 1 м². Так, 16 августа их было максимальное количество — 1.1 экз./м², 30 августа — 0.5 экз./м², 12 сентября — 0.1 экз./м², 19 сентября — 0.01 экз./м², т. е. почти половина жуков зарылась в почву к концу августа, а большинство из оставшихся на амброзии ушло в почву в первой половине сентября. Во второй половине сентября на кормовом растении оставались лишь единичные особи, такие же сроки ухода на зимовку ранее наблюдали и другие исследователи (Ковалев и др., 1983; Ковалев и др., 1986).

Низкая численность жуков на полях совхоза осенью 1986 г. объясняется тем, что в мае производились массовые сборы перезимовавших жуков для переселения в другие регионы страны. В июле также проводились сборы жуков немногочисленного первого поколения для вывоза за пределы края, что резко снизило численность популяции на полях, и в почве при осенних раскопках их было 1 экз./м². Весной 1987 г. в почве на этих же полях было обнаружено 0.8 экз./м², т. е. в течение зимы погибло 0.2 экз./м² или 20 % от ушедших на зимовку жуков.

В первой половине зимы до декабря минимальная температура на почве колебалась при отсутствии снежного покрова от —4 до —12°, а почвы — от 0.3 до 0.9°.

Основная часть жуков в поле, вероятно, погибла в течение второй половины зимы, когда температура на почве в январе изменялась от —4 до —18°, а в феврале — от —7 до —19°. Это вызвало понижение температуры почвы на глубине 5 см до —3.1°, 10 см — до —2.2° и 20 см — до 0.7° (глубина снежного покрова в январе составляла 12 см, а в феврале снег отсутствовал).

Длительность действия отрицательной температуры продолжалась 15 суток при влажности почвы в местах зимовки от 20.1 до 24.2 %, что и вызвало смертность 20 % жуков.

Весной 1987 г. был обнаружен очаг жуков на овсяном поле совхоза «Московский», которое было сильно засорено амброзией. К осени амброзия на поле была уничтожена листоедом, за исключением небольших куртин вдоль лесных полос и по обочинам дорог, но и здесь она была сильно повреждена.

Учет жуков на амброзии перед уходом их на зимовку в почву показал, что 16 августа 1987 г. их было 3.5 экз./м², 31 августа — 1.5 экз./м² и 13 сентября — 0.01 экз./м². С 16 по 31 августа зарылось в почву 43 % жуков, около 57 % ушло в почву в первой половине сентября.

Осенние почвенные раскопки показали, что с 15 сентября 1987 г. жуков в почве на зимовке было 3.5 экз./м², весной перед выходом их из почвы было 2.5 экз./м², т. е. погибшим был 1 экз./м², что составило 28.5 %, это на 8.5 % больше, чем в предшествующую зиму. Более высокая смертность жуков в поле

вызвана, очевидно, более суровой зимой 1987—1988 гг. с минимальной температурой в декабре на поверхности почвы — 20°, в феврале 1988 г. — 23°. Температура почвы на глубине 20 см держалась от —0.2 до —3.5° (с 26 января по 6 марта 1988 г. т. е. в течение 40 суток) при влажности почвы от 24 до 25.8 % и снежном покрове в январе 10 см и отсутствии его в феврале.

Как видно из результатов полевых наблюдений, разные зимы, отличающиеся температурными условиями зимовки, вызывают различную смертность жуков. Но, как показывают трехлетние наблюдения и опыты, жуки, обладая высокой пластичностью, приспособляемостью и плодовитостью, легко восстанавливают частичную убыль в зимнее время, и вид успешно расселяется в новых районах края.

Изучая места залегания жуков на зимовке, можно отметить, что они предпочитают зарываться в рыхлую мелкозернистую почву, избегая плотных участков с сухими растительными остатками. Основная масса жуков в поле на зимовке сосредотачивается по оросительным каналам, по обочинам дорог, по свободным от растений местам в посевах и между рядами в посевах.

Следует отметить, что у основной массы жуков первой генерации ранних и средних сроков отрождения диапауза формируется с середины августа до середины сентября. Формированию диапаузы способствует короткий день и постепенно снижающаяся среднесуточная температура. В это время жуки зарываются на зимовку в почву. Отдельные редкие особи поздних сроков отрождения встречаются на амброзии и во второй половине сентября. В 1986 и 1987 гг. второго поколения не было вследствие поздней прохладной весны, что сильно сдвинуло сроки развития, и личинки первого—третьего возраста погибли.

Выживаемость жуков в течение зимовки зависит от физиологической их подготовленности и влияния зимних метеорологических условий.

