

B. KLAUSNITZER, Leipzig, und R. SCHUMMER, Berlin

Zum Vorkommen der Formen von *Adalia bipunctata* L. in der DDR (*Insecta, Coleoptera*)

Summary Based on 25 collectings of *Adalia bipunctata* L. mainly from the district Dresden the frequency of the forms *typica*, *quadrimaculata* and *sexpustulata* is recorded. The black forms amount to 8–20%. No differences in frequency were found dependent on season. Results are discussed taking into consideration the theses on industrial melanism.

Резюме На основе 25 сборов *Adalia bipunctata* L. в основном из округа Дрездена приводят частоты встречаемости форм *typica*, *quadrimaculata* и *sexpustulata*. 8–20% особей относятся к черным формам. Не удалось установить различия частот встречаемости в зависимости от времени года. Результаты обсуждаются под углом зрения тезисов промышленного меланизма.

Einleitung

Aus dem europäisch-asiatischen Teil des Verbreitungsgebietes der auch in der DDR häufig vorkommenden Coccinelliden-Art *Adalia bipunctata* sind auf Grund der unterschiedlichen Färbungen des Halsschildes und vor allem der Flügeldecken etwa 150 verschiedene Formen beschrieben worden (FÜRSCH 1967). Im Gegensatz dazu sind bisher aus Nordamerika keine solchen Formen bekannt (DILLON u. DILLON 1972).

In Europa stellen drei gut unterscheidbare Formen den Hauptanteil in den Populationen: f. *typica* (rote Elytren mit zwei schwarzen Punkten) und die beiden als melanistische Formen bezeichneten f. *quadrimaculata* (schwarze Elytren mit vier roten Punkten) und f. *sexpustulata* (schwarze Elytren mit sechs roten Punkten). Weitere Formen kommen in unserem Gebiet nur bis zu 1 Prozent, seltener bis zu 2 Prozent vor.

Auch die Larven von *A. bipunctata* sind polymorph gefärbt. Bei Untersuchungen über die Zusammenhänge der Färbung der Larven und der Imagines sowie der Beziehung zu den Geschlechtern konnte kein deutlicher Zusammenhang festgestellt werden (KLAUSNITZER u. FÖRSTER 1973).

Über die Häufigkeiten der Formen in verschiedenen Populationen sind vor allem in den letzten 20 Jahren zahlreiche Untersuchungen erfolgt. Angeregt wurden diese Arbeiten in starkem Maße durch die Feststellung von CREED (1966), daß *A. bipunctata* — wie auch der Birkenspanner *Biston betularius* und zahlreiche andere Lepidopterenarten — als industriemel-

nistische Art zu bezeichnen ist. Nach CREED (1966, 1974) treten in höher industriell verschmutzten Gebieten mehr Melanisten in den Populationen auf, ohne daß für die melanistischen Exemplare von *A. bipunctata* ein visueller Vorteil wie z. B. bei *Biston betularius* angenommen werden kann.

Neben dem Einfluß der industriellen Belastung auf die phänotypisch erkennbare Populationsstruktur wurden auch andere Faktoren geprüft, z. B. das Meeresklima (LUSIS 1961, BENGTON u. HAGEN 1975, 1977), die Sonnenscheindauer (LUSIS 1961; BENHAM u. a. 1974; HONĚK 1975; MUGGLETON u. a. 1975; BENGTON u. HAGEN 1977; MUGGLETON 1978), die Temperatur (SCALI u. CREED 1975; SCALI u. a. 1978; MUGGLETON 1979) und die Wirkung natürlicher Feinde (Vögel) (MUGGLETON 1978). Nur die Arbeit von HONĚK (1975) ist in Mitteleuropa durchgeführt worden. Die anderen Arbeiten betreffen Italien, England, Norwegen sowie die Gebiete um Riga und Leningrad (UdSSR).

