

MARTIN-LUTHER-Universität
Halle—Wittenberg
Sektion Pflanzenproduktion
Wissenschaftsbereich Agrochemie
Lehrstuhl für Phytopathologie und
Pflanzenschutz
Halle/Saale (DDR)

Institut für Grundlagen der tropischen
Landwirtschaft
„ALEXANDER VON HUMBOLDT“
Abteilung Phytopathologie
Santiago de las Vegas (Kuba)

WOLFGANG HEYER, MARIA LUISA CHIANG LOK & BIENVENIDO CRUZ

Zum Einfluß der Temperatur und Wirtspflanze auf die Entwicklung von *Andrector ruficornis* (OLIV.) (Coleoptera: Chrysomelidae)

Mit 2 Textfiguren

Einleitung

Neben der Zikade *Empoasca kraemeri* (ROSS und MOORE) und der Mottenschildlaus *Bemisia tabaci* GENN. stellen die Chrysomeliden im kubanischen Bohnenanbau (*Phaseolus vulgaris* L.) einen bedeutenden Schadfaktor dar. Er geht hauptsächlich zu Lasten der drei Arten *Diabrotica balteata* LEC., *Systema basalis* DUVAL. sowie *Andrector ruficornis* (OLIV.).

Während für die beiden erstgenannten Käferarten bereits Prognosezwecken dienende Hinweise zum Temperatur- und Wirtspflanzeneinfluß auf die Dauer des Lebenszyklus gegeben sind (PITRE & KANTACK, 1962; HEYER & CRUZ, 1983; CHIANG LOK, HEYER & CRUZ, 1983), standen entsprechende Daten für *A. ruficornis* noch aus-

Methodik der Untersuchungen

Es handelt sich bei den Experimenten um Laborversuche, die unter Nutzung von Brut- und Klimaschränken durchgeführt wurden. Sie erfolgten unter konstanten Temperaturbedingungen, deren Stufen aus Tab. 2 im einzelnen zu ersehen sind.

Für die Erhebungen notwendige Imagines wurden in Bohnenbeständen gesammelt und zur Eiablage in Gläser übertragen. Ihr Boden war mit angefeuchteten Wattekugeln belegt, die als Eiablagesubstrat dienten. Täglich wechselten wir Watte und Futterpflanzen und entfernten abgestorbene Tiere. Die Eier wurden in Petrischalen übertragen und anschließend unter konstanten Temperaturbedingungen gehalten. Kontinuierliche Beobachtungen erlaubten die Registratur der Eientwicklung und des Larvenschlupfes. Insgesamt gingen etwa 600 Eier in die Auswertung ein.

Die Eilarven wurden in Glasröhrchen übertragen. Diese waren mit feuchter Watte ausgelegt und einem Bohnensämling (*Phaseolus vulgaris* L., Sorten Cuba C-25-9 Rojo, Cuba 4 bzw. *Vigna sinensis* SAVI., Sorte Cancarro) mit gut ausgebildetem Wurzelsystem versehen. Oberseits waren die Gefäße mit Wattestopfen verschlossen. Jeweils

14 Zuchtröhrchen standen in mit entsprechenden Bohrungen versehenen Holzkästen, um einen starken Lichtzutritt zu den Larven zu vermeiden. Zur täglichen Kontrolle der Larvenentwicklung wurden 28 Individuen herangezogen und ihre Kopfkapsel sowie die Körperlänge vermessen. Zusätzlich registrierten wir den Übergang zum Folgestadium (Präpuppe, Puppe) bzw. den Schlupf der Käfer.

Die Verrechnung der Versuchsdaten erfolgte nach der Temperatursummenregel (BLUNCK, 1923) bzw. regressionsanalytisch mit folgenden Zielstellungen:

- Ermittlung des Zusammenhanges zwischen der Entwicklungsdauer in Tagen (DE) und der konstanten Temperatur (KT)
- Ermittlung der täglichen Entwicklungsraten (Geschwindigkeit) (REi)
- Errechnung des Entwicklungsnullpunktes (t_0) sowie der Temperatursummen.

Dabei ergab sich für die Regressionsanalyse eine gute Anpassung der Versuchsdaten an das quadratische Funktionsmodell

$$DE = a + bKT + cKT^2$$

bzw. als Kehrwert die Entwicklungsgeschwindigkeit

$$REi = \frac{1}{DE}$$

oder

$$REi = a + bTi + cTi^2,$$

wobei Ti die Durchschnittstemperatur eines beliebigen Tages verdeutlicht.

