

ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР НА ПИТАНИЕ И ПЛОДОВИТОСТЬ ТРЕХ ВИДОВ КЛЕЩЕЙ-ФИТОСЕИД

Все большее количество видов клещей, в частности семейства Phytoseiidae, находят применение в биологической борьбе с вредителями культурных растений. Поэтому они продолжают оставаться в центре внимания специалистов и подвергаются разносторонним исследованиям. Воздействию температуры на экологические параметры хищных клещей-фитосейд посвящено немало публикаций, перечисление которых в данной статье вряд ли оправдано. Подавляющее большинство их касается изменения длительности развития при действии различных температур. Сообщения же о зависимости иных экологических параметров от температуры редки. Известны данные о зависимости скорости роста популяции *Metaseiulus occidentalis* и его жертвы *Tetranychus mcDanieli* от температуры (Logan, 1982). Подобные исследования проведены с *Amblyseius chilensis* (Wei-Lan Ma, Laing, 1973). При этом было установлено, что при температуре 32 °С продуктивность последнего акарифага заметно снижалась по сравнению с этим показателем при 25°.

Сабелис (Sabelis, 1981) ссылаясь на неопубликованные данные Kuchlein, приводит результаты изучения влияния температуры в диапазоне 15—33° на хищничество *M. occidentalis*, а также на *A. bibens* при температурах 18—31° (со ссылкой на данные Blommers, 1976).

Наибольшая активность акарифагов проявляется в присущем каждому виду диапазоне оптимальных температур. Под воздействием температуры, превышающей верхний предел температурного оптимума, эффективность хищников снижается. Например, клещ-фитосейдулос при использовании его в закрытом грунте теряет активность при температуре 40—42°, что наблюдается наиболее отчетливо в теплые сезоны в южных районах страны и снижает эффект воздействия хищника на вредителя (Акимов и др., 1977; Ворошилов, Лежнева, 1978). Эта особенность широко применяемого в закрытом грунте акарифага вызвала необходимость проведения селекционных работ, направленных на повышение его устойчивости к высоким температурам (Ворошилов, Лежнева, 1978, 1981). В то же время известны виды фитосейид, не снижающие существенно эффективности как акарифаги при повышении температуры до 42° и поддержании ее на этом уровне несколько суток, например *Amblyseius longispinosus* (Колодочка, 1983). Точные значения предельной (пороговой) для жизнедеятельности различных видов клещей-акарифагов температуры до сих пор установлены не были. Знание таких пределов для каждого вида не только расширяет пределы познания экологии клещей, но и позволяет прогнозировать состояние популяции акарифага и возможность увеличения его численности в условиях режима экстремально высоких для него температур. Определению верхних температурных порогов активности питания и продуктивности трех видов клещей-фитосейд посвящено настоящее исследование.

В наших опытах были использованы клещи *Amblyseius longispinosus* (Evans), *A. andersoni* (Chant), *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot, взятые из лабораторных культур, где пищей хищникам служили паутиновые клещи *Tetranychus urticae* (Koch), разводимые на молодых растениях фасоли. Эксперименты проводили при заданной постоянной температуре (от 26 до 48 °С с интервалом 2° и точностью $\pm 0,1^\circ$) в термостатах, освещенных 18 ч в сутки. Влажность в камере термостата составляла более 80 % RH. Клещей помещали на вырезанные из листьев фасоли диски-плотки диаметром 2 см, фиксированные на поверхности воды в чашках Петри. В опытах хищникам предлагали предпочитаемую ими пищу. Для клещей *A. longispinosus* в качестве корма использовали яйца паутиновых клещей, для *A. andersoni* и *Ph. persimilis* — взрослых самок жертвы. При каждом значении температуры опыт продолжался одни сутки, после чего проводили учет активности питания и яйцекладки хищников. Результаты каждого опыта усредняли и проводили регрессионный анализ зависимости плодовитости и хищничества от температуры. Некоторые расчеты проведены на ЭВМ. Программы составлены на языке Бейсик. Особенности математической обработки оговорены при дальнейшем изложении.

