

А. С. Космачевский

БИОЛОГИЯ КРЫМСКОГО (AGRIOTES LITIGIOSUS VAR. TAURICUS HEYD.) И ПОСЕВНОГО (AGRIOTES SPULATOR L.) ЩЕЛКУНОВ (COLEOPTERA, ELATERIDAE)

[A. S. KOSMATSHCHEVSKIY. BIOLOGY OF AGRIOTES LITIGIOSUS VAR. TAURICUS HEYD. AND AGRIOTES SPULATOR L. (COLEOPTERA, ELATERIDAE)]

Личинки жуков щелкунов, так называемые проволочники, являются опасными вредителями многих сельскохозяйственных культур. Посевы кукурузы полностью гибнут от проволочников в ряде районов, если не применяются эффективные меры борьбы с ними.

Несмотря на большое экономическое значение проволочников, биология отдельных видов щелкунов изучена недостаточно. До настоящего времени неизвестно количество возрастов у личинок, нет экспериментальных данных о зависимости развития личинки от температуры, влажности и пищи, не выяснены особенности развития и поведения наиболее вредных видов. В литературе излагается биология не отдельных видов, а вообще щелкунов. Общеизвестно, что без знания биологии вредителя нельзя успешно вести борьбу с ним. Поэтому в настоящем сообщении излагаются данные по биологии и отчасти экологии крымского и посевного щелкунов, изучавшихся нами в Краснодарском крае в течение 1951—1956 гг.

МЕТОДИКА

Развитие личинок в природных условиях изучалось путем периодических раскопок почвы в течение 5 лет на одних и тех же участках Краснодарского плодовоовощного совхоза № 2 (почва — выщелоченный чернозем) и эпизодических раскопок почвы в разных районах (Северский, Абинский, Кореновский, Ярославский и другие) Краснодарского края.

В лабораторных условиях личинки содержались по одной в больших пробирках, стаканах или стеклянных баках емкостью 1 л с увлажненным песком (20—30% от полной влагоемкости). Кормились личинки прорастающими семенами озимой пшеницы, а при изучении влияния пищи — корнеплодами моркови или клубнями картофеля. Песок и корм через каждые 3—6 дней сменялись, а личинки взвешивались на аналитических весах. После каждой линьки у личинок измерялась ширина головы и длина тела. Яйца содержались в пробирке на полоске фильтровальной бумаги, нижний конец которой был опущен в воду, налитую на дно пробирки. Куколки содержались в изготовленной почвенной пещерке или в пробирке со смоченной фильтровальной бумагой, чтобы относительная влажность воздуха была не ниже 100%. Жуки содержались парно (самец и самка) в стаканах со смоченной фильтровальной бумагой.

БИОЛОГИЯ КРЫМСКОГО ЩЕЛКУНА (AGRIOTES LITIGIOSUS VAR. TAURICUS HEYD.)

Зимуют у крымского щелкуна исключительно личинки разных возрастов. В июне личинки последнего возраста окукливаются и во второй половине июня—начале июля из куколок отрываются жуки, которые через 5—10 дней выходят на поверхность почвы. Жуки в дополнительном

питании не нуждаются; самки после спаривания зарываются в почву для откладки яиц. С момента отрождения самки и до начала яйцекладки проходит 15—30 дней. Откладка яиц продолжается 2—4 недели. Из отложенных яиц через 20—25 дней отрождаются личинки, которые развиваются около 3 лет. Личинки 3 раза зимуют и в июне третьего года развития окукливаются. Генерация трехлетняя. Некоторые личинки зимуют еще раз, и длительность генерации их увеличивается таким образом до четырех лет.

Рассмотрим более детально зависимость развития отдельных фаз от условий внешней среды.

Яйцо. Свежеотложенные яйца молочно-белые, овальные, длиной 0.9 мм и шириной 0.45 мм. Относятся яйца к неклеидоическому типу и в первые 3—8 дней развития они абсорбируют воду, увеличиваясь в размере примерно в $1\frac{1}{2}$ раза. В почве с недостаточной влажностью, когда яйца не могут поглощать воду, они не развиваются и погибают. Развитие яиц продолжается 20 дней при температуре 26° и 25 дней при температуре 23° . Необходимая сумма тепла (выше 10°) составляет около 320° . Нижний порог развития лежит около 10° , а верхний порог — выше 31° .

Личинка. Отродившиеся личинки имеют длину тела 2.0—2.2 мм и ширину головы 0.12 мм. Личинки за период своего развития 9—11 раз линяют и имеют, следовательно, 10—12 возрастов. При неблагоприятных условиях питания количество возрастов увеличивается до 13—15. Развитие одного возраста продолжается 8—20 дней (у первых пяти возрастов) и до 30—60 дней у последних возрастов. Скорость развития личинок в значительной степени определяется температурой и пищей. При температуре 25 — 29° продолжительность развития младшего возраста равняется 7—10 дням, а старших 20—30 дням. При температуре 17 — 20° развитие одного возраста у молодых личинок продолжается 20—28 дней, а старших 35—60 и более дней.

