

Wrażliwość mszyc (*Homoptera, Aphidoidea*) na ekstremalne temperatury

Susceptibility of aphids (*Homoptera, Aphidoidea*) to the extreme temperatures

MICHAŁ HUREJ

Katedra Entomologii Rolniczej AR, ul Cybulskiego 20, 50-205 Wrocław

Temperatura jest jednym z najważniejszych czynników abiotycznych wpływających na procesy życiowe owadów. Decyduje ona o szybkości reakcji chemicznych przebiegających w ciele owada, a tym samym o szybkości procesów przemiany materii. Skrajne wartości temperatury, w których organizmy mogą żyć, określamy jako progi życia; poza nimi następuje zahamowanie wszystkich czynności fizjologicznych, a następnie śmierć owada. Mimo, że mszyce są w naszej strefie klimatycznej jedną z najważniejszych grup fitofagów, bardzo niewiele wiadomo jest o ich odporności na skrajnie niskie i skrajnie wysokie temperatury. Prezentowana praca jest próbą zebrania dotychczasowych informacji na ten temat.

Wrażliwość na niskie temperatury

Prace z tego zakresu prowadzono głównie w krajach, w których mszyce mogą zimować na roślinach w stadium aktywnym w warunkach połowych (formy anholocykliczne). Badania miały na celu wyjaśnienie jakie dolne granice temperatury znoszą mszyce w okresie zimy aby można było przewidzieć ich potencjał biologiczny na początku nadchodzącego sezonu wegetacyjnego.

Wrażliwość mszyc na niskie temperatury zależy od wielu czynników: gatunku i stadium rozwojowego, czasu oddziaływania niskich temperatur stopnia adaptacji termicznej, mrozoodporności rośliny żywicielskiej, składu chemicznego pokarmu, a w związku z tym nawet miejsca żerowania na roślinie. Gwałtownie oziębione mszyce najczęściej giną w wyniku szoku termicznego. Natomiast przy powolnym ochładzaniu, jak zwykle zdarza się w naturze, mogą one, dzięki tzw. zjawisku przechładzania, znosić temperatury znacznie poniżej 0°C. Poszczególne gatunki mszyc różnią się bardzo wrażliwością na niskie temperatury. ADAMS (1962), prowadząc badania laboratoryjne nad następującymi gatunkami mszyc: *Aphis gossypii* GLOVER, *Aulacorthum solani* (KLTB.), *Brevicoryne brassicae* L., *Macrosiphum euphorbiae* (THOM.), *Macrosiphum avenae* (FAB.), *Myzus ornatus* LAING, *Myzus persicae* (SULZ.), *Nearctaphis bakeri* COWAN oraz *Rhopalosiphum padi* L. stwierdził, że żaden z osobników nie przeżył temperatury -28,9°C i -17,8°C oddziaływującej w ciągu 4 godzin. Około 1% populacji *M. euphorbiae*, *M. ornatus* i *M. persicae* przeżyło 4 godz. w temperaturze -12,2°C. O wiele większą przeżywalność *M. euphorbiae* i *M. ornatus* obserwowano gdy mszyce przetrzymywane były w temperaturze -3,3°C. Około 70% tych mszyc wracało do normalnej aktywności po upływie 364 godz. (ok. 15 dni), a pojedyncze osobniki *M. euphorbiae* nawet po upływie 1080 godz. (45 dni) (Tab. I). Ten sam autor,