Таблица 1. Зависимость питания и яйцекладки трех видов клещей-фитосейд от температуры

Т, °С	Amblyseius longispinosus			Amblyseius andersoni			Phytoseiulus persimilis		
	n	M _S ±m _S	M _F ±m _F	n	M _S ±m _S	M _F ±m _F	n	M _S ±m _S	M _F ±m _F
26	12	15,1±0,6	2,8±0,2	12	3,1±0,5	1,3±0,1	36	3,4±0,5	4,2±0,6
28	12	14,5±1,0	3,5±0,3	12	3,2±0,2	1,3±0,1	41	4,5±0,7	4,5±0,7
30	13	23,2±1,8	4,3±0,1	12	3,6±0,3	1,3±0,1	36	2,9±0,5	4,8±0,7
32	10	22,5±1,9	4,9±0,1	11	4,3±0,4	1,5±0,3	34	4,1±0,7	5,2±0,8
34	12	25,6±0,9	5,8±0,3	12	2,4±0,3	1,3±0,3	34	3,9±0,7	3,9±0,6
36	10	26,6±2,0	5,4±0,3	12	2,0±0,3	1,6±0,3	31	3,3±0,6	3,4±0,6
38	12	29,7±2,1	5,3±0,2	12	2,4±0,4	1,0±0,1	49	2,9±0,4	2,2±0,3
40	12	22,9±1,9	3,3±0,3	12	0,3±0,1	0,1±0,08	35	1,2±0,2	0,5±0,01
42	12	26,8±3,0	1,7±0,3						
44	12	6,3±1,0	0,7±0,1						
46	11	5,8±0,5	0,6±0,2						

Примечания. n — количество клещей в опыте, шт.; M_S±m_S — среднее количество пищи на самку в сутки (яиц жертвы для *A. longispinosus*, взрослых самок жертвы для *A. andersoni* и *Ph. persimilis*); M_F±m_F — количество отложенных яиц самкой хищника в сутки.

Результаты экспериментов представлены в табл. 1. Проведение предварительного анализа зависимостей позволило подобрать функцию, удовлетворительно описывающую изменение яйцекладки и хищничества в области пороговых температур. Аппроксимационная функция имеет вид $Y = Z / (A \times Z^2 + B \times Z + C) - 1$, где $Z = D - X$, X — температура, A, B, C, D — коэффициенты.

Значения коэффициентов представлены в табл. 2. Там же приведены ошибки уравнения, рассчитанные по формуле $M = SQR((Y_t - Y) \times \times 2 / (N - 3))$, где Y_t — теоретические значения функции, N — количество точек, использованных для построения кривой. Коэффициент D рассчитывали итерационным методом как минимум ошибки уравнения при расчете коэффициентов A, B, C методом наименьших квадратов. Аппроксимационные кривые использовали для расчета максимума (max) питания и яйцекладки клещей, а также точек пересечения графиков с осью температур (температурный порог L). Ошибку максимального значения определяли по формуле $M2 = M / SQR(N)$, где M — ошибка уравнения, N — количество точек, использованных для расчета аппроксимационной кривой.

Ошибку температурного порога определяли по формуле $M1 = M / Y'(X1)$, где $Y'(X1)$ — производная в пороговой точке, M — ошибка уравнения.

