

EINFLUSS DER PHOTOPERIODE AUF ACKERBOHNE UND GERSTE SOWIE ENTWICKLUNG UND VERMEHRUNG VON ACYRTHOSIPHON PISUM HARRIS UND RHOPALOSIPHUM PADI L.

MAMADOU BALDE¹⁾ und SIEGFRIED RICHTER²⁾

¹⁾*Institut senegalais de la recherche agricole ('SM) Bambey, Senegal*

²⁾*Studienprogramm Agrarwissenschaften; Wissenschaftsbereich Tropische
Landwirtschaft Fichtestraße 28, 04275 Leipzig, Deutschland*

Die Ergebnisse zeigen, daß die tägliche Belichtungszeit von 16 Stunden die besten Bedingungen für die Entwicklung und Vermehrung der Erbsen- und Haferläuse an Ackerbohnen und Sommergerste bot. Der Einfluß der Photoperiode auf die Erreger-Wirt-Interaktion trat am deutlichsten bei den sowohl für den Erreger als auch für die Wirtspflanze günstigen Temperaturbedingungen von 22°C auf. Dabei nahm das Gewicht adulter Aphiden, die durchschnittliche relative Wachstumsrate sowie die Anzahl der Nachkommen einer Mutterlaus nach 3 Wochen Lebenszeit mit Verkürzung der Belichtungszeit drastisch ab.

Im sub- und supraoptimalen Temperaturbereich wurde der Einfluß der Belichtungszeit von den Temperaturbedingungen überlagert. Die Ergebnisse weisen darauf hin, daß Lichtmangel über herabgesetzte Photosyntheseleistung zu einem gewissen Stress bei den Wirtspflanzen führen kann und damit eine Verminderung der Wirtseignung gegenüber den Aphiden zur Folge hat. Dabei traten zwischen beiden Modellkombinationen in der Tendenz kaum wesentliche Unterschiede auf.

SCHLÜSSELWörter: Acyrthosiphon pisum, Rhopalosiphum padi, Ackerbohne, Gerste, Photoperiode, Interaktion

INFLUENCE OF THE PHOTOPERIOD ON BROAD BEAN AND BARLEY AS WELL AS DEVELOPMENT AND REPRODUCTION OF ACYRTHOSIPHON PISUM HARRIS AND RHOPALOSIPHUM PADI L.

The results show that the daily time of exposure to light of 16 hours offered the best conditions for the development and reproduction of Acyrthosiphon pisum and Rhopalosiphum padi in broad bean and barley. The influence of the photoperiod on the pest-host-interaction occurs most clearly under temperature conditions of 22°C that are favourable for the pest as well as for the host plant. By that the weight of adult aphides, the mean relative growth rate and the number of progenies of an aphid after 3 weeks of life decreased drastically while shortening the time of exposure to light. In the sub- and supra-optimum range of temperature the influence of the time of exposure to light is exceeded by the temperature conditions. The results indicate that lacking light leads to a certain stress in the

Universität Leipzig; Studienprogramm Agrarwissenschaften; Wissenschaftsbereich Tropische Landwirtschaft, AG Pflanzen- und Vorratsschutz; Fichtestr. 28; 04275 Leipzig, Deutschland

plant due to a iminished photosynthesis causing a decreased host suitability to aphids. There hardly any great differences in tendency between both mode1 combinations.

KEY WORDS: *Acyrtosiphon pisum*, *Rhopalosiphum padi*, broad bean, barley, photoperiod, interaction

EINLEITUNG

Für die Aufrechterhaltung der Lebensvorgänge der Pflanzen spielt das Licht neben anderen abiotischen Umweltfaktoren wie Temperatur und Wasser, eine wichtige Rolle. Dabei ist die Länge der Belichtungszeit neben der Quantität und Qualität des Lichtes für die Intensität der Photosynthese und die Produktion zahlreicher Pflanzeninhaltsstoffe von großer Bedeutung. So werden beispielsweise Phytohormone, wie Auxine, Gibberelline und Cytokinine unter Langtagsbedingungen produziert, während unter Kurztagsbedingungen ihre Synthese gehemmt wird.

Auch auf einen direkten Einfluß des Lichtes auf die Aphiden weisen zahlreiche Untersuchungen hin (Steel und Less, 1977; Tsitsipis und Mittler, 1977; Hand und Watten, 1985).