Tab. I. Przeżywalność mszyc (w %) w temperaturze -2,2°C po różnym czasie ekspozycji (według ADAMSA, 1962)
Survival rate of aphids (in %) in temperature -2,2°C according to time of exposure (after ADAMS, 1962)

czas (godziny) time (hours)	2	24	165	168	192	239	263	336	364	1080
<i>M. euphorbiae</i>	100	100	80	82	63	63	78	69	71	5
<i>M. ornatus</i>	100	90	x	90	x	72	x	x	70	x

x - brak danych - no data

porównując przeżywalność 5 gatunków mszyc w temperaturze -2,2°C wykazał, że najmniej odporne na zimno była *M. ornatus*, najbardziej zaś *N. bakeri*. Połowa osobników pierwszego z wymienionych gatunków ginęła w tej temperaturze po upływie 35 godz., drugiego zaś po upływie 1300 godz. Larwy *Acyrtosiphon pisum* (HARRIS) wytrzymały w temperaturze -9°C 13,1 godz., a w temperaturze -16°C tylko 0,5 godz. (HARRISON i BARLOW 1973) (Tab. II). Wykazano, że w zakresie temperatur między -9°C -11°C ustaje działanie zjawiska przechładzania i następuje gwałtowny spadek odporności tego gatunku na niskie temperatury. Różnice w mrozoodporności różnych gatunków mszyc stwierdzili również BEVAN i CARTER (1980). W ich doświadczeniach *Elatobium abietinum* (WALKER) wykazywała o wiele większą odporność na niskie temperatury niż *Megoura viciae* (BUCKT.). Autorzy tłumaczą większą mrozoodporność *E. abietinum* grubą

warstwą nalotu woskowego pokrywającą jej ciało. Warstewka wosku zabezpiecza ciało owada przed wilgocią, a wiadomym jest, że „suche” mszyce mają znacznie niższy punkt przechładzania niż „wilgotne”.

Tab. II. Przeżywalność larw I stadium *Acyrtosiphon pisum* w ekstremalnych temperaturach (według HARRISON'a i BARLOW'a, 1973, uproszczone)
Survival rate of I instar of larvae of *Acyrtosiphon pisum* in extremal temperatures (after HARRISON and BARLOW, 1973, simplified)

temperatura ekspozycji temperature of exposure (°C)	LT ₅₀ (minuty – minutes)
41,1	25,5
39,0	60,5
37,0	136,6
34,5	693,6
-9,0	784,6
-11,0	100
-12,0	48,1
-14,0	30,3
-16,0	30,3

Tolerancja żerujących mszyc na niskie temperatury wzrasta wraz z wiekiem owadów. Spośród porównywanych larw *A. pisum* 1–2 dniowe osobniki okazały się najmniej wytrzymałe, 3–4 dniowe bardziej; najbardziej zaś 5–6 dniowe (HARRISON, BARLOW, 1973). Odmienne na spadek temperatury reagowały wczesne stadia larwalne *M. persicae* – (PARRY, 1978). Nowo urodzone larwy znosiły przechładzanie do temperatury około -22°C , podczas gdy larwy IV stadium tylko do -12°C . W tym przypadku większa mrozoodporność młodych larw wynikała z faktu, że nie pobierały one jeszcze pokarmu. Zawartość soków roślinnych w przewodzie pokarmowym mszyc zwiększa bardzo ich wrażliwość na niskie temperatury.

Zakres tolerancji mszyc na niskie temperatury można zwiększyć poprzez proces adaptacji termicznej, który powoduje zmiany fizjologiczne i biochemiczne w ciele owada. Dwukrotnie więcej osobników *A. pisum* uprzednio przetrzymywanych w temperaturze 10°C przeżywało w temperaturze -12°C niż przetrzymywanych w temperaturze 25°C (HARRISON, BARLOW, 1973). Regułą jest, iż im wyższa temperatura adaptacji tym niższe LT₅₀* w temperaturze -12°C . Według tych samych autorów pełna adaptacja do określonych warunków termicznych następuje już w ciągu 1–2 dni. Mszyce rozmnażające się w lecie i w jesieni są przystosowane do innych temperatur dlatego też wykazują różną

* czas potrzebny do zabicia 50% testowanych owadów.

wrażliwość na niskie temperatury. ADAMS (1962) zbierając *M. persicae* rozmnażającą się w warunkach polowych stwierdził, że 50% owadów zebranych w lipcu ginęło w temperaturze $-2,2^{\circ}\text{C}$ w ciągu 200 godzin, podczas gdy zebrane w końcu września ginęły dopiero po 750 godzinach.