LUSIS (1928–1973) hat gezeigt, daß die schwarzen Formen gegenüber den roten dominant sind. Mehrere andere Autoren schreiben, daß die Zunahme der schwarzen Formen im Laufe des Sommers und ihr Vermehrungsvorteil durch eine erhöhte Mortalität während der Überwinterung wieder ausgeglichen werden. Als Ursache für die hohe Mortalität wird der höhere Temperaturabfall (Differenz) angegeben. Ob die Temperatur, wie vielfach angenommen, tatsächlich die Hauptursache ist, bleibt ungeklärt. Eher dürfte wohl eine Benachteiligung in der verhältnismäßig langen Periode vor der Über-

winterung im Herbst eintreten (höherer Grad der Aktivierung und anschließenden Inaktivierung, dadurch größerer Verbrauch von Reserven). Die schwarzen Formen unterliegen außerdem verstärkt der Gefahr der Austrocknung und Überhitzung.

Eine Bevorteilung der schwarzen Formen geschieht vor allem durch die stärkere Erwärmung infolge besserer Temperaturnutzung. Dadurch bedingt:

- höhere Paarungsaktivität und damit höherer Anteil an den Nachkommen der Population
- höhere Stoffwechselrate, dadurch größere Produktion von Nachkommen
- höhere Mobilität, dadurch Konkurrenzüberlegenheit bei der Futtersuche

Ein Vorteil ergibt sich auch tageszeitlich (am Morgen) im Frühjahr und im Herbst.

Eine Erhöhung des Anteils der schwarzen Formen wurde vielfach in Gebieten mit verminderter Sonneneinstrahlung (Städte, Industrieareale) und in Gebieten mit höheren Jahresmitteltemperaturen (Städte, manche submediterrane und mediterrane Areale) beobachtet. Der Anteil der schwarzen Formen sinkt mit zunehmender Höhenlage und Niederschlagsmenge. Es liegt also wohl ein adaptiver Polymorphismus vor, der geographisch und industriell bedingt sein dürfte.

Bisher konnte durch keinen der untersuchten Faktoren eine allgemein gültige Erklärung für die unterschiedlichen Häufigkeiten der einzelnen Formen von *A. bipunctata* in den untersuchten Populationen gegeben werden. Das Phänomen des Melanismus von *A. bipunctata* wird aus diesem Grunde in neueren Arbeiten auf unterschiedliche selektive Einflüsse an verschiedenen Gebieten des Artareals zurückgeführt, die aber phänotypisch den gleichen Effekt haben. Gleichzeitig wird zunehmend der geographisch unterschiedliche genetische Fonds der untersuchten Populationen in die Erklärungsversuche einbezogen (MUGGLETON 1978; SERGIEJEVSKIJ u. ZACHAROV 1981).

Die Untersuchung weiterer Populationen – insbesondere in zentralen Bereichen des Artareals – ist notwendig, um ein besseres Bild über die Häufigkeiten der Formen zu erhalten und damit zur Aufklärung des Melanismus bei *A. bipunctata* beizutragen.

Material und Methode

Von 1955 bis 1971 wurden von B. KLAUS-NITZER im Süden der DDR (Bezirke Dresden und Gera) bei planmäßigen Untersuchungen

der Coccinelliden-Fauna insgesamt 6576 *A. bipunctata*-Exemplare gefangen, die im Zusammenhang mit dem Melanismus erstmals durch SCHUMMER (1977) ausgewertet wurden.

Weiterhin standen die Aufsammlungen von I. A. ZACHAROV (Leningrad) und J. SCHULZE (Berlin) aus Greifswald bzw. Chorin, Kreis Eberswalde, zur Verfügung, wofür wir auch an dieser Stelle unseren Dank aussprechen. Die von R. SCHUMMER seit 1972 in Berlin, Hauptstadt der DDR, durchgeführten planmäßigen Untersuchungen werden gesondert ausgewertet. K. MIKKOLA (Helsinki) danken wir sowohl für Hinweise auf einige Literaturstellen wie auch für die Bereitstellung einiger Arbeiten.

