

Н. М. Эдельман

ВЛИЯНИЕ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР НА ЖУКОВ ИЗ СЕМЕЙСТВА
ЧЕРНОТЕЛОК (TENEBRIONIDAE)

Наиболее важным фактором для зимующих насекомых является температура. Особенно сильно влияние низких температур сказывается на насекомых, зимующих в поверхностном слое почвы, где они могут подвергаться значительному охлаждению. В годы с небольшим снежным покровом это может вызвать сильное снижение зимующей популяции. Отсюда следует, что для правильного планирования и организации мероприятий по борьбе с вредными насекомыми необходимо располагать сведениями о размере смертности их в течение зимовки, внося этим коррективы в данные, полученные в результате осенних обследований.

Предметом настоящего исследования является изучение холодостойкости жуков из семейства чернотелок (*Tenebrionidae*). Несмотря на широкое распространение и большое экономическое значение чернотелок, биология их изучена слабо. Наиболее полная работа Оглоблина и Колобовой (1927) далеко не удовлетворительна и не касается вопросов экологии. Сведения же о холодостойкости чернотелок совсем отсутствуют.

Задача нашего исследования сводилась к установлению минимальных температур, смертельных для чернотелок, и выяснению факторов, оказывающих влияние на холодостойкость. К таким факторам относятся длительность охлаждения, влажность окружающей среды и физиологическое состояние насекомых. Затем, путем сопоставления данных о холодостойкости с метеорологическими данными по районам массового размножения чернотелок была сделана попытка дать оценку роли низких температур в динамике численности трех представителей этого семейства.

Опыты проводились в г. Камышине Сталинградского края, на территории агролесомелиоративного пункта Всесоюзного Научно-исследовательского института агролесомелиорации, и в Ленинграде в лаборатории почвенных вредителей Всесоюзного Института защиты растений.

Методика

Опыты ставились с двумя видами чернотелок — песчаным медляком (*Opatrum sabulosum* L.) и люцерновой чернотелкой (*Anatolica eremita* Stev.). Первый вид встречается в зоне поlezащитного лесоразведения в основной своей массе по опушкам поlezащитных полос и соснового леса, второй — исключительно на открытых местах, в межполосных пространствах и в степи. Песчаный медляк залегает в спячку в июле, люцерновая чернотелка — в сентябре.

Оба вида имеют большое экономическое значение. Песчаный медляк, широко распространенный по СССР и в южных, и в восточных районах, получил печальную известность как вредитель овощных и пропашных культур. Люцерновая чернотелка изучена значительно слабее. По наблюдениям В. М. Березиной, этот вид, наряду с песчаным медляком, питается овощными культурами, нанося им большой ущерб.

Все опыты ставились с жуками, так как оба вида зимуют в этой фазе развития. Осенью (сентябрь — октябрь) и весной (март — май) насекомые для опытов брались непосредственно из природы. Зимующие жуки содержались до опыта в лаборатории в банках с песком при температуре -0.75° , а активные жуки при температуре $+7^{\circ}$ и $+15^{\circ}$. Влажность песка в обоих случаях была 5.5% от сухого веса. Испытание действия низких температур на насекомых производилось в криоскопе, с помощью криогидратных растворов по стандартной методике (Кожанчиков, 1937).

Показателем холодостойкости являлся процент гибели жуков при определенной температуре и экспозиции. Учет смертности производился в день окончания опыта, а затем — на второй, пятый и десятый день. Одновременно с учетом смертности во всех сериях опытов производилось определение физиологического состояния жуков. В качестве физиологических показателей были взяты: 1) общее количество воды, 2) количество жира и 3) энергия дыхания. Определение энергии дыхания производилось в аппарате Крюга, жира — в аппарате Сокслета.

Сезонные изменения холодостойкости

Известны сведения о том, что холодостойкость насекомых не постоянна и сильно меняется в зависимости от времени года (Knight, 1923; Payne, 1927, 1928; Сахаров, 1928; Лозина-Лозинский, 1935а, 1935б, 1937). Поэтому характеристика холодостойкости вида будет неполна и неточна, если она не будет изучена в сезонном разрезе.