Mrozoodporność rośliny oraz jakość dostarczanego przez nią pokarmu mogą również modyfikować wrażliwość mszyc na niskie temperatury. Około 50% osobników *M. persicae* przeżyło 230 godz. w temperaturze $-2,2^{\circ}\text{C}$ jeżeli żerowały na ziemniakach, a 85% jeżeli żerowały na roślinach krzyżowych (ADAMS, 1962). Podobnie miejsce żerowania mszc na roślinie może wpływać na ich przeżywalność. Młode larwy omawianego gatunku, żerujące na bocznych nerwach liści *Raphanus sativus* L., wytrzymały znacznie niższe temperatury niż żerujące na głównych nerwach (PARRY, 1978). Ten sam autor podaje, że wzrost stężenia cukrów w soku roślinnym zwiększa wrażliwość *M. persicae* na mróz.

Wrażliwość na wysokie temperatury

Mszyce, ze względu na bardzo delikatne powłoki ciała, są mniej wytrzymałe na wysokie temperatury niż inne owady. BÖRNER i inni (1957) podają, że w klimacie umiarkowanym już temperatura 30°C działa ujemnie na rozwój mszyc, powodując ich odrętwienie i opadanie z roślin żywicielskich, a temperatura powyżej 35°C w krótkim czasie zabija owady. BARLOW (1962) w doświadczeniach laboratoryjnych ustalił górny próg wzrostu populacji *M. euphorbiae* i *M. persicae* między 25°C i 30°C . W temperaturze 30°C larwy obu gatunków bardzo szybko ginęły, nie osiągając stadium imago. Dorosłe mszyce w podanej temperaturze w ogóle nie wydawały potomstwa. Podobnie HARRISON i BARLOW (1973), badając wpływ ekstremalnie wysokich temperatur na *A. pisum*, stwierdzili, że LT_{50} młodych larw w temperaturze $34,5^{\circ}\text{C}$ wynosiło 693 min. (ok. 11,6 godz), a w temperaturze $41,0^{\circ}\text{C}$ już tylko 25,5 min. (Tab. II).

Wrażliwość mszyc na skrajnie wysokie temperatury zależy od podobnych czynników jakie były omawiane przy wpływie niskich temperatur. I w tym przypadku występują duże różnice we wrażliwości poszczególnych gatunków. W temperaturze 30°C 50% populacji *M. euphorbiae* ginie w ciągu 2 dni, a *M. persicae* dopiero w ciągu 3 dni (BARLOW, 1962). Młode osobniki są mniej odporne od starszych. Owady adaptowane do wyższych temperatur znoszą łatwiej krytyczne wartości. Dla 5–6 dniowych larw *A. pisum* aklimatyzowanych w temperaturze 10°C , a następnie poddawanych temperaturze 39°C LT_{50} wynosiło ok. 10 min., a dla aklimatyzowanych w temperaturze 25°C ok. 80 min. (HARRISON, BARLOW, 1973).

Wpływ ekstremalnych temperatur na mszyce w warunkach Polski

Niskie temperatury panujące w naszym kraju nie pozwalają mszycom przeżyć tego okresu w stadium aktywnym na roślinach w polu. Przyjmuje się, że jeden z największych polifagów, *M. persicae*, może zimować na roślinach w warunkach naturalnych w stadium aktywnym w tych okolicach, w których średnia temperatura 3 najzimniejszych miesięcy jest wyższa niż 4°C (HEIE, PETERSON, 1961). Większość krajowych gatunków rozmnaża się w sposób holocykliczny, dlatego w zimie niskie temperatury mogą oddziaływać głównie na jaja mszyc. Zimujące jaja zawierają różne związki przeciwdziałające zamrażaniu, jednym z najbardziej poznanych jest glikol; dlatego właśnie jaja są wyjątkowo mrozoodporne. Według ODOHERTY (1986) jaja *Aphis fabae* SCOP. mogą wytrzymać temperatury poniżej 30°C a *Rhopalosiphum insertum* (WALKER) nawet poniżej -40°C (JAMES, LUFF, 1982). Niskie temperatury mogą jednak w warunkach Polski oddziaływać również na stadia aktywne mszyc. Częste są bowiem przypadki występowania, co prawda krótkotrwałego, mrozu wczesną wiosną, tj. po wylęgu mszyc z jaj (Tab. III) lub jesienią, w okresie rozwoju