Diskussion

Einem Vergleich der Häufigkeiten der Formen in einzelnen Jahren an unterschiedlichen Sammelorten ist zu entnehmen, daß f. *typica* 79,9 bis 91,6 Prozent (im Durchschnitt 84,1 Prozent bei 7134 ausgewerteten *A. bipunctata*-Exemplaren) stellt. Ob die dabei auftretenden Schwankungen in verschiedenen Jahren am gleichen Ort (Dresden 3,8 Prozent, Guttau 1,8 Prozent Schwankungsbreite) oder die Unterschiede zwischen nicht weit entfernten Sammelorten im gleichen Jahr (Dresden und Guttau im Jahr 1962 mit 3,1 Prozent Schwankungsbreite) Unterschiede bzw. Veränderungen in den Populationen anzeigen oder zufällig bedingt sind, kann zur Zeit nicht eindeutig erklärt werden.

In keinem Fall traten solche deutlichen jahreszeitlichen Unterschiede auf, wie sie TIMOFFEEV-RESSOVSKI (1940) in den Jahren 1930 bis 1938 in Berlin-Buch festgestellt hat: Danach waren im Frühjahr 62,6 Prozent und im Herbst 41,3 Prozent f. *typica* in den Aufsammlungen nachzuweisen. Wenn auch nur aus Neschwitz Aufsammlungen aus den Monaten März und April vorliegen, kann auch aus den Juni- und Juli-Aufsammlungen von Dresden und Guttau im Vergleich zu den jeweiligen September- und Oktober-Aufsammlungen nicht auf eine allgemeine Zunahme der melanistischen Formen im Laufe des Jahres am gleichen Sammelort geschlossen werden. Auch die Aufsammlung von Chorin im Winterquartier liegt mit 83,1 Prozent f. *typica*-Exemplaren im Durchschnitt der Jahreswerte. Damit werden die Befunde anderer Autoren, daß ein jahreszeitlicher Wandel in der phänotypischen Populationsstruktur bei *A. bipunctata* nicht erfolgt, bestätigt (CREED 1966; BENGTON u. HAGEN

1975; HONĚK 1975; MUGGLETON 1978; SERGIEJEVSKIJ u. ZACHAROV 1981). Neuere Untersuchungen in Berlin-Buch in den Jahren 1972–1978 und danach auch in anderen Stadtteilen von Berlin, Hauptstadt der DDR, haben ebenfalls ergeben, daß in den Frühjahrsmonaten (März und April) und in den Herbstmonaten (September und Oktober) kein Unterschied im Anteil der melanistischen Formen besteht. In den im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Populationen kommen die beiden melanistischen Formen *f. quadrimaculata* und *f. sexpustulata* mit einer Gesamthäufigkeit von 8,4 bis 20,1 Prozent vor. Dabei ist *f. quadrimaculata* etwa zwei- bis dreimal häufiger als *f. sexpustu-*

lata. Nur in vier Proben ist *f. quadrimaculata* seltener: Lausche 1955 (7,7:12,4 Prozent), Rotstein 1956 (6,9:8,8 Prozent), Dresden 1967 (5,1:9,9 Prozent) und Neschwitz 1960 (7,6:11,9 Prozent). Bei MEISSNER (1907, 1908, 1909, 1910, 1912) finden sich Angaben über die Häufigkeiten der melanistischen Formen. Danach trat *f. quadrimaculata* in Potsdam, Halle, Niewerle (Niederlausitz) sowie Lebus und Sommerfeld bei Frankfurt/Oder ähnlich wie bei unseren Untersuchungen etwa zwei- bis dreimal häufiger auf als *f. sexpustulata*. In den Arbeiten anderer Autoren werden die melanistischen Formen nicht einzeln aufgeführt, so daß keine weiteren Vergleiche möglich sind.