Ergebnisse

Die Funktionsparameter zur mathematischen Beschreibung der Entwicklung der präimaginalen Stadien von *A. ruficornis* sind in der Tab. 1 erfaßt. Sie beziehen sich auf die bereits vorgestellten quadratischen Regressionsansätze. Danach beträgt die durchschnittliche Entwicklungsdauer der Eier bei 20°C 18,0 Tage. Für die vollständige Larvenentwicklung (einschließlich Präpuppe) und die Verpuppung sind bei dieser Temperatur 37,2 bzw. 8,2 Tage zu veranschlagen. Bei 30°C lauten die Entwicklungszeiten der genannten Stadien 6,2; 15,6 und 3,8 Tage. Der gesamte präimaginale Entwicklungszyklus ist bei den aufgeführten Temperaturen nach 65,8 bzw. 19,9 Tagen beendet. Diese Werte entsprechen einer täglichen Entwicklungsrate von 1,52 und 5,02 Prozent.

Bemerkenswert ist bei dieser Käferart der deutlich differenzierte Temperatureinfluß auf die jeweiligen Entwicklungsstadien (Fig. 1). Während ein Temperaturanstieg von 25 auf 27°C bei den Larven lediglich eine Entwicklungsbeschleunigung von 1,2 Prozent ausmacht, verkürzt sich der Entwicklungsgang der Puppe und Präpuppe um 5,7 bzw. 4,1 Prozent. Diese spezifische Reaktion der Entwicklungsstadien auf ein vorhandenes Temperaturregime wird auch bei der Gegenüberstellung der Entwicklungsnullpunkte deutlich (Tabelle 2). Die Übersicht bestätigt erneut den hohen Temperaturanspruch während des Verpuppens.

Insgesamt findet diese Blattkäferart nur in einem relativ engen Temperaturbereich optimale Lebensbedingungen vor. Er dürfte etwa bei 25 bis nur wenig über 31°C liegen. Temperaturen unterhalb dieser Werte verlängern die Entwicklungsdauer erheblich, während höhere Wärmeeinflüsse kaum eine weitere Entwicklungsbeschleunigung induzieren. In der Ei- und Präpuppenphase sowie während der gesamten Larvenentwicklung führen erhöhte Temperaturen bereits zu deutlichen Entwicklungshemmungen. Diese sind auch bei Betrachtung der gesamten präimaginalen Entwicklung nachzuweisen. Neben der Temperatur wirkt auch die Nährpflanze variierend auf die

Tabelle 1

Funktionsparameter zur Beschreibung des Temperatureinflusses auf die Entwicklungsdauer (DE) und -rate (RE_i) der ontogenetischen Stadien von *Andrector ruficornis* (OLIV.)

Entwicklungsdauer in Tagen (DE)	Funktionsparameter					
	a	b	c	B	α	S
Ei	102,20	- 6,230	0,101	0,960	0,01	0,77
Larve	201,69	- 12,351	0,199	0,831	0,01	2,41
Präpuppe	29,69	- 1,276	0,014	0,618	0,01	1,81
Larve + Präpuppe	110,84	- 4,704	0,051	0,618	0,02	5,91
Puppe	14,47	- 0,235	-0,004	0,926	0,01	0,45
Gesamtentwicklung	433,60	- 26,349	0,424	0,923	0,01	4,84
Entwicklungsrate Tage ⁻¹ (RE_i)	a	b	c	B	α	S
Ei	0,1618	0,0125	-0,0001	0,963	0,01	0,0066
Larve	0,2206	0,0162	-0,0002	0,893	0,01	0,0066
Präpuppe	0,7620	0,0518	-0,0006	0,670	0,01	0,0632
Larve + Präpuppe	0,4178	0,0320	-0,0005	0,585	0,02	0,0094
Puppe	0,5614	0,0285	0,0	0,910	0,01	0,0288
Gesamtentwicklung	0,1148	0,0085	-0,0001	0,983	0,01	0,0014

Tabelle 2

Effektivtemperatursummen (ETS) und Entwicklungsnullpunkte (t_0) für die ontogenetischen Stadien von *Andrector ruficornis* (OLIV.)