Tab. III. Spadki temperatur minimalnych poniżej -2°C po wylęgu larw *Aphis fabae* z jaj w okolicach Wrocławia w latach 1980-1985 (w nawiasie data wylęgu)
Fall of minimal temperatures below -2°C after hatching of larvae of *Aphis fabae* from eggs in Wrocław Vicinity in years 1980-1985 (in brackets - date of hatching)

1980 (8 IV)		1991 (2 IV)		1982 (24 III)		1983 (21 III)		1984 (1 IV)		1985 (3 IV)	
data date	°C	data date	°C	data date	°C	data date	°C	data date	°C	data date	°C
22 IV	-4,0	19 IV	-3,0	1 IV	-2,5	4 IV	-2,0	2 IV	-3,2	18 IV	-2,5
5 V	-2,8	20 IV	-3,5	15 IV	-3,8	4 IV	-2,0	20 IV	-3,0	25 IV	-3,0
		21 IV	-3,0	16 IV	-2,5	7 IV	-2,0	29 IV	-3,4	27 IV	-3,8
		24 IV	-5,5	21 IV	-3,6					29 IV	-7,5
		25 IV	-3,0	22 IV	-2,1						
				28 IV	-2,9						
				1 V	-2,5						

pokolenia płciowego na żywicielach zimowych. OPYRCHAŁOWA (1964) podaje, że spadki temperatury na wiosnę do -2°C wraz z opadami śniegu nie powodowały śmiertelności młodych larw. *A. fabae*. W czasie obniżania się temperatury larwy chowały się pod rozchylające się łuski pąków liściowych rośliny żywicielskiej. Ta sama autorka obserwowała powrót do normalnej aktywności mszyc rozmnażających się w okresie jesiennym na trzmielinie przy spadku temperatury nawet do -10°C. Owady ginęły dopiero z chwilą przemarznięcia liści.

Skrajnie wysokim temperaturom w naszym kraju mogą podlegać głównie partenogenetyczne pokolenia rozmnażające się w lecie. W końcu czerwca i w lipcu często występują bowiem temperatury maksymalne ok. 30°C i wyższe. Prowadząc badania nad rozwojem *A. fabae* na burakach nasiennych, obserwowałem w 1976 r. w okolicach Wrocławia nagłe załamanie się populacji tego fitofaga wskutek działania wysokich temperatur. 16 lipca odnotowałem na 25 roślinach nasienników ok. 8 tys., głównie bezskrzydłych mszyc, a 19 lipca znalazłem tylko jednego żywego owada. Na ziemi w pobliżu roślin leżało wiele martwych osobników. W podanym terminie panowały bardzo wysokie temperatury zarówno w ciągu dnia jak i w nocy (maksymalna temperatura mierzona w cieniu wynosiła: 16 VII – 29°C, 17 VII – 31,7°C, 18 VII – 34,3°C). M. KELM (inf. ustna) prowadząc obserwacje nad *A. fabae* na bobiku w 1971 r., stwierdziła również nagłe załamanie się populacji w wyniku łącznego działania temperatury i opadów. Wysokie temperatury (ok. 30°C) spowodowały tzw. „zdrętwienie ciepłe” owadów, a gwałtowny deszcz prawie doszczętnie zmył je z roślin. O podobnym przypadku załamania się bardzo dużej populacji mszyc w Środkowych Niemczech w ciągu jednej lipcowej nocy w 1949 r. donosi BÖRNER i inni (1957). W nocy notowano wówczas 29 i 32°C.