Если для личинок пищи недостаточно или имеющаяся пища является мало благоприятной для них, то срок развития личинок значительно удлиняется. При питании проросшей пшеницей развитие личинок крымского щелкуна продолжается в среднем 294 дня, а при питании морковью или картофелем 430—450 дней, т. е. в $1\frac{1}{2}$ раза больше. Кроме того, питающиеся картофелем личинки в большинстве случаев погибают, а выживающие линяют большее число (до 14) раз, причем в последних возрастах почти не увеличиваются в весе и размерах. При питании картофелем только в последних возрастах личинки окукливаются, а из куколок отрождаются жуки, но плодовитость самок ниже, чем при питании пшеницей. В природных условиях личинки не всегда находят достаточно необходимой пищи. Взятые в лабораторию и посаженные в почву с проросшей пшеницей проволочники интенсивно питаются и увеличиваются в весе на 10—20 и более процентов за 1—3 дня.

Личинки щелкунов в каждом возрасте проходят определенные этапы развития, характеризующиеся разным физиологическим состоянием и разным поведением личинок.

1 - й э т а п — линька. Слиявшая личинка в течение первых 3—6 дней (при температуре 18 — 20°) находится в почвенной пещерке, не питается и почти не передвигается. Оказавшись в воде, такая личинка почти не поглощает воды и обводнения ее организма не происходит. В сухом воздухе личинка сравнительно мало теряет воды.

2 - й э т а п — интенсивное питание после линьки. Спустя 3—6 дней после линьки, личинка начинает питаться и увеличиваться в весе. В этот этап, продолжающийся 15—20 дней, личинка при наличии пищи находится около нее и передвигается сравнительно мало; при недостатке пищи личинка передвигается в поисках ее. На этом этапе у личинки проницаемость кутикулы значительно увеличивается.

3 - й э т а п — интенсивное передвижение и незначительное питание личинки. В это время личинки в течение 5—15 дней совершают наиболее значительные передвижения в поисках благоприятных условий температуры, влажности и аэрации. Прони-

цаемость кутикулы личинок на этом этапе несколько выше, чем в предыдущем. За 1 час пребывания в воде личинки увеличиваются в весе на 15—20% за счет абсорбированной воды. В сухом воздухе личинки довольно быстро теряют воду и за 1 час уменьшаются в весе на 15—25%.

4-й этап — подготовка личинок к линьке. За 5—10 дней до линьки личинки почти прекращают передвижения и находятся в изготовленной ими пещерке. Ходы к пещерке остаются открытыми, и личинки иногда перемещаются по ним. На этом этапе личинки абсорбируют воду и увеличиваются в весе на 20—30%. Поглощенная личинками вода прочно связывается в организме и после линьки вес их почти не уменьшается. В сухом воздухе личинки довольно быстро теряют воду (быстрее, чем на 3-м этапе), но при погружении в воду меньше поглощают воды, чем на 3-м этапе.

Таблица 1

Абсорбция воды личинками
крымского шелкуна перед линькой

№ п/п	Вес (в мг)		За сколько дней до ляньки	% увеличе- ния веса	Вес после ляньки (в мг)
	после оконча- ния пи- тания	после аб- сорбции воды			
1	23	28	9	21.7	29
2	14	17	6	21.4	17
3	34	39	9	14.7	41
4	54	65	10	20.4	66
5	62	71	11	14.3	74
6	33	42	10	27.3	42
7	12	15	8	25.0	15
8	41	54	16	30.1	52
9	13	16	8	23.1	16
10	36	42	15	16.7	43
Сред- нее	32.2	38.9	10.2	20.8	39.5

Особенно следует отметить, что личинки только при подготовке к линьке абсорбируют воду и увеличиваются в весе. Если во всех предыдущих этапах они, находясь во влажной почве, не поглощают воду, то на 4-м этапе абсорбция воды идет интенсивно, и, следовательно, личинки активно регулируют поступление воды в организм (табл. 1).

Установление этапов развития одного возраста имеет значение при изучении миграций проволочников и при учете эффективности инсектицидов. Кожанчиков (1953) показал, что в период линяния проволочники и другие насекомые более устойчивы к ДДТ.

В литературе приводятся разнообразные экспериментальные данные о выборе проволочниками слоев почвы с определенной влажностью

(Принц и Бобинская, 1936; Гиляров, 1949, и др.). Различные результаты получены исследователями потому, что не учитывалось физиологическое состояние организма подопытных личинок. Проведенный нами опыт с выбором проволочников почвы разной влажности показал, что распределение их по слоям зависит от физиологического состояния личинок. Личинки 8—10 возрастов крымского шелкуна перед опытом распределялись на 3 группы: 1) питающиеся, 2) закончившие питание, но передвигающиеся, и 3) не передвигающиеся (перед линькой и после линьки). По 10 личинок каждой группы помещалось в цилиндрические стеклянные сосуды диаметром 6 см и высотой 30 см; 4 личинки из них помещались в слой с 10%-й влажностью (от полной влагоемкости) и по 3 личинки в слой с влажностью 50—90%. Каждый слой песка был толщиной 8 см. Температура в течение опыта была 21—24° (табл. 2). Проведенный через 3 дня учет показал, что проволочники третьей группы (ляняющие), независимо от влажности почвы, остались на месте и не передвигались. Большинство (80%) проволочников второй группы (закончившие питание) сосредоточились в слое с влажностью 50%. Проволочники же первой группы (питающиеся) сосредоточились преимущественно в нижнем слое, независимо от того, какая там была влажность (10 или 90%). В варианте опыта, когда для питающихся личинок в каждый слой клалась пища, проволочники встречались во всех слоях, но большинство их находилось в верхнем слое, имевшем 10% влажности почвы. По-видимому, концентрация проволочников в верхнем слое с небольшой влажностью обуславливалась лучшей аэрацией и сравнительной легкостью передвижения личинок в такой почве.

