

PRACA  
DOKTORSKA



**AKADEMIA TECHNICZNO – ROLNICZA**

**im. J. i J. Śniadeckich w Bydgoszczy**

**DARIUSZ PIESIK**

**ENTOMOFAUNA SZCZAWIU OMSZONEGO –  
- *RUMEX CONFERTUS* WILLD. I MOŻLIWOŚCI  
JEJ WYKORZYSTANIA DO OGRANICZENIA  
POPULACJI ŻYWICIELA**

Biblioteka Główna ATR w Bydgoszczy



000000073518

**Rozprawa doktorska**

przedstawiona Radzie Wydziału Rolniczego  
Akademii Techniczno – Rolniczej w Bydgoszczy

Promotor: **dr hab. Maria Wawrzyniak**

**BYDGOSZCZ 1999**

*Pani dr hab. Marii Wawrzyniak za kierownictwo, Panu dr Christianowi Kjær za pobyt w Danii, pomoc i cenne wskazówki przy przygotowywaniu tej pracy oraz Annie Wenda – Piesik i Halinie Piesik, składam serdeczne podziękowanie.*

*dr hab. Krystynie Wyrostkiewicz, prof. ATR*

## SPIS TREŚCI

<b>1. WSTĘP</b> .....	1
<b>2. PRZEGLĄD LITERATURY</b> .....	3
2.1. Botaniczny opis rośliny .....	3
2.2. Rozprzestrzenianie się chwastu .....	5
2.3. Znaczenie <i>Rumex confertus</i> Willd. ....	7
2.4. Chemiczne metody niszczenia agrofagów .....	8
2.5. Wady zabiegów chemicznych .....	9
2.6. Przyczyny wyboru metod alternatywnych .....	11
2.7. Istota walki biologicznej .....	12
2.8. Wybór chwastu i roślinożercy .....	16
2.9. Biologiczne zwalczanie <i>Rumex confertus</i> Willd. ....	19
<b>3. METODY I TEREN BADAŃ</b> .....	22
3.1. Charakterystyka doświadczeń terenowych, rejonizacja i grupy tematyczne .....	22
3.1.1. Metody badawcze prowadzone w okolicach Bydgoszcz – Fordon nad Wisłą .....	24
3.1.2. Metody badawcze prowadzone w okolicach Torunia nad Wisłą .....	26
3.1.3. Metody badawcze prowadzone w pozostałych miejscowościach .....	27
3.2. Charakterystyka badań prowadzonych w laboratorium .....	27
3.2.1. Metody badawcze prowadzone w laboratorium .....	28
<b>4. WYNIKI</b> .....	35
Wykaz gatunków organizmów zasiedlających roślinę .....	35
4.1. Badana terenowe .....	37
4.1.1. Charakterystyka i dynamika populacji najliczniej występujących gatunków w okolicach Bydgoszczy .....	37
4.1.1.1. <i>Gastroidea viridula</i> Deg. – kałdunica zielonka .....	37
4.1.1.2. Zimowanie <i>Gastroidea viridula</i> Deg. ....	38
4.1.1.3. <i>Gastroidea polygona</i> L. – kałdunica rdestówka .....	38

4.1.1.4.	<i>Hypera rumicis</i> L. – ziołomirek szczawiowiec .....	40
4.1.1.5.	<i>Apion miniatum</i> Germ. ....	41
4.1.1.6.	<i>Mamestra dissimilis</i> Knoch. – piętnówka zmienna .....	42
4.1.1.7.	<i>Pegomya nigratarsis</i> Zett. ....	43
4.1.1.8.	<i>Rhinoncus pericarpus</i> L. ....	44
4.1.1.9.	<i>Phyllobius ssp.</i> – naliściaki .....	45
4.1.1.10.	<i>Succineidae</i> - bursztynkowate.....	45
4.1.2.	Charakterystyka i dynamika populacji najliczniej występujących gatunków w okolicach Torunia .....	47
4.1.2.1.	<i>Gastroidea viridula</i> Deg. – kałdunica zielonka.....	47
4.1.2.2.	<i>Gastroidea polygoni</i> L. – kałdunica rdestówka .....	47
4.1.2.3.	<i>Hypera rumicis</i> L. – ziołomirek szczawiowiec .....	48
4.1.2.4.	<i>Apion miniatum</i> Germ. ....	48
4.1.2.5.	<i>Mamestra dissimilis</i> Knoch. – piętnówka zmienna .....	48
4.1.2.6.	<i>Pegomya nigratarsis</i> Zett. ....	49
4.1.2.7.	<i>Rhinoncus pericarpus</i> L. ....	49
4.1.2.8.	<i>Phyllobius ssp.</i> – naliściaki .....	50
4.1.2.9.	<i>Succineidae</i> – bursztynkowate .....	50
4.1.3.	Wysokość roślin <i>Rumex confertus</i> Willd. ....	50
4.1.4.	Wpływ uszkodzeń na rośliny .....	51
4.1.4.1.	Procentowy udział gatunków zasiedlających szczaw omszony .....	51
4.1.4.2.	Dynamika populacji larw <i>Gastroidea spp.</i> w okolicach Bydgoszczy .....	52
4.1.4.3.	Dynamika populacji larw <i>Gastroidea spp.</i> w okolicach Torunia .....	53
4.1.4.4.	Liczba min <i>Pegomya nigratarsis</i> Ztt. na liściach .....	53
4.1.4.5.	Uszkodzenia powodowane przez larwy <i>Apion miniatum</i> Germ. ....	54
4.1.4.6.	Indeks porażenia <i>Rumex confertus</i> Willd. ....	54
4.1.4.7.	Pędy uszkodzane przez owady .....	55

4.1.4.8.	Zimowanie roślin porażonych .....	57
4.1.4.9.	Rośliny porażane przez grzyby .....	57
4.2.	Testy laboratoryjne .....	58
4.2.1.	<i>Gastroidea viridula</i> Deg. – kałdunica zielonka .....	58
4.2.1.1.	Liczba składanych jaj oraz przeżywalność .....	58
4.2.1.2.	Masa zjedzonego pokarmu przez larwy .....	59
4.2.1.3.	Powierzchnia zjedzonych liści przez owady dorosłe ...	61
4.2.2.	<i>Mamestra dissimilis</i> Knoch. – piętnówka zmienna .....	61
4.2.2.1.	Masa zjedzonego pokarmu przez gąsienice .....	61
4.2.3.	<i>Hypera rumicis</i> L. – ziołomirek szczawiowiec .....	62
4.2.3.1.	Powierzchnia zjedzonych liści przez owady dorosłe ...	62
4.2.4.	Analiza zawartości wybranych substancji chemicznych w roślinie .....	63
<b>5.</b>	<b>PODSUMOWANIE I Dyskusja Wyników</b> .....	64
<b>6.</b>	<b>Wnioski</b> .....	71
<b>7.</b>	<b>LITERATURA</b> .....	73
<b>8.</b>	<b>RYSUNKI I Tabele</b>	



# 1. WSTĘP

Chwasty są organizmami szkodliwymi, związanymi z działalnością człowieka, zatem istnieje potrzeba walki z nimi. Rozwój ludzkości, także wzrost mobilności spowodowały celową bądź nie zamierzoną introdukcję roślin, często egzotycznych, na nowe miejsca, do nowych ekosystemów. W tych siedliskach znajdują one doskonałe warunki do życia, ponieważ nie zawsze w ślad za nimi podążają ich wrogowie naturalni. W Stanach Zjednoczonych oszacowano, że około 50 - 75% roślin introdukowano z innych, nierzadko bardzo odległych terenów.

Dominującą metodą walki z chwastami jest stosowanie środków chemicznych. Działają one bardzo szybko, niszcząc zagęszczenie populacji roślin niepożądanych. Formuły chemiczne są jednak często mało selektywne, skażają środowisko oraz szybko stają się nieskuteczne, ponieważ organizmy nabywają odporności. Zwalczanie *Rumex confertus* Willd. i innych chwastów z rodzaju *Rumex spp.* często nie jest możliwe ze względów finansowych. Ogromne tereny, na których występują szczawie, wymagałyby bowiem wysokich nakładów finansowych w postaci drogich preparatów chemicznych.

Metody biologiczne regulacji populacji zachwaszczenia wydają się być pewnym rozwiązaniem tego problemu. Znalazły one szczególne zainteresowanie badaczy w odniesieniu do terenów przyrzecznych. Jest to zrozumiałe chociażby ze względów ekologicznych; groźba skażenia wód. Organizmami wykorzystywanymi w tej metodzie są owady, grzyby, roztocze. Gromada *Insecta* reguluje rozwojem roślin niepożądanych, jak i szczawiu omszonego, poprzez żerowanie na nasionach, kwiatach, liściach, w łodygach lub korzeniach. Uszkodzenia mogą mieć również charakter pośredni poprzez przenoszenie chorób. Zatem z punktu widzenia rozprzestrzeniania się rośliny duże znaczenie będą miały owady, które uszkadzają części generatywne roślin. Niewątpliwie nie mniejszy stres wyrządzają te spośród nich, które atakują łodygi czy też liście. Czasami wystarcza jeden gatunek, by całkowicie regulować rozwojem rośliny - chwastu, a czasami potrzeba wprowadzać ich kilka.

Odniesienie sukcesu w biologicznej walce jest bardzo prawdopodobne, gdy introdukcja nastąpiła w miejscu, gdzie klimat i warunki siedliska są zbliżone do macierzystych. Zatem najbardziej pożądanymi cechami owadów wykorzystywanych w biologicznej walce z chwastami są:

- wysoka specjalizacja do rośliny żywicielskiej,
- możliwość wyrządzania poważnych szkód,
- szybka kolonizacja,
- tolerancja na niekorzystne warunki siedliskowe.

W związku z tym gatunki spośród takich rzędów, jak *Coleoptera*, *Diptera*, *Lepidoptera* odgrywają tu największą rolę.

Przykładem udanej introdukcji, a zatem walki biologicznej, jest *Opuntia spp.* Kaktus ten sprowadzony do Australii jako roślina ogrodowa stał się poważnym problemem. Wykorzystanie ómy *Cactoblastis cactorum* spowodowało w ciągu kilku lat obniżenie tego zagrożenia.

Inną rośliną jest *Salvinia spp.* - groźny chwast wód stojących i płynących. Została ona znacząco wyeliminowana przez użycie w walce z nią chrząszcza *Cyrtobagous salviniae*. Znanych jest jeszcze wiele innych przykładów zmniejszenia liczebności populacji szkodników, a zatem udanych prób introdukcji.

*Rumex confertus* Willd. jest rośliną spełniającą większość kryteriów zakwalifikowania jej jako obiekt do biologicznej regulacji.

Hipoteza merytoryczna pracy zakładała zatem, że istnieją gatunki zwierząt, które żerują na szczawiu omszonym i wywierają pewien wpływ na zahamowanie rozwoju i wigoru tego chwastu.

W związku z tym celem pracy była ocena składu gatunkowego zwierząt zasiedlających *Rumex confertus* Willd. oraz oszacowanie destrukcyjnych właściwości w stosunku do rośliny tych spośród nich, które odznaczały się największym wpływem na dynamikę jego populacji.

## 2. PRZEGLĄD LITERATURY

### 2.1. Botaniczny opis rośliny

Wymiana towarowa między krajami i szybki rozwój transportu oraz komunikacji przyczyniają się do rozprzestrzeniania agrofagów na nowe siedliska. Są to szkodniki, choroby, a przede wszystkim chwasty. Zajmują one obszary w obrębie naszego, jak i na innych kontynentach. W nowych ekosystemach te organizmy bardzo szybko rozwijają się. Przyczyną tego jest brak wrogów naturalnych, szczególnie w pierwszym okresie po zasiedleniu. Na ogół bowiem nie są one atakowane przez lokalne szkodniki. W ten sposób chwasty introdukowane zyskują przewagę nad roślinami miejscowymi, które są zwykle konsumowane przez owady. W konsekwencji intruz dominuje.

Przykładem rośliny – chwastu rozwijającego się w ostatnich latach w Polsce jest *Rumex confertus* Willd., szczaw omszony z rodziny *Polygonaceae* – rdestowate.

Roślina ta jest wysoką do 1,5 metra byliną (Hegi, 1957; Taliew, 1941; Cavers i Harper, 1964). Liście przyziemne, długie, szypułkowe (Hegi, 1957),



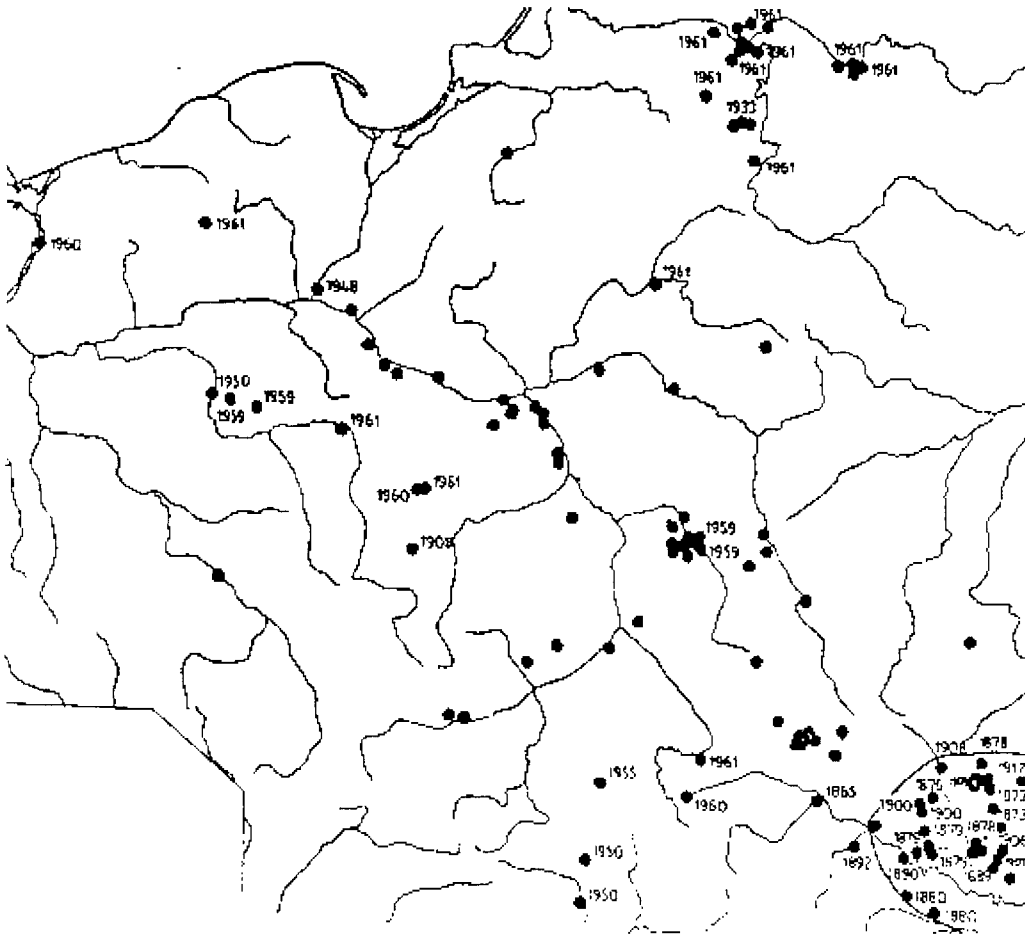
gdzie szypułka dominuje często nad rozmiarami blaszki liściowej i długość jej wynosi około 30 cm (Nowinski, 1959); natomiast dolne, jajowato - trójkątne lub szeroko jajowate, głęboko sercowato powcinane, długości do 30cm i szerokości około 20cm. Powierzchnia blaszki liściowej szorstka. Ogonki i nerwy od spodniej strony omszone krótkimi włoskami. Górne liście ostre, na krótszych ogonkach (Zemlinskij, 1958), mniejsze od dolnych. Nerwy boczne odchodzą od nerwu głównego pod kątem  $70^{\circ}$  (Hegi, 1957). Łodyga wyniosła, sztywna, krzaczasta i żeberkowana, omszona podobnie jak liście krótkimi, sztywnymi włoskami (Pawłowski, 1921). Kwiatki drobne, niepozorne, zebrane w wąsko cylindryczny prawie bezlistny, gęsty kwiatostan, (Zemlinskij, 1958). Okwiat do podstawy sześciodzielny, zielonawy, złożony z sześciu listków ułożonych w dwóch okółkach, po trzy w każdym. Słupek z trzema nitkowatymi wyrostkami i groniastymi znamionami. Owocem jest trójgraniasty orzeszek zamknięty w zrosniętym okwiecie (Zemlinskij, 1958; Hegi, 1957). Szczaw produkuje od 100 do 40 000 nasion (Cavers i Harper, 1964).

Roślina kwitnie zazwyczaj w VII – IX (Pawłowski, 1921), lecz duże osobniki mogą produkować nasiona dwa razy w roku, tj. w V – VI i VII – IX (Cavers i Harper, 1964). Mieszańce tworzy z *Rumex crispus* L., *Rumex obtusifolius* L.



## 2.2. Rozprzestrzenianie się chwastu

Szczaw omszony odznacza się szerokim zasięgiem zarówno w Polsce (Trzcńska Tacik, 1963; Kornaś, 1970; Rojecka, 1960; Sowa, 1962; Żukowski, 1960), jak i na świecie (Rechinger, 1984; Valta, 1973; Latowski, 1993; Paspatis, 1987). Nie jest to jednak roślina rodzima dla Polski. Chwast ten jest szeroko rozpowszechniony we wschodniej i zachodniej Syberii, na Dalekim Wschodzie, w niektórych regionach Azji Środkowej i Mniejszej, a także na Półwyspie Bałkańskim (Zemlinskij, 1958). Wykazuje jednak wyraźną ekspansję



Rys. Mapka stanowisk *Rumex confertus* Willd. w Polsce i na ziemiach ościennych (Trzcńska – Tacik, 1963).

ze wschodu na zachód (Żukowski, 1960; Kornaś i inni, 1959). W Polsce pierwsze wzmianki o pojawieniu się tej rośliny datuje się na przełom XIX i XX wieku. Jednakże na masową skalę zaczyna występować w latach pięćdziesiątych

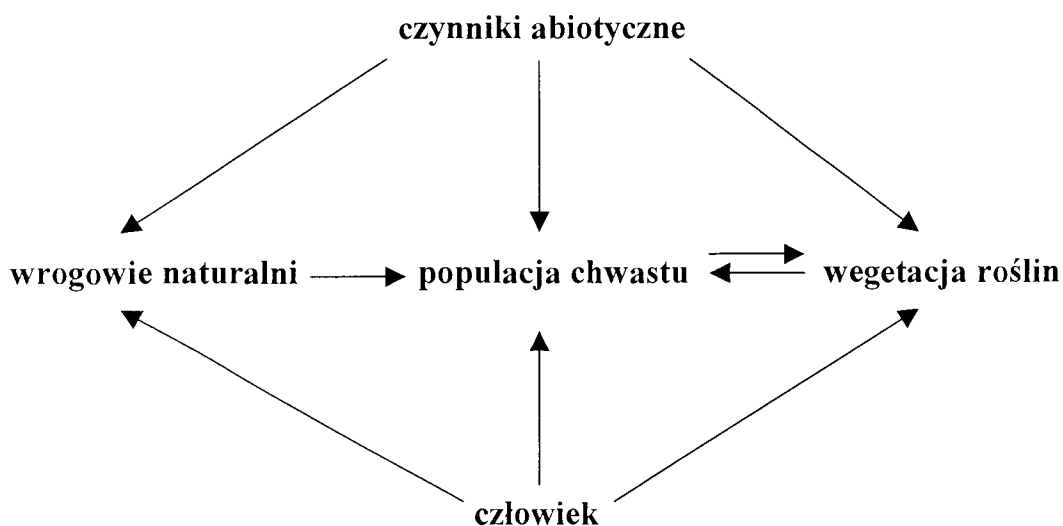
i sześćdziesiątych, tj. Poznań 1950, Wrocław 1959, Łódź 1960, Szczecin 1960 (Trzcińska – Tacik, 1963).

Obecnie *Rumex confertus* Willd. intensywnie rozwija się na łąkach i pastwiskach w pobliżu rzek; zwykle na dwojakiego rodzaju siedliskach:

- na zalewanych łąkach nadrzecznych,
- w sąsiedztwie szlaków komunikacyjnych kolejowych i kołowych (Trzcińska – Tacik, 1963; Cavers i Harper, 1964).

Skupiska te wskazują nam drogi rozprzestrzeniania się gatunku. Nasiona mogą być więc przenoszone z prądem wody w rzece, jak i poprzez transport. Są one wleczone na znaczne odległości od miejsc, gdzie roślina występowała dotychczas. W początkowym okresie chwast rośnie pojedynczo na danym terenie. Z takiego miejsca gatunek wędruje we wszystkich kierunkach, tworząc w ten sposób nową grupę stanowisk (Trzcińska – Tacik, 1963).

Model, gdzie populacja chwastów jest determinowana poprzez pozytywne i negatywne wpływy człowieka, przebieg wegetacji, czynniki środowiskowe abiotyczne i naturalnych wrogów przedstawia Zwölfer.



Rys. Czynniki wpływające na regulację zachwaszczenia (Zwölfer, 1973).

### 2.3. Znaczenie *Rumex confertus* Willd.

Chwast ten staje się realnym zagrożeniem dla łąk i pastwisk, dlatego też nie można go lekceważyć (**Courtney, 1972; Oswald i Haggar, 1976; Savory i Soper, 1970**). Biologiczna inwazja jest rozumiana jako geograficzna ekspansja do regionu, który nie był przedtem okupowany przez niego (**Ehler, 1998**). Przyczyn, dla których *Rumex confertus* Willd. jest niepożądanym intruzem, należy wymienić kilka.

Roślina ta, zdobywając nowe tereny, powoduje wyparcie innych gatunków, nie wytrzymujących konkurencji. Staje się więc groźną dla zachowania pewnej równowagi biologicznej występującej w ekosystemach (**Wenda – Piesik i Piesik, 1997**). Nadmierny rozwój szczawiu omszonego redukuje w ten sposób naturalne rezerwuary owadów pożytecznych. Rozprzestrzenianie się tego gatunku jest uważane przez wielu badaczy za wzrastające.

Oprócz zwykłych składników chemicznych, jak białka, węglowodany czy tłuszcze w roślinie występują znaczne ilości kwaśnego szczawianu wapnia. To właśnie dzięki kwaskowatemu smakowi chwast jest chętnie zjadany przez zwierzęta (konie, owce, przeżuwacze) przy czym większe jego ilości powodują śmiertelne zatrucia. Mleko krów spasných na terenach, gdzie występuje szczaw, szybko zsiada się, zaś śmietana źle się przerabia na masło.

Badania przeprowadzone na różnych zwierzętach wskazują, że przyswajanie wapnia się zmniejsza, jeżeli w paszy jest dużo kwasu szczawowego, ponieważ może on wiązać wapń, tworząc nierozpuszczalne i przez to źle trawione szczawiany wapniowe. Poza tym jako związek trudno rozpuszczalny odkłada się w nerkach w postaci kamieni nerkowych. Najczęstszym objawem zatrucia jest osłabienie akcji serca, któremu towarzyszy obniżenie ciśnienia oraz zmiany w nerkach. Jest więc pośrednio szkodliwy również dla człowieka.

*Rumex confertus* Willd. obok wielu innych roślin jest rezerwuarem wirusów ziemniaczanych (**Akhatova i inni, 1979**).

Badania naukowe wykazały, że rodzaj *Rumex* jest poważnym inhibitorem rozwoju roślin uprawnych (**Einhellig i Rasmussen, 1972**).

Zdolności szczawiów do regeneracji są olbrzymie. Wielu badaczy uważa, że mogą one odtworzyć całą roślinę z jakiegokolwiek części korzenia.

Niektórzy autorzy zaliczają chwasty z rodzaju *Rumex spp.* do najniebezpieczniejszych nieuprawnych roślin na świecie (**Allard, 1965**).

## 2.4. Chemiczne metody niszczenia agrofagów

Oczywistą reakcją na zagrożenie jest próba zwalczania niepożądaney rośliny. Na świecie bez ochrony roślin można by zebrać jedynie 30% całości plonu, gdyż większość zostałaby zniszczona przez agrofagi. Dzięki odpowiednim zabiegom straty zostają ograniczone o kolejne 27%. Jednakże w związku z niewystarczającą ich skutecznością traci się pozostałe 43% zbiorów (**Pruszyński, 1998**). Redukcja światowych zasobów żywności powodowana jest przez (**Labrada, 1996**):

- szkodniki – około 13%,
- choroby – około 12%,
- chwasty – około 12%.

W skali globu wyróżnia się 67 000 różnych gatunków atakujących nasze plony. Są to:

- 9000 gatunków owadów,
- 50 000 gatunków patogenów roślinnych,
- 8000 gatunków chwastów.

Generalnie jednak mniej niż 5% jest uważanych za szkodniki groźne. Od 30% do 80% z tej grupy są to specyficzne w stosunku do danego regionu organizmy szkodliwe (**Pimentel, 1988; Hokkanen i Pimentel, 1989**). Wydaje się to być i tak duża liczba agrofagów dla 15 gatunków roślin uprawnych, które stanowią 90% ludzkiego pożywienia (**Mangelsdorf, 1966**).

Aktualnie ponad 95% zabiegów ochrony roślin jest opartych na stosowaniu środków chemicznych (**Pruszyński, 1998**). W Niemczech około 50% wszystkich sprzedawanych produktów ochrony roślin stanowią herbicydy, a od 50 – 100% głównych upraw są opryskiwane środkami chwastobójczymi (**Zwerger, 1996**). Ilość toksycznych związków zużywanych na świecie każdego roku, a służących



ochronie roślin, waha się w granicach 2,5 miliarda kilogramów. Herbicydy stanowią 60% zużywanych w rolnictwie pestycydów (**Boczek, 1996**). Jakkolwiek często stosuje się herbicydy na farmach w celu redukcji zachwaszczenia, to cały czas występują straty plonów przez nie powodowane (**Swanton i inni, 1993**).

## 2.5. Wady zabiegów chemicznych

Herbicydy są obecnie najważniejszą metodą walki z chwastami, gdyż po pierwsze są efektywne i jako nowoczesne środki regulują rozwojem szerokiej gamy chwastów, z jednoczesnym niewielkim wpływem na plon roślin, po drugie pozwalają rolnikom na wybór, jak i kiedy je używać (**Coble, 1995**).

Stosowanie tylko i wyłącznie pestycydów jest jednak z wielu powodów krótkowzroczne. Metoda ta, obok niekwestionowanej skuteczności, ma jednak poważne wady, np. drogą selekcji tworzą się odporne biotypy, które później trudno zwalczyć (**Boczek, 1996; Jędruszczak, 1998; Marocchi, 1989**), środki chemiczne zmieniają biochemizm roślin uprawnych (**Boczek, 1996**), zanieczyszczają środowisko (**Boczek, 1996**) i nierzadko niszczą wrogów naturalnych, którzy ograniczaliby populację żywiciela w warunkach naturalnych.

Natomiast po zastosowaniu środków chemicznych:

- 1) brak organizmów pożytecznych, gdyż są na ogół wrażliwe na większość substancji,
- 2) nie zniszczone rośliny rozmnażają się bez żadnych ograniczeń, co zresztą doskonale potrafią wykorzystać.

Zjawisko uzyskiwania odporności chwastów na stosowane środki chemiczne jest obserwowane na całym świecie, a szczególnie w tych krajach, gdzie zużywa się ich bardzo dużo do redukcji zachwaszczenia. Z danych wynika, że biotypy odporne dotyczą 150 gatunków chwastów, w tym najwięcej z nich na substancje triazynowe (**Jędruszczak, 1998**). Niekiedy zdarza się, że rośliny wytworzyły mechanizmy obronne do tak dużej liczby środków ochrony roślin, że nie ma możliwości ich zniszczenia. Dzieje się tak wskutek jednostronnego ich stosowania kilka lat pod rząd w tym samym miejscu (**Moss i Rubin, 1993**).

Herbicydy mogą w pewien sposób hamować rozwój mikroorganizmów glebowych, nie wywierając jednak na nie istotnego wpływu. Te z kolei wykorzystują związki zawarte w syntetycznych substancjach jako źródło węgla i energii. To zjawisko natomiast odbija się na efektywności tych zabiegów (Jędruszczak, 1998).

Jest rzeczą udokumentowaną, że chemiczne metody zwalczania chwastów prowadzą również do zanieczyszczania wód powierzchniowych, wód gruntowych oraz powietrza (Zwenger, 1996; Hurle, 1996). Jest ono proporcjonalne do ilości substancji aktywnej, która występuje w górnej warstwie gleby (Jędruszczak, 1998), zależy od okresu wegetacji i jest większe, gdy przeprowadzane są opryski (Hurle, 1996).

Również wody gruntowe ulegają zanieczyszczeniu, które jest spowodowane stosowaniem herbicydów. Bardzo ważne jest, iż są to ujęcia, które bezpośrednio służą człowiekowi. Niekiedy ilości pestycydów przekraczają dopuszczalną wartość progową dla wody pitnej (Jędruszczak, 1998) i wynoszą ponad 0,1µg/l (Hurle, 1996).

Drobne cząstki substancji aktywnej można zanotować również w powietrzu, do którego dostają się podczas stosowania zabiegów chemicznych. W związku z jego ruchem zanieczyszczenie powietrza może dotyczyć rejonów, gdzie syntetyki nie były używane. W wyniku chemizacji herbicydy wykrywa się w wodach opadowych; ich wielkość jest zmienna i zależy od ilości zużycia (Jędruszczak, 1998).

Środki chemiczne nie tylko często zawodzą, ale stwarzają nowe zagrożenie, niezwykle zdumiewający efekt, a mianowicie uaktywniają dotąd nieznaną ze swej szkodliwości agrofagi. Chwasty, nie mające żadnego znaczenia gospodarczego kilka lat temu, dzisiaj bywają dużym problemem (Marocchi, 1989). Można tu przytoczyć *Galium aparine* L. (*Rubiaceae*), obecnie bardzo trudny i niepożądany organizm w zwalczaniu. To samo zjawisko dotyczy innych roślin, takich jak *Amaranthus spp.* czy *Avena spp.*

Zwalczanie roślin z rodzaju *Rumex spp.* z wykorzystaniem zabiegów chemicznych nie daje pożądanych efektów (Allen, 1975; Allen, 1974). Zatem

konwencjonalne sposoby redukcji zachwaszczenia powodowanego obecnością tego chwastu są dalekie od zadowalających. Systematycznie odchodzi się od stosowania tylko i wyłącznie toksycznych chemikaliów na rzecz innych, bardziej przyjaznych środowisku. Chemiczna metoda walki z *Rumex confertus* Willd. nie powinna być praktykowana również dlatego, gdyż większość syntetycznych preparatów nie może być wykorzystywana w pobliżu cieków wodnych w związku z niebezpieczeństwem zatrucia ryb i innych organizmów.

Wszystkie te problemy spowodowały, że ochrona roślin została poddana ostrej krytyce za stwarzanie zagrożenia dla środowiska i człowieka (**Pruszyński, 1998; Kjaer, 1994**). Uznano zatem, iż rozsądnym będzie systematyczne wdrażanie integrowanego modelu zwalczania szkodliwych organizmów.

## 2.6. Przyczyny wyboru metod alternatywnych

Na Kongresie Entomologicznym we Florencji (**Wysocki, 1996**) wyróżniono główne przyczyny poszukiwania metod alternatywnych dla ochrony roślin. Są to:

- nie zawsze poznane oddziaływanie pozostałości środków ochrony roślin,
- brak selektywności wielu pestycydów,
- wysokie koszty stosowania chemicznych metod,
- rozwój odporności agrofagów,
- ujemny wpływ na organizmy pożyteczne,
- ujemny wpływ pestycydów na środowisko,
- pojawianie się nowych gatunków agrofagów,
- coraz wyższy koszt uzyskania nowych środków ochrony roślin,
- presja polityczna,
- czynniki psychologiczne i potrzeba społeczna,
- wysoka cena produktów spożywczych w związku ze stosowaniem metod chemicznych.

Z innych sposobów ograniczających skutecznie populację chwastów można wymienić zabiegi agrotechniczne. Jednak nie sprawdzają się w siedliskach, gdzie występuje szczaw, tzn. łąki, tereny nadrzeczne będące nierzadko pod ochroną.

Alternatywą w związku z tym są sposoby biologiczne z wykorzystaniem owadów – naszych sprzymierzeńców (**Kovalew i Zaitzew, 1996; Watson i Wymore, 1989**). Każdy organizm bowiem, nie wyłączając chwastów, ma swoich wrogów naturalnych. Na świecie istnieje już na ten temat obszerna literatura; odbyło się dziewięć międzynarodowych sympozjów, z których ostatnie miało miejsce w Stellenbosch w RPA (**Boczek, 1996**).

Użycie owadów czy innych organizmów przeciwko chwastom było już praktykowane. Znanych jest kilkanaście przykładów udanej walki biologicznej. Tą metodą skutecznie ograniczono występowanie takich chwastów, jak *Opuntia spp.* (**Coble, 1995**) lub *Salvinia spp.* Strategia walki z chwastami wymaga jednak znajomości biologii, ekologii oraz dynamiki ich populacji (**Mortimer, 1987; Bhowmik, 1993; Kropff, 1996**), jak i płodności (**Norris, 1996**). Produkcja nasion jest bowiem kluczowym komponentem cyklu życiowego roślin.

Zatem najbardziej pożądaną metodą kontrolowania i regulowania rozwojem niektórych chwastów jest właśnie biologiczna walka (**Auld, 1994**). Nierzadko może ona być uważana za finansowo bardzo korzystną w porównaniu ze sposobami chemicznymi. Biologicznych przedstawicieli uwalnia się przecież raz i gdy stabilizują się w środowisku, regulują rozwojem roślin (**Auld, 1994; Perju, 1989**), a w roku kolejnym nie jest konieczne ich ponowne stosowanie (**Pimentel, 1991**). Często zmiany warunków bytowania chwastów, poprzez żerowanie owadów, prowadzą do zachwiania dynamiki ich populacji (**Lonsdale, 1996**).

## 2.7. Istota walki biologicznej

Klasyczna biologiczna walka z chwastami jest rozumiana jako świadome użycie przez człowieka wyspecjalizowanych żywych organizmów, roślinożerców lub patogenów do redukcji i stabilizacji gęstości populacji rośliny niepożądaney, poniżej ekonomicznego poziomu szkód, które ona wyrządza (**Gassmann i Schroeder, 1995; Markin i Gardner, 1993; Nichols, 1989; Schroeder, 1992;**

**Gassmann, 1995; Crawley, 1989; Shepherd, 1989; Isaacson i inni 1996; Shaw, 1982; Zimdahl, 1994).** Zdecydowana większość organizmów wykorzystywana w biologicznej walce to owady, chociaż introdukowane są również nicienie i roztocze. Metoda ta jest uważana za skuteczną, gdy owady żerując na chwacie, redukują jego gęstość populacji, obniżają reproduktywność lub zabijają roślinę. O populacji chwastu mówi się, że jest kontrolowana wówczas, gdy nie powoduje ona tak dużych szkód, jakie wyrządza nam ta sama grupa roślin nie poddana regulacji. Oczywiście próg ekonomicznej szkodliwości jest różny w zależności od gatunku oraz charakteru wyrządzanych szkód. Walka biologiczna, korzystając z naturalnych czynników regulujących, ma na celu obniżanie średniego poziomu zagęszczenia chwastów.

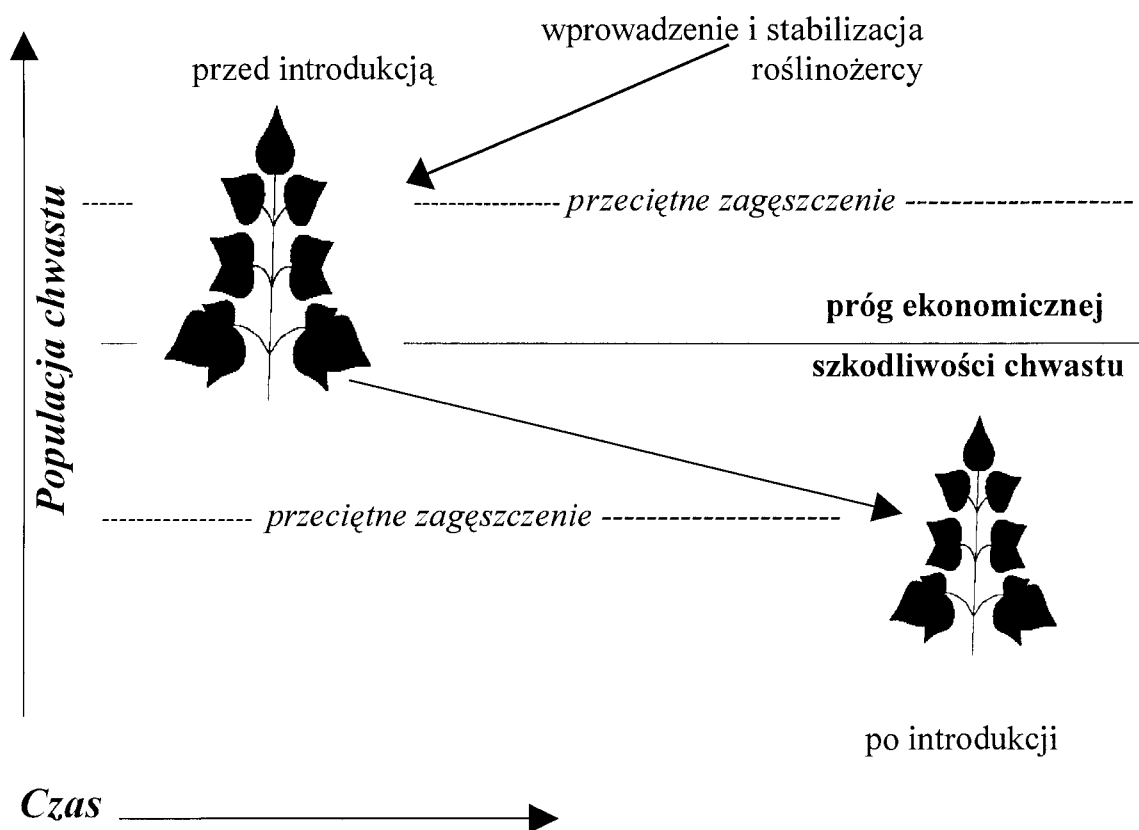
Obniżeniu populacji roślin niepożądanych sprzyjają dwa aspekty:

- 1) gotowość roślinożercy do ataku, czyli jego obecność oraz wyczekiwanie; gdy następuje ekspansja chwastu na nowe tereny, to rośliny te natychmiast powinny być atakowane,
- 2) poszukiwanie i niszczenie organizmów wrogich; to założenie sugeruje, że roślinożerca nie jest bierny w swym działaniu.

Te dwa warunki pozwalają przypuszczać, iż nie jest konieczne utrzymanie stałej równowagi między żywicielem, a wrogiem naturalnym.

Wyróżnia się 120 gatunków organizmów, które są efektywne w zwalczaniu, czyli odpowiednie dla biologicznej walki z chwastami (**Laing i Hamai, 1976**). Wiadomą rzeczą jest, że sukces zależy od stresu wyrządzanego w stosunku do obiektu i 95% udanych akcji osiąga się przy użyciu pojedynczego organizmu (**Huffakeri inni, 1971; Zwölfer i inni, 1976**). Nie oznacza to, że inni sprzymierzeńcy są mniej ważni w redukcji zachwaszczenia, ale tylko ten, który najbardziej niszczy chwast, jest ekonomicznie pożądany.

Bardzo często pojedynczy wróg naturalny może być identyfikowany jako klucz regulujący, gdzie często kompleks czynników hamuje redukowanie naturalnej populacji organizmu szkodliwego (**Milne, 1984; Pimentel, 1986a**).



Rys. Obraz przebiegu biologicznej walki z chwastami z użyciem roślinożercy jako bioregulatora, gdzie w wyniku udanej introdukcji obniżone zostało przeciętne zagęszczenie populacji organizmu szkodliwego (oryg.).

Współdziałanie bowiem dwóch i więcej czynników destrukcyjnych nierzadko prowadzi do wystąpienia konkurencji między nimi, co z kolei negatywnie odbija się na samej istocie biologicznej walki. Roślina poddawana regulacji często na tej rywalizacji korzysta, gdyż nie ponosi dużych strat.

Jednakże możliwy jest również układ, w którym dwa gatunki roślinożerców razem wyrządzają większe szkody w stosunku do chwastu, niż miałyby to miejsce osobno. Generalnie jeśli populacja chwastów jest utrzymywana pod kontrolą, to 98 – 99,9% każdego takiego siedliska jest niszczone przed rozmnożeniem się. Z danych szacunkowych wynika, że 71% czyli około 60 z 85 gatunków owadów, które były introdukowane z Europy do USA, Kanady, Australii i Nowej Zelandii, ustabilizowało się. Podobne rezultaty podaje Julien

i in. (1984), przytaczając liczbę 65% oraz Cameron i in. (1993). Wśród owadów, które odegrały dużą rolę, należy wyróżnić takie rzędy, jak *Diptera*, *Lepidoptera* i *Coleoptera*, gdzie skuteczność introdukcji wynosi odpowiednio:

- 15% dla muchówek,
- 14% dla motyli (Crawley, 1989).

W przypadku chrząszczy wyróżnia się przede wszystkim dwie rodziny:

- *Curculionidae* – 26% sukcesu owadów uwolnionych,
- *Chrysomelidae* – 23% sukcesu owadów uwolnionych.

Nie bez znaczenia pozostają również roztocze. Ponad 80% szpecieli występujących na chwastach to monofagi, co czyni je doskonałymi obiektami do walki biologicznej (Boczek i Petanovic, 1996; Craemer i Nesar, 1996).

Agrofag, chwast, bardzo często gatunek introdukowany w sposób niezamierzony powoduje duże szkody. Wówczas podejmuje się próby oszacowania i znalezienia jego wrogów naturalnych w postaci roślinożerców oraz ocenia się przydatność danego gatunku i możliwości przeniesienia go do miejsc, gdzie pojawił się żywiciel. Jeżeli liczebność populacji chwastu zostaje ograniczona, to próby są uwieńczone sukcesem. Introdukuje się owady, jak i inne organizmy, gdy jest wysoce prawdopodobne, że zostanie odniesiony sukces. W przeciwnym razie, gdy istnieje chociażby cień zagrożenia, działalność ta jest w wielu krajach prawnie zakazana.

Dla celów szacunkowych i dla lepszego odzwierciedlenia przewidywanych rezultatów w biologicznej walce Beddington i in. (1978) podaje wzór, gdzie sukces jest wysoce możliwy. Zgodnie z tym równaniem biologiczni przedstawiciele utrzymują gęstość populacji chwastu na nie zagrażającym silną ekspansją poziomie.

$$q = N/K$$

q – miara sukcesu w biologicznej walce

N – równowaga chwastu występująca po biologicznej regulacji

K- równowaga przed uwolnieniem biologicznych przedstawicieli

Gdy uszkodzenie jest obserwowane to  $N \approx 0$  i  $q \approx 0$ ; gdy z kolei próby zawodzą  $N \approx K$  tak więc  $q \approx 1$ .

## 2.8. Wybór chwastu i roślinożercy

Nie każdy roślinożerca, podobnie jak nie każdy chwast, nadaje się do biologicznego zwalczania (**Boczek, 1996; Moran i Zimmermann, 1984**). Porównawcze studia nad biologią owadów pozwalają na stwierdzenie, czy dany gatunek będzie dobrym regulatorem populacji gospodarza. Oczywiście właściwości rośliny wpływają na intruza, skłaniając go do zaniechania żerowania (**Gassman, 1996**). Owady, uszkodzając żywiciela, pobudzają jego naturalny mechanizm obronny polegający na produkcji substancji antyżywniowych. W związku z tym wytwarzane są takie związki, jak glikozydy, flawonoidy czy alkaloidy.

Gatunek rośliny niepożądaney powinien być więc wyrównany genetycznie, stabilny, nie może tworzyć biotypów o różnej wartości (**Boczek, 1996**) oraz na tyle atrakcyjny, by nie stwarzać możliwości wyboru w określonym ekosystemie.

Mniej komplikują zwalczanie rośliny o małej zdolności do regeneracji oraz reprodukcji (**Boczek, 1996; Meyers i Risley, 1989**). Niepożądane są te o wyselekcjonowanych w procesie doboru naturalnego genotypach, mających duże możliwości przetrwania niekorzystnych warunków siedliskowych (**Blossey i Kamil, 1996**). Na uwagę zasługują także aspekty ekonomiczne, stopień taksonomicznej izolacji i źródło geograficzne. Całkowita redukcja populacji rośliny nie jest konieczna, ani nawet pożądana; może bowiem stworzyć wolne miejsce dla innych groźnych chwastów. Jest to przecież ingerencja w stosunki panujące w danym ekosystemie. Obok tych cech chwastów, które determinują jego przydatność do regulacji przy użyciu biologicznych metod, ważne są również korzystne cechy potencjalnego roślinożercy (**Shepherd, 1989; Sheppard i inni, 1995**). Powinien on być liczny i dewastujący, wolny od wrogów naturalnych i chorób. Oczywiście wydaje się więc być wysoki poziom skupienia owada wykorzystywanego w niszczeniu chwastów. Jednakże już niewielka gęstość ich populacji powoduje ekonomicznie uzasadnione szkody.



Jednym z najważniejszych punktów w biologicznej regulacji, gwarantującym odniesienie sukcesu, jest wybór (**Dennill i Moran, 1989**). Kryteria selekcji gatunków organizmów uwalnianych przeciwko chwastom przedstawiają się w sposób następujący (**Harris, 1973; Goeden, 1983; Boczek, 1996; Watson, 1986b; Cullen, 1989; Weideman i TeBeest, 1990**):

- 1) monofagizm – owady zdolne do niszczenia jedynie rośliny niepożądaney, bez uszkodzania roślin uprawnych. W tym celu, aby upewnić się, że dany organizm jest monofagiem, przeprowadza się testy odzwierciedlające zakres roślin żywicielskich, które obejmują badania laboratoryjne, szklarniowe, a na końcu polowe. Owady napuszcza się na dużą liczbę roślin, a następnie sprawdza, na jakich gatunkach najlepiej rozwijały się. Wykorzystuje się również oligofagi. Oczywiście organizmy używane w regulacji muszą być bardzo specyficzne (**Coble, 1996; Wapshere, 1974; Briese, 1996**),
- 2) ruchliwość – to kolejna ważna cecha biologicznego przedstawiciela. Korzystniej jest, gdy owady potrafią przenosić się z miejsca na miejsce oraz gdy nie jest to dla nich ani dużym wysiłkiem, ani nie pochłania dużo energii, zatem ich mobilność jest atrybutem,
- 3) różnego rodzaju czynniki środowiskowe – otóż okazuje się, że introdukowany gatunek, mimo zadawalających lub wręcz rewelacyjnych wyników uzyskiwanych w laboratorium, może okazać się całkowicie nieprzydatny w warunkach polowych. Taka sytuacja może mieć miejsce, gdy wprowadzamy nowy gatunek do obcego dla niego środowiska. Decydującą rolę odgrywa klimat (**Lawton, 1985; Crawley, 1986; Wapshere, 1985**),
- 4) możliwość wyrządzania dużych uszkodzeń w stosunku do rośliny, większych niż ona jest w stanie zrekompensować,
- 5) niezwykle istotny jest czas ataku w takiej fazie rozwoju rośliny, w której przyrost biomasy jest jeszcze niewielki. Określenie tego stadium jest niezwykle ważne i jest cechą indywidualną każdej rośliny poddanej biologicznej regulacji.

Badania te powinny być poszerzone o następujące aspekty (**Haris i Zwolfer, 1968; Shepherd, 1989**):

- 1) biologię owadów, ze szczególną uwagą poświęconą adaptacji do nowych warunków środowiskowych,
- 2) doświadczenia laboratoryjne dotyczące determinacji i zjadliwości owadów,
- 3) określenie chemicznych czynników pozwalających na wybór tej, a nie innej rośliny.

Na podobne problemy zwracają uwagę inni badacze (**Szentesi i Jeremy, 1990; Chew i Renwick, 1995**). Przypuszczają, iż konieczne są badania wyjaśniające bezpośrednie przyczyny zasiedlania gospodarza, takie jak morfologia roślin czy zawartość związków chemicznych. Być może wybór rośliny jest powodowany poprzez uwarunkowania genetyczne, a w związku z tym można by wprowadzać nowe chwasty jako pokarm owadów (**Futuyma i Peterson, 1985**). Ważnym aspektem jest synchronizacja ich rozwoju z roślinami zwalczanymi. Bardzo często jej brak jest przyczyną wysokiej śmiertelności biologicznego przedstawiciela.

Testy dotyczące poszczególnych faz rozwojowych rośliny stanowią istotny element biologicznej walki z chwastami (**Cullen, 1989**), testy otwarte i zamknięte dotyczące badań laboratoryjnych i polowych (**Clements i Cristofaro, 1996; Balciunas i Burrows, 1996**), różnorodność testowanych roślin (**Weidemann i TeBeest, 1990**).

Mono – i oligofagizm potencjalnych organizmów wykorzystywanych do biologicznej walki powinien być sprawdzany przed włączeniem ich do użycia (**Hokkanen i Pimentel, 1989**). Trzeba być pewnym, że owady nie są szkodliwe dla środowiska, do którego są wprowadzane. Zwykle w klasycznych biologicznych projektach potencjalni przedstawiciele do walki z daną rośliną są testowani po raz pierwszy już w ich naturalnych źródłach występowania.

Brakuje nam natomiast jeszcze wiedzy na temat swoistej korelacji i wzajemnych powiązaniach między gospodarzem, a roślinożercą, jak i też wiadomości dotyczących stresu, jaki wyrządzany jest roślinie (**Willis i Ash,**

1996; Kovalev i Zeitev, 1996; Kovalev, 1994; Kovalev, 1995a; Groves, 1995; Ress i Brown, 1992).

Przyjmuje się, że czas trwania 3 lat określa, czy dana metoda i czy dany owad będzie skuteczny w zwalczaniu rośliny. Okres przekraczający ten limit sugeruje brak możliwości odniesienia sukcesu. To z kolei oznacza poniesienie dalszych badań nad introdukcją badanego gatunku (Clausen, 1951), gdyż są one po prostu stratą pieniędzy. Stwierdzenie to zdają się potwierdzać przykłady udanych akcji, gdzie sukces osiągnięto w 1 lub 2 roku po introdukcji.

## 2.9. Biologiczne zwalczanie *Rumex confertus* Willd.

Badania dotyczące biologicznego zwalczania *Rumex spp.* są liczne. Poszczególne jego gatunki, takie jak *Rumex crispus* L., *Rumex obtusifolius* L., *Rumex pulcher* L. oraz *Rumex confertus* Willd., są poważnymi chwastami w wielu krajach, których to obecność jest niepożądana (Gursoy, 1989; Scott i Madin, 1984; Julien i inni, 1982; Allen, 1974; Allen, 1975; Scott i Sagliocco, 1991(a); Scott i Sagliocco, 1991(b)).

Rechinger (1984) uważa, że rodzaj *Rumex spp.* są to chwasty pochodzenia europejskiego. Allard (1965) wskazuje szczawie jako rośliny, które doskonale nadają się do celów biologicznego zwalczania. Podobnego zdania jest Spencer (1980), który zalicza je do grupy pięciu najgroźniejszych chwastów na świecie. Wyróżnia on około 200 gatunków owadów zlokalizowanych we Włoszech i będących związanych z chwastami z rodzaju *Rumex spp.* Z kolei inni (Miyazaki i Naito, 1981) opisują 65 gatunków żerujących na *Rumex obtusifolius* L. Wiadomym jest, iż tylko niewielka część spośród tych owadów, z różnych względów, może być użyta do biologicznej regulacji. O korzystnych cechach roślinożercy była już mowa poprzednio. Jakie jednak uszkodzenia powinny powodować owady, by być skutecznymi. Wyróżnia się kilka typów uszkodzeń powodowanych przez owady w stosunku do rodzaju *Rumex spp.*, są to:

- 1) niszczenie liści, uszkodzenia dotyczące więc masy wegetatywnej liści -  
- ten sposób żerowania charakteryzuje chociażby *Gastroidea spp.*,

gdzie przy masowym pojawieniu się tych owadów liście zostają całkowicie zniszczone,

- 2) minowanie liści – powodowane przez muchówkę z rodzaju *Pegomya spp.*, gdzie miny ograniczają istotnie powierzchnię asymilacyjną liści, co wiąże się ze zmniejszeniem fotosyntezy, a w efekcie prowadzi do redukcji ilości gromadzonych substancji zapasowych,
- 3) drażnienie kanałów w liściach – tak uszkadzają rośliny larwy niektórych ryjkowców z rodzaju *Apion spp.*; ich żerowanie powoduje zaburzenia w transporcie asymilatów do korzenia oraz wody do części nadziemnych,
- 4) wysysanie soków – odpowiednia budowa aparatu gębowego pozwala mszycom na pobieranie substancji odżywczych z rośliny. Owady te przyczyniają się również pośrednio do destrukcji poprzez przenoszenie chorób wirusowych,
- 5) bardzo istotne są te gatunki, które atakują i niszczą części generatywne, a więc pąki kwiatowe, kwiaty, nasiona. Zapobiega to rozprzestrzenianiu się rośliny. Ten sposób uszkadzania chwastów cechuje larwy *Hypera rumicis* L.,
- 6) nie sposób ominąć spośród naszych szprymierzeńców tych, które tworzą w atakowanych narządach generatywnych rośliny galasy. Okazuje się, że zmieniają roślinę – żywiciela w sposób korzystny dla siebie, ponieważ wszystkie asymilaty spływają do tych właśnie tworów.

Wśród wielu gatunków zasiedlających *Rumex spp.* na uwagę zasługują między innymi następujące grupy (**Spencer, 1980**):

- *Gastroidea spp.*,
- *Apion spp.*,
- *Pegomya spp.*,
- *Hypera spp.*,
- *Mamestra spp.*

Spośród owadów, które mogą być wykorzystane i skuteczne (**Scott i Shivas, 1990**), wyróżniają rodzaje *Apion spp.* i *Pegomya spp.* Jeżeli są owady, które mogą być łączone z wysokimi szkodami w stosunku do *Rumex confertus* Willd., to mogą być użyte przeciwko tej roślinie.

Ten sposób niszczenia niepożądanych roślin nie wyprze środków chemicznych, jednak może stanowić bardzo ważny czynnik w ograniczaniu zachwaszczenia; jak i też może odgrywać ważną rolę w integrowanej metodzie ochrony roślin (**Labrada, 1996**).

Połączone metody biologiczne wraz z innymi sposobami ochrony roślin i wprowadzenie ich do nowoczesnej produkcji są zasadniczo niezbędne. Jeżeli nasze wysiłki w biologicznym zwalczaniu wzrosną, jak również nasze zrozumienie, to ta droga niszczenia chwastów stanie się bardzo ważnym komponentem programu IWMS (Integrated Weed Management Systems), czyli integrowanego systemu kierowania rozwojem chwastów (**Field i inni, 1996; Kropff, 1996; Jordan i Jannink, 1996**). Są one kombinacją najlepszych zabiegów spośród metod chemicznych, biologicznych i pozwalają na zminimalizowanie degradacji środowiska. Walka z chwastami w przyszłości będzie najprawdopodobniej bazowała na tych samych metodach co dzisiaj, więc uprawowych, chemicznych i biologicznych. Istnieje jednak potrzeba racjonalnego i sensownego wykorzystywania wyżej wymienionych zabiegów (**Coble, 1995**).

### 3. METODY I TEREN BADAŃ

#### 3.1. Charakterystyka doświadczeń terenowych, rejonizacja i grupy tematyczne

Doświadczenia były prowadzone w latach 1997 – 1999 w naturalnych warunkach siedliskowych *Rumex confertus* Willd. w rejonie Bydgoszcz – Fordon nad Wisłą i Toruń nad Wisłą przez cały okres wegetacji roślin, dwukrotnie w 1998 roku w miejscowościach: Warszawa, Łódź, oraz Mikoszewo – lejkowate ujście Wisły oraz w 1999 roku przez okres jednego miesiąca w Silkeborg



w Danii. Rejon Bydgoszcz – Fordon należy do Zespołu Nadwiślańskich Parków Krajobrazowych, którego powierzchnia wynosi 33306,5 ha. Na terenie tegoż parku znajduje się 7 rezerwatów przyrody. Badany teren obejmował powierzchnię 100m \* 20m czyli 2000m<sup>2</sup>. Obszar ten stanowił łąkę bezpośrednio położoną nad Wisłą zasiedloną przez około 270 roślin *Rumex confertus* Willd. W Toruniu natomiast obserwacje prowadzono na łące, również w pobliżu rzeki Wisły, o powierzchni 150m \* 25m czyli 3750m<sup>2</sup>. Znajdowało się tam około 320 roślin szczawiu omszonego.



Teren badań w okolicach Bydgoszczy.



Teren badań w okolicach Torunia.

W przypadku Warszawy i Mikoszewa doświadczenia dotyczyły terenów przybrzeżnych rzeki Wisły, w Łodzi były to okolice miasta, a w Silkeborg w Danii łąki i pastwiska.

Przeprowadzone doświadczenia terenowe podzielono na kilka grup tematycznych:

- 1) czerpakowanie, czyli badania pozwalające ocenić skład i dynamikę populacji poszczególnych gatunków owadów,
- 2) strącanie owadów, pobieranie materiału do dalszych badań,
- 3) obserwacje dotyczące gatunków owadów i innych organizmów zasiedlających roślinę; ich biologia, występowanie, ilość pokoleń w czasie wegetacji,
- 4) wpływ uszkodzeń na rośliny,
- 5) wpływ uszkodzeń na zimowanie roślin,
- 6) ocena przezimowania tego owada spośród entomofauny *Rumex confertus* Willd., który najsilniej uszkadzał roślinę.

3.1.1. Metody badawcze prowadzone w okolicach Bydgoszcz – Fordon nad Wisłą

1) Czerpakowanie, pozwalające na ocenę składu gatunkowego i określające nasilenie występowania poszczególnych organizmów, prowadzono przez wszystkie lata badań od wiosny do jesieni, tj. 1997 – 1999. Połowów dokonywano raz w tygodniu w latach 1998 i 1999 oraz raz na 14 dni w roku 1997. Za każdym razem wykonywano 25 pełnych uderzeń czerpakiem entomologicznym (jedno pełne uderzenie na jedną kępę rozety liściowej), co dało w efekcie 25 testowanych roślin. Czerpakowano po wierzchołkach roślin, od prawej do lewej strony i z powrotem, zakreślając w powietrzu kształt cyfry 8. W ten sposób zebrany materiał przekładano do woreczków foliowych i gdy nie służył dalszym obserwacjom prowadzonym w laboratorium, zatruwano go kilkoma kroplami chloroformu ( $\text{CHCl}_3$ ). Cotygodniowe obserwacje pozwoliły ocenić rzeczywisty skład gatunkowy owadów związanych z rośliną, która jest ich żywicielem, a odrzucić te, które na szczawiu omszonym znalazły się przypadkowo.



2) Strącanie stosowano w odniesieniu do larw i gąsienic. W ten sposób zebrany materiał służył testom laboratoryjnym oraz hodowli. Pobieranie miało miejsce w 1997 i 1998 roku. Stadia rozwojowe, w stosunku do których prowadzono badania, strąsano do czerpaka entomologicznego. Tą metodą zbierano również owady zasiedlające części generatywne rośliny. Czerpak przysuwano do kwiatostanu, a następnie energicznie drugą ręką przechylnano go w kierunku worka i silnie potrząsano.

3) Przez cały okres wegetacji roślin (V – IX) prowadzono obserwacje biologii, występowania gatunków owadów i innych organizmów uszkadzających roślinę. Oznaczano stadia rozwojowe, co w efekcie obrazowało liczbę pokoleń w czasie wegetacji.

4) Wpływ żerowania owadów, ślimaków oraz uszkodzeń powodowanych przez patogena grzybowego na zdrowotność roślin, przeprowadzono w 1998 i 1999 roku. W tym celu zaznaczono na początku okresu wegetacji 10 roślin. Jednorazowo w tygodniu oceniano zmiany zachodzące na tych chwastach. Dla oceny zastosowano 5<sup>0</sup> skalę porażenia, gdzie:

- 0<sup>0</sup> – brak porażenia liści,
- 1<sup>0</sup> – do 10% powierzchni uszkodzonych liści,
- 2<sup>0</sup> – 11% - 20% powierzchni uszkodzonych liści,
- 3<sup>0</sup> – 21% - 30% powierzchni uszkodzonych liści,
- 4<sup>0</sup> – 31% – 50% powierzchni uszkodzonych liści,
- 5<sup>0</sup> – ponad 51% powierzchni uszkodzonych liści.

Na podstawie stopni porażenia obliczono indeks porażenia (IP) według wzoru Townsenda i Heubergera:

$$IP\% = \frac{\sum_0^i (n * v)}{i * N} * 100$$

n – oznacza liczbę roślin w danym stopniu porażenia,

v – stopnie porażenia roślin od 0 do i (najwyższego stopnia skali),

i – najwyższy stopień skali porażenia,

N – ogólna liczba badanych roślin



0°

1°

2°

3°

4°

5°

5) W latach 1998/1999 badano zimowanie chwastów. Zaznaczono po 10 roślin o różnym stopniu porażenia na koniec okresu wegetacji, tj. 1°, 3° i 5° dla 5° skali porażenia w 1998 roku, a w roku kolejnym oceniano ich przezimowanie.

6) W 1998/1999 badano zimowanie *Gastroidea viridula* Deg., czyli gatunku, który najsilniej uszkadzał szczaw omszony. Rośliny *Rumex confertus* Willd. wsadzono do doniczek, które wkopano w ziemię, by zbliżyć warunki zimowania do możliwie najbardziej rzeczywistych. Na uprzednio w ten sposób przygotowane 10 doniczek testowych założono izolatory i włożono do każdego z nich po 10 dorosłych osobników *Gastroidea viridula* Deg. W roku kolejnym oceniano liczbę chrząszczy zimujących wychodzących na żer dopełniający.

### 3.1.2. Metody badawcze prowadzone w okolicach Torunia nad Wisłą

Doświadczenia wykonywano nad Wisłą zgodnie z punktami od 1. do 3., dotyczącymi badań w Bydgoszczy. Czerpakowanie, jak i inne obserwacje prowadzono przez cały okres wegetacji w latach 1998 i 1999 w odstępach co 10 dni.

### 3.1.3. Metody badawcze prowadzone w pozostałych miejscowościach

W Warszawie, Łodzi i Mikoszewie badania przeprowadzono dwukrotnie w okresie wegetacji roślin w roku 1998, tj. przełom czerwiec/lipiec oraz sierpień/wrzesień. W Silkeborg w Danii obserwacje prowadzono w czerwcu 1999 roku. Miały one na celu porównanie składu gatunkowego owadów. Dla połowu organizmów zasiedlających rośliny stosowano czerpak entomologiczny.

## 3.2. Charakterystyka badań prowadzonych w laboratorium

Doświadczenia były prowadzone w Katedrze Entomologii Stosowanej ATR w Bydgoszczy w latach 1997 i 1998. W laboratorium segregowano zebrany materiał faunistyczny, charakteryzowano pod względem liczebności oraz oznaczano według kluczy:

- owady (**Warchałowski, 1973; Smreczyński, 1965, 1966, 1968, 1974; Nowacki, 1996; Müller, 1976; Hering, 1957**),
- ślimaki (**Urbański, 1957**),
- grzyby (**Majewski, 1977**).

Na podstawie obserwacji do szczegółowych badań laboratoryjnych wybrano te gatunki owadów, które odznaczały się największą żarłocznością w stosunku do roślin oraz te, na których można było dokonywać specjalistycznych pomiarów. W laboratorium przeprowadzono następujące eksperymenty:

- 1) liczba składanych jaj przez samice *Gastroidea viridula* Deg. pokolenia zimowego i pokoleń potomnych,
- 2) przeżywalność *Gastroidea viridula* Deg.,
- 3) masa zjedzonego pokarmu oraz przyrost masy ciała larw *Gastroidea viridula* Deg.,
- 4) powierzchnia zjedzonych liści w ciągu testu 24h dotyczącego żerowania imago *Gastroidea viridula* Deg.,
- 5) masa zjedzonego pokarmu oraz przyrost masy ciała gąsienic *Mamestra dissimilis* Knoch.,

6) powierzchnia zjedzonych liści w ciągu testu 24h dotyczącego żerowania imago *Hypera rumicis* L.

### 3.2.1. Metody badawcze prowadzone w laboratorium

- 1) Określano liczbę składanych jaj przez samice *Gastroidea viridula* Deg. Doświadczenie prowadzono w 4 powtórzeniach na szalkach Petriego wyścielonych bibułą filtracyjną. W każdej znajdowały się dwie pary, tj. dwie samice i dwa samce. Jaja liczono każdego dnia, jak i też codziennie zmieniano chrząszczom bibułę i liście. Badania i obserwacje zakończono z momentem zejścia śmiertelnego samic.
- 2) Prowadzono hodowlę od stadium jaj do imagines w kontrolowanych warunkach, tj. temperatura około 25<sup>0</sup> C. Do każdego z 4 powtórzeń włożono liście z jajami, które zostały uprzednio policzone. Larwy po wylęgu rozwijały się w szalkach Petriego na bibule. Podobnie jak w przypadku poprzednich metod hodowlanych codziennie podawano świeży pokarm. Po każdej wylince liczono larwy.
- 3) Doświadczenie przeprowadzono w szalkach Petriego. Założono 4 powtórzenia i kontrolę. Do każdej szalki włożono liście, jak i umieszczono po 10 larw. Określano przy pomocy wagi laboratoryjnej masę liścia świeżego i masę liścia po upływie 24h, co odzwierciedlało wagę zjedzonego pokarmu. Każdego dnia zmieniano bibułę i podawano świeży pokarm. Kontrolą był sam liść, bez owadów, na którym określano naturalne straty powodowane parowaniem w ciągu doby. Ważono larwy również w odstępach 24h. W ten sposób oznaczano przyrost masy ciała w jednostce czasu. Pracę badawczą kontynuowano przez cały okres rozwoju larwalnego do momentu uzyskania imago.
- 4) Mierzono powierzchnię świeżych oraz zjedzonych liści przez osobniki dorosłe *Gastroidea viridula* Deg. w odstępstwie 24h. Doświadczenie prowadzono w 4 powtórzeniach na płytkach Petriego. W każdym znajdowało się po 10 chrząszczy. Kontrolą był również sam liść bez owadów. Określanie powierzchni zjedzonych liści dokonywano przy pomocy skanera.

- 5) Metody badawcze dotyczące masy zjedzonego pokarmu i przyrostu masy ciała gąsienic *Mamestra dissimilis* Knoch. były takie same jak w przypadku pomiarów dotyczących larw *Gastroidea viridula* Deg. Z uwagi jednak na istniejącą możliwość przepoczwarczenia się w ziemi gąsienice pod koniec rozwoju larwalnego włożono do naczyń z piaskiem (przesuszonym i wolnym od organizmów), które przykryto pokrywką płytki Petriego. Do wnętrza tak przygotowanych pojemników codziennie wkładano świeże liście, jak i dokonywano pomiarów. Doświadczenie kontynuowano do momentu uzyskania osobników dorosłych.
- 6) Mierzono powierzchnię zjedzonych liści przez osobniki dorosłe *Hypera rumicis* L. Doświadczenie prowadzono zgodnie z punktem 4.

Analizę zawartości substancji chemicznych przeprowadzono w 1999 roku w Instytucie Roślin i Przetworów Zielarskich w Poznaniu. Badaniu poddano liście szczawiu omszonego porażone w stopniu 1<sup>0</sup>, 3<sup>0</sup> i 5<sup>0</sup> dla 5<sup>0</sup> skali.

I. Oznaczanie zawartości polifenolokwasów w przeliczeniu na kwas chlorogenowy w szczawiu omszonym (**metoda opracowana przez IRiPZ**)

1) Zasada metody polegała na ekstrakcji polifenolokwasów wodą i oznaczeniu kolorymetrycznym.

2) Odczynniki i roztwory:

a) kwas solny – roztwór o stężeniu 0,5mol/l,

b) odczynnik Arnova: 10g molibdenianu sodowego i 10g azotanu (III) sodowego rozpuszczono w 100ml wody,

c) wodorotlenek sodowy – roztwór o stężeniu 1 mol/l,

d) roztwór wzorcowy kwasu chlorogenowego o stężeniu 10mg/10ml metanolu.

3) Aparatura:

- spektrofotometr.

4) Wykonanie i oznaczenia.

Odważono 1g sproszkowanego surowca do kolby okrągłodennej, dodano 150ml wody pozbawionej dwutlenku węgla i ogrzewano w łagodnym wrzeniu pod

chłodnicą zwrotną w czasie 30min. Ochłodzono do temperatury pokojowej, całość przeniesiono ilościowo do kolby miarowej poj. 250ml i uzupełniono do kreski wodą pozbawioną dwutlenku węgla. Roztwór przesączono, odrzucając pierwsze 50 ml. Do kolbek miarowych poj. 10ml odmierzone kolejno 4ml wody, 1ml badanego wyciągu wodnego, 1ml kwasu solnego wg 2.a), 1ml odczynnika Arnova wg 2.b), 1ml wodorotlenku sodu wg 2.c), uzupełniono wodą do kreski i natychmiast mierzono absorbancję w 1cm kuwetach przy długości fali 521nm wobec próby kompensacyjnej przygotowanej z ww. odczynników bez wyciągu badanego.

5) Wykreślenie krzywej wzorcowej. Do 5 kolbek miarowych poj. 10ml odmierzone po 5 ml wody, dodano roztwór wzorcowy kwasu chlorogenowego wg 2.d) w ilościach 0,05ml; 0,1ml; 0,2ml; 0,3ml; 0,4ml; dalej postępowano wg p.4.

6) Obliczanie wyników oznaczenia. Zawartość polifenolokwasów (X) w przeliczeniu na kwas chlorogenowy obliczono w % wg wzoru:

$$X = \frac{c * 25}{m}$$

w którym:

c – ilość kwasu chlorogenowego odczytana z krzywej wzorcowej (mg),

m – odważka surowca (g).

II. Oznaczenie zawartości flawonoidów w przeliczeniu na kwercetynę w szczawiu omszonym (**Farmakopea Polska V**)

Odważono dokładnie 0,5g sproszkowanej i przesianej przez sito mieszanki, o wielkości oczek 0,315mm; dodano 20ml acetonu OD, 2ml kwasu solnego (281g/l) OD, 1ml roztworu heksaminy (5g/l) OD i utrzymywano 30min. we wrzeniu na łaźni wodnej pod chłodnicą zwrotną. Wyciąg przesączono przez watę do kolby miarowej poj. 100ml; do pozostałego surowca, wraz z watą, dodano 20ml acetonu OD i 10 min. utrzymywano we wrzeniu. Wytrawianie powtórzono jeszcze raz. Wyciągi przesączono do tej samej kolby miarowej i uzupełniono

acetonem OD. Odmierzono 20ml wyciągu do rozdzielacza, dodano 20ml wody i ekstrahowano octanem etylu OD, porcjami, 15ml i 3 razy po 10ml. Połączone warstwy organiczne przemyto dwukrotnie po 40ml wody, przesączono do kolby miarowej poj. 50ml i uzupełniono octanem etylu OD. Do 3 kolb miarowych poj. 25ml odmierzone po 10ml roztworu. Do 2 kolb dodano po 2ml roztworu chlorku glinu (20g/l) OD, w mieszaninie kwasu octowego (1,02kg/l) OD z metanolem OD (1:19). Uzupełniono wszystkie kolby tą mieszaniną (bez roztworu chlorku glinu) i po 45min. zmierzono absorbancję roztworów (z chlorkiem glinu), wobec roztworu porównawczego, przy ok. 425nm. Obliczono zawartość flawonoidów (X), w przeliczeniu na kwercetynę, przyjmując absorbowalność:

$$a_{1cm}^{1\%} = 714$$

wg wzoru:

$$X = \frac{A * 8,75}{m}$$

gdzie:

A – absorbancja próbki,

m – masa próbki w g.

III. Oznaczenie zawartości antrachinonów i antranoli w przeliczeniu na istycynę w szczawiu omszonym (**Farmakopea Polska IV**)

Sporządzenie krzywej wzorcowej.

Odważono dokładnie 0,05g istycyny, rozpuszczono w 96% kwasie octowym w kolbie miarowej pojemności 100ml. Odmierzono dokładnie po 2,0; 4,0; 6,0ml tego roztworu, przeniesiono do trzech kolb miarowych pojemności 100ml i dopełniono 5% roztworem wodorotlenku sodowego, zawierającego 2% amoniaku, dokładnie wymieszano i odstawiono na 15 minut w ciemnym miejscu (stężenie roztworów = 1mg%, 2mg% i 3mg%). Następnie mierzono wartość absorpcji promieniowania dla każdego roztworu w 0,5cm naczynkach przy

długości fali 530m $\mu$ , stosując jako odnośnik roztwór porównawczy. Otrzymane wyniki naniesiono na układ współrzędnych i wykreślono krzywą wzorcową.

Oznaczenie zawartości antrachinonów.

Odważono dokładnie 50 do 100mg sproszkowanego surowca (sito 0,28mm), umieszczono w kolbie, dodano 7,5ml 96% kwasu octowego i ogrzano mieszaninę do zawrzenia, a następnie jeszcze przez 15 minut na małym płomieniu pod chłodnicą zwrotną. Kolbę ostudzono strumieniem bieżącej wody, dodano poprzez chłodnicę 30ml eteru i ogrzewano na łaźni wodnej przez 15 minut. Po ostudzeniu kolby strumieniem bieżącej wody, żółty eterowo – octowy roztwór przesączono przez watę do rozdzielacza. Kolbę i watę popłukano 10ml eteru, watę przeniesiono ponownie do kolby stożkowej. Zalano 30ml eteru, ponownie ogrzewano przez 10 minut (czas ogrzewania liczono od momentu zawrzenia) i przesączono do rozdzielacza przez nowy zwitek z waty. Kolbę i watę popłukano 10ml eteru. Następnie do rozdzielacza dodano ostrożnie najpierw 25ml 5% roztworu wodorotlenku sodowego zawierającego 2% amoniaku, a potem 15ml 30% roztworu wodorotlenku sodowego przy stałym chłodzeniu strumieniem wody bieżącej. Ciągłe studząc, wytrząsano przez 5 minut. Po dokładnym rozdzieleniu się warstw czerwony alkaliczny roztwór zebrano do kolby miarowej pojemności 100ml. Drugie i trzecie wytrząsanie z 25ml i 20ml 5% roztworu wodorotlenku sodowego zawierającego 2% amoniaku przeprowadzono również pod strumieniem bieżącej wody. Wyciągi połączono, kolbę uzupełniono 5% roztworem wodorotlenku sodowego zawierającym 2% amoniaku, dobrze wytrząsano i pozostawiono na 15 minut w ciemnym miejscu, aby roztwór doprowadzić do pokojowej temperatury i sklarować. Następnie zmierzono w 0,5cm naczynkach wartość absorpcji promieniowania dla każdego roztworu przy długości fali 530m $\mu$ , stosując jako odnośnik roztwór porównawczy. Otrzymany wynik naniesiono na układ współrzędnych i według krzywej wzorcowej odczytano zawartość w mg procent sumy antrachinonów, tj. wolnych i związanych glikozydowo. Zawartość antrachinonów w surowcu obliczono według wzoru:



$$X_A = a * \frac{100}{F}$$

gdzie:

$X_A$  – oznacza zawartość antracynonów w %,

$a$  – oznacza zawartość antrachinonów w badanej próbce ustaloną według krzywej wzorcowej w mg%,

$F$  – oznacza ilość wziętego do oznaczania surowca w mg.

Oznaczenie zawartości sumy antrapochodnych.

Dokładnie odmierzoną część czerwonego alkalicznego roztworu z poprzedniego oznaczenia poddano utlenianiu przez godzinne ogrzewanie na łaźni wodnej pod chłodnicą zwrotną. Po ostudzeniu roztworu strumieniem bieżącej wody uzupełniono 10% amoniakiem do uprzednio odmierzonej ilości, następnie zmierzono wartość absorpcji promieniowania dla każdego roztworu w 0,5cm naczynkach przy długości fali 530m $\mu$ , stosując jako odnośnik roztwór porównawczy. Otrzymany wynik naniesiono na układ współrzędnych i odczytano według wzorcowej zawartości w mg% sumy wszystkich antrapochodnych, tj. antrachinonów i antranoli tak wolnych, jak i związanych. Zawartość sumy antrapochodnych w surowcu obliczano według wzoru:

$$X_B = b * \frac{100}{F}$$

gdzie:

$X_B$  – oznacza zawartość sumy antrapochodnych w %,

$b$  – oznacza zawartość sumy antrapochodnych w badanej próbce ustaloną według krzywej wzorcowej w mg%,

$F$  – oznacza ilość wziętego do oznaczania surowca w mg.

Oznaczenie zawartości antranoli.

Zawartość antranoli w surowcu w % - $X_c$ - oblicza się według wzoru:

$$X_C = X_B - X_A$$

Sporządzenie roztworu porównawczego.

Rozpuszczono 25g wodorotlenku sodowego w 250ml wody, po ochłodzeniu dodano 100ml 10% amoniaku i dopełniono do 500ml wodą.

Warunki metody HPLC.

Kolumna: Lichrospher RP-18 (250mm \* 4,0mm; 5 $\mu$ m.)

Temperatura kolumny: 26<sup>0</sup>C

Eluent: A. 10% acetonitryl w H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> o pH=2,5

B. 45% acetonitryl w H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> o pH=2,5

Gradient: 0' – 20'            0% B - 100% B

20' – 40'            100% B

Objętość nastrzyku: 10 $\mu$ l

Detekcja UV przy  $\lambda$ =360nm

## 4. WYNIKI

### Wykaz gatunków organizmów zasiedlających roślinę

W wyniku przeprowadzonych badań w 6 różnych miejscowościach oznaczono następujące gatunki organizmów, które zasiedlają:

- *Rumex confertus* Willd. w przypadku (A,B,C,D,E),
- *Rumex obtusifolius* L. i *Rumex acetosa* L. w odniesieniu do badań prowadzonych w Silkeborg (F).

Oznaczenia literowe okolic miejscowości:

- <sup>1</sup>A - Toruń,
- <sup>1</sup>B - Bydgoszcz,
- <sup>2</sup>C - Warszawa,
- <sup>2</sup>D - Łódź,
- <sup>2</sup>E - Mikoszewo,
- <sup>3</sup>F - Silkeborg.

## I. Owady

### 1. *Coleoptera*

#### *Chrysomelidae*

- kałdunica zielonka - *Gastroidea viridula* Deg. - A, B, C, D, E,
- kałdunica rdestówka - *Gastroidea polygoni* L. - A, B,

#### *Curculionidae*

- ziołomirek szczawiowiec - *Hypera rumicis* L. - A, B, C, D
- *Apion miniatum* Germ. - A, B, F
- *Apion violaceum* Kirby - F
- *Rhinoncus pericarpus* L. - A, B, F
- *Phyllobius virideaeris* Laich.- A, B, F
- *Phyllobius maculicornis* Germ. - A, B, F

---

<sup>1</sup> - doświadczenia prowadzono przez cały okres wegetacji w 1997, 1998 i 1999 roku

<sup>2</sup> - doświadczenia prowadzono dwukrotnie w czasie wegetacji w 1998 roku

<sup>3</sup> - doświadczenia prowadzono w czerwcu 1999 roku

## 2. *Diptera*

### *Anthomyiidae*

- *Pegomya nigritarsis* Ztt. - A, B, C, D, E, F

## 3. *Lepidoptera*

### *Noctuidae*

- piętnówka zmienna - *Mamestra dissimilis* Knoch. - A, B, F

## 4. *Homoptera*

### *Aphididae*

- mszyca burakowa - *Aphis fabae* Scop. - B, C, D, E

- mszyca szczawiowa kwiatostanowa - *Aphis rumicis* L. - F

## II. Ślimaki

### *Stylommatophora*

bursztynkowate - *Succineidae* - A, B, C, D, E

## III. Grzyby

### *Uredinales*

#### *Pucciniaceae*

- *Uromyces rumicis* (Schum.) Wint. - A, B

## 4.1. Badania terenowe

### 4.1.1. Charakterystyka i dynamika populacji najliczniej występujących gatunków w okolicach Bydgoszczy

#### 4.1.1.1. *Gastroidea viridula* Deg. – kałdunica zielonka

Kałdunica zielonka jest owadem nieco większym niż pokrewny jej *Gastroidea polygoni* L. - kałdunica rdestówka. Imagines osiągają długość do około 6mm. Ciało ich i przedplecze są metalicznie błyszczące, zielone lub żółtozielone. Powierzchnia pokryw mocno punktowana. Jest to gatunek bardzo pospolity na chwastach z rodzaju *Rumex spp.*



Z przeprowadzonych obserwacji wynika, że *Gastroidea viridula* Deg. miała w warunkach Bydgoszczy trzy pokolenia w ciągu roku (rys. 1). Owady opuszczały swoje zimowiska w coraz to większym nasileniu, co obrazuje krzywa wzrostu. Żer dopełniający po przezimowaniu trwał prawie przez cały maj, wtedy to miała miejsce kopulacja oraz składanie jaj.

Rozwój pierwszego pokolenia owadów przypadał na okres od początku czerwca do połowy lipca. Pokazały to trzy kolejne lata doświadczeń. Analizując

tę generację, imagines najliczniej reprezentowały gatunek w roku 1998, gdzie jednorazowe odłowienie owadów dostarczyło w trzeciej dekadzie czerwca aż 180 osobników. Spadek wzrostu dynamiki populacji (15 - 21.06) nie oznaczał bynajmniej ani zahamowania wigoru, ani zakończenia rozwoju pierwszego pokolenia kałdunicy. Potwierdził to przecież kolejny, bardzo wysoki, odlów. W związku z tym obniżenie liczebności występowania gatunku w tym okresie oznaczało najprawdopodobniej chwilowe niekorzystne warunki siedliskowe. Istotnie pomiar ten wykonywany był w czasie pogorszenia się pogody, gdzie dni były deszczowe i charakteryzował je spadek temperatury. Owady w wyniku takiej sytuacji atmosferycznej często popadają w odrętwienie, zaprzestają żerowania i szukają kryjówek.

Rozwój, nieco krócej czasowo występującego drugiego pokolenia, przypadał w trzech kolejnych latach na okres od połowy lipca do trzeciej dekady sierpnia.

Trzecia generacja kałdunicy zielonki, zdecydowanie najmniej liczna, występowała we wrześniu, gdzie największa liczba odłowionych jednorazowo owadów to 60 w 1997 roku. Z przeprowadzonych obserwacji wynika, że w końcu września imagines trzeciego pokolenia schodziły na zimowanie.

#### 4.1.1.2. Zimowanie *Gastroidea viridula* Deg.

W latach 1998/1999 oceniano zimowanie *Gastroidea viridula* Deg. Na 10 przedstawionych prób (rys. 2), największą liczbą owadów po prezimowaniu charakteryzowało się 8. powtórzenie, gdyż 5 imagines przetrwało zimę. Biorąc pod uwagę wszystkie izolatory, kałdunica zielonka odznaczała się 64% śmiertelnością. Był to niewątpliwie mały procent, a więc duża przeżywalność. Dla porównania w odniesieniu