W podsumowaniu należy stwierdzić, że mszyce jako gatunki endemiczne są przystosowane do rozwoju w stosunkowo niskich temperaturach i dlatego wykazują dużą odporność na mróz. Szczególnie pokolenia rozmnażające się wczesną wiosną i jesienią dzięki zjawisku przechłodzenia i adaptacji do chłódów, dobrze znoszą okresowe spadki temperatur nawet do –10°C. Niskie temperatury panujące w Polsce po wylęgu mszyc z jaj wydają się nie mieć większego praktycznego znaczenia jako czynnik redukujący populację tych owadów. Znacznie niebezpieczniejsze dla omawianej grupy fitofagów są wysokie temperatury, ok. 30°C i wyższe. Powodują one, zwłaszcza w okresie suszy, nadmierne wyparowanie wody z organizmu i w konsekwencji śmierć owada. Przypadki nagłego załamania się całych populacji mszyc są tego najlepszym dowodem.

SUMMARY

Aphids are resistant to low temperatures. Individuals of spring and autumn generations can survive a short period in temperature about –10°C. Survival depends upon many factors such as: aphid species, instar, gut content, feeding sites, time of exposure, degree of acclimatization and the cold-hardiness of the host plant.

Aphids are more susceptible to high temperatures than other insects because of their soft bodies. Upper temperature threshold for growth of population of *Myzus persicae* (SULZER) and *Macrosiphum euphorbiae* (THOMAS) was estimated between 25° and 30°C. At higher temperature than 30°C

individuals of both species died very rapidly and none reached the adult stage. Susceptibility to high temperatures depends upon the same factors as to low temperatures.

In Poland only extreme high temperatures which occur in summer can cause high mortality in aphid populations.

PIŚMIENNICTWO

- ADAMS J. B., 1962: Aphid survival at low temperatures. *Can. J. Zool.*, **40**: 951-956.
- BARLOW C. A., 1962: The influence of temperature on the growth of experimental populations of *Myzus persicae* (SULZER) and *Macrosiphum euphorbiae* (THOMAS). *Can. J. Zool.*, **40**: 145-156.
- BEVAN D., CARTER C. I., 1980: Frost proofed aphids. *Antenna*, **46**: 6-8.
- BÖRNER C., HEINZE K., KLOFT K., LÜDICKE U., 1957: Handbuch der Pflanzenkrankheiten B. V. T. 2, Berlin - Hamburg. 287 ss.
- HARRISON I. R., BARLOW C. A., 1973: Survival of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphidodea), at extreme temperatures. *Can. Entomol.*, **105**: 1513-1518.
- HEIE O., PETERSEN B., 1961: Investigations on *Myzus persicae* SULZ., *Aphis fabae* SCOP., and virus yellows of beet (Beta virus 4) in Denmark. Condensed reports from the viruscommittee. Danish Acad.Tech. Sci., Copenhagen. 187 ss.
- JAMES B. D., LUFF M. L., 1982: Cold - hardiness and development of eggs of *Rhopalosiphum insertum*. *Ecol. Entomol.*, **7**: 277-282.
- ODOHERTY R., 1986: Cold hordiness of laboratory-maintained and seasonally - collected populations of the black bean aphid, *Aphis fabae* SCOPOLI (Hemiptera: Aphididae). *Bull. Ent. Res.*, **76**: 367-374.
- OPYRCHAŁOWA J., 1964: Temperatury przechładzania w rozwoju mszycy trzmielinowo-burakowej - *Aphis fabae* SCOP., Symp. Afidologiczne, Olsztyn 1964, Wydawnictwo WSR w Olsztynie, s. 41-44.
- PARRY W. H., 1978: Supercooling of *Myzus persicae* in relation to gut content. *Ann. Appl. Biol.*, **90**: 27-34.