Непередвигающиеся личинки, естественно, не будут иметь контакта с внесенным в почву дустом гексахлорана и будут оставаться живыми. При температуре 15—17° неактивный период у личинок продолжается в каждом возрасте 15—20 и более дней. Поэтому при проведении учета эффективности, спустя 10—15 дней после внесения гексахлорана, часть личинок всегда останется живой.

Зависимость активности личинок крымского шелкуна от температуры следующая. При температуре ниже +7° личинки впадают в состояние холодового ооченения, а при температуре +8° очень слабо двигаются. Передвижение личинки начинают при температуре +9—10°, а питание начинают при температуре выше +10°. Наиболее интенсивные передвижения личинки совершают при температуре 24—30°. Температура выше 32—34° уже тормозит движение и развитие личинки. При температуре выше 40° личинки впадают в тепловое ооченение. Температура ниже —3—4° вызывает гибель личинок. Следовательно, развитие личинок крымского шелкуна возможно только при температуре не ниже +10° и не выше 30—32°. При температуре ниже +10° проволочники не питаются, но передвигаются и тратят энергию, уменьшаясь в весе на 5—13%. Истощенные в период осенне-весенней миграции проволочники начинают интенсивно питаться при повышении температуры весной и сильно повреждать посевы.

В лабораторных условиях при температуре от 15 до 31° и питании проросшими семенами пшеницы получено три поколения крымского шелкуна за 3 года. Личинки были собраны осенью 1953 г. в окрестностях г. Краснодара, а в мае 1954 г. отродились жуки. Одна из самок отложила более 370 яиц. Из отродившихся 11 июля 1954 г. личинок в мае 1955 г. вышли жуки. От самки были получены яйца, из которых 23 июня 1955 г. отродились личинки, давшие в мае 1956 г. жуков. Из отложенных самками яиц 6 июля 1956 г. отродились личинки, которые в октябре 1956 г. достигли 6—8-го возраста.

Над личинками, отродившимися в июле 1954 г., проведены наблюдения; учитывалась продолжительность каждого возраста, размеры личинок и поведение их в разные этапы развития одного возраста (табл. 3—7).

Развитие личинок, давших самок, продолжалось от 229 до 329 дней, в среднем 293 дня. Развитие личинок, из которых вышли самцы, продолжалось от 257 до 308 дней, в среднем 285 дней. Необходимая сумма тепла (выше 10°) колебалась в пределах от 3002 до 4022°; средняя сумма тепла для личинок, давших самок, 3571°, а для самцов 3370°.

Куколка. Окукливаются личинки крымского шелкуна в июне на глубине 10—20 см. Куколка находится в почвенной пещерке, изготовленной личинкой. Куколка воды не абсорбирует, но личинка перед окукливанием

Таблица 2

Распределение проволочников крымского шелкуна в почве при разной ее влажности

Варианты опыта и группы проволочников	Влажность почвы:		
	10 %	50%	90%
	количество проволочников (в %)		
I. Слой с влажностью 10% наверху			
1-я группа	20	0	80
2-я группа	10	80	10
3-я группа	40	30	30
II. Слой с влажностью 90% наверху			
1-я группа	90	10	0
2-я группа	0	80	20
3-я группа	40	30	30
III. Слой с влажностью 10% наверху, в каждом слое есть пища			
1 группа	50	30	20

поглощает воду и увеличивается в весе на 18—26%. Нормальное развитие куколки идет при относительной влажности почвенного воздуха не ниже 100%. В сухом воздухе куколка быстро теряет воду и погибает. При средней температуре 21° куколки самцов развиваются 11 дней, а куколки самок 14 дней. Средняя сумма тепла для куколок самцов составляет 121°, а для куколок самок 154°. Нижний температурный порог развития куколок лежит около 10°.

Таблица 3

Продолжительность развития (в днях) личинок крымского шелкуна при питании проросшей пшеницей (1—13 самки, 14—20 самцы)