Danach wird die Bildung der Juvenilhormone bei den Blattläusen über die Corpora alata durch das Licht beeinflusst. So stellten Corbitt und Hardie (1985) fest, daß von der Erbsenblattlaus nur ovipare Nachkommen in den ersten Tagen nach Reproduktionsbeginn unter den Bedingungen von 12 Stunden Belichtung und 15°C erzeugt wurden., um anschließend nur vivipare Aphiden bis zum Ende zu produzieren. Jedoch gibt es über die Wirkung des Lichtes auf die Interaktion von Wirtspflanzen und Schadinsekten, besonders was die Rolle als möglichen Stressor angeht, nur spärliche Angaben.

Ziel der vorliegenden Untersuchungen bestand darin, die von der Belichtungsdauer hervorgerufenen Veränderungen in den Kulturpflanzen mittels phloemsaugender Blattlausarten zu erfassen.

MATERIAL UND METHODEN

Für die Ermittlung des Einflusses der Photoperiode auf die Beziehung zwischen Wirtspflanzen und Schadinsekten wurden die Erreger-Wirt-Kombinationen *Acyrtosiphon pisum* Harris (Erbsenblattlaus)-*Vicia faba* L. (Ackerbohne) und *Rhopalosiphum padi* L. (Haferblattlaus)-*Hordeum vulgare* L. (Sommergerste) ausgewählt.

Diese beiden Blattlausarten wurden als Ausgangsmaterial ganzjährig in parthenogenetischen Dauerzuchten gehalten, indem sie im Labor bei 16-stündiger Beleuchtung über neutral weiße Leuchtstoffröhren mit ca. 3 1,5 Watt/m², bei einer durchschnittlichen Temperatur von 22° C ± 2K und einer relativen Luftfeuchte von 50–70% gehalten wurden. Die Versuchspflanzen wurden dagegen bis zum Erreichen der 2. Blattpaare der Ackerbohne bzw. des 2. Blattstadiums der Gerste unter schwankenden Temperaturbedingungen und einer Zusatzbelichtung von 16

Stunden über NC 250-01-Lampen (250 W) mit einer Lichtintensität von ca. 52,5 Watt/m² im Gewächshaus kultiviert. Bei sämtlichen Untersuchungen wurden als Versuchstiere nur junge Larven mit einem Alter von 4 (*A. pisum*) bzw. 8 Stunden (*R. padi*) verwendet.

Die mit solchen Larven besetzten Versuchspflanzen wurden mit einem gazebespannten zylinderförmigen Käfig umgeben, um das Abwandern der Tiere zu vermeiden. AnschlieBend wurden diese unter den vorgesehenen Prüfbedingungen in einem Klimaprüfschrank (KPW-mytron) gestellt. Dort herrschten eine Zusatzbeleuchtung durch neutral weiÙe Leuchtstoffröhren mit einer Lichtintensität von ca. 31,5 Watt/m² und eine relative Luftfeuchtigkeit von 60–80%. Die Prüfung der Belichtungsvarianten 8: 16, 12: 12, 16: 18 Stunden (Photophase: Scotophase) erfolgte in Kombination mit konstanten Temperaturen von 10, 15, 22 und 30°C.

Als Bewertungskriterien wurden die postembryonale Entwicklungsdauer, das Gewicht und Länge adulter Tiere sowie die Vermehrung berücksichtigt. Zur Ermittlung des Gewichtes adulter Blattläuse wurden jeweils 20 Tiere nach Betäubung mit Essigsäureethylester einzeln mit einer Spiralfederwaage gewogen. AnschlieBend erfolgte zur Ermittlung der Adultlänge die Messung der Tiere von den Stirnhöckern bis zur Caudaspitze unter dem Stereomikroskop mit einem Okularmikrometer. Unter Vermehrung wurde bei diesen Untersuchungen die gesamte Anzahl der Tiere einer Population, unabhängig von den jeweilig vorhandenen Stadien und Generationen, verstanden, die innerhalb eines definierten Zeitraumes aus einer Mutterlaus hervorgegangen sind. Bei diesen Untersuchungen wurde die Vermehrung, ohne Berücksichtigung der Dauer der Postembryonalentwicklung, 21 Tage nach Geburt der Mutterlaus, ermittelt. Die Ergebnisse wurden mittels Varianzanalyse berechnet.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Postembryonale Entwicklungsdauer

Mit diesem Kriterium lassen sich Aussagen über den Einfluß der Belichtungsdauer auf die Entwicklung beider Blattlausarten treffen.