geprüfte Temperatur in °C	Temperatursummen der Entwicklungsstadien					
	Ei (14,8)	Larve (18,2)	Larve m. Präpuppe (18,3)	Präpuppe (18,0)	Puppe (21,0)	Gesamt- entwicklung (19,0)
20,0	96,7					
22,0	92,3	121,6	162,8	48,0		195,9
23,0	100,2	100,8	133,9	35,0	12,6	189,6
24,0	100,4	98,4	135,4	39,2	18,8	204,5
25,0						
26,0	96,6	120,9	161,7	48,0	30,3	247,1
26,5		119,5	172,2	38,3	31,4	
27,0		117,0	152,3	37,4		
28,0		134,4	179,5	40,0	31,5	238,5
29,0	113,3	140,4				
30,0	109,2	141,6	181,4	42,0	31,5	289,3
31,0	106,6	147,2				
33,0		150,1	235,2	50,3	30,0	343,0
34,0	153,4					
\bar{x}	107,6	126,5	168,3	42,0	26,6	250,4

Larvenentwicklung. Allerdings liegen die in Abb. 2 ausgewiesenen Differenzen in der Entwicklungsdauer noch im statistischen Zufallsbereich. Demgegenüber weicht das Larvenwachstum an Cuba 4 in starkem Maße von den anderen geprüften Sorten bzw. Bohnenarten ab. Hier kommt es zu geringeren Zuwachsraten, die in den ersten Larvenstadien noch eine Häutung zulassen, für einen Entwicklungsabschluß jedoch unzureichend sind.

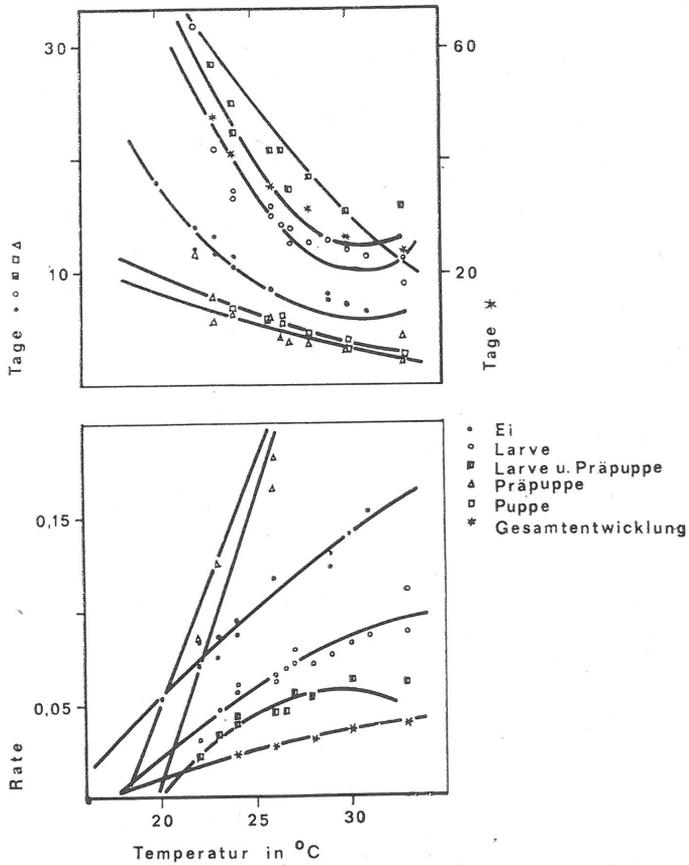


Fig. 1: Einfluß der Temperatur auf die Entwicklung von *Andrector ruficornis* (OLIV.)

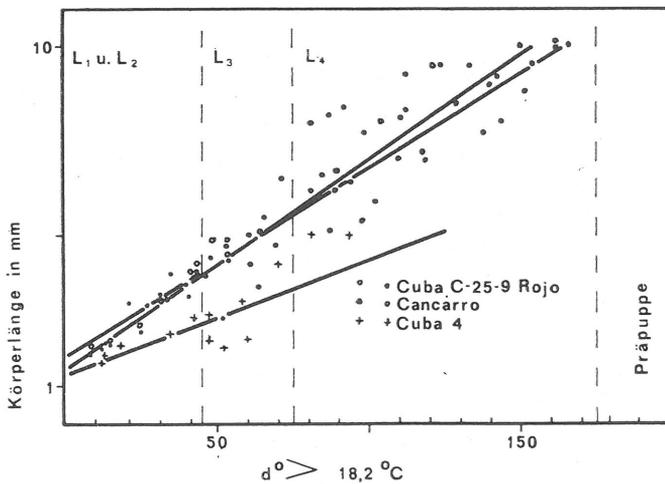


Fig. 2: Einfluß von Temperatur und Wirtspflanze auf das Larvenwachstum von *Andrector ruficornis* (OLIV.)