ВЫЖИВАЕМОСТЬ ЖУКОВ, ЗИМОВАВШИХ В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ПОЧВ

В природе в районах наблюдений жуки зимуют в черноземе, на долю которого приходится 47 % от всей территории Ставропольского края (Антыков, Стоморев, 1964).

В связи с вывозом жуков в другие районы страны для акклиматизации жуки будут попадать в другие климатические условия и встречаться с иными типами почв, в которых они находятся в состоянии покоя около 8—9 месяцев. В связи с этим определенный интерес представляет изучение выживаемости жуков в разных почвах.

Результаты этих наблюдений приводятся в табл. 1.

Наблюдения за жуками в садках с амброзией на разных типах почв показывают, что во второй половине августа из 200 жуков в черноземе зарылось 65 %,

Т а б л и ц а 1

Смертность жуков амброзиевого полосатого листоеда зимой 1986/87 г.
в разных типах почв (в садках)

Даты	Типы почв								
	чернозем			песок			глина		
	количество жуков в почве	погибло, штук	%	количество жуков в почве	погибло, штук	%	количество жуков в почве	погибло, штук	%
31 VIII 1986	130	2	1.5	135	2	1.4	106	6	5.6
19 IX 1986	190	4	2.1	191	3	1.5	181	45	24.8
27 I 1987	200	15	7.5	200	18	9.0	200	81	40.5
7 II 1987	200	32	16.0	200	33	16.5	200	98	49
24 V 1987	400	77	19.2	400	79	19.7	400	253	63.2

в песок — 67.5 % и глину — 53 % жуков, в первой половине сентября соответственно — 30, 28 и 37.5 %. На амброзии во второй половине сентября в садках с черноземом оставалось 5 %, с песком — 4.5 % и с глиной — 9.5 % жуков. Эти жуки не питались и, судя по низкому уровню газообмена и малой активности, они диапаузировали. Все оставшиеся жуки ушли в почву после снижения среднесуточной температуры до 14° около 19 сентября.

Из табл. 1 видно, что смертность жуков в черноземе и песке в горизонте — 0—5 см в августе и сентябре была минимальной — 1.5—2.1 %. Это объясняется благоприятными температурными условиями: в черноземе в августе температура была 25.3°, в сентябре — 16.2°, в песке соответственно — 23.7 и 15.4°; влажность чернозема в августе была 16.9 % и в сентябре — 17.3 % и песка соответственно — 14.8 и 16.4 %. Эти почвы мелкозернистые легкие, в них легче происходит тепло- и газообмен по сравнению с плотной глинистой почвой, что способствует высокой выживаемости диапаузирующих жуков в течение зимовки. В эти же сроки смертность жуков в плотной, плохо аэрируемой с влажностью от 28.3 до 30.4 % глинистой почве, в которой большая часть жуков размещалась в горизонте 0—5 см, достигала 24.8 %.

С сентября 1986 г. по первую декаду января 1987 г., т. е. почти за 4.5 месяца зимовки смертность жуков в черноземе и песке была небольшой — 9.5—10 %, за это же время в глине погибло значительно больше — 33.5 %. Температура почвы в это время на глубине 10 см была положительной и колебалась в пределах от 16.2 до 1.1° при влажности чернозема от 17.3 до 22.8 % и песка — от 16.1 до 21.2 %.

Все жуки при пониженной температуре диапаузировали, находясь в переохлажденном состоянии и имели низкую интенсивность дыхания, самки потребляли в среднем 134, самцы 146 мм³ O₂ на г веса в час при 22°. В конце января—начале февраля отрицательная температура в почве держалась 15 суток, и за это время погибло 4.6 % жуков в черноземе, 4.9 — в песке и 8.5 % — в глинистой почве. Следовательно, основной причиной гибели жуков в опытах является длительное действие отрицательной температуры.

Итак, в течение зимовки 1986/87 г. всего в черноземе погибло 19.2 %, в песчаной почве — 19.7 % и глинистой — 63,2 % жуков.

При раскопках и снятии почвы в садках послойно можно проследить размещение жуков в разных горизонтах почвы (табл. 2).

Во всех типах почв в начале зимовки основная масса жуков размещалась в верхнем горизонте — 0—5 см, а по мере снижения температуры жуки в черноземе и песке мигрируют в нижние горизонты на глубину 5—10 см и остаются там на все холодное время зимовки. Лишь незначительная часть жуков в это время опускается на большую глубину — 10—20 см. Особенно это наблюдается в легкой песчаной почве. В плотной влажной глинистой почве основная масса жуков в начале зимовки размещается в горизонте почвы 0—5 см, и в холодное время зимовки лишь одна треть их опускается до 10 см. Поверхностное размещение жуков в плотной глинистой почве в сочетании с ее высокой влажностью и отрицательными температурами вызывает их высокую смертность.

