

BIOLOGIA ODŻYWIANIA I BEZPOŚREDNIA SZKODLIWOŚĆ MSZYC

Elżbieta Cichocka, Wojciech Goszczyński

Katedra Entomologii Stosowanej SGGW-AR, Warszawa

SZUKANIE ROŚLINY ŻYWICIELSKIEJ

Zdolność do lotu mają samice migrantes, vagrantes i reemigrantes (sexuparae, gynoparae i males). Mszyce fruują słabo. Ich lot aktywny jest możliwy przy prędkości wiatru do 1,5 m/s i odbywa się na wysokości od 10 cm do 10 m nad powierzchnią ziemi. Lotem aktywnym uskrzydłone samice mszyc mogą przebyć odległość 1-4 km, natomiast lotem biernym (z prądami powietrza) nawet setki kilometrów [15, 16, 26]. Mszyce startują i lądują pod wiatr. Zdolność do lotu zachowują zazwyczaj tylko przez kilka dni po ostatnim linieniu [15, 18]. *Drepanosiphum platanoidis* (Schrk.) ma zdolność lotu przez całe życie, gdyż w jej cyklu rozwojowym brak bezskrzydłych dzieworódek. Nie przelatuje jednak dalej jak na sąsiednie drzewa. Loty mszyc odbywają się w temperaturze powyżej 13°C. Większą tolerancję co do warunków lotu wykazują natomiast te owady w stosunku do wilgotności względnej powietrza i natężenia światła [26]. W czasie lotu *Brevicoryne brassicae* (L.) i *Myzodes persicae* (Sulz.), orientując się po długości fali świetlnej powyżej 500 μm , odróżniają rośliny od powierzchni ziemi [26]. Mszyce startują do lotu zazwyczaj rano i wykorzystując prądy wstępujące unoszą się ku górze. Wieczorem natomiast, wykorzystując prądy zstępujące, lądują na powierzchni ziemi [15, 16]. W czasie startowania do lotu mszyce reagują dodatnio na barwy białą i niebieskofioletową, a w czasie lądowania - na żółtą, pomarańczową i jasnozieloną. Światło zielone i czerwone stymuluje lądowanie *Aphis fabae* Scop. [26]. Stwierdzono też, że różne biotypy *Acyrtosiphon pisum* (Harris) odmiennie reagowały na światło żółte i pomarańczowe

[33]. Zdaniem wielu afidologów mszyce zasiedlają w równym stopniu rośliny właściwe (żywicielskie), jak i niewłaściwe. *Myzodes persicae* (Sulz.) nalatuje jednakowo na buraki, ziemniaki i fasolę, a następnie opuszcza niewłaściwe rośliny [33]. Podobne obserwacje podawane są dla mszyc: *Sitobion avenae* (Fabr.), *A. idaei* van der Goot i *Amphorophora rubi* (Kalt.) [33]. Mszyce „mylą się” częściej w wyborze właściwej rośliny, gdy te traktowane herbicydami zmieniają barwę. A więc szukanie rośliny żywicielskiej odbywa się na drodze prób i błędów. Mszyce odwiedzają wiele roślin, w tym także chwasty, z których mogą przenieść wirusy na kolejno odwiedzane rośliny, zakażając je.

ŻEROWANIE

Należy odróżnić żerowanie próbne od długotrwałego. W czasie nakłuc próbnych sztylety mszyc docierają jedynie do epidermy, a czas żerowania nie przekracza jednej minuty [33]. Inaczej przedstawia się żerowanie właściwe (długotrwałe). *Myzodes persicae* (Sulz.) penetruje epidermę w czasie 1 minuty. Na przejście przez epidermę potrzebuje 3-5 min, a floem osiąga po 15 minutach. Średnie tempo penetracji tej mszycy na tytoniu wynosi 21 μm tkanki w czasie 1 min [12, 14]. Czas, po którym mszyca ta osiągała floem, zależał od stadium rozwojowego, morfy i gatunku rośliny żywicielskiej [33]. Według Auclaira [2, 3] większość gatunków mszyc jest w stanie osiągnąć floem dopiero po upływie 24 godzin. Czas żerowania zależy od gatunku, morfy i stadium rozwojowego mszycy i wynosi od 1 godz. do 15 dni [33]. Sztylety mszyc są wprowadzane do rośliny międzykomórkowo lub też poprzez komórki [35]. Nimfy *M. persicae* (Sulz.) wprowadzają sztylety do roślin także poprzez aparaty szparkowe [28, 32]. Długość sztyletów mszyc zależy od gatunku mszycy, rasy, morfy, a także od stadium rozwojowego [5]. Sztylety *Tuberolachnus salignus* (Gmelin) mają długość 1,8 mm, *M. persicae* (Sulz.) - 1,5 mm, a mszyc z rodzaju *Adelges* - tylko około 0,3 mm [2, 23, 24]. W podrodzinie *Adelginae* sztylety są wielokrotnie dłuższe niż ciało mszyc, stąd mszyce te mają specjalny narząd zwany krumeną, w którym sztylety złożone są w postaci pętli. Mszyce te mogą tylko jeden raz w życiu wyjąć sztylety i wprowadzić je do tkanki rośliny żywicielskiej. Sztylety są najczęściej dłuższe niż grubość liścia roślin, na którym mszyce żerują, stąd mogą dotrzeć do każdej tkanki.

O żerowaniu mszyc na roślinie decyduje często zawartość sacharozy i aminokwasów [2, 3, 36]. Stymulatorem żerowania *B. brassicae* (L.) i *M. persicae* (Sulz.) na roślinach kapustnych jest sinigrina [37, 38]. Żerowanie mszyc zależy także od ciśnienia osmotycznego i zawartości wody w tkankach roślin żywicielskich [9, 38, 39]. Mszyce wymagają obecności w roślinie następujących aminokwasów: arginina, histydyna, leucyna, izoleucyna, lizyna, metionina, fenyloalanina, treonina, tryptofan i walina. Ważna jest nie tylko obecność wyżej wymienionych aminokwasów w roślinie, lecz także ich ilość [4]. Takie natomiast aminokwasy jak alanina, kwas asparaginowy, kwas glutaminowy, cysteina i glicyna są często syntetyzowane przez symbionty w ciele owadów. Z lipidów ważny i potrzebny jest cholesterol, a z amidów asparagina i glutamina.