Außerdem verweist Fig. 2 auf die Dauer der einzelnen Larvenphasen. Während das erste bis dritte Larvenstadium schnell durchlaufen wird, entfallen auf das letzte Stadium über die Hälfte (54 Prozent) der insgesamt benötigten Entwicklungszeit. Die genauen statistischen Abhängigkeiten zwischen der Larvenentwicklung (Körperlänge in mm) und der Temperatursumme lauten:

$$\begin{aligned} KL_{mm} &= 1,3926 + 0,0301 \text{ ETS} & B &= 0,83 \text{ (Cuba 4)} \\ KL_{mm} &= 1,8003 + 0,0504 \text{ ETS} & B &= 0,98 \text{ (Cancarro)} \\ KL_{mm} &= 1,5496 + 0,0554 \text{ ETS} & B &= 0,93 \text{ (Cuba C-25-9 Rojo)}. \end{aligned}$$

Der Gültigkeitsbereich der Funktionen ist von 0 bis 170 Tagesgraden (d°) gegeben. Die Irrtumswahrscheinlichkeit beträgt 0,01 Prozent.

Diskussion und Schlußfolgerungen

Moderne Überwachungs- und Prognoseverfahren setzen exakte Kenntnisse der Insektenentwicklung sowie der steuernden Einflußgrößen voraus. Sie schließen im wesentlichen drei Untersuchungsaufgaben ein. Erstere betrifft die Definition des Entwicklungsbereiches der Insekten, d. h. der unteren und oberen Entwicklungsgrenzen. Eine weitere Zielstellung ist die Quantifizierung des Einflusses konstanter Temperaturregime auf ihre Entwicklungsdauer. Dabei erlaubt die reziproke Darstellung dieser Zusammenhänge, d. h. die Entwicklungsrates, eine Adaption der Ergebnisse an Wechseltemperaturen. Das trifft auch auf die Temperatursumme zu. Letztere ermöglicht jedoch gleichfalls die Analyse von Freilandbeobachtungen durch die Beschreibung gerichteter Aktivitäten im Ablauf des Massenwechsels der Insekten (z. B. Migration, Eiablage).

Außerdem geht es um die Auswahl geeigneter Funktionsmodelle zur Beschreibung der Entwicklungsabläufe (LOGAN u. a., 1976; POHLE, 1983; WAGNER u. a., 1984). Dadurch soll eine bessere Anpassung der Schätzfunktionen an das tatsächliche Entwicklungsgeschehen außerhalb optimaler Wärmebedingungen erreicht werden.

Was die Temperatur- und Wirtspflanzeneffekte auf den Lebenszyklus von *A. ruficornis* im speziellen anbelangt, liegen aus der Literatur bisher keine Vergleichsdaten vor. Trotzdem läßt der gegenwärtige Kenntnisstand nachfolgende Hinweise und Schlußfolgerungen zu.

- Eine gute Anpassung der Regressionsgeraden an die Versuchsdaten zur Entwicklungsdauer und -rate war gegeben. Abweichungen im höheren und suboptimalen Temperaturbereich dürften sich für gegenwärtige Zielstellungen (Vorhersage des Schlupfbeginnes) nicht störend auswirken.
- Die Art *A. ruficornis* stellt sehr hohe Ansprüche an die Umgebungstemperatur. Sie muß 18°C , im Verlauf der Puppenphase sogar 20°C , überschreiten, um eine durchgehende Entwicklung zu gewährleisten. Temperaturen über 31°C wirken sich hemmend auf die Ontogenese aus.
- Damit kommt dieser Art während der Regenzeit bzw. in Übergangsperioden eine größere Schadbedeutung zu. In der Trockenzeit sind nur Immigranten im Bohnenfeld vertreten, da niedrigere Temperaturen die Ausbildung einer neuen Generation innerhalb einer Vegetationsperiode (60 Tage von der Immigration der Käfer bis Reifebeginn der Bohne) unterbinden.
- Die Entwicklungsdauer wird durch die Wirtspflanzen nur geringfügig beeinflusst. Große Differenzen traten nicht auf, da bedeutend verminderte Zuwachsraten während der Larvenentwicklung zum Tod dieser Individuen führten.
- Temperatur, Wirtspflanze und Larvenwachstum stehen in deutlicher Beziehung zueinander. Sie ermöglicht die Beurteilung der Altersstruktur einer Larvenpopulation sowie der Nahrungsqualität, wobei die aufgeführten Funktionsverläufe als Orientierung gelten können.