№ п/п	Возраст (в днях)													Сумма дней	Сумма тепла (°C)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
1	10	10	14	8	11	15	15	26	38	82	—	—	—	229	3002°
2	18	13	18	14	15	15	20	19	28	34	68	—	—	262	3345
3	19	11	7	10	14	14	24	27	31	33	80	—	—	270	3355
4	14	15	19	17	15	12	30	30	28	50	44	—	—	274	3448
5	14	10	11	19	11	14	29	29	43	28	38	44	—	290	3563
6	14	12	14	9	9	11	20	22	33	36	48	72	—	300	3582
7	17	10	22	9	9	12	19	30	38	56	94	—	—	316	3548
8	24	18	15	10	14	13	17	22	41	54	86	—	—	314	3711
9	18	16	16	18	40	24	48	24	36	43	36	—	—	319	3930
10	14	13	16	13	10	13	15	28	27	27	77	33	42	328	3996
11	10	12	13	10	14	14	19	33	56	40	49	58	—	329	4022
12	12	13	14	13	16	31	29	36	44	82	—	—	—	290	3603
13	13	12	14	19	16	27	27	30	32	42	59	—	—	291	3297
14	18	18	20	13	16	21	51	21	37	42	—	—	—	257	3175
15	20	13	13	7	14	19	35	35	46	59	—	—	—	261	3330
16	19	12	24	14	13	13	27	25	27	24	41	43	—	282	3448
17	10	12	10	10	15	21	30	29	37	124	—	—	—	298	3421
18	10	11	11	11	16	16	30	41	22	43	94	—	—	305	3250
19	13	10	10	16	12	11	11	19	30	38	78	60	—	308	3593
20	16	20	9	11	12	17	15	35	43	32	32	124	—	366	4337
Среднее (дни) .	15.1	13	14.5	12.5	14.6	16.6	25.5	28.5	35.8	43	61.6	62	—	294	3548
Средняя температура (°C) .	27.5	27.3	27.3	27.2	25.7	24.2	22.5	21.3	21.2	20.3	19.5	18.7	—	—	—

Таблица 4

Развитие личинок крымского шелкуна при питании проросшими семенами пшеницы (25 личинок)

Показатели развития	Самки			Самцы		
	среднее	минимальное	максимальное	среднее	минимальное	максимальное
Длительность развития (в днях)	293	229	329	285	257	308
Количество возрастов	11.3	10	13	11	10	12
Ширина головы в последнем возрасте (в мм)	1.8	1.55	2.1	1.5	1.4	1.7
Вес личинки последнего возраста (в мг)	62	38	82	36	30	49
Вес куколки (в мг)	76	55	98	47	36	53
Вес жука (в мг)	59	42	79	31	25	37
Сумма тепла (в °C)	3571	3002	4022	3370	3175	3593

Жук. Хотя самки и не нуждаются в дополнительном питании, но выходят они из куколок с незрелыми яйцами. После отрождения из куколки жуки крымского шелкуна некоторое время остаются в куколочной пещерке, а спустя 5—10 дней выходят на поверхность почвы. При температуре 22° самки начинают спариваться спустя 9—19 дней после выхода из куколки, а откладку яиц начинают спустя еще 4—13 дней. Плодовитость самок довольно высокая. Из 11 самок в опыте 2 самки отложили

Т а б л и ц а 5

Развитие личинок крымского шелкуна при питании разной пищей (40 личинок)

Показатели развития	Пшеница			Картофель			Морковь		
	сред- нее	мини- маль- ное	макси- маль- ное	сред- нее	мини- маль- ное	макси- маль- ное	сред- нее	мини- маль- ное	макси- маль- ное
Длительность развития (в днях)	294	229	366 *	430	310	530	450	320	604
Количество возрастов	11.3	10	13	12.7	11	15	13	12	14
Ширина головы в последнем возрасте (в мм)	1.72	1.4	2.1	1.4	1.28	1.52	1.64	1.5	1.8
Вес личинки последнего возраста (в мг)	52	30	82	26	16	37	55	49	59
Вес куколки (в мг) . .	66	36	98	31**	27	37	56	40	63
Сумма тепла (в °C) . .	3548	3002	4337	4890	3800	6332	5600	4646	6400

Примечание.* Личинка более двух месяцев находилась в состоянии диапаузы.
 ** Окукливание происходило только в случае питания личинок первых возрастов пшеницей.

Т а б л и ц а 6

Ширина головы (в мм) личинок крымского шелкуна (из личинок 1—13 вышли самки, из 14—20 самцы)