Unter den Bedingungen von 22 und 30°C konnte sowohl für die Erbsen- als auch für die Haferblattlaus ein zusätzlicher Einfluß der verschiedenen langen Belichtungszeiten nicht festgestellt werden (Tab. 1).

Tabelle 1: Einfluß der Belichtungsdauer auf die Postembryonalentwicklung von *A. pisum* und *R. padi* bei unterschiedlichen Prüftemperaturen in Tagen

Photoperiode (Stunden)	<i>A. pisum</i>				<i>R. padi</i>			
	10°C	15°C	22°C	30°C	10°C	15°C	22°C	30°C
16	23,3a	11,5a	7,0	7,0	19,5a	10,5a	6,0	6,0
12	25,8b	13,0b	7,0	7,0	21,5b	12,3ac	6,0	6,0
8	26,5b	13,7b	7,0	7,0	22,2b	12,8bc	6,0	6,0

Werte mit gleichen Buchstaben innerhalb einer Temperaturvariante sind nicht signifikant verschieden ($P \leq 5\%$)

Lediglich im für die Blattläuse supraoptimalen Temperaturbereich bewirkt die längste Belichtungszeit von täglich 16 Stunden die vergleichbar kürzeste postembryonale Entwicklungszeit. Demgegenüber nahm dieser Entwicklungsabschnitt mit Verkürzung der Photoperiode von 16 auf 8 Stunden sowohl bei 10°C als auch bei 15°C signifikant zu. Diese für beide Blattlausarten zutreffende Feststellung ist im wesentlichen aus den Unterschieden zwischen 16 und 12 Stunden Belichtung abzuleiten. Eine Verkürzung der Belichtungszeit auf 8 Stunden führte unter diesen Temperaturbedingungen kaum zu einer weiteren Verlängerung des Entwicklungsabschnittes. Die Ursachen einer langsamen Entwicklung der Blattläuse bei kurzen Photoperioden sind wahrscheinlich in einem vermindert bereitgestellten Nahrungsangebot zu suchen. In diesem Zusammenhang stellten Robitzsch (1938) und Wesselmann (1987) fest, daß sich die Wirkung kurzer Photoperioden in einer Abnahme der Chlorophyllbildung bei Ackerbohnenpflanzen äußert.

Adultgewicht und -länge

Diese Ergebnisse zeigen sowohl im supraoptimalen Temperaturbereich als auch bei 22°C einen deutlichen Einfluß der Belichtungsdauer auf das Wachstum der Aphiden. Dabei nahmen sowohl die Biomasse als auch die Länge adulter Tiere mit Verkürzung der Belichtungsphase ab (Tab. 2). Während bei einer Versuchstemperatur von 22°C das Adultgewicht von *A. pisum* mit Verkürzung der Photoperiode von 16 auf 8 Stunden um ca. 38% abnahm, lag der Rückgang unter 30°C bei 4.9%.

Tabelle 2: Einfluß der Belichtungsdauer auf die Länge (mm) und das Gewicht (mg) adulter Blattläuse bei 22 und 30°C

Photoperiode (Stunden)	<i>A. pisum</i>				<i>R. padi</i>			
	22°C		30°C		22°C		30°C	
	Gewicht	Länge	Gewicht	Länge	Gewicht	Länge	Gewicht	Länge
16	3,30a	5,43a	1,89a	4,85a	0,86a	2,75a	0,74a	2,35a
12	2,84b	5,10b	1,86a	4,61a	0,68b	2,44b	0,50b	2,27a
8	2,04c	4,75c	0,96b	3,52b	0,65b	2,29c	0,46b	2,02b

Werte mit gleichen Buchstaben innerhalb einer Temperaturvariante für ein Kriterium sind nicht signifikant verschieden (P a 5%)