Таблица 2. Параметры уравнений кривых зависимости питания и плодовитости

	Коэффициент		
	A	B	C
			Amb
Питание	4,46341 · 10 ⁻³	-5,1234 · 10 ⁻²	4,03509 · 10 ⁻¹
Плодовитость	4,20361 · 10 ⁻²	-1,61413	18,642
			AmbI
Питание	2,67262 · 10 ⁻²	-5,43029 · 10 ⁻¹	5,4054
Плодовитость	6,91448 · 10 ⁻³	3,1233	3,8247
			Phyto:
Питание	8,89667 · 10 ⁻³	-8,2982 · 10 ⁻⁴	1,22093
Плодовитость	1,53124 · 10 ⁻²	-1,8884 · 10 ⁻¹	2,122208

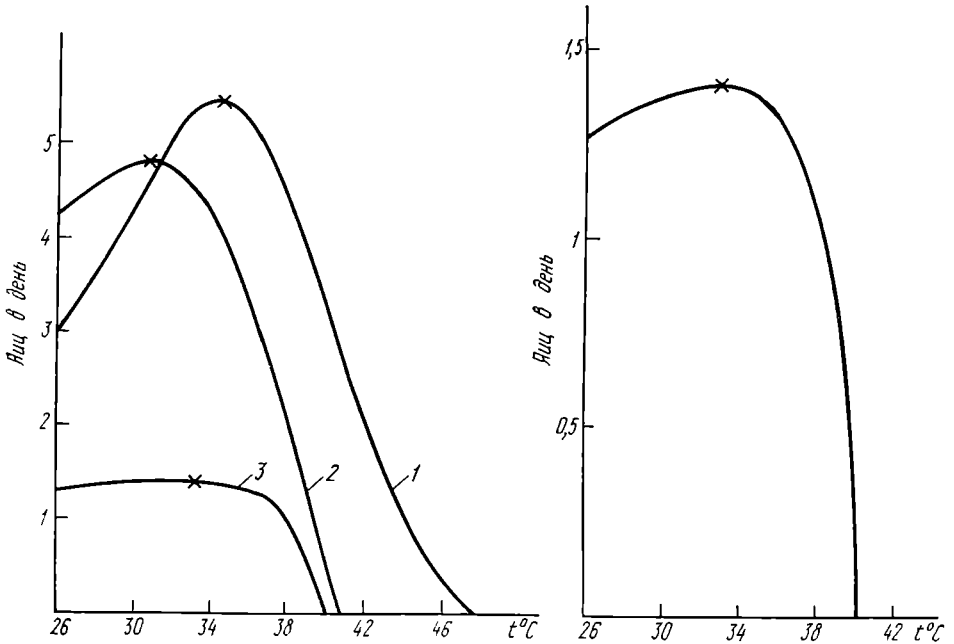


Рис. 1. Зависимость плодovitости трех видов клещей-фитосейд от температуры: 1 — *Amblyseius longispinosus*, 2 — *Phytoseiulus persimilis*, 3 — *A. andersoni*. × — максимум.

Рис. 2. То же для *Amblyseius andersoni* в другом масштабе (объяснение см. в тексте).

Значения порогов и максимумов представлены в табл. 2 и обозначены на графиках (рис. 1—3).

Анализ графиков на рис. 1 и 2, выполненных в различном масштабе, выявляет сходство зависимости яйцекладки от температуры у всех трех видов, тогда как при изображении их в одинаковом масштабе (рис. 1) это выражено неявно. Таким образом, с ростом температуры яйцепродукция акарифагов увеличивается до видоспецифичного максимума, после достижения которого происходит спад количества откладываемых яиц. Обращает на себя внимание, что разные в таксономическом отношении виды *A. longispinosus* и *Ph. persimilis* имеют близкие, хотя и различающиеся максимальные значения яйцекладки. Это свидетельствует о большем экологическом сходстве этих акарифагов, чем видов *A. longispinosus* и *A. andersoni*, принадлежащих к одному роду.