№ п/п	Возраст												
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й	11-й	12-й	13-й
1	0.12	0.18	0.24	0.31	0.42	0.51	0.77	1.0	1.32	1.7	—	—	—
2	0.12	0.17	0.23	0.30	0.36	0.43	0.65	1.85	1.06	1.28	1.55	—	—
3	0.12	0.20	0.26	0.33	0.43	0.56	0.74	0.96	1.28	1.42	1.80	—	—
4	0.12	0.21	0.30	0.39	0.47	0.7	0.9	1.25	1.42	1.7	1.9	—	—
5	0.13	0.20	0.30	0.45	0.6	0.75	1.05	1.3	1.54	1.7	1.85	1.97	—
6	0.12	0.18	0.25	0.32	0.4	0.56	0.8	1.0	1.43	1.65	1.9	2.1	—
7	0.12	0.18	0.25	0.32	0.48	0.65	0.9	1.2	1.5	1.72	1.95	—	—
8	0.12	0.17	0.22	0.29	0.37	0.52	0.76	0.95	1.28	1.5	1.85	—	—
9	0.12	0.20	0.27	0.32	0.37	0.48	0.67	0.92	1.3	1.45	1.75	—	—
10	0.12	0.16	0.23	0.30	0.4	0.5	0.7	0.93	1.1	1.3	1.46	1.7	1.8
11	0.12	0.18	0.26	0.32	0.48	0.6	0.86	1.1	1.35	1.56	1.8	2.03	—
12	0.13	0.20	0.30	0.45	0.7	0.9	1.12	1.43	1.6	1.8	—	—	—
13	0.13	0.20	0.32	0.43	0.52	0.72	0.95	1.1	1.85	1.54	1.72	—	—
14	0.12	0.23	0.32	0.4	0.5	0.68	0.9	1.0	1.22	1.4	—	—	—
15	0.12	0.20	0.32	0.42	0.65	0.8	1.0	1.25	1.4	1.5	—	—	—
16	0.12	0.18	0.26	0.33	0.41	0.52	0.6	0.88	0.9	1.1	1.28	1.43	—
17	0.12	0.17	0.26	0.32	0.45	0.6	0.87	1.05	1.28	1.45	—	—	—
18	0.13	0.21	0.30	0.37	0.47	0.56	0.87	1.12	1.25	1.4	1.65	—	—
19	0.13	0.22	0.31	0.38	0.52	0.65	0.76	0.93	1.18	1.38	1.5	1.7	—
20	0.12	0.18	0.26	0.32	0.45	0.52	0.7	0.85	0.95	1.03	1.27	1.4	—
Среднее самки	0.12	0.19	0.26	0.35	0.45	0.60	0.84	1.10	1.35	1.56	1.8	2.0	—
Самцы .	0.12	0.20	0.29	0.36	0.49	0.62	0.81	1.0	1.17	1.32	1.42	1.55	—

Таблица 7

Сумма тепла (в °C), необходимого для развития личинок крымского шелкопу (1—13 самки, 14—20 самцы)

№ п/п	Возраст													Сумма тепла
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й	11-й	12-й	13-й	
1	190	171	242	135	192	225	225	296	458	870	—	—	—	3002°
2	324	221	318	234	219	219	220	220	312	364	694	—	—	3345
3	153	170	198	123	167	200	210	288	324	360	346	816	—	3355
4	252	255	338	255	220	169	333	351	300	535	440	—	—	3448
5	252	176	187	338	185	204	368	348	500	297	369	339	—	3563
6	228	197	238	162	153	181	294	264	379	378	518	590	—	3582
7	306	180	187	157	150	174	278	333	437	594	752	—	—	3548
8	418	299	262	166	203	195	187	255	471	567	688	—	—	3711
9	308	269	285	306	536	278	514	259	381	421	374	—	—	3930
10	252	221	288	224	166	188	225	308	313	283	785	323	420	3996
11	170	208	234	174	231	210	228	363	644	420	490	650	—	4022
12	192	234	242	195	245	465	319	416	475	820	—	—	—	3603
13	208	216	242	285	232	292	305	315	330	400	472	—	—	3297
14	306	315	312	195	208	235	561	227	392	424	—	—	—	3175
15	360	221	234	122	235	279	420	410	506	543	—	—	—	3330
16	342	204	422	230	190	183	297	290	283	260	394	353	—	3448
17	190	205	173	169	262	315	345	348	385	1029*	—	—	—	3421
18	160	153	198	192	250	234	345	246	238	473	761	—	—	3250
19	234	178	160	280	204	165	228	345	437	741	456	—	—	3593
20	288	360	153	189	200	243	219	490	473	333	1066*	—	—	4337
Среднее	256	223	246	206	223	233	303	313	397	490	546	574	—	3548
Продол- житель- ность (в днях)	15.1	13	14.5	12.5	14.6	16.6	25.5	28.5	35.8	43	61.6	62	—	—
Средняя темпе- ратура (в °C)	27.5	27.3	27.3	27.2	25.7	24.2	22.5	21.3	21.2	20.3	19.5	18.7	—	—

Примечание. * Личинки более двух месяцев диапаузировали (прекратили питание и не окукливались).

более чем по 200 яиц, а 1 самка отложила более 370 яиц. Созревание самок при средней температуре 21.2° продолжается 25 дней, а сумма тепла (выше 12°) составляет 232° (табл. 8). Период откладки яиц продолжается от 3 до 25 дней, а общая продолжительность жизни самки 29—64 дня.

Лёт жуков происходит в июле—начале августа. Во второй половине дня (с 16—18 часов) жуков можно находить на растениях; перед заходом солнца самцы делают небольшие перелеты. Наиболее интенсивный лёт жуков происходит вечером, спустя 20—30 минут после захода солнца; в это время происходит спаривание и лёт самок в поисках благоприятных мест яйцекладки. Жуки не питаются. Самки избирают для откладки яиц участки с негустой растительностью и рыхлой почвой, занятые овощными культурами. На люцерну и посевы пшеницы самки не летят.

Отрождаются из яиц личинки в августе. К осени личинки достигают 2—3-го возраста и зимуют. Второй раз зимуют личинки в 5—7-м воз-

расте и третий раз в 8—10-м возрасте. На третий год развития личинки окукливаются в июне. Некоторые личинки не окукливаются и зимуют четвертый раз; генерация в этом случае удлиняется до 4 лет.