Fundort	Jahr	Exemplare				Prozentanteile		
		<i>f. typica</i>	<i>f. 4-mac.</i>	<i>f. 6-pust.</i>	Gesamt	<i>f. typica</i>	<i>f. 4-mac.</i>	<i>f. 6-pust.</i>
Rotstein	1956	172	14	18	204	84,3	6,9	8,8
Lausche	1955	135	13	21	169	79,9	7,7	12,4
Jena	1958	516	70	30	616	83,8	11,4	4,9
Quoos	1957	104	13	7	124	83,9	10,5	5,6
	1960	60	6	4	70	85,7	8,6	5,7
	1957/60	164	19	11	194	84,5	9,8	5,7
Dresden	1962	381	64	24	469	81,2	13,6	5,1
	1963	400	50	35	485	82,5	10,3	7,2
	1964	630	84	28	742	84,9	11,3	3,8
	1965	73	10	5	88	83,0	11,4	5,7
	1967	215	13	25	253	85,0	5,1	9,9
	1971	704	91	43	838	84,0	10,9	5,1
	1962/71	2 403	312	160	2 875	83,6	10,9	5,6
Bautzen	1958	352	30	12	394	89,3	7,6	3,0
Guttau	1957	511	56	27	594	86,0	9,4	4,5
	1962	172	21	11	204	84,3	10,3	5,4
	1963	40	5	3	48	83,3	10,4	6,3
	1964	240	29	16	285	84,2	10,2	5,6
	1969	313	47	11	371	84,4	12,7	3,0
	1957/69	1 276	158	68	1 502	85,0	10,5	4,5
Neschwitz	1960	224	21	33	278	80,6	7,6	11,9
	1961	281	44	19	344	81,7	12,8	5,5
	1960/61	505	65	52	622	81,2	10,5	8,4
Chorin	1977	335		68	403	83,1		16,9
Greifswald	1982	142	11	2	155	91,6	7,1	1,3

Häufigkeiten von *A. bipunctata f. typica* in verschiedenen Jahreszeiten

Fundort	Frühjahr (März, April)	Sommer (Juni, Juli)	Herbst (September, Oktober)
Neschwitz	81,2% (n = 622)		
Dresden		79,1% (n = 431)	84,4% (n = 1 223)
Bautzen		89,3% (n = 394)	
Guttau		85,4% (n = 730)	85,6% (n = 772)
Jena			83,8% (n = 616)