Таблица 2

Распределение зимующих жуков первого поколения по горизонтам разных типов почв

Даты	Глубина залегания (см), количество жуков по горизонтам (%)											
	0—5	5—10	10—20	Всего жуков	0—5	5—10	10—20	Всего жуков	0—5	5—10	10—20	Всего жуков
	чернозем				песок				глина			
31 VIII 1986	53.8	37.8	8.4	130	45.9	34.0	20.0	135	73.6	26.4	0	106
27 I 1987	10.0	84.0	6.0	200	22.0	57.0	21.0	200	71.0	23.5	5.5	200
27 IV 1987	66.0	29.5	4.5	200	64.0	32.5	3.5	200	75.5	22.5	2.0	200

Выход жуков после зимовки из почв разного типа

Дата выхода								
50 % жуков			70 % жуков			100 % жуков		
чернозем	песок	глина	чернозем	песок	глина	чернозем	песок	глина
4 V	6 V	1 V	8 V	10 V	7 V	19 V	24 V	15 V

С повышением температуры почвы во второй половине зимы жуки мигрируют из нижних горизонтов почвы в верхний (0—5 см), в котором и задерживаются до выхода на поверхность в случае прохладной затяжной весны, как это наблюдалось в 1986 и 1987 гг.

Таким образом, успех зимовки зависит от условий зимовки: типа почвы, ее температурного режима в холодное время года, а также от ее влажности, плотности и теплопроводности; большое значение имеют и глубина размещения жуков в почве, а также и физиологическая подготовленность жуков, т. е. размер жировых запасов: так, самки перед уходом на зимовку содержали 24.9, самцы — 26.1 % жира к весу сухих веществ.

Весной 1987 г. жуки начали выходить на поверхность 27 апреля при среднесуточной температуре воздуха 7.7° и почвы — 8.8° и закончили выход 24 мая, когда среднесуточная температура воздуха была 15.1° и почвы — 18.2° (табл. 3).

Сроки выхода жуков из почвы разного типа несколько отличались. Из глины жуки выходили в течение 15 суток и сразу приступали к питанию; по содержанию воды в тканях и интенсивности дыхания не отличались от активных жуков. Следовательно, переход от диапаузы к активному состоянию у них завершился еще в почве. Выход жуков из чернозема и песка продолжался дольше — 18—19 суток.

Наши данные согласуются с наблюдениями за выживаемостью имаго колорадского жука в опытах, проведенных в Закарпатской обл. в разных типах почв (Ушати́нская, Козарже́вская, 1962; Ушати́нская, Петро́ва, 1963; Ушати́нская, Йирко́вский, 1976), где показано, что в плотной и более влажной глинистой почве жуки первого поколения сосредотачивались в горизонте от 0 до 20 см, и смертность их достигала 86.8 %, в легких песчаной и супесчаной почвах жуки размещались в горизонте от 10 до 30 см, и смертность их была значительно ниже — соответственно 13.1 % и 19.5 %. Эти результаты подтверждены, расширены и дополнены исследованиями других авторов (Миндер, 1966, 1981; Миндер, Козарже́вская, 1966).

ВЫВОДЫ

1. В Ставропольском крае имаго амброзиевого листоеда зимуют преимущественно в мелкозернистом, рыхлом, лишенном растительных остатков черноземе.

2. В 1986 и 1987 гг. уход основной массы жуков первого поколения с кормового растения на зимовку наблюдался с середины августа до середины сентября. Отдельные особи более поздних сроков отрождения встречались на амброзии и позже.

3. Зимой 1986/87 г. в природных условиях погибло 20 % жуков, зимой 1987/88 г. — 28.5 %. Эти различия обусловлены разным уровнем отрицательных температур и продолжительности их действия.

4. В течение зимы 1986/87 г. в плотной плохо аэрируемой постоянно влажной глинистой почве погибло 63.2 % жуков, в песчаной — 19.7 % и в черноземе — 19.2 %, что меньше, чем в глине, в 3.2—3.5 раза.

5. Основная масса жуков в самое холодное время зимы в глинистой почве

находилась в горизонте 0—5 см, где сочетание высокой влажности с отрицательными температурами в почве способствовало их высокой смертности. В черноземе и песке жуки размещались в горизонте 5—10 см и только отдельные особи зарывались на глубину 20 см.

6. В черноземе и песке жуки совершали вертикальные сезонные миграции. В начале зимовки все жуки сосредотачивались в слое 0—5 см, а с понижением температуры почвы они мигрировали в нижележащий слой — 5—10 см. С повышением температуры почвы весной они совершали обратное перемещение в верхний горизонт, где и могли задерживаться до наступления благоприятных температурных условий.

7. Весной выход жуков из разных типов почв начинался одновременно, но продолжительность его несколько различалась.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- А н т ы к о в А. Я., С т о м о р е в Я. Я. Почвы Ставропольского края. Ставропольское книжн. изд-во, 1964. 22 с.
- В и н о г р а д о в а Е. Б. Особенности репродукции и формы имагинальной диапаузы у амброзиевого полосатого листоеда *Zygogramma suturalis* в Ставропольском крае // Энтومол. обозр. 1988. Т. 67, Вып. 3. С. 468—478.
- К о ж а н ч и к о в И. В. Экспериментально-экологические методы исследования в энтомологии. Изд-во ВАСХНИЛ, 1937. 212 с.
- К о в а л е в О. В. Фитофаги амброзий (*Ambrosia* L.) в Северной Америке и их использование в биологической борьбе с этими сорняками в СССР // Зоол. журн. 1971. Т. 50, вып. 2. С. 199—209.
- К о в а л е в О. В. Биологическая борьба с сорными растениями // Защита раст. 1977, № 4. С. 12—14.
- К о в а л е в О. В. Биологическая борьба с сорными растениями в СССР // Состояние интродукции и акклиматизации перспективных энтомофагов, акарифагов и фитофагов важнейших вредителей и сорняков в странах — членах ВПС/МОББ. Киев, 1979. С. 55—58.
- К о в а л е в О. В., В е ч е р н и н В. В. Описание нового волнового процесса в популяциях на примере интродукции и расселения амброзиевого листоеда *Zygogramma suturalis* (Coleoptera, Chrysomelidae) // Энтومол. обозр. 1986. Т. 65: вып. 1. С. 21—38.
- К о в а л е в О. В., Р е з н и к С. Я., Ч е р к а ш и н В. Н. Методические особенности применения листоеда рода *Zygogramma* Chev. (Coleoptera, Chrysomelidae) в биологической борьбе с амброзиями *Ambrosia artemisiifolia* и *A. psilostachya* D. C. // Энтومол. обозр. 1983. Т. 62. вып. 2. С. 402—408.
- К о в а л е в О. В., Р е з н и к С. Я., В и н о г р а д о в а Е. Б. Методические указания по расселению и производственным испытаниям амброзиевых листоедов рода *Zygogramma* в биологической борьбе с амброзиями полыннолистной и многолетней. Л.: Наука, 1986. 28 с.
- К о в а л е в О. В. Неизвестные ранее фундаментальные процессы в интродукции и акклиматизации фитофагов и перспективы их использования в биологической борьбе // Тезисы докл. Всес. семинара «Применение новых химических и биологических препаратов в борьбе с карантинными вредителями, болезнями и сорными растениями. М.: Всес. н.-и. ин-т карантина растений, 1987. С. 93—94.
- М и н д е р И. Ф. Условия зимовки и выживаемость колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say в почвах разного типа // Экология и физиология диапаузы колорадского жука. М.: Наука, 1966. С. 23—44.
- М и н д е р И. Ф., К о з а р ж е в с к а я Э. Ф. Экология зимней диапаузы колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say // Экология и физиология диапаузы колорадского жука. М.: Наука, 1966. С. 45—67.
- М и н д е р И. Ф. Стации и условия зимовки жука и размеры смертности в зимний период // Колорадский картофельный жук, *Leptinotarsa decemlineata* Say. М.: Наука, 1981. С. 150—162.
- Р е з н и к С. Я. Факторы, определяющие избирательность при яйцекладке амброзиевого полосатого листоеда (*Zygogramma suturalis*) // Зоол. журн. 1985. Т. 64, вып. 2. С. 234—247.
- У ш а т и н с к а я Р. С., К о з а р ж е в с к а я Э. Ф. Диапауза и зимовка колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say первой генерации в почвах разного типа // Зоол. журн. 1962. Т. 41, вып. 8. С. 1166—1174.
- У ш а т и н с к а я Р. С., П е т р о в а Д. В. Физиологические особенности колорадского жука первой генерации в почвах разного типа // Изв.АН СССР, серия биол. 1963. Т. 5. С. 735—745.
- У ш а т и н с к а я Р. С., Й и р к о в с к и й Г. Г. Экология и физиология колорадского жука. М.: Наука, 1976. 129 С.