Сумма тепла для развития яиц составляет 320°, для личинок 3571°, для куколок 154° и для созревания самок 232°, а на весь цикл 4277°. В окрестностях Краснодара сумма тепла (выше 10°) в почве за летний период составляет 1600—2000°, и, следовательно, необходимая для завершения одной генерации сумма тепла получится только за 3 года. Конечно, строгой зависимости продолжительности генерации от суммы тепла в природных условиях обнаружить не удастся в силу того, что личинки летом бывают в слоях с разной температурой, и в силу того, что продолжительность развития личинок определяется также и пищей.

Наблюдения показывают, что проволочники совершают значительные вертикальные и горизонтальные миграции в поисках благоприятных условий. Принято считать, что вертикальные передвижения по горизонтам почвы определяются температурным режимом и влажностью почвы; при сухости поверхностного горизонта почвы личинки устремляются в нижние горизонты. Осенние миграции в нижние горизонты вызываются понижением температуры почвы и у темного щелкуна (*Agriotes obscurus* L.) начинаются при 9° (Щеголев, 1955). Однако в ряде случаев наблюдается совершенно иная зависимость вертикального распределения проволочников. Не следует забывать, что поведение проволочников определяется в значительной мере потребностью питания. В связи с тем, что наибольшие передвижения проволочники совершают в поисках пищи, становятся понятными факты нахождения их в слоях с повышенной температурой и пониженной влажностью, если там имеется пища и проволочники в данное время нуждаются в ней. Мечение проволочников нами проводилось черной тушью, путем нанесения ее кисточкой на межсегментные складки при раздвигании сегментов. Часто наблюдалось, что если на пути движения встречается пища, то проволочники задерживаются около нее. При отсутствии пищи проволочники старших возрастов совершают значительные горизонтальные миграции. За 1 сутки при температуре 23—29° в рыхлой почве они передвигаются в среднем на 1 м. При плотной почве (подсохший чернозем) они не могут преодолеть за то же время расстояния в 6—10 см. Если при изучении вертикального размещения проволочников учитывать не только гидротермический режим почвы, но и роль пищи, то становится ясным, почему в одно и то же время на разных культурах проволочники находятся в разных слоях почвы. В верхнем слое они находятся на озимых злаках ранней весной, на табаке — поздней весной (после высадки рассады), на овощных культурах — весной и летом, а на томатах — весной (после высадки рассады) и осенью (под опавшими плодами), на арахисе — в течение всего лета вследствие посто-

Таблица 8

Длительность созревания и плодовитость самок крымского щелкуна

№ самки	Созревание (в днях)	Средняя температура (в °C)	Сумма тепла выше 12°	Отложено яиц	Период откладки яиц (в днях)	Длительность жизни (в днях)
1	43	18	258	57	18	64
2	25	20.4	210	4 *	5	36
3	16	22	160	39	25	46
4	21	21	189	157	23	47
5	30	23	330	137	15	45
6	34	23.2	381	8 *	10	45
7	20	20.5	170	91	25	45
8	24	23	264	370	15	40
9	28	21	252	128	3	32
10	19	20.5	161	212	18	37
11	20	21	180	209	5	29
В среднем	25	21.2	232	120	15	42

Примечание.* При вскрытии обнаружено более 120 зрелых яиц.

янного наличия пищи (бобы арахиса). Наши наблюдения показывают, что при наличии пищи в верхнем слое большинство проволочников крымского шелкоу (питающиеся) остается в этом слое даже и при температуре 28—30°. Однако когда период интенсивного питания заканчивается, то размещение проволочников определяется уже температурой.

Осенью более высокая температура нижних слоев и понижение температуры верхнего слоя почвы до +7—9° приводят личинок крымского шелкоу к миграции в глубь почвы. Однако интенсивно питающиеся проволочники остаются около кормового растения и здесь зимуют. Если зимнее понижение температуры почвы не оказалось губительным для личинки, то при первом прогревании почвы весной они начинают передвигаться и питаться, т. е. повреждать культурные растения. Дальнейшее прогревание до +8—9° глубже лежащих слоев почвы приводит к подъему вверх зимовавших там проволочников. Зимовкой некоторой части личинок в верхнем слое почвы хорошо объясняются факты нахождения проволочников около растений весной, когда в глубже лежащих слоях температура еще не повысилась настолько, чтобы личинки могли мигрировать вверх. Взятые в лабораторию поздней осенью личинки из верхнего слоя интенсивно питаются, а ушедшие вглубь питаются сравнительно мало.

В разные годы, в зависимости от динамики условий температуры, влажности почвы и наличия пищи, наблюдается различие в вертикальном распределении проволочников. Более теплые условия весны 1952 г. способствовали подъему проволочников вверх уже в первой декаде апреля. В августе—сентябре верхний слой почвы был сравнительно влажным, и проволочники находились в нем.

В 1954 г. поднятие проволочников происходило в середине апреля. В течение мая—июня они находились в верхнем (1—10 см) слое. В июле проволочники оставались в верхнем слое на более влажных участках, а на более сухих участках некоторые оставались около корней сорных растений, а другие уходили в глубь почвы. В августе, при отсутствии дождя, верхний слой почвы был довольно сухим, и проволочники находились в глубже лежащих слоях (10—30 см.) Там же, где встречались гниющие остатки растений, проволочники задерживались около них. В конце сентября—начале октября верхний слой увлажнился и проволочники сосредоточились в нем, а в середине октября начался осенний уход их вглубь.