клещей трех видов от температуры и верхние температурные пороги

Ошибка уравнения		Координаты максимума		Порог
D	M	x, °C	Y ± M ₂	L ± M ₁ , °C
<i>ongispinosus</i>				
47,44	3,21776	37,9	28,7 ± 1,0	47,1 ± 1,2
55,57	3,52039 · 10 ⁻¹	34,5	5,4 ± 0,1	47,4 ± 1,5
<i>ndersoni</i>				
44,92	5,38094 · 10 ⁻¹	30,7	3,6 ± 0,2	41,2 ± 1,5
40,68	1,14962	33,2	1,4 ± 0,04	40,1 ± 0,1
<i>ersimilis</i>				
43,20	4,35346 · 10 ⁻¹	31,5	3,8 ± 0,2	42,0 ± 0,6
42,68	2,23552 · 10 ⁻¹	30,9	4,8 ± 0,08	40,9 ± 0,4

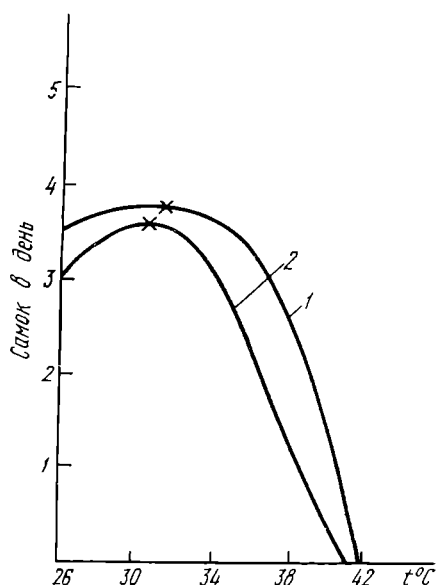
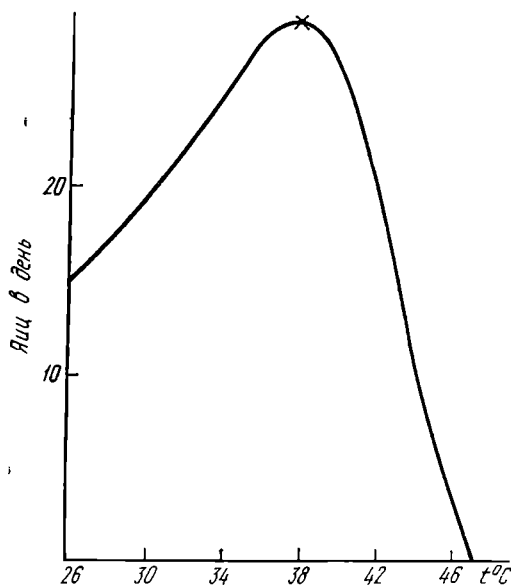


Рис. 3. Температурная зависимость питания *Amblyseius longispinosus* яйцами *Tetranychus urticae*.

Рис. 4. Температурная зависимость питания *Phytoseiulus persimilis* (1) и *Amblyseius andersoni* (2) взрослыми самками *Tetranychus urticae*.

Различия между температурными порогами питания и яйцекладки каждого из видов недостоверны. Из исследованных видов *A. longispinosus* имеет наиболее высокие температурные пороги (рис. 1, 3, табл. 2). Анализ показывает, что максимальное потребление пищи у клещей этого вида приходится на более высокую температуру, чем максимальная яйцекладка. У клещей *A. andersoni*, напротив, максимум питания приходится на температуру более низкую, чем максимум яйцекладки. У *Ph. persimilis* максимумы этих процессов наблюдаются при близких значениях температуры.

Необходимо отметить, что максимумы питания и яйцекладки *Ph. persimilis*, рассчитанные по результатам наших опытов, выходят за пределы известного температурного оптимума жизнедеятельности этого вида. Например, Бравенбоер и Доссе (Bravenboer, Dosse, 1962) определили оптимум этого акарифага в пределах 25—30°. Мы считаем справедливым мнение о том, что «...многие организмы, видимо, вблизи верхних пределов толерантности функционируют более эффективно» (Одум, 1975), а также считаем необходимым более осторожно пользоваться термином «температурный оптимум жизнедеятельности».