Für die Haferlaus konnte eine ähnliche Tendenz festgestellt werden, wobei die Differenzen etwas geringer waren. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, daß Hitze und Lichtmangel unterschiedlich stark auf die Entwicklung der Blattläuse wirken. Während der Temperaturstreß von 30°C vorwiegend eine direkte Wirkung auf die Aphiden besitzt (Richter und Balde 1993) übt der Lichtmangel weitestgehend eine indirekte Wirkung über die Bereitstellung der Photosyntheseprodukte aus. Die wachstumsmindernde Wirkung kurzer Photoperioden unter Hitzestreß (30°C) sind bei der Erbsenblattlaus wesentlich stärker als bei der Haferlaus ausgeprägt. Ausgehend von der Feststellung, daß die Vertraglichkeit von *A. pisum*

gegenüber extrem hohen Temperaturbedingungen geringer als die von *R. padi* ist (Balde, 1991), deuten vorliegende Ergebnisse darauf hin, daß Lichtmangel auf das Wachstum der Aphiden um so intensiver wirkt, je geringer die Hitzetoleranz einer Blattlausart ausgeprägt ist. Im Gegensatz zu den relativ hohen Temperaturen stehen das Gewicht und die Länge adulter Tiere beider Aphidenarten unter den suboptimalen Temperaturbedingungen von 10 und 15 °C mit der Dauer der postembryonalen Entwicklung im Zusammenhang. Mit Verlängerung dieses Entwicklungsabschnittes nahm das Adultgewicht zu. Obwohl die Biomasse stärker als die Adultlänge auf eine Veränderung der Photoperiode reagierte, bestand bei sämtlichen Belichtungsvarianten zwischen Gewicht und Länge adulter Tiere beider Aphidenarten unabhängig von den Temperaturbedingungen eine hohe positive Korrelation.

Vermehrung

Die Ergebnisse der Vermehrung einer Blattlaus nach 2 1-tägiger Lebenszeit lassen zwischen den einzelnen Belichtungsvarianten bei 22°C sehr hohe signifikante Unterschiede erkennen (Tab. 3). Unabhängig von dem artspezifischen Unterschied, der auch bei den übrigen Bewertungskriterien schon zu beobachten war, konnte die höchste Vermehrungsrate beider Blattlausarten bei einer Photophase von 16 Stunden festgestellt werden. Dabei verlief die Abnahme der Vermehrung beider Aphidenarten mit Verkürzung der Belichtungszeit nahezu in gleichen Verhältnissen.

Tabelle 3: Einfluß der Belichtungsdauer auf die Vermehrung von *A. pisum* und *R. padi* nach 2 l Tagen Lebenszeit bei 22°C

Photoperiode (Stunden)	<i>A. pisum</i>		<i>R. padi</i>	
	Nachkommen pro Virgo	Anteil toter Tiere [%]	Nachkommen pro Virgo	Anteil toter Tiere [%]
16	1448,5a	0,38	853,6a	0,50
12	1170,5b	5,00	737,8b	1,90
8	398,0c	18,92	241,3c	14,75

Werte mit unterschiedlichen Buchstaben sind signifikant verschieden ($P \leq 0,1\%$)

Während bei einer Verkürzung der Photophase von 16 auf 12 Stunden eine Abnahme der Nachkommenzahl von ca. 19% bei *A. pisum* bzw. 14% bei *R. padi* zu verzeichnen war, ging die Vermehrung jeweils einer Aphide bei weiterer Reduzierung der Belichtungszeit auf 8 Stunden für beide Blattlausarten um ca. 72% zurück. Da Untersuchungen von Lamb und Pointing (1972) an Diäten zeigten, daß die Photoperiode keinen direkten Einfluß auf die Reproduktionsrate der Aphiden aufwies, dürften die Ursachen dieser Abnahme der Vermehrung in erster Linie auf ein verschlechtertes Nahrungsangebot zurückzuführen sein. Diese Feststellung kann noch dadurch unterstrichen werden, daß eine belichtungsabhängige Mortalität der Nachkommen beider Arten auch unter optimalen Temperaturbedingungen von 22°C festzustellen war. Während ihr Anteil, unab-

hangig von der Aphidenart bei 16-stündiger Belichtung unbedeutend war, betrug er bei der kürzesten Photophase von 8 Stunden ca. 19% (*A. pisum*) bzw. 15% (*R. padi*). Trotz der erwähnten Unterschiede in der Biomasse konnte bei 30°C kein Einfluß der Photoperiode auf die Vermehrung beobachtet werden.

Unter diesem anhaltenden Hitzestress reproduzierte sich die Erbsenblattlaus kaum. Nach Kloft (1975) und Balde (1991) führen extrem hohe Temperaturen zur Zerstörung sowohl der Endosymbionten als auch der Embryonen in den Mutterläusen. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, daß die direkte Wirkung der Temperatur auf die Tiere neben der Länge der Photophase, die mit zunehmender Versuchsdauer einen beachtlichen Einfluß auf die Vermehrung der Blattläuse ausübte, von großer Bedeutung ist.