При неблагоприятных условиях питания у проволочников наблюдается состояние, которое можно охарактеризовать как диапаузу. Личинки при наличии пищи в этот период не питаются, сравнительно мало передвигаются и долгое время (3—6 и более месяцев) не линяют на следующий возраст. За это время недиапазирующие личинки успевают слينуть 2—4 раза. После продолжительного пребывания в состоянии диапаузы личинки абсорбируют воду, увеличиваясь в весе на 20—30 %, и дней через 5—7 линяют. После линьки они начинают нормально питаться и через некоторое время линяют на следующий возраст. Состояние диапаузы отличается от состояния голодания проволочников при недостатке пищи, в первую очередь тем, что голодающие проволочники, оказавшись около пищи, начинают питаться и через некоторое время линяют, а диапазирующие не питаются. Диапауза является приспособлением к перенесению проволочниками неблагоприятных условий. Она, естественно, приводит к удлинению генерации.

Среди личинок крымского шелкоу возможен каннибализм. При недостатке пищи и скученности личинки могут поедать особей своего вида. В лабораторных условиях личинки, слинявшие на 2-й возраст, поедают готовящихся линять личинок 1-го возраста. Проявляется каннибализм

и среди личинок старших возрастов. Для определения возможности развития личинок при питании только особями своего вида был поставлен опыт. Личинкам крымского шелкуна последних двух возрастов давались в пищу только личинки. Личинки, питавшиеся такой пищей, развивались нормально и окукливались, а вышедшие самки были плодовиты. Явления каннибализма требует тщательного изучения в природных условиях. Несомненно, что имеющиеся в литературе указания на длительное выживание проволочников без пищи объясняется каннибализмом.

БИОЛОГИЯ ПОСЕВНОГО ЩЕЛКУНА (*AGRIOTES SPUTATOR* L.)

Зимуют у посевного шелкуна личинки разных возрастов и жуки. В апреле жуки выходят на поверхность почвы и встречаются до июля. Созревание самок длится более 10—20 дней при температуре 21—25°. Самки в дополнительном питании не нуждаются и в мае—начале июня откладывают яйца. В июне—июле из яиц отрождаются личинки, которые к осени достигают 3—4-го возраста и зимуют. Следующим летом личинки развиваются до 6—8-го возраста и опять зимуют. На третье лето часть личинок достигает последнего возраста и окукливается в июле, а часть личинок, не успевших закончить развитие, зимует третий раз и окукливается следующим летом. Генерация — трех- или четырехлетняя.

Более детальное ознакомление с развитием отдельных фаз посевного шелкуна показывает, что в ряде черт проявляется известное сходство с развитием крымского шелкуна, например абсорбция воды яйцами и личинками, количество возрастов, сходные этапы развития одного возраста и некоторые другие. В то же время имеются и различия в зависимости активности и скорости развития личинок от температуры, в поведении отродившихся жуков, в коэффициенте увеличения размеров личинки после линьки и другие.

Яйцо. Свежеотложенные яйца молочно-белые, овальные, длиной 0.6 мм и шириной 0.3 мм. В первые дни развития яйца абсорбируют воду и увеличиваются в размере в 1½ раза, преимущественно в ширину. Развиваются яйца 22 дня при средней температуре 24° и 27 дней при температуре 21.4°. Необходимая сумма тепла (выше 10°) составляет около 300°.

Личинка. Отродившиеся личинки имеют длину тела 1.8—2.0 мм и ширину головы 0.12 мм. За период развития личинки проходят 11—12 возрастов. Личинки посевного шелкуна при температуре +6—7° впадают в состояние холодового оцепенения, а при температуре +8—9° начинают передвигаться. Верхний температурный порог развития лежит выше +31°. Оптимальной температурой, при которой быстрее всего идет развитие личинок, является +25—28°. Питание личинки начинают при температуре +10°; приблизительно эта же температура является и нижним температурным порогом развития.

В лабораторных условиях личинки хорошо развиваются при питании проросшими семенами пшеницы. При средней температуре 20—26° (амплитуда колебаний 16—31°) личинки развивались от 260 до 305 дней. Сумма тепла (выше 10°) составляет 3200—3700°. Различие в сроках развития личинок обусловлено, по-видимому, и некоторыми отличиями в условиях питания при кажущейся однородности пищи в одной и той же серии опыта. Дело в том, что личинки иногда питаются только молодыми сочными корешками пшеницы, иногда питаются эндоспермом и забираются внутрь зерна, а иногда повреждают молодой стебелек. Известно, что разные части растения содержат разное количество органических веществ (белков, углеводов и др.). Следовательно, даже при сравнительно однородной пище будет наблюдаться неодинаковое накопление личинкой