Наблюдаемый в эксперименте максимум суточной продуктивности *A. longispinosus* достоверно больше, чем у *Ph. persimilis*. Как явствует на рис. 1, максимальное значение яйцекладки *A. andersoni* ниже, чем у двух других видов. Результаты проверки достоверности различий порогов и максимальных значений двух параметров представлены в табл. 3.

Таким образом, анализ динамики яйцекладки и хищничества трех видов клещей-фитосейид в температурной зоне, примыкающей к верхнему температурному порогу этих процессов, позволяет сделать следующие выводы.

Температурные пороги *A. longispinosus* по обоим экологическим параметрам на пять—шесть градусов выше, чем у двух других видов.

Хищничество *A. andersoni* в интервале 26—41° мало чем отличается от такового *Ph. persimilis*. При этом различие между температурными

Таблица 3. Достоверность различий порогов и максимальных значений питания и плодовитости клещей трех видов (по критерию Стьюдента)

Вид	Параметр	Порог		Максимальные значения	
		достоверность различий	уровень значимости, %	достоверность различий	уровень значимости, %
<i>Amblyseius andersoni</i> — <i>Phytoseiulus persimilis</i>	питание	0	—	0	—
<i>Amblyseius longispinosus</i> — <i>Amblyseius andersoni</i>	питание	+	1,0	×	—
<i>Amblyseius longispinosus</i> — <i>Phytoseiulus persimilis</i>	питание	+	1,0	×	—
<i>Amblyseius andersoni</i> — <i>Phytoseiulus persimilis</i>	плодовитость	0	—	+	0,1
<i>Amblyseius longispinosus</i> — <i>Amblyseius andersoni</i>	плодовитость	+	0,1	+	0,1
<i>Amblyseius longispinosus</i> — <i>Phytoseiulus persimilis</i>	плодовитость	+	0,1	+	0,1

○ — различие недостоверно; + — различие достоверно; × — предлагалась разная жертва (см. методику), сравнение не проводилось

порогами как по питанию, так и по яйцекладке у этих двух видов недостоверно.

Максимальная суточная продуктивность *A. longispinosus* при питании яйцами жертвы выше, чем *Ph. persimilis* при питании взрослыми самками жертвы. Температура, при которой наступает максимум продуктивности *A. longispinosus*, на четыре градуса выше, чем температура наступления максимума этого параметра у *Ph. persimilis*.

Проведенные эксперименты однозначно установили более высокую теплоустойчивость *A. longispinosus*, чем двух других видов, что подтверждает и уточняет имеющиеся в литературе сведения по этому вопросу. Весьма существенно отметить, что проявление основных жизненных функций — питание и яйцекладка — практически совпадают с верхними температурными пределами существования этих видов. Установленные закономерности имеют значение для правильного выбора акарифага при организации биологической защиты растений от паутинных клещей в теплицах и оранжереях в условиях конкретной климатической зоны. Полученные результаты дают возможность рекомендовать преимущественное использование клещей *A. longispinosus* в закрытом грунте тех районов нашей страны (в первую очередь южных), где для теплового режима теплиц характерны плохо поддающиеся регулированию колебания температуры, превышающие верхний температурный порог *Ph. persimilis*. Перспективно также совместное использование двух этих видов акарифагов, при котором расширяется температурный диапазон эффективного контроля численности вредителя.

Акимов И. А., Колодочка Л. А., Мужанов Н. Н. Поиск местных видов клещей-фитосейд // Защита растений. — 1977. — № 5. — С. 26.

Ворошилов Н. В., Лежнева Н. П. Селекция фитосейулюса на термоустойчивость // Там же. — 1978. — № 2. — С. 30.

Ворошилов Н. В., Лежнева Н. П. Массовая селекция фитосейулюса на устойчивость к высокой температуре // Бюл. ВНИИ защиты растений. — 1981. — № 47. — С. 3—7.

Колодочка Л. А. Хищные клещи-фитосейды *Amblyseius longispinosus* и *Phytoseiulus persimilis* как акарифаги в закрытом грунте // Биологический метод борьбы с вредителями и болезнями растений в защищенном грунте: Тез. докл. всесоюз. совещ. — Рига, 1983. — С. 28—31.