Aufgrund der temperaturbedingten Unterschiede in der postembryonalen Entwicklungszeit der Blattläuse, war unter den suboptimalen Temperaturbedingungen von 10 und 15 °C kein Vergleich über die Vermehrung der Aphiden möglich. Unter den niedrigen Temperaturbedingungen von 10°C konnten die Erbsenblattläuse mit der Reproduktion nicht beginnen, da unter diesen Verhältnissen die Postembryonalentwicklung dieser Blattlausart unabhängig von der Belichtungszeit länger als 21 Tage dauerte. In diesem Zusammenhang wäre die Erfassung der Anzahl unmittelbarer Nachkommen einer Mutterlaus während ihrer gesamten Lebenszeit oder die Ermittlung sämtlicher Embryonen adulter Tiere unmittelbar vor Beginn der Reproduktion angebracht. Unter den Versuchsbedingungen von 15°C wurde bei den Erbsenblattläusen neben apteren Formen auch die Existenz von alaten Aphiden und Zwischenformen (adulte Tiere mit Flügelanlage) beobachtet. Während bei einer 16-stündigen Photoperiode weder Alatae noch Zwischenformen festzustellen waren, konnte unter diesen Temperaturbedingungen bei 12 Stunden Belichtung neben Apteræ nur Zwischenformen beobachtet werden, die einen Anteil von ca. 42% ausmachten. Bei den Haferläusen konnten unabhängig von der Belichtungsdauer bei sämtlichen Prüfbedingungen nur aptere Tiere beobachtet werden. Während die Ursachen der Bildung von geflügelten Blattläusen vorwiegend auf die Nahrungsmenge und -qualität zurückzuführen ist (Leather und Lehti, 1982), bleibt die Frage nach der Ursache des Entstehens von Zwischenformen offen.

Literatur

- Balde, M.: Einfluß abiotischer Faktoren auf die Interaktion von Wirtspflanzen und Blattläusen. Universität Leipzig, Diss. A, 1991, 112 S.
- Corbitt, T.S.; Hardie, J.: Juvenile hormone effects on polymorphism in the aphid, *Acyrtosiphon pisum*. *Ent. exp. appl.* 38 (1985), 131-135
- Hand, S.C.; Wratten, S.D.: Production of sexual morphs by the monocious cereal aphid *Sitobion avenae*. *Ent. exp. appl.* 38 (1985), 239-247
- Kloft, W.: Die Bedeutung der Endosymbionten für die Ernährung siebrohrensaftsaugender Aphiden. *Verh. Dt. zool. Ges.*, Stuttgart 68 (1975), 158
- Lamb, R.J.; Pointing, P.J.: Sexual morph determination in the aphid, *Acyrtosiphon pisum*. *Insect Physiol.* 18 (1972), 2029-2042
- Leather, S.R.; Lehti, J.P.: Field studies on the factors affecting the population dynamics of the birdcherry oat aphid *Rhopalosiphum padi* (L.) in Finland. *Ann. Agric. Fenn.* 21 (1982), 20-31

- Richter, S.; Balde, M.: Einfluß der Temperatur auf die Entwicklung und Vermehrung der Erbsen- und Haferblattläuse an Ackerbohnen und Sommergerste. Mitt dtsch. Ges. allg. angew. Ent., Gießen 8 (1993), 562-568
- Robitzsch, I.: Die Entwicklung der Ackerbohne in Abhängigkeit von Tageslänge, Keimtemperatur und Aussaatzeit. *J. Landwirtschaftl.* 86 (1938), 127-162
- Steel, C.G.H.; Lees, A.D.: The role of neurosecretion in the photoperiodic control of polymorphism in the aphid *Megoura viciae*. *J. exp. Biol.* 67 (1977), 117-135
- Tsitsipis, J.A.; Mittler, T.E.: Influence of daylength on the production of parthenogenetic and sexual females of *Aphis fabae* at 17,5°C. *Ent. exp. appl.* 21 (1977), 163-173
- Wesselmann, A.: Influence of different daylengths on the development of nodules of food legumes. Food legume improvement for asian farming systems. Canberra Australia, 1987