В наших опытах определение холодостойкости производилось с сентября до апреля, т. е. начиная с зимовки и кончая периодом спаривания жуков.

Сезонные изменения холодостойкости обоих видов приведены в табл. 1 и 2.

Как видно из этих таблиц, холодостойкость в течение года сильно меняется. При этом наиболее сильные изменения наблюдаются при переходе жуков от активного состояния к спячке и обратно. Так, жуки люцерновой чернотелки, залегающие в спячку в середине октября, в сентябре характеризуются слабой сопротивляемостью к морозам. При температуре -7° они погибают через 2 суток, а при более низких температурах смертность наступает почти мгновенно.

С уходом на зимовку холодостойкость их резко повышается и достигает своего высшего предела в январе. В апреле, с наступлением теплых дней, наблюдается обратный процесс — стойкость к морозам начинает уменьшаться и катастрофически падает при выходе жуков на поверхность (10 IV). В этот период жуки не выдерживают охлаждения до -7° даже в течение двух дней, тогда как зимой при этой же температуре они погибают лишь на 85-й день.

Песчаный медляк ведет себя несколько иначе. Так как жуки залегают в почву в конце июня, то к сентябрю они уже в значительной степени успевают подготовиться к зимовке. Вот почему в этот период они лучше выдер-

Т а б л и ц а 1

Сезонные изменения холодостойкости жуков песчаного медляка (*Opatrum sabulosum* L.)

Дата закладки опытов	Состояние жуков	Летальные экспозиции			
		— 3°	— 7°	— 11°	— 15°
10 IX	Зимовка	Мертвые жуки	16 суток	15 мин.	15 мин.
25 IX	»	отсутствуют	25 »	6 »	15 »
25 X	»		57 »	18 »	2 сут.
25 XI	»		72 »	45 »	8 »
25 I	»		94 »	59 »	17 »
25 II	»		87 »	50 »	12 »
6 IV	»		55 »	32 »	2 »
16 IV	Начало ухода с зимовки	105 суток	8 »	4 »	15 мин.
24 IV	Начало спаривания	90 »	4 »	4 часа	10 »
8 V	Яйцекладка	—	4 часа	15 мин.	10 »

Т а б л и ц а 2

Сезонные изменения холодостойкости у жуков люцерновой чернотелки (*Anatolica eremita* Stev.)

Дата закладки опытов	Состояние жуков	Летальные экспозиции			
		—3°	—7°	—11°	—15°
10 IX	Активные, питаются	Мертвые жуки	2 сут.	15 мин.	10 мин.
25 IX	Начало ухода на зимовку	отсутств.	4 »	30 »	10 »
25 X	Зимовка		25 »	8 сут.	12 час.
25 XI	»		58 »	29 »	3 сут.
25 I	»		85 »	49 »	10 »
25 II	»		76 »	40 »	6 »
6 IV	»		81 »	12 »	10 час.
10 IV	Выход на поверхность	61 сут.	2 »	3 часа	10 мин.
20 IV	Яйцекладка	—	3 часа	10 мин.	10 »

живают морозы, чем люцерновая чернотелка. То же самое наблюдается и весной. И в этот период песчаный медляк более холодостоек, чем люцерновая чернотелка, которая значительно раньше чем первый вид покидает места зимовки. Зимой же, в ноябре—декабре, различие в холодостойкости уничтожается и становится малозаметным. Также мало отличается холодостойкость у активных жуков.

Таким образом, несмотря на некоторые различия, холодостойкость обоих видов характеризуется одной особенностью — резко выраженной сезонной изменчивостью, которая появляется в снижении холодостойкости весной и осенью и увеличением ее в зимний период.

Причиной этому является изменение физиологического состояния насекомых в течение года.

Факт подготовки насекомых к зимовке общеизвестен. Имеется большое количество работ, посвященных изменению физиологического состояния

насекомых в осенний период. Ряд исследований посвящен изучению сезонной динамики отдельных физиологических особенностей (Раупе, 1927; Сахаров, 1928; Мончадский, 1935; Калабухов, 1946; Лозина-Лозинский, 1937). Однако более полные и систематические наблюдения за физиологическим состоянием зимующих насекомых, которые охватывали бы ряд физиологических особенностей, отсутствуют.