Одум Ю. Основы экологии. — М.: Мир, 1975. — 740 с.

Logan J. A. Recent advances and new directions in phytoseiid population models // Recent

- advances in knowledge of the Phytoseiidae.— Berkeley, California: Agric. Sci. Publ., 1982.— P. 49—71.
- Sabelis M. W.* Biological control of two-spotted spider mites using phytoseiid predators. Part I.— Wageningen, 1981.— 242 p.
- Wei-Lan Ma, Laing J. E.* Biology, potential for increase and prey consumption of *Amblyseius chilensis* (Dosse) (Acarina, Phytoseiidae) // Entomophaga.— 1973.— 18.— N 1.— P. 47—60.

Институт зоологии им. И. И. Шмальгаузена
АН УССР (Киев)

Получено 27.06.88

УДК 591.568 : 598.822(477.72)

В. П. Боярчук

РОСТ И РАЗВИТИЕ ПТЕНЦОВ ОБЫКНОВЕННОГО СКВОРЦА В УСЛОВИЯХ ЮГА УКРАИНЫ

В этом сообщении приводится попытка уточнить и дополнить имеющиеся в литературе данные (Промптов, 1956; Денисова, 1958, 1959; Хохлова, 1959; Мальчевский, 1959; Сапетина, 1958; Hudec, Folk, 1961; Ricklefs, Peter, 1981 и др.) о росте и развитии птенцов обыкновенного скворца. Работа проведена в Черноморском государственном биосферном заповеднике (Херсонская обл.) в сезоны 1977—1980 гг. по плану программы «Исследование продуктивности вида в пределах ареала». Под наблюдением находились 51 птенец первого и 19 птенцов второго выводков. Описание, взвешивание, промеры новорожденного птенца проводились через 30 мин. после вылупления, сразу же после высыхания пуха. В дальнейшем птенцы взвешивались и измерялись ежедневно в одно и то же время (14—15 часов), когда интенсивность кормления резко снижалась.

С целью распознавания птенцов с первого дня жизни их маркировали сначала цветными шерстяными нитками, привязанными к цевке, а затем, по мере роста, стандартными и цветными кольцами. Развитие птенцов прослежено до вылета из гнезда (на 22—24-й день).

Новорожденный птенец. Большинство представителей семейства *Sturnidae* характеризуется значительным развитием эмбрионального опушения, чем они отличаются от обычно голых птенцов других типичных дуплогнездников (например, дятлов, ракшеобразных). По поводу функционального значения птенцового опушения существуют различные точки зрения. Так, Денисова (1958) и Никитина (1959) обильное опушение птенцов обыкновенного скворца связывают с открытым типом гнездования предков скворцовых, сохранившимся и у некоторых современных видов. Поселение большинства рецентных видов в дуплах, норах и других закрытых убежищах они рассматривают как вторичное явление и полагают, что пух служит теплоизоляционной подушкой. Мальчевский (1959) считает, что пух, покрывающий тело птенца, не имеет существенного теплоизоляционного значения, а представляет собой рудимент, не имеющий адаптивного значения. Нам представляется более обоснованным мнение Промптова (1956), который полагает, что пушинки могут играть роль тактильного рецептора. Он пишет, что тонкие пушинки, расположенные на дорсальной стороне тела, играют роль «своеобразной антенны, воспринимающей даже слабые колебания воздуха около гнезда и птенцов и способствующей возбуждению у них пищевой реакции». Вполне вероятно, что они могут служить также целям общей ориентации птенцов в пространстве гнезда, подобно вибриссам млекопитающих.

Пух светло-серого цвета, на пояснице и крестце белый. Он хорошо развит на надглазничных, затылочной, спинной, плечевых, локтевых и бедренных птерилях (табл. 1), а на брюшной и голенной — едва заметен.