Literatur

- BENGTSON, S.-A., und R. HAGEN (1975): Polymorphism in the two-spot ladybird *Adalia bipunctata* in western Norway. — *Oikos* **26**, 328–331.
- u. — (1977): Melanism in the two-spot ladybird *Adalia bipunctata* in relation to climate in western Norway. — *Oikos* **28**, 16–19.
- BENHAM, B. R., LONSDALE, D., u. J. MUGGLETON (1974): Is polymorphism in two-spot ladybird an example of non industrial melanism? — *Nature* (Lond.) **249**, 179–180.
- CREED, E. R. (1966): Geographic variation in the two-spot ladybird in England and Wales. — *Heredity* **21**, 57–72.
- (1971): Industrial melanism in the two-spot ladybird and smoke abatement. — *Evolution*, **25**, 290–293.
- (1974): Two-spot ladybirds as indicators of intense local air pollution. — *Nature* (Lond.) **249**, 390–391.
- (1975): Melanism in the two-spot ladybird: the nature and intensity of selection. — *Proc. R. Soc. Lond. B.* **190**, 135–148.
- DILLON, E. S., u. L. S. DILLON (1972): A Manual of Common Beetles of eastern North America. Vol. II, Dover Publ., New York.
- FÜRSCH, H. (1967): 62. Familie: Coccinellidae (Marienkäfer), in: FREUDE, H., HARDE, K. H., u. LOHSE, G. A.: Die Käfer Mitteleuropas, Bd. 7, Clavicornia. — Krefeld.
- HONĚK, A. (1975): Colour polymorphism in *Adalia bipunctata* in Bohemia (Coleoptera: Coccinellidae). — *Ent. Germ.* **1**, 293–299.
- KLAUSNITZER, B., u. G. FÖRSTER (1973): Zur Kenntnis der Variabilität der Larven von *Adalia bipunctata* (L.) (Col. Cocc.). — *Zool. Anz.* **191**, 258–262.
- , u. U. JACOB (1982): Probleme der morphologischen Bioindikation bei Tieren unter urbanen Bedingungen. — *Biol. Rdsch.* **20**, 351–363.
- LUSIS, J. J. (1928): On inheritance of colour and pattern in ladybeetles *Adalia bipunctata* and *Adalia decempunctata*. — *Izv. Bjuro. Genet. Leningrad* **6**, 89–163.
- (1932): An analysis of the dominance phenomenon in the inheritance of the elytra and pronotum colour in *Adalia bipunctata*. — *Trudy Lab. Genet* **9**, 135–162.
- (1961): (On the biological meaning of colour polymorphism of lady-beetle *Adalia bipunctata* L.). — *Latvijas Entomologs* **4**, 3–29.
- (1973): Taxonomical relationships and geographical distribution of forms in the ladybird genus *Adalia* MULSANT. — *Uch. Zap. latvij-skogo gosud Univ. im. Petra Stutchki (Riga)*, **184**, 5–127.
- MEISSNER, O. (1907): Die relative Häufigkeit der Varietäten von *Adalia bipunctata* L. in Potsdam (1906), nebst biologischen Bemerkungen über diese und einige andere Coccinelliden. — *Ztschr. f. wiss. Insekt.-biol.* **3**, 12–20 u. 39–45.
- (1908): Die relative Häufigkeit der Varietäten von *Adalia bipunctata* L. in Potsdam (1907), nebst biologischen Bemerkungen über diese und einige andere Coccinelliden. — *Ztschr. f. wiss. Insekt.-biol.* **3**, 309–313, 334–344 u. 369 bis 374.
- (1909): Die relative Häufigkeit der Varietäten von *Adalia bipunctata* L. in Potsdam (1908) und an einigen anderen Orten, nebst biologischen Bemerkungen. — *Ztschr. f. wiss. Insekt.-biol.* **5**, 231–242.
- (1910): Die relative Häufigkeit der Varietäten von *Adalia bipunctata* (L.) (1908–09). — *Ztschr. f. wiss. Insekt.-biol.* **6**, 98–101.
- (1912): Zur Statistik und Biologie von *Adalia bipunctata* L. — *Ent. Z.* (Frankfurt/M.) **26**, 82 bis 83, 87–88, 90 u. 94–95.
- MUGGLETON, J. (1978): Selection against the melanic morphs of *Adalia bipunctata* (two-spot Ladybird): a review and some new data. — *Heredity* **40**, 268–290.
- (1979): Non-random mating in wild populations of polymorphic *Adalia bipunctata*. — *Heredity* **42**, 57–65.
- , LONSDALE, D., u. B. R. BENHAM (1975): Melanism in *Adalia bipunctata* L. (Col., Coccinellidae) and its relationship to atmospheric pollution. — *J. appl. Ecol.* **12**, 451–464.
- SCALI, V., u. E. R. CREED (1975): The influence of climate on melanism in the two-spot ladybird, *Adalia bipunctata*, in central Italy. — *Trans. R. ent. Soc. Lond.* **127**, 163–169.
- MASETTI, M., u. E. MONTANELLI (1978): Melanismo non industriale in popolazioni italiane di *Adalia bipunctata* (Insecta Coleoptera). — *Bollettino Zool.* **45**, 240–241.
- SCHUMMER, R. (1977): Genetischer Wandel in Insektenpopulationen, untersucht am Beispiel melanistischer Formen von *Biston betularius* (L.), *B. strataria* HUFN. (Lepidoptera) und *Adalia bipunctata* L. (Coleoptera) in der DDR. — Unveröff. Promotion A, Humboldt-Universität zu Berlin.
- SERGIEVSKIJ, S. O., u. I. A. ZACHAROV (1981): Ėkologičeskaja genetika populacij *Adalia bipunctata*: koncepcija „žestokogo i gibkogo“ polimorfizma. — *Issledovanija po genetike*, No. 9 (Leningrad), 112–129.
- TIMOFFEEF-RESSOVSKY, N. W. (1940): Zur Analyse des Polymorphismus bei *Adalia bipunctata* L. — *Biol. Zbl.* **60**, 130–137.

Anschrift der Verfasser:
 Prof. Dr. sc. B. Klausnitzer
 Karl-Marx-Universität
 Sektion Biowissenschaften
 DDR - 7010 Leipzig, Talstraße 33
 Dr. R. Schummer
 Museum für Naturkunde
 der Humboldt-Universität
 DDR - 1040 Berlin, Invalidenstraße 43