Zusammenfassung

Untersuchungen zum Einfluß der Temperatur auf die Entwicklung von *Andrector ruficornis* (OLIV.) zeigten deutliche Abhängigkeiten auf. Die gesamte präimaginale Entwicklung beansprucht bei 20°C etwa 66 Tage. Sie verkürzt sich bei Temperaturen von 30°C auf 20 Tage. Die Entwicklungsnulppunkte lauten: Ei 14,8; Larve 18,3; Puppe 21,0 und 19,0°C für den gesamten Entwicklungsgang. Damit ergeben sich Effektivtemperatursummen von 107,6; 168,3; 26,6 sowie 250,4°C für die aufgeführten Stadien. Die Wirtspflanze (Cuba C-25-9 Rojo (*Phaseolus vulgaris* L.), Cancarro (*Vigna sinensis* SAVI.)) beeinflusste die Entwicklungsdauer nur geringfügig. Vermindertes Larvenwachstum (Cuba 4 (*P. vulgaris*)) führte zum Tod der Individuen.

Summary

Studies on the influence of temperature on the development of *Andrector ruficornis* (OLIV.) showed clear correlations. The total pre-imaginal development at 20°C takes about 66 days. At temperatures of 30°C it is shortened to 20 days. The initial points of development are 14.8°C for the egg; 18.3°C for the larva; 21.0°C for the pupa and 19.0°C for the total development. This amounts to effective temperature sums of 107.6°C, 168.3°C, 26.6°C or 250.4°C for the respective stages. The host plant (Cuba C-25-9 Rojo (*Phaseolus vulgaris* L.), Cancarro (*Vigna sinensis* SAVI.)) had only a slight influence on the duration of the development. Reduced growth of the larvae (Cuba 4 (*P. vulgaris*)) caused the death of the individuals.

Резюме

Изучение влияния температуры на развитие *Andrector ruficornis* (OLIV.) показало четкую зависимость. Преимагинальное развитие длится 66 дней при температурах 20°C, а при температурах 30°C оно уменьшается до 20 дней. Исходные пункты фаз развития следующие: яйцо — 14,8°C; личинка — 18,3°C; куколка — 21,0°C для всего процесса развития. Таким образом, сумма эффективных температур перечисленных фаз развития составляет 107,6; 168,3; 26,6 и 250,4°C. Влияние растения-хозяина (Cuba C-25-9 Rojo (*Phaseolus vulgaris* L.), Cancarro (*Vigna sinensis* SAVI.)) на продолжительность развития было незначительное. Слабый рост личинок (Cuba 4 (*P. vulgaris*)) приводило к смерти особей.

Literatur

- BLUNCK, H.: Die Entwicklung des *Dytiscus marginalis* L. vom Ei bis zur Imago. Zeitschr. Wiss. Zool. 121 (1923). — S. 171—391.
- CHIANG LOK, MA. L.; HEYER, W. & CRUZ, B.: Influencia de la temperatura sobre el desarrollo de los estadios biológicos de *Systema basalis* DUVAL. (Coleoptera: Chrysomelidae). 1^{er} Simposio internacional sobre sanidad vegetal en la agricultura tropical, UCLV, Santa Clara, Cuba. 1983, S. 23: Resúmenes.
- HEYER, W. & CRUZ, B.: Influencia de la temperatura y la planta hospedera sobre el desarrollo de los estadios biológicos de *Diabrotica balteata* Lec. (Coleoptera: Chrysomelidae). Ciencias de la Agricultura. — (1983) 17. — S. 31—40.
- LOGAN, J. A.; WOLLKIND, D. J.; HOYT, S. C. & TANIGOSHI, L. K.: An analytic model for description of temperature dependent rate phenomena in arthropods. Environ. Entomol. — College Park 5 (1976). — S. 1133—1140.
- PITRE, H. N. JR. & KANTACK, E. J.: Biology of the banded cucumber beetle, *Diabrotica balteata*, in Louisiana. J. Econ. Entomol. — College Park 55 (1962). — S. 904—906.
- POHLE, H. J.: Grundlagen und Möglichkeiten zur Nutzung des Temperaturfaktors für Terminbestimmung und Terminprognose wechselwarmer Schaderreger im Rahmen des Überwachungssystems Pflanzenschutz der DDR, unter besonderer Berücksichtigung von *Scotia segetum* SCHIFF. (Lepidoptera, Noctuidae). — 1983. — 184 S. — Inst. Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow, Ber. Eberswalde, Diss.
- WAGNER, T. L.; WU, H. J.; SHARPE, P. J. H.; SCHOOLFIELD, R. M. & COULSON, R. N.: Modeling insect development rates: A literature review and application of a biophysical model. Ann. Entomol. Soc. Amer. 77 (1984). — S. 208—223.