Нами при изучении сезонных изменений холодостойкости велся учет сезонной динамики количества жира, воды и энергии дыхания. Наблюдения производились ежемесячно с сентября до апреля и в те же сроки, что и определение холодостойкости.

Полученные данные сведены в табл. 3. Значительный запас жира, накопленный осенью, в течение зимы расходуется у обоих видов, и весной жуки выходят на поверхность почти обезжиренными. Наибольшая трата жира у обоих видов наблюдается в зимние месяцы (декабрь—февраль).

Общее количество воды у обоих видов с сентября по январь постепенно снижается. С февраля наблюдается обратный процесс — постепенное увеличение количества воды, достигающее максимума при уходе жуков с места зимовки.

Что касается энергии дыхания, то она у обоих видов снижается с осени до января, а затем снова повышается к весне, давая резкий скачок при переходе жуков в активное состояние.

Таким образом, у обоих видов наблюдается определенная ритмичность в изменении физиологических процессов, которая выражается в постепенном расходовании жира в период зимовки, в снижении количества воды и энергии дыхания с осени до января и последующем увеличении их с января до весны. Эти изменения нужно рассматривать как приспособление к зимовке. Так, жир в период зимовки служит источником энергетических процессов. Доказательством этого является как сам факт уменьшения жира за зиму, так и снижение дыхательного коэффициента до 0.78%. Только у насекомых, не впадающих в спячку, жировые отложения могут отсутствовать. В качестве примера служат пчелы, которые обычно зиму проводят в активном состоянии и не способны накапливать резервы питательных веществ, в результате чего почти совершенно не выдерживают опеченения (Калабухов, 1933).

Уменьшение количества воды также является характерной особенностью насекомых, зимующих при отрицательных температурах.

Так, было установлено, что у картофельного жука при зимовке в теплых районах снижение общего количества воды не наблюдается, что имеет место в холодных районах. Бодин (Bodine, 1923), экспериментируя с двумя видами кузнечиков, показал, что у одного из них, нормально не впадающего в зимнюю спячку, осенью количество воды остается без изменения, в то время как у второго оно значительно снижается. У муравьев (*Formica ulkei* Emmer.), обитающих в муравейнике при температуре $+4^{\circ}$, разница в содержании воды зимой и летом почти отсутствует (Drauer, 1932).

Снижение энергии дыхания также характерно только для насекомых, зимующих при отрицательных температурах. У насекомых же, не впадающих в опеченение, например у пчел, в течение зимы сохраняется такой же газообмен, как и в летнее время, что способствует сохранению высокой температуры в улье (Калабухов, 1933).

Сезонная динамика физиологических процессов сложилась под влиянием климатических условий, однако это не значит, что она является только результатом непосредственного воздействия внешней среды. Тот факт, что в наших опытах сезонные изменения физиологического состояния установлены также у насекомых, находившихся с октября по апрель

Сезонные изменения физиологического состояния у жуков-чернотелок

Дата анализа	Песчаный медляк (<i>Opatrum sabulosum</i> L.)					Люцерновая чернотелка (<i>Anatolica eremita</i> Stiv.)				
	состояние жуков	% воды	% жира		количество O ₂ на 1 г живого веса в 1 час	состояние жуков	% воды	% жира		количество O ₂ в мм ³ на 1 г живого веса в 1 час
			на живой вес	на сухой вес				на живой вес	на сухой вес	
25 IX	Зимовка	53.8	6.4	13.4	395.0	Активны, питаются	60.1	5.4	12.0	523.4
25 X	»	53.3	5.4	12.9	191.0	Зимовка	55.8	5.9	12.9	275.8
25 XI	»	52.6	5.4	11.4	144.4	»	53.2	5.0	11.0	197.2
25 I	»	52.2	2.9	7.2	91.8	»	52.8	3.3	7.8	114.7
25 II	»	55.8	2.4	6.1	181.6	»	56.0	2.9	6.6	192.2
25 III	»	58.8	2.0	5.9	309.6	»	59.9	1.9	5.8	437.2
10 IV	Передвижение в подстилке	60.2	1.6	5.0	890.2	Начало активности	62.1	1.2	4.0	937.3
25 IV	Питание	60.9	2.1	6.0	1090.2	Питание	62.9	2.0	5.5	1235.8

в постоянных условиях температуры и влажности (табл. 3), позволяет сделать заключение, что у чернотелок имеется определенный сезонный ритм физиологических процессов, более или менее закрепленный, получивший отражение в сезонной изменчивости холодостойкости. Подтверждением этому может служить наличие сезонных изменений холодостойкости у насекомых, в течение года содержавшихся в лаборатории в постоянных условиях температуры и влажности (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

Сезонные изменения холодостойкости у насекомых, находящихся в лабораторных условиях (температура содержания $+7^{\circ}$, влажность 1.8%, температура охлаждения -7°)

Вид	Летальные экспозиции		
	Июль	Октябрь	Январь
Кукурузная чернотелка (<i>Pedinus femoralis</i> L.)	7 суток	12 суток	15 суток
Песчаный медляк (<i>Opatrum sabulosum</i> L.)	10 суток	14 суток	18 суток

Следовательно, можно предположить, что весенние и осенние заморозки для чернотелок могут быть более опасны, чем длительные зимние морозы.

Влияние влажности среды на холодостойкость

При изучении влияния влажности среды на холодостойкость чернотелок использовались насекомые, содержавшиеся в лаборатории и взятые непосредственно из природы.

В лабораторных опытах насекомые в течение месяца содержались в песке определенной влажности, после чего подвергались охлаждению. Испытывалось два варианта влажности — 1.8% и 9% (от сухого веса). В одной серии опытов насекомые перед началом эксперимента извлекались из песка, помещались в пробирки и охлаждались обычным способом. Во второй серии опытов охлаждение производилось в стаканах емкостью 200 см³. Стаканы наполнялись песком, а насекомые помещались в центр стакана так, чтобы между жуками и стенками сосуда всегда была прослойка песка одинаковой толщины. Во всех опытах использовались жуки, находящиеся в активном состоянии. Результаты опытов сведены в табл. 5. Жуки, находящиеся во влажной среде, более чувствительны к низким температурам, чем в сухой. При этом разница в летальных экспозициях, независимо от вида и времени проведения опытов, очень велика. При охлаждении насекомых в банках с песком разница эта наступает несколько резче, чем при охлаждении без песка. Результаты лабораторных опытов вполне совпадают с данными о холодостойкости жуков, взятых с поля в годы с различной влажностью (табл. 6). Осени 1940 и 1941 гг. различаются по количеству выпавших осадков. В первый год дождей почти не было, и снег покрыл сухую землю. В следующем же году осенью выпало много осадков, основательно промочивших почву. В результате этого весной в 1940 г. влажность почвы была значительно ниже, чем в 1941 г., по определению, производившемуся тотчас после таяния снега. Холо-

Т а б л и ц а 5

Изменение холодостойкости чернотелок в зависимости от влажности среды (время опыта январь—февраль)

Вид	Условия опыта	Темпера- тура охлажде- ния, °C	Летальная экспозиция	
			влажность 9.3%	влажность 1.9%
Песчаный медляк (<i>Opatrum sabulosum</i> L.)	Охлаждение в про- бирках	— 7	25 час.	18 сут.
То же	То же	—11	12 »	10 »
Люперновая чернотелка (<i>Anatolica eremita</i> Stev.)	»	— 7	22 »	18 »
То же	»	—11	10 »	8 »
Песчаный медляк (<i>Opatrum sabulosum</i> L.)	Охлаждение в бан- ке с песком . .	— 7	20 »	17 »
То же	»	—11	6 »	10 »
Люперновая чернотелка (<i>Anatolica eremita</i> Stev.)	»	— 7	18 »	17 »
То же	»	—11	6 »	6 »

Т а б л и ц а 6

Холодостойкость песчаного медляка (*Opatrum sabulosum* L.) в различные годы в зависимости от влажности почвы

Состояние жуков	Темпера- тура охлажде- ния, °C	Летальные экспозиции		Влажность почвы, (в %)	
		1940 г.	1941 г.	1940 г.	1941 г.
Спячка	— 7	55 сут.	37 сут.	14.2	17.9
»	—11	32 »	22 »		
Начало ухода с зимовки .	— 7	8 »	5 »	10.5	16
»	—11	4 »	2 »		

Т а б л и ц а 7

Физиологическое состояние жуков песчаного медляка (*Opatrum sabulosum* L.) в зависимости от влажности среды

Влажность (в %)	Количество воды в жуках (в %)	Количество жира (в %)		Энергия дыхания в мм ³ на 1 г живого веса в 1 час
		на живой вес	на сухой вес	
1.8	56.2	1.9	4.3	317
9.5	60.7	2.1	4.8	506.3

достойкость песчаного медляка в первый год была значительно выше, чем во второй. Так как в обоих случаях жуки брались в опыт в одни и те же сроки, в одинаковом физиологическом состоянии, а условия зимовки были в обоих случаях одинаковы и отличались лишь по различной степени

влажности почвы, можно прийти к заключению, что причиной неодинаковой холодостойкости в указанные годы является различие во влажности среды. Сопоставляя физиологическое состояние насекомых, находившихся в течение месяца в почве различной влажности, мы находим различие в отдельных физиологических особенностях (табл. 7).

У жуков из влажного песка содержание общего количества воды на 4.5% больше, чем из сухого песка, а энергия дыхания значительно выше. Следовательно, влияние влажности среды выражается в увеличении интенсивности обмена и повышении содержания общего количества воды. А это влияет на холодостойкость, значительно снижая ее. Таким образом, во влажные годы можно ожидать большую гибель чернотелок от морозов, чем в засушливые годы.

Влияние длительности охлаждения

При изучении влияния низких температур на динамику численности насекомых необходимо знать, какой срок могут выдержать изучаемые объекты ту или иную температуру, так как только путем сопоставления

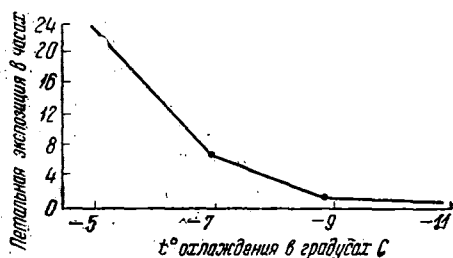


Рис. 1. Изменение летальных экспозиций жуков кукурузной чернотелки (*Pedilus femoralis* L.) в зависимости от температуры охлаждения (температура содержания +7°, влажность 9.3%).

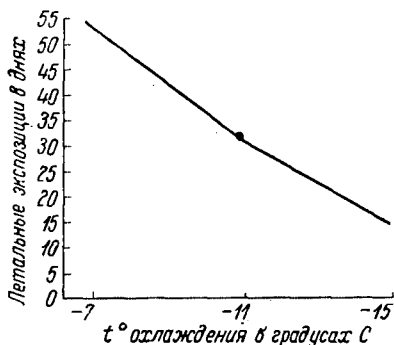


Рис. 2. Изменение летальных экспозиций зимующих жуков песчаного медляка (*Opatrum sabulosum* L.) в зависимости от температуры охлаждения.

летальных температур и экспозиций с преобладающими зимними температурами данного района можно сделать прогноз об исходе перезимовки отдельных видов. Тем не менее, фактору времени до сих пор не уделялось должного внимания, и вопрос этот в обширной литературе по холодостойкости получил чрезвычайно слабое освещение. Но уже и эти немногочисленные работы (Лозина-Лозинский, 1937; Замбин, 1939; Смольяников, 1939; Parker, 1930) указывают на наличие связи между процентом смертности и длительностью охлаждения.

При изучении этого вопроса был проведен ряд опытов с жуками песчаного медляка, люперновой и кукурузной чернотелок. Насекомые подвергались испытанию в различные периоды их жизни: осенью, в период ухода на зимовку, во время зимовки и весной — в начале проявления активности. Полученный материал в целях экономии места приведен лишь частично (рис. 1—3).

Во всех опытах, независимо от состояния насекомого, смерть наступала после некоторого промежутка времени. Так, первые мертвые жуки зимующего песчаного медляка отмечены при температуре —7° лишь на

40-й, а при температуре -11° — на 25-й день. При дальнейшем удлинении экспозиции количество мертвых жуков увеличивается, достигая ста процентов в первом случае на 55-й день, а во втором — на 32-й день. Следовательно, чем ниже температура, тем короче срок, нужный для гибели насекомых (рис. 1 и 2). При температуре -7° полная гибель зимующих жуков песчаного медляка наступает на 55-й день, при температуре -11° — на 32-й день, а при температуре -15° — на 15-й день.

Все приведенные материалы показывают, что длительность охлаждения оказывает большое влияние на процент смертности насекомых. Отсюда следует, что в зависимости от продолжительности морозы одинаковой силы по-разному отразятся на исходе зимовки. Годы с небольшими (-6° , -8°), но длительными морозами могут дать большую смертность чернотелок так же, как кратковременные, но достаточно интенсивные морозы — около -15° , -17° .

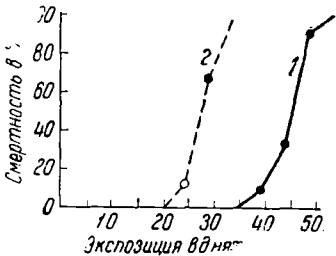


Рис. 3. Смертность зимующих жуков песчаного медляка (*Opatrum sabulosum* L.) при различных экспозициях: 1 — при -7° ; 2 — при -11° .

Интересный материал дали более длительные наблюдения над влиянием низких температур на жуков степного медляка (*Blaps halophila* Fisch.). 20 самок подверглись охлаждению до -7° в течение 24 час., 14 жуков погибло, 6 жуков, оставшихся в живых, первые дни были в угнетенном состоянии, почти не двигались, не питались, в результате чего вес их снизился. Через 10 дней после охлаждения они начали двигаться и только через 20 дней приступили к питанию.

Через 15 дней после начала питания (35 дней после охлаждения) 2 жука отложили яйца — один 20, другой 12. У остальных 4 жуков яйцекладки не было, хотя они и жили еще 5 месяцев. В контроле же в этот период наблюдалась интенсивная яйцекладка.

Медленное восстановление нормального питания у чернотелок после длительного их пребывания при низких температурах подтверждает вывод ряда авторов (Лозина-Лозинский, 1935а, 1935б, 1937; Кожанчиков, 1939; Калабухов, 1946) о том, что под влиянием низких температур происходит нарушение физиологических процессов, приводящих насекомых в ряде случаев к гибели. При кратковременном (до нескольких часов), но сильном охлаждении смерть у чернотелок наступает, повидимому, в результате механического повреждения тканей кристаллами льда.

Влияние низких температур на динамику численности чернотелок

При изучении холодостойкости насекомых выяснение влияния низких температур на динамику их численности имеет большое практическое значение. Тем не менее вопрос этот изучен слабо.

Исследования велись двумя путями: многолетними наблюдениями за насекомыми в природе и лабораторными экспериментами.

В первом случае насекомые помещались в садки, которые в течение всей зимы находились в условиях, приближающихся к естественным. Сопоставляя процент смертности насекомых с зимними температурами в течение ряда лет (20—25 лет), устанавливались летальные температуры в предельный срок их действия (Knight, 1923; Gaines, 1943).

Во втором случае холодостойкость устанавливалась тремя методами: определением точек переохлаждения и замерзания соков насекомого (Саха-

ров, 1928; Лозина-Лозинский, 1935а, 1935б); подсчетом процента смертности насекомых при определенной экспозиции, обычно не превышающей нескольких часов в различных отрицательных температурах [например, Замбин (1939) при изучении холодостойкости азиатской саранчи почти все наблюдения проводил при экспозиции 4 часа]; установлением процента смертности при различном сочетании температур и экспозиций (Лозина-Лозинский, 1942). Сопоставляя холодостойкость насекомых, установленную каким-либо из трех перечисленных методов, с метеорологическими данными, авторы делали заключение о выживаемости исследуемого вида в различных районах.

При проведении исследований автор избрал последний метод, руководствуясь следующими соображениями. Первый путь очень длителен, так как только в результате многолетних наблюдений можно установить связь между смертностью насекомых и зимними минимальными температурами. Кроме того, он недостаточно точен. Определение летальных температур этим способом производится лишь эмпирически.

Посредством измерения точки замерзания соков насекомого также трудно выявить роль низких температур в динамике их численности. Известно (Лозина-Лозинский, 1942; Кожанчиков, 1935), что часть насекомых выдерживает длительное замерзание и зимой находится в таком состоянии. Для этих насекомых температуру замерзания нельзя рассматривать как точку смерти, и определение ее даст немного для разработки прогнозов. С другой стороны, насекомые, зимующие в состоянии переохлаждения, при длительном охлаждении могут погибать в результате нарушения нормального течения физиологических реакций даже в том случае, когда образование льда не имеет места. Как при переохлаждении, так и при замерзании решающую роль играет длительность охлаждения. Поэтому при выяснении влияния низких температур на динамику численности насекомых совершенно необходимо учитывать срок действия этих температур.

При наших исследованиях критерием холодостойкости служила смертность насекомых при различном сочетании температур и экспозиций. Поэтому при выяснении возможности выживания чернотелок в отдельных районах мы не могли руководствоваться среднемесячными минимальными температурами. В каждом отдельном случае подсчитывалось количество дней, в которое держится в течение зимы та или иная температура. По каждому району метеорологические данные брались за 25 лет. Температуры до -5° не учитывались, так как практически они не имеют значения. Летальные экспозиции при этих температурах в исследованных районах были более длительными, чем максимальный срок их действия. Все температуры ниже -5° разбивались на несколько групп. Максимальный срок действия этих температур в каждом исследованном районе сравнивался с экспозициями, летальными для чернотелок. Путем такого сопоставления определялось влияние зимних морозов на численность чернотелок.

Метеорологические данные использованы по трем областям: Ростовской, Полтавской, Саратовской и по Сталинградскому краю. В этих областях чернотелки имеют большое экономическое значение и в годы массовых размножений наносят значительный ущерб.

Учитывая, что холодостойкость сильно меняется в зависимости от времени года, максимальный срок действия низких температур в природе всегда сопоставляется с холодостойкостью чернотелок, установленной экспериментальным путем в зимний период (табл. 8). Такие сопоставления сделаны для трех видов чернотелок: песчаного медляка, кукурузной чернотелки и люцерновой чернотелки.

Т а б л и ц а 8

Лабораторные данные о смертности чернотелок при различных температурах и экспозициях (в днях)

Вид	Летальные экспозиции		
	—7°	—11°	—15°
Песчаный медляк (<i>Opatrum sabulosum</i> L.) . . .	65—94	45—59	10—47
Кукурузная чернотелка (<i>Pedinus femoralis</i> L.) .	60—87	34—51	12—17
Люцерновая чернотелка (<i>Anatolica eremita</i> Stiv.)	58—83	29—49	3—10

Наиболее суровые зимы как по продолжительности морозов, так и по их силе, отмечены в Саратовской и Полтавской областях. Температура на глубине 10 см здесь доходит до —16°, температура —6°, —9° может держаться от 76 до 100 дней.

Температура почвы находится в большой зависимости от снегового покрова. Так, в 1935—1940 гг. в Камышине, вследствие небольшого снегового покрова почва промерзла и температура —11° на глубине 10 см держалась 28 дней несмотря на то, что зима была не особенно холодной. В следующем же году температура наружного воздуха была значительно ниже. Морозы доходили до —30°, —35°. Однако мощный снеговой покров предохранил почву от вымерзания и в течение всей зимы температура на глубине 10 см не спускалась ниже —4°, —7°.

Сопоставление летальных экспозиций, установленных лабораторным экспериментом, с продолжительностью действия этих температур в природе, позволяет сделать следующее заключение. Для всех исследованных видов чернотелок зимы в Ростовской области не представляют угрозы. Холодостойкость этих жуков такова, что во много раз превышает морозы, возможные в этой области. В остальных пунктах гибель чернотелок возможна, но только в отдельные суровые зимы. Наиболее опасны суровые зимы для люцерновой чернотелки, так как она менее стойка, чем остальные виды. Однако суровые зимы в исследованных нами районах бывают довольно редко. За 25 лет таких зим в Камышине и Падах было 5, в Полтаве и Лубнах 4, в Ростовской области 3. В обычные же для указанных районов годы морозы не опасны для чернотелок и не могут оказывать влияния на их численность.

ЛИТЕРАТУРА

- З а м б и н И. М. 1939. Холодостойкость азиатской саранчи. Защ. раст., 19 : 48—55. — К а л а б у х о в Н. И. 1933. Материалы по изучению оцепенения (спячки и «анабиоза») у пчелы *Apis mellifera* L. Зоол. журн., XII, 4 : 121—153; К а л а б у х о в Н. И. 1946. Спячка животных. Изд. Сов. наука, М. : 1—184. — К о ж а н ч и к о в И. В. 1935. Дыхание насекомых при температуре ниже 0°. Докл. АН СССР, III, 8 : 369—373. — К о ж а н ч и к о в И. В. 1937. Экспериментально-экологические методы исследования в энтомологии. Изд. Всес. Сельскохоз. акад. им. В. И. Ленина, Л. : 1—212. — К о ж а н ч и к о в И. В. 1939. Термостабильное дыхание как условие холодостойкости насекомых. Зоол. журн. XVIII, 1 : 86—98. — Л о з и н а - Л о з и н с к и й Л. К. 1935а. Анабиоз у гусениц кукурузного мотылька *Pyrusta nubilalis* Hb. при замерзании. Докл. АН СССР, VI, № 3—4 : 328—334. — Л о з и н а - Л о з и н с к и й Л. К. 1935б. Холодостойкость гусениц лугового мотылька. Изв. Инст. им. Лесгафта, XIX, I : 121—162. — Л о з и н а - Л о з и н с к и й Л. К. 1937. Холодостойкость и анабиоз у гусениц кукурузного мотылька. Зоол. журн., XVI, 4 : 614—642. — Л о з и н а - Л о з и н с к и й Л. К. 1942. Выносливость насе-

комых к замерзанию. Природа, № 3—4 : 65—76. — М о н ч а д с к и й А. С. 1935. О роли контактной влажности после зимней диапаузы у гусениц кукурузного мотылька. Защ. раст., № 3 : 35—51. — О г л о б л и н Д. А., К о л о б о в а А. И. 1927. Жуки-чернотелки (Tenebrionidae) и их личинки, вредящие полеводству. Тр. Полт. с.-х. оп. ст. : 1—97. — С а х а р о в И. Л. 1928. К изучению холодостойкости насекомых. Журн. оп. агр. юго-востока, I : 85—115. — С м о л ь я н н и к о в В. В. 1939. Вредная черепашка и борьба с ней. Ростов н/Дону : 1—54. — B o d i n e J. H. 1923. Hibernation in Orthoptera. I. Physiological changes during hibernation of certain Orthoptera. J. Exp. Zool., 37, 5 : 457—475. — D r e y e r W. A. 1932. The effect of hibernation and seasonal variation of temperature on the respiratory exchange of *Formica ulkei* Emer. Physiol. Zool., 5, 2 : 301—331. — G a i n e s 1943. Relation between winter temperatures, boll weevil survival, summer rainfall and Cotton yields. J. econ. Entom., 36, 1 : 82—84. — K n i g h t H. H. 1923. Studies on the life history and biology of *Perillus bioculatus* Fabricius, including observations of the nature of the color pattern (Heteroptera, Pentatomidae). 19th Rep. Minnesota State Entom. : 50—96. — P a r k e r J. R. 1930. Some effects of temperature and moisture upon *Melanoplus mexicanus* Saussure and *Camnula pellucida* Scudder (Orthoptera). Bull. Montana Agric. Exp. St., Bull., 223 : 1—132. — P a y n e N. M. 1927. Measures of insect cold hardiness. Biol. Bull. Woods Hall, 52, 6 : 449—457. — P a y n e N. M. 1928. Cold hardiness in the Japanese beetle, *Popillia japonica* Newman. Biol. Bull. Woods Hall., 55, 3 : 163—179.

Всесоюзный Институт защиты растений
Академии сельскохозяйственных наук
им. В. И. Ленина,
Ленинград