Ilość pokarmu pobierana przez różne morfy mszyc jest znacznie zróżnicowana. Najwięcej pokarmu pobierają założycielki rodów. Uskrzydłone samice migrantki nie pobierają pokarmu lub żerują bardzo krótko przed lotem. Reemigrantki mogą żyć pewien czas bez pobierania pokarmu, a *sexuales* mogą nie pobierać go w ogóle, gdyż nie mają aparatu gębowego (*sexuales Pemphiginae*) [12]. Również poszczególne stadia rozwojowe różnią się ilością pobieranego pokarmu [2].

Mszyce zasiedlają różne części roślin. Największa liczba mszyc żeruje na liściach i łodygach, a następnie na kwiatach, pniach i korzeniach. Większość mszyc odżywia się sokiem z żyłek liściowych lub łodyg. *Acyrtosiphon pisum* (Harris) żeruje chętnie w międzywęzłach lucerny, gdzie znajduje dużo sacharozy. Mszyce z rodzaju *Adelges* żerują na gałęziach, a ich sztylety nie sięgają floemu [2]. *Myzus ornatus* Laing żeruje na blaszce liściowej (pobiera pokarm z miękiszu), a *Aulacorthum solani* (Kalt.) zarówno na blaszce liściowej, jak i na żyłkach (a więc pobiera sok i cytoplazmę).

ŚLINA MSZYC

Ślina mszyc wydzielana jest przez 4 pary gruczołów ślinowych: podstawowy, dodatkowy, żuwaczkowy i żuchwowy. W momencie pobierania pokarmu ślina jest wprowadzana do rośliny poprzez kanał ślinowy. Mszyce wydzielają dwa rodzaje śliny - lepka i wodnista [34]. Ślina lepka układa się liniowo wzdłuż drogi sztyletów i pozostaje w roślinie jako ślad penetracji, tak zwana otoczka ślinowa [20-22]. W ślinie otoczkowej wykryto pektyniany wapnia, taninę i białka [19]. Po

krótkim okresie żerowania mszycy otoczka ślinowa może być niewidoczna, a w przypadku żerowania *Rhopalosiphum insertum* (Walk.) na *Craetagus* sp. nie była ona z reguły obserwowana. W ślinie mszyc stwierdzono występowanie następujących enzymów: inwertaza, peptydaza, pektynaza, hemolizyna i karbohydraza, brak w niej natomiast proteaz i diastaz [1, 27]. Ślina mszyc zawiera także wolne aminokwasy, amidy i oksydazę polifenolową [19, 21, 22, 34]. Przypuszcza się, że w ślinie lepkiej i wodnistej mogą występować także inne substancje, które są przemieszczane między przewodem pokarmowym, hemolimfą i gruczołami ślinowymi [27, 28].

Znaleziona w ślinie mszyc oksydaza polifenolowa powoduje akumulację kwasu indoliloctowego (poprzez blokowanie jego oksydaz), co może prowadzić do rozwoju tkanki wyrosłowej [22]. W tworzeniu wyrosła pewną rolę mogą odgrywać także obecne w ślinie mszyc giberiliny, cytokininy oraz wolne aminokwasy [21, 22, 30]. W ślinie lepkiej znajdują się substancje blokujące transport wody w naczyniach i produktów asymilacji w sitach [22]. Blokowanie sit powoduje nagromadzenie się produktów fotosyntezy ponad miejscem zablokowania, co z kolei powoduje nabrzmiwanie lub lokalną zmianę zabarwienia. Blokowanie ksylemu prowadzi do wędnięcia rośliny i spadku transpiracji. Zawarte w ślinie mszyc amylazy ułatwiają żerowanie, a pektynaza poligalakturonowa może rozpuszczać pektyny w ścianach komórkowych roślin. Skutkiem żerowania mszyc są także nadmierny wzrost i wzmożony podział uszkodzonych komórek roślinnych [6, 7, 14]. Jądra uszkodzonych komórek powiększają się, wzrasta zawartość kwasów nukleinowych, degenerują chloroplasty, a skrobia rozkładana jest na cukry proste. Wzrasta też przepuszczalność błon komórkowych, co powoduje spływanie treści komórkowych do miejsca żerowania mszyc. Obserwowano także rozpad chloroplastów, który prowadził do żółknięcia, a następnie zamierania liści [6, 7, 35]. Żerowanie *D. platanoidis* (Schrk.) na liściach jaworu powodowało redukcję blaszki liściowej o 38% [10]. Ślina mszyc może przenikać do pni drzew i powodować zaburzenia w różnicowaniu się drewna. Przyrosty roczne drewna w uszkodzonych przez mszyce roślinach [10] zmniejszyły się o 80%. Zdaniem Dixona [10] liście lipy zasiedlone przez *Eucalip-terus tiliae* L. zawierają więcej azotu i białek, co sprzyja wysokiej reprodukcji mszyc. Uszkodzone przez mszyce liście lipy i jaworu opadały jednak znacznie wcześniej niż liście z drzew kontrolnych.

Dotychczas nie jest jasne jaką funkcję spełnia otoczka ślinowa. Miles [22] podaje 4 możliwe warianty: a) podtrzymywanie sztyletów na początku penetracji, b) zaklejenie otworu - zabezpieczenie przed

ucieczką soków na zewnątrz, c) filtracja - być może odsiewa bakterie i wirusy, d) smarowanie - mało prawdopodobna funkcja, gdyż ślina wodnista dostatecznie zabezpiecza ruch sztyletów i przyleganie zuchw i zuwaczek.

SKUTKI ŻEROWANIA MSZYC

Skutkiem żerowania mszyc są jakościowe i ilościowe straty w plocach oraz różnego rodzaju deformacje roślin. Sienicka [34] badała wyrośla *Cryptomyzus ribis* L. na liściach porzeczki i podaje, że w tworzeniu wyrośla bierze udział blaszka liściowa między nerwami, natomiast wiązki przewodzące w wyroślu są niewiele zmienione. Komórki skórki porzeczki wydzielają pod wpływem żerowania mszyc antocjan nadający wyroślom czerwoną barwę. Uszkodzone przez tę mszycę komórki skórki dolnej wytwarzają wielokomórkowe włoski, przez które mszyce pobierają pokarm. Podział komórek skórki jest inicjowany przez podział jądra komórkowego na kilka nierównych części. Nowe komórki miały zwykle od jednego do kilku jąder. W miejscach silnie uszkodzonej skórki dolnej liścia porzeczki brak było szparek. Sienicka [34] obserwowała także powstawanie wielowarstwowej skórki, co utrudniało asymilację poprzez hamowanie dostępu promieni słonecznych. Brak szparek może być powodem spadku transpiracji, a to z kolei jest powodem zmniejszania dopływu wody z solami mineralnymi.

Czczuga [8] obserwował powstawanie karotenoidów w liściach wierzb uszkodzonych przez *Tetraneura ulmi* (L.).

Cichocka [6] badała wyrośla *Pemphigus bursarius* (L.) na liściach topoli włoskiej i podaje, że tkanka wyroślowa jest tkanką zupełnie inną niż kontrolne. Świadczy to o wpływie obcych substancji (być może śliny mszyc) na metabolizm porażonego organu. Komórki wewnątrz wyrośla wytwarzały jedno- lub wielokomórkowe włoski, przez które mszyce chętnie pobierały pokarm. W miejscu zamykania się torebki wyroślowej występowały grubościennie komórki giganty, które najprawdopodobniej spełniały rolę specyficznych komórek wzmacniających. Silnie zostały również uszkodzone komórki łyka (powiększone i zniekształcone), natomiast komórki drewna miały tylko nieco grubsze ściany komórkowe. Podobne obserwacje poczynił Dunn [11]. Sorin [35] podaje, że uszkodzone przez *M. persicae* (Sulz.) liście brzoskwini były znacznie grubsze. Liście kontrolne miały grubość 0,09 mm, a uszkodzone 0,16 mm. Przyczyną tego było zdaniem autora powiększenie komórek miękiszowych i

komórek skórki oraz rozluźnienie komórek miękiszu gąbczastego. Sorin [35] badał także wpływ żerowania *Hyalopterus pruni* (Geoff.) na liście śliwy. Obserwował on wielokrotne powiększenie komórek we wszystkich tkankach oraz znaczne zwiększenie liczby komórek. Zauważył także uszkodzenia aparatów szparkowych oraz silne zniekształcenia komórek we wszystkich tkankach. Meyer [19] obserwował uszkodzenia aparatów szparkowych w liściach topoli zaatakowanych przez *P. spyrothecae* Pass. Komórki zamykające aparaty szparkowe były dwukrotnie większe niż w liściach kontrolnych i, jak podaje autor, nie mogły normalnie funkcjonować. Miles [21, 22] uważa, że skutkiem żerowania mszyc jest nadmierny wzrost i podział uszkodzonych komórek. Jądra uszkodzonych komórek powiększają się, wzrasta zawartość kwasów nukleinowych, degenerują chloroplasty, a skrobia rozkładana jest na cukry proste. Oprócz tego zwiększa się przepuszczalność błon komórkowych, co powoduje spływanie treści komórkowych do miejsc żerowania mszyc. Sorin [35] obserwował rozpad chloroplastów w liściach wielu roślin zasiedlonych przez mszyce i zawsze skutkiem tego było żółknięcie i zasychanie liści.

Skutki żerowania mszyc na roślinie są zależne od terminu w jakim roślina została zasiedlona, a także od gatunku mszycy. Straty masy 1000 ziaren i liczby ziaren w kłosie pszenicy były tym większe im wcześniej była ona zasiedlona przez *Metopolophium dirhodum* (Walk.) lub *Sitobion avenae* (Fabr.). Każda z tych mszyc ma swoje ulubione miejsce żerowania na roślinie, stąd różnice w szkodliwości były wyraźne. Każda z wyżej wymienionych mszyc powodowała zmniejszenie zawartości białka w ziarnach pszenicy [39]. Mszyce zbożowe (*M. dirhodum* (Walk.) i *S. avenae* (Fabr.)) przechwytyują prawdopodobnie azot translokowany z liści do kłosa i to może być przyczyną zmniejszenia zawartości N w ziarnach zbóż [13]. W przypadku żerowania *Rhopalosiphum padi* (L.) na siewkach jęczmienia zmniejszała się sucha masa liści, liczba węzłów krzewienia, liczba liści i powierzchnia liści [25]. Wratten natomiast stwierdził w przypadku *M. dirhodum* (Walk.) wzrost zawartości suchej masy jako rekompensatę zmniejszenia powierzchni liści. Liść flagowy pszenicy oraz liście drugi i trzeci mają podstawowe znaczenie w zaopatrywaniu w cukry rozwijających się ziaren pszenicy. Udowodniono, że masa ziaren jest wprost proporcjonalna do powierzchni tych liści [41]. Jeżeli mszyce żerują na nich, powodując ich uszkodzenie, plon pszenicy obniża się [39]. *Metopolophium dirhodum* (Walk.) żeruje głównie na liściu drugim i na liściu flagowym, a *S. avenae* (Fabr.) przede wszystkim na kłosie [40]. Żerowanie każdego z tych gatunków przyspiesza starzenie się liści flagowych zbóż o 6-7

dni [40]. Oba omawiane gatunki mszyc były także powodem szybszego starzenia się liści zbóż daleko od ich miejsc żerowania. Skutkiem żerowania każdej z mszyc zbożowych jest strata masy ziarna. *Sitobion avenae* (Fabr.) powodowała obniżenie masy ziarna pszenicy o 14%, a *M. dirhodum* (Walk.) - o 7% [40].

SPADŹ

W pobieranym przez mszyce pokarmie roślinnym znajduje się dużo cukrów, a mało substancji białkowych. W soku roślinnym pobranym z odciętych szczytów mszyc stwierdzano 5-10% monosacharydów (co stanowiło 90% suchej masy) i 0,2% aminokwasów i amidów [2]. Tylko niewielka część cukrów jest wykorzystywana przez mszyce, większość wydają one w postaci słodkiego kału zwanego spadzią lub rosą miodową [2-4]. W spadzi stwierdzono glukozę, sacharozę, fruktozę, maltozę, trehalozę i melicitozę, niekiedy dekstryny i śladowe ilości aminokwasów. Ilość wydalanej spadzi zależy od: gatunku i morfy mszycy, miejsca pobierania pokarmu, fizjologii trawienia, obecności komory filtracyjnej, temperatury i zagęszczenia kolonii [3], a także od jakości pokarmu. *Therioaphis trifolii* (Mon.) spada obficie na roślinach wrażliwych niż na odpornych. Mniej spadzi wydają mszyce żyjące w wyrosłach. Kał wydany przez te mszyce jest natychmiast otaczany woskiem, co chroni ciało mszyc przed zanieczyszczeniem [14]. Płaskie drobiny wosku służą jako otoczka dla kropelek spadzi. Otoczka woskowa zwiększa napięcie powierzchniowe rosy miodowej, chroniąc tym samym mszyce przed zatopieniem.

Kał odrzucany jest za pomocą ogonka na duże odległości. Pokrywa on liście i pędy roślin, utrudniając asymilację i oddychanie. Na spadzi rozwijają się czarne grzyby (*Perisporiaceae*) zwane sadzakami. Spadzią odżywiają się niektóre roztocze i liczne owady. Spadź jest pokarmem uzupełniającym dla drapieżnych roztoczy z rodziny Phytoseidae i drapieżnych muchówek z rodziny Syrphidae. Najliczniej jednak kolonie mszyc odwiedzane są przez mrówki. W koloniach mszyc obserwowano mrówki z następujących rodzajów: *Lasius*, *Myrmica*, *Tetramorium* [17]. Niektóre mszyce (z rodzaju *Paracletus*) wydzielają nawet przez skórę substancje wabiące mrówki. Niekiedy związki mszyc z mrówkami są tak ścisłe, że mszyce nie są w stanie wydalić kropli kału bez obecności mrówek. Kropla kału zostaje wydalona dopiero wówczas, gdy mrówka dotknie czułkami odwłoka mszycy.

Mszyce żyjące w trofobiozie z mrówkami pobierają 2-3-krotnie więcej pokarmu, silniej spadziują, a ich rozwój jest szybszy i wyższa płodność. Ze spadzi korzystają także pszczoły, wytwarzając z niej miód spadziowy.

BADANIA WŁASNE

Wpływ żerowania mszyc na plon roślin

Dane dotyczące wpływu żerowania mszyc na plon roślin zebrane są w tabeli 1. Wpływ żerowania *Myzodes persicae* (Sulz.) na plon ogórków szklarniowych odmiany Wilanowski był większy w przypadku, gdy mszyce zasiedliły młodsze rośliny (tab. 1). Gdy ogórki zasiedlone zostały w momencie zbierania pierwszych owoców, wpływ na plon był wyraźny, lecz straty plonu były niższe niż w przypadku zasiedlenia roślin młodszych (kwitnienie). Podobne wyniki uzyskano w przypadku żerowania *M. persicae* (Sulz.) na pomidorach szklarniowych odmiany Revermun. Gdy mszyce zasiedliły pomidory przed kwitnieniem, z rośliny uszkodzonej przez mszyce zebrano tylko 0,45 kg owoców (średnio), podczas gdy z roślin kontrolnych 2,15 kg (tab. 1). Ważny jest również fakt, że pierwsze owoce z roślin uszkodzonych przez mszyce zebrano 14 dni później niż z kontrolnych [6].

Żerowanie na marchwi *Dysaphis crataegi* (Kalt.) lub *P. phenax* Börn. et Blunck było zawsze powodem zmniejszenia się masy korzeni marchwi odmiany Perfekcja (tab. 1). Straty w plonie marchwi zasiedlonej przez *P. phenax* Börn. et Blunck były również znaczne (tab. 1). Należy jednak zaznaczyć, że statystycznie istotne straty w plonie marchwi odmiany Perfekcja obserwowano przy żerowaniu na roślinie 28 osobników *Dysaphis crataegi* (Kalt.) i 46,1 osobników *Pemphigus phenax* Börn. et Blunck [6].

Zasiedlona przez mszyce z gatunku *P. phenax* Börn. et Blunck sałata krucha odmiany Vanguard miała wyraźnie mniejsze główki od sałaty bez mszyc. Straty w masie główek obserwowano już przy żerowaniu 45 osobników na roślinie. Żerowanie 160 mszyc na jednej roślinie sałaty zmniejszało masę główek o ponad połowę (tab. 1).

T a b e l a 1

Wpływ żerowania mszyc na plon roślin

Gatunek mszycy	Roślina Odmiana	Wiek rośliny zasiedlanej przez mszyce	Liczebność mszyc na roślinie w momencie zbioru śr.	Plon z rośliny w kg		
				od	do	średnio
Myzodes persicae (Sulz.)	ogórek Wilanowski	początek kwitnienia	217,6	K 4,84	9,34	7,96
				P 2,46	7,72	5,28*
		pierwsze owoce		P 3,38	8,90	6,01*
Myzodes persicae (Sulz.)	pomidor Revermun	początek kwitnienia	321,8	K 1,58	4,01	2,15
				P 0,15	0,91	0,45*
		wiązanie owoców		K 1,94	4,79	2,64
		II grona		P 0,46	3,98	2,09*
Dysaphis crataegi (Kalt.)	marchew Perfekcja	zbiór	28,0	masa 10 korzeni w kg (25 powt.)		
				K -	-	0,381
				P -	-	0,310*
Pemphigus phenax Börn. et Blunck			46,1	K -	-	0,422
				P -	-	0,329*
Pemphigus bursarius (L.)	sałata krucha Vanguard	zbiór	66,4	K -	-	0,380
				P -	-	0,309*
Pemphigus bursarius (L.)	sałata krucha Vanguard	zbiór	160,7	masa główki w dag (100 powt.)		
				K 68,1	110,2	81,0
				P 13,2	65,4	34,4**

K - kontrola

P - rośliny z mszycami

* - różnice istotne

Wpływ żerowania mszyc na wzrost i rozwój roślin

Żerowanie mszyc z gatunku *Cavariella aegopodi* (Scop.) na koprze zmniejszało liczbę wytwarzanych baldachów. W roku 1978 rośliny kontrolne wytworzyły baldachy w 94%, natomiast tylko 17% roślin porażonych wytworzyło baldachy, a w roku 1980 odpowiednio 97% i 14% [7]. Żerowanie tej mszycy powodowało skracanie długości pędów kopru i zmniejszenie średnicy baldachów (tab. 2).

T a b e l a 2

Wpływ żerowania mszyc na wzrost i rozwój roślin

Gatunek mszycy	Roślina Odmiana	Badany parametr	Kontrola	Rośliny porażone
<i>Cavariella aegopodii</i> (Scop.)	koper	średnia długość pędów w cm	58,5	37,3*
		procent roślin z baldachem	94,0	17,0*
		średnica baldachów w cm (średnio)	6,7	3,2*
<i>Macrosiphonia sanborni</i> (Gill.)	złocienie Always Pink	średnica kwiatów	8,6	5,1*
		długość pędów	62,0	52,5*
	Altis	średnica kwiatów	13,9	4,9*
		długość pędów	71,5	51,2*
		średnica kwiatów	14,5	13,0*
	Yellow Mefo	długość pędów	105,5	105,2*
		średnica kwiatów	11,1	7,6*
	Bornholm Bronze	długość pędów	120,4	116,8*

*- różnice istotne

Skutkiem żerowania *Macrosiphoniella sanborni* (Gill.) na złocieniach było wyginanie się pędów, deformacja liści, a także często niewykasztalcenie kwiatów. Wszystkie stadia rozwojowe tej mszycy obficie spadziowały. Spadź pokrywała liście i pędy złocieni. Do spadzi przyklejały się wylinki i padłe mszyce, powodując na niej rozwój grzybków saprofitycznych. Żerowanie tej mszycy najsilniej wpływało na średnicę kwiatów złocieni (tab. 2). U wszystkich badanych odmian zmniejszyła się ona znacznie. Statystycznie istotne różnice w długości pędów obserwowano natomiast u odmian Always Pink i Altis, a nie obserwowano ich u odmian Yellow Mefo i Bornholm Bronze. Najwrażliwszą odmianą na żerowanie tej mszycy okazała się Altis, a najmniej wrażliwą Bornholm Bronze [7].

Wpływ żerowania mszyc na fotosyntezę i oddychanie roślin

W zasiedlonych przez *M. persicae* (Sulz.) liściach ogórka zmniejszało się prawie 3-krotnie tempo fotosyntezy (tab. 3). Oddychanie uszkodzonych roślin malało, co na pewno ograniczało straty. Inaczej na żerowanie tej mszycy reagowały rośliny pomidora (tab. 3). W zasiedlonych przez mszyce liściach pomidora fotosynteza zmalała z 18,5 do 11,2, a oddychanie wzrosło prawie dwukrotnie [6].

Fotosynteza marchwi uszkodzonej przez *D. crataegi* (Kalt.) zmniejszyła się prawie 3-krotnie w porównaniu z marchwią kontrolną. Jednocześnie u marchwi zasiedlonej przez tę mszycę obserwowano spadek tempa oddychania (tab. 3).

Silnie na żerowanie mszyc reagowały drzewa. Fotosynteza topoli włoskiej w przypadku zasiedlenia liści przez *P. phenax* Börn. et Blunck, *P. spyrothecae* Pass. lub *P. bursarius* (L.) zmniejszyła się 2-3-krotnie, a tempo oddychania również malało. Bardzo silnie na żerowanie *D. crataegi* (Kalt.) reagowały liście głogu. Fotosynteza uszkodzonych liści malała około 4,5-krotnie w porównaniu z kontrolą (tab. 3) [6, 7].

Żerowanie *C. aegopodi* (Scop.) na koprze powodowało istotne obniżenie wielkości fotosyntezy, a jednocześnie wzrost oddychania (tab. 3), co na pewno powiększało straty asymilatów w liściach kopru. Żerowanie *M. sanborni* (Gill.) zmniejszyło wielkość fotosyntezy u odmiany Altis, natomiast Always Pink i Bornholm Bronze nie zareagowały w ten sposób. U odmiany Altis spadek intensywności fotosyntezy mógł być spowodowany częściowo zmniejszeniem się zawartości chlorofilu w liś-

T a b e l a 3

Wpływ żerowania mszyc na asymilację i oddychanie roślin

Gatunek mszycy	Roślina	Fotosynteza		Oddychanie	
		K	P	K	P
Myzodes persicae (Sulz.)	ogórek Wilanowski	43,12	16,51	4,25	2,52
	pomidor Revermun	18,52	11,20	3,42	6,51
Dysaphis crataegi (Kalt.)	marchew Perfekcja	39,59	16,12	9,52	5,80
Pemphigus phenax Börn. et Blunck	topola włoska	20,33	6,42	7,99	6,03
	Dysaphis crataegi (Kalt.)	głóg	45,34	10,21	10,55
Pemphigus bursarius (L.)	topola włoska	15,54	5,00	7,39	4,51
	Pemphigus spyrothecae Pass.	topola włoska	15,54	8,65	7,39
Cavariella aegopodii (Scóp.)	koper ogrodowy	447,67	263,00	55,06	71,00
Macrosiphoniella sanborni (Gill.)	złocienie Always Pink	35,32	32,25	2,28	2,05
	Altis	46,04	31,00	6,15	6,79
	Bornholm Bronze	105,08	106,48	32,64	57,80

Objaśnienia por. tab. 1.

ciach (tab. 4). U odmian Always Pink i Bornholm Bronze, u których tempo fotosyntezy nie uległo zmianie, zawartość chlorofilu w porażonych przez mszyce liściach nieco wzrosła [6]. Oddychanie roślin zło-cieni porażonych przez mszyce (oprócz odmiany Always Pink) wzrasta-ło (tab. 3).

Wpływ żerowania mszyc na zawartość niektórych substancji w roślinach

W uszkodzonych przez *M. persicae* (Sulz.) liściach i zawiązkach ogórków odmiany Wilanowski zmniejszała się zawartość chlorofilu, cukrów redukujących, azotu ogólnego i białka. Natomiast zawartość suchej masy zmniejszała się w liściach, a nieco wzrastała w zawiązkach owoców. Bardzo silnie na żerowanie tej mszycy reagowały młode (przed kwitnieniem) rośliny pomidora odmiany Revermun. W uszkodzonych liściach zmniejszała się prawie dwukrotnie zawartość chlorofilu (tab. 4), a wzrastała zawartość cukrów redukujących. Zawartość suchej masy pozostała na tym samym poziomie, a zmniejszyła się wyraźnie zawartość azotu ogólnego i białka. Owoce natomiast z roślin uszkodzonych przez mszyce tego gatunku zawierały mniej cukrów redukujących, a więcej azotu ogólnego, białka i suchej masy [6]. W owocach tych zmniejszyła się także znacznie zawartość wit. C, a zawartość β -karotenu pozostała taka sama jak w owocach kontrolnych.

W liściach głogu uszkodzonego przez *D. crataegi* (Kalt.) wzrastała zawartość cukrów redukujących, a zmniejszała się zawartość wszystkich pozostałych składników (tab. 4).

W uszkodzonych przez tę mszycę korzeniach marchwi zmniejszała się zawartość cukrów redukujących i β -karotenu, a wzrastała azotu ogólnego, białek i suchej masy.

W liściach topoli włoskiej, na których znajdowało się wyrosłe mszyce *P. phenax* Börn. et Blunck lub *P. bursarius* (L.), zmniejszała się o połowę zawartość chlorofilu. Na zawartość pozostałych składników żerowanie każdej z tych mszyc wpływało inaczej (tab. 4). W uszkodzonych przez *P. phenax* Börn. et Blunck liściach topoli włoskiej zmniejszała się ilość cukrów redukujących, azotu ogólnego, białka, a wzrastała zawartość suchej masy. W liściach topoli włoskiej uszkodzonych zaś przez *P. bursarius* (L.) wzrastała znacznie zawartość cukrów redukujących, a pozostałych składników znacznie się obniżała (tab. 4). Należy zwrócić uwagę na fakt, że różnice w zawartości niektórych składników w liściach kontrolnych i uszkodzonych przez mszyce były znacznie większe w przypadku żerowania *P. bursarius* (L.) [7].

Wpływ żerowania mszyc na zawartość niektórych substancji w roślinach

Gatunek mszycy	Roślina	Chlorofil a+b		Cukry redukujące w % s.m.		Azot ogólny w % s.m.		Białko w % s.m.		Sucha masa w %		Wit. C mg% s.m.		β-karoten	
		K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P
Myzodes persicae (Sulz.)	ogórek														
	liście	99,2 ^{a)}	57,2	0,83	0,71	4,17	3,85	26,06	24,06	9,73	8,13	-	-	-	-
	zawłazki pomidor	-	-	0,79	0,65	2,64	2,47	16,52	15,44	4,54	4,96	-	-	-	-
Dysaphis crataegi (Kalt.)	liście	157,3 ^{a)}	81,4	0,73	0,99	4,02	3,50	25,13	21,87	12,94	12,93	-	-	-	-
	owoce	-	-	41,04	39,67	2,12	3,15	13,25	16,69	4,58	7,89	402,8	316,2	5,45	5,70
Pemphigus phenax Börn. et Blunck	liście	294,9 ^{a)}	69,4	2,69	4,89	2,79	2,25	17,64	14,06	36,12	35,32	-	-	-	-
	marchew Perfekcja														
	korzeń	-	-	4,47	3,67	1,81	1,97	11,31	12,34	7,88	8,00	-	-	8,14	7,40
Pemphigus bursarius (L.)	topola włowska	333,8 ^{a)}	155,0	2,70	2,31	2,30	2,21	14,94	13,82	31,78	33,93	-	-	-	-
	liście														
	korzeń	-	-	4,47	3,67	1,81	1,97	11,31	12,34	7,56	8,20	-	-	8,14	10,40
Macrosiphoniella sanborni (Gill.)	topola włowska														
	liście	104,77 ^{a)}	60,80	1,91	3,37	2,25	1,31	14,19	8,28	34,98	23,67	-	-	-	-
	sałata krucha	8,22 ^{b)}	9,07	2,49	1,86	2,73	4,10	17,17	25,85	4,23	3,48	5,23	4,79	-	-
Cavariella aegopodii (Scop.)	złocienie														
	A. Pink	3,49 ^{b)}	3,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Altis	3,34 ^{b)}	2,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rhopalosiphonius latysiphon (Dav.)	B. Bronze	1,60 ^{b)}	1,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	koper ogrodowy	1,78 ^{b)}	1,06	-	-	-	-	-	-	7,60	2,26	-	-	-	-
Rhopalosiphonius latysiphon (Dav.)	ziemniaki														
	bulwy	-	-	0,59	0,40	2,01	1,70	3,07	2,44	-	-	-	-	-	-
	kiełki	-	-	3,52	3,74	3,52	3,36	2,44	2,87	-	-	-	-	-	-

a - w mg św. masy

b - w mg/l

W korzeniach marchwi uszkodzonej przez *P. phenax* Börn. et Blunck zmniejszała się zawartość cukrów redukujących, a pozostałych składników wzrastała (tab. 4) [14].

W liściach sałaty kruchej, na której korzeniach żerowały mszyce z gatunku *P. bursarius* (L.), wzrastała zawartość azotu, białek i chlorofilu, a malała - cukrów redukujących, suchej masy i witaminy C.

W uszkodzonych przez *Cavariella aegopodi* (Scop.) roślinach kopru prawie 3-krotnie zmniejszała się zawartość suchej masy. Zmniejszała się także zawartość chlorofilu w liściach (tab. 4).

Spośród badanych odmian złocieni najchętniej i najliczniej zasiedlana była we wszystkich latach obserwacji odmiana Altis, nieco mniej licznie Always Pink. Odmiana Bornholm Bronze była z reguły najpóźniej zasiedlana przez mszyce z gatunku *M. sanborni* (Gill.) i w momencie kwitnienia znajdowano na niej zazwyczaj znacznie mniej mszyc niż na pozostałych odmianach [7]. W liściach złocieni odmiany Altis uszkodzonych przez mszyce zmniejszyła się wyraźnie zawartość chlorofilu, a w liściach pozostałych odmian nieco wzrosła [7].

W bulwach ziemniaczanych, na których kiełkach żerowały mszyce z gatunku *Rhopalosiphoninus latysiphon* (Davids.), zmniejszała się zawartość azotu ogólnego i białek (tab. 4). Zawartość cukrów redukujących wykazywała natomiast tendencję malejącą. W zasiedlonych przez tę mszyce kiełkach ziemniaczanych białko i azot ogólny wykazywały tendencję do wzrostu [7]. Podobne obserwacje poczynili Poeling i Dörfer [31] na bobie uszkodzonej przez *Aphis fabae* Scop. W liściach bobu, na których żerowały mszyce, obserwowano rozpad niektórych białek, a we floemie ich wzrost.

LITERATURA

1. Adams J.B., Burnham J. 1956. Pectinase in the saliva of *Myzus persicae* (Sulz.) (Homoptera: Aphididae). *Can. J. Zool.*, 34: 541-543.
2. Auclair J.L. 1963. Aphids feeding and nutrition. *Ann. Rev. Ent.*, 8: 439-490.
3. Auclair J.L. 1976. Feeding and nutrition of the pea aphid *Acyrtosiphon pisum* (harris) with special reference to amino acids. *Symp. Biol. Hung.*, 16: 29-34.
4. Auclair J.L. 1984. Nutritional physiology of Aphid Biotypes. XVII Intern. Congr. of Ent., Hamburg, 167-169.
5. Berliński K. 1965. Badania nad pobieraniem pokarmu i wpływem roślin żywicielskich na mszyce trzmielinowo-burakową *Aphis fabae* Scop. (Homopt. Aphididae). *Pol. Pis. Ent.*, B, 1-2: 163-175.

6. Cichocka E., Goszczyński W. 1978. Niektóre aspekty bezpośredniej szkodliwości mszycy brzoskwiniovej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 208: 33-45.
7. Cichocka E. 1984. Cykle roczne i wpływ mszyc na rośliny żywicielskie. Wyd. SGGW-AR, 87 ss.
8. Czeczuga B. 1974. Carotenoids studies in *Tetraneura ulmi* (L.) (Aphidoidea) and its plant *Ulmus campestris* L. Zool. Pol., 24: 5-10.
9. Dehn von M. 1961. Untersuchungen zur Ernährungsphysiologie der Aphiden. Die Aminosäuren und Zucker im Siebröhrensaft einiger Krautgewächsorten und im Honigttau ihrer Schmarotzer. Z. Vergl. Physiol., 45: 88-108.
10. Dixon A. F. G. 1971. The role of aphids in wood formation. I. The effect of the sycamore aphid, *Drepanosiphum platanoides* (Schr.) (Aphididae) on the growth of sycamore, *Acer platanoides* L.; II. The effect of the lime aphid, *Eucalipterus tiliae* (L.) (Aphididae) on the growth of lime, *Tilia x vulgaris* Hayne. J. Appl. Ecol., 8: 165-179, 393-399.
11. Dunn J.A. 1960. The formation of galls by some species of *Pemphigus* (Homoptera: Aphididae). *Marcelia* suppl., 30: 155-168.
12. Emden van H. F. 1972. Aphis as phytochemists. [W:] Harborne, Phytochemical ecology. Acad. Press, 25-43.
13. George K.S. 1975. The establishment of economic damage thresholds with particular reference to cereal aphids. Proc. 8th Brit. Insectic. Fungic. Conf. 1: 79-85.
14. Goszczyński W. 1976. Biologia i szkodliwość mszyc żerujących na korzeniach marchwi. Praca doktorska. SGGW-AR 66 ss.
15. Johnson C.G. 1962. Aphid migration. *New Scientist*, 15: 622-625.
16. Kennedy J.S., Stroyan H.L.G. 1959. Biology of aphids. *Ann. Rev. Ent.*, 4: 139-160.
17. Kloft W. 1960. Beobachtungen zum zeitlichen Verlauf des Abwurfs vergallter und normaler Pappelblätter. *Marcelia*, 30: 126-127.
18. Lambers H.L.D. 1966. Polymorphism in Aphididae. *Ann. Rev. Ent.*, 11: 47-48.
19. Meyer J. 1959. Enrichissement en stomates sous l'action de *P. spirothecae*. *Marcelia*, 30: 30-31.
20. Miles P.W. 1959. Secretion of two types of saliva by an aphid. *Nature, Lond.*, 183: 756-780.
21. Miles P.W. 1965. Studies on the salivary physiology of plant-*bugs*: the salivary secretions of aphids. *J. Insect Physiol.*, 11: 1261-1268.
22. Miles P.W. 1968. Insect secretions in plants. *Ann. Rev. Phytopath.*, 6: 137-164.
23. Mittler T. E. 1957. Studies on the feeding and nutrition of *Tuberolachnus salignus* (Gmelin) (Homoptera, Aphididae). I. The uptake floem sap. *J. Exp. Biol.*, 34: 334-341.
24. Mittler T. E. 1958. Studies on the feeding and nutrition of *Tuberolachnus salignus* (Gmelin) (Homoptera, Aphididae). III. The nitrogen economy. *J. Exp. Biol.*, 35: 626-638.

25. Mallot P.G., Davy A.J. 1978. Analysis of effects of the bird cherry-oat on the growth of barley unresticed infestation. *New Phytol.*, 80(1): 209-218.
26. Moericke V. 1962. Über die optische Orientierung von Blattläusen. *Z. Angew. Ent.*, 50-74.
27. Mc Allan J.W., Adams J.B. 1961. The significance of pectinase in plant penetration by aphids. *Can. J. Zool.*, 39: 305-310.
28. Nousteva P. 1956. Studies on the effect of the salivary secretions of some Heteroptera and Homoptera on plant growth. *Suom. Hyönt. Aikak.*, 22: 108-117.
29. Osborne D.J. 1973. Mutual regulation of growth and development in plants and insects. [W:] *Insect Plants Relationships. Symp. Roy. Ent. Soc. London* 6: 33-42.
30. Parys E., Ostrowska E. 1976. Działanie regulatorów wzrostu na fotosyntezę, fotooddychanie i oddychanie. I. Fotosynteza. *Wiad. Bot.*, 20: 17-37.
31. Poeling H.M., Dörfer K. 1984. Uptake and utilisation of proteins, peptides and amino acids by *Aphis fabae*. XVII Intern. Congr. of Ent., Hamburg, 143.
32. Pollard D.G. 1971. Some aspects of plant penetration by *Myzus persicae* (Sulz.) nymphs (Homoptera, Aphididae). *Bull. Ent. Res.*, 61: 315-324.
33. Pollard D.G. 1973. Plant penetration by feeding aphids (Hemiptera, Aphidoidea): a review. *Bull. Ent. Res.*, 62: 631-714.
34. Sienicka A. 1959. Zmiany anatomiczne i cytologiczne wywołane przez *Myzus ribis* L. na liściach porzeczek (*Ribes*) i próby powiązania ich ze zbiorem owoców. *Zesz. Nauk. WSR Szczec.*, 2: 91-113.
35. Sorin M. 1966. Physiological and morphological studies on the suction mechanism of plant juice by aphids. *Bull. Univ. Osaka Prefect.*, B, 18: 95-137.
36. Srivastava P.N., Auclair J.L., Gao Y. 1984. Amino acid requirements of two biotypes of the pea aphid *Acyrtosiphon pisum* (Harris). XVII Intern. Congr. of Ent., Hamburg, 223.
37. Wensler R.J.V. 1962. Mode of host selection by an aphid. *Nature, Lond.*, 153: 830-831.
38. Wearing C.H. 1967. Studies on the relations of insect and host plant. II. The effects of water stress in host plants on the fecundity of *Myzus persicae* (Sulz.) and *Brevicoryne brassicae* L. (Homoptera, Aphididae) feeding on sucrose and sinigrin solutions. *N:Z.H Sci.* 11: 105-121.
39. Wearing C.H., Emden H.F.von. 1967. Studies on the relations of insects and host plants. I. Effects of water stress in host plants on infestation by aphids *Aphis fabae* Scop., *Myzus persicae* (Sulz.) and *Brevicoryne brassicae* L. *Nature, Lond.*, 213: 1051-1052.
40. Wratten S.D. 1975. The nature of the effects of the aphids *Sitobion avenae* and *Metopolophium dirhodum* on the growth of wheat. *Ann. Appl. Biol.*, 79: 27-34.
41. Wratten S.D. 1978. Effects of feeding position on wheat yield and quality. *Ann. Appl. Biol.*, 90: 11-20.

Эльжбета Цихоцка, Войцех Гошчыньски

БИОЛОГИЯ ПИТАНИЯ И ВЛИЯНИЕ ТЛЕЙ НА КОРМОВЫЕ РАСТЕНИЯ

Р е з ю м е

В этой работе авторы обсуждают влияние тлей на кормовые растения. Работа содержит обзор литературы относящейся к влиянию слюны тлей на растительные клетки и ткани, содержания многих элементов в тканях растений, а также влияние тлей на урожай растений.

Питание тлей вызывает перемены в:

- 1) обмене веществ растений (фотосинтез, дыхание),
- 2) содержании сахаридов, белков, сухой массы, хлорофилла и витаминов,
- 3) тканях и клетках растений,
- 4) урожае и качестве растений.

С исследований проведенных авторами следует, что реакция растений на питание тлей зависит от вида, а даже от сорта кормового растения и его возраста (молодые более впечатлительные).

Elżbieta Cichocka, Wojciech Goszczyński

FEEDING BIOLOGY AND INDIRECT HARMFULNESS OF APHIDS

S u m m a r y

In the present paper, the authors discuss effects of aphid feeding on host plants. The paper contains a review of literature dealing with effects of aphid saliva on plant cells and tissues, on contents of different substances in plant tissues, and effects of aphids feeding on crop plants (is given).

Feeding of aphids effect the host plants by causing changes in their metabolism (photosynthesis, respiration); in their contents of carbohydrates, proteins, dray mass, chlorophyll and vitamins; in their cells and tissues; and in quality and quantity of crop products.

However, the studies performed by the authors indicate that reaction of host plants to aphid feeding differs within the plant species, or even within the cultivars of host plant. Also, the age of host plants seems to modify their reaction to aphid infestation, as the younger plants are more susceptible than the older plants.