жиробелковых запасов. Однако этот вопрос требует специального изучения. В качестве примера можно привести только сопоставление скорости развития двух личинок. Одна личинка за 86 дней развилась до 8-го возраста, а другая личинка слияла на 8-й возраст на 128-й день при тех же в общем условиях содержания. Одна личинка посевного шелкуна в течение 172 дней прошла в своем развитии 10 возрастов и затем в течение 193 дней проходила развитие одного возраста (последнего). Сумма тепла для пер-

Таблица 9

Развитие личинки посевного шелкуна

Возраст	Длительность (в днях)	Температура (в °C)			Сумма тепла (выше 10°)	Ширина головы (в мм)	Длина тела (в мм)
		средняя	минимальная	максимальная			
1-й .	13	28.0	24	30	234	0.12	1.8
2-й .	10	27.3	26	31	173	0.18	2.8
3-й .	12	27.4	25	30	209	0.22	3.7
4-й .	8	26.6	25	28	133	0.29	4.5
5-й .	8	24.7	24	27	118	0.33	5.0
6-й .	18	24.5	24	27	261	0.37	5.7
7-й .	17	22.6	18	25	214	0.47	7
8-й .	24	21.7	17	25	281	0.58	9
9-й .	28	21.6	18	28	325	0.9	11
10-й .	39	20.7	18	23	417	1.03	14
11-й .	90	20.3	17	23	927	1.25	18
Сумма .	267	22.3	17	31	3292	—	—
Кукол-ка .	10	22	21	24	120	—	—

вых 10 возрастов составляет 2305°, а для одного (11-го) возраста 2354°, т. е. более чем для 10 возрастов. Эта личинка в 11-м возрасте диапавизировала, и вес ее в течение 120 дней не увеличивался, а затем личинка абсорбировала воду, увеличившись в весе на 20% и через 5 дней окуклилась.

Приводим в табл. 9 наиболее типичное развитие одной личинки.

Куколка. Окукливаются личинки посевного шелкуна в июле или в августе. Глубина окукливания определяется в значительной мере влажностью почвы. Так как летом обычно верхний слой почвы бывает более сухим, то личинки уходят на глубину 10—20 и более сантиметров и там окукливаются. Фаза куколки продолжается 8—12 дней при температуре 21—25°.

Жук. Отродившиеся летом жуки остаются зимовать в почве и выходят на поверхность следующей весной. Скорость созревания самок установить несколько труднее в силу того, что они зимуют и длительность их жизни очень большая. Однако наблюдалось, что отродившаяся самка откладывала яйца в лабораторных условиях в то же лето. Таким образом, можно сделать вывод о том, что самкам не необходимо зимнее понижение температуры для созревания яиц.

Жуки посевного шелкуна являются сумеречными насекомыми. Днем жуки прячутся под укрытиями на поверхности почвы, а вечером выходят из затененных мест и летают. Самцов иногда можно находить днем на растениях, но самки выходят на поверхность почвы только после захода солнца; в это время происходит копуляция. Оплодотворенные самки здесь же зарываются или летят в поисках мест яйцекладки. Часто самок можно видеть ползающими по поверхности почвы, причем наиболее благоприятные условия для такого передвижения бывают на участках с разреженным травостоем. Жуки не питаются, но в лаборатории пьют воду.

Принимая сумму тепла, необходимую для развития куколки, 120°, созревания самки 200°, развития яиц 300° и развития личинок 3300°, получаем сумму тепла для развития одной генерации 3920°. Эта сумма

тепла несколько меньше, чем таковая для одной генерации крымского щелкуна. Вполне естественно, что вид, распространенный дальше на север (посевной щелкун), требует несколько меньше тепла для развития одной генерации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение следует отметить, что сочетание природных наблюдений с лабораторными опытами дает возможность наиболее полно изучить биологию почвенных насекомых. Кажущаяся трудность воспитания почвенных насекомых в лабораторных условиях объясняется тем, что в лаборатории не всегда создавались необходимые условия питания личинок и аэрации почвы. Самая большая трудность заключается в длительности развития одной генерации (10—12 и более месяцев). Изучение проволочников в лабораторных условиях показало, что только таким путем возможно наиболее быстро и всесторонне изучить развитие их в зависимости от температуры, влажности и пищи. При таком изучении удалось установить количество возрастов у личинок, абсорбцию воды яйцами и личинками, влияние пищи на развитие личинок и другие черты жизни и поведения проволочников. Раскрытие этих особенностей несомненно поможет и в проведении более эффективной борьбы с такими опасными вредителями, как проволочники.

ЛИТЕРАТУРА

- Г и л я р о в М. С. 1949. Особенности почвы как среды обитания и ее значение в эволюции насекомых. Изд. АН СССР, М.—Л.
- К о ж а н ч и к о в И. В. 1953. К пониманию физиологического действия дихлордифенилтрихлорэтана (ДДТ) на насекомых. Сборн. раб. Инст. прикл. зоол. и фитопатол., 2.
- П р и н ц Я. И. и С. Г. Б о б и н с к а я. 1936. Влияние влажности почвы на передвижение и питание проволочников. Итоги н.-и. работ ВИЗР за 1935 г., Л.
- Щ е г о л е в В. Н. (ред.). 1955. Сельскохозяйственная энтомология. Сельхозгиз, М.—Л.

Кафедра зоологии
Краснодарского государственного
педагогического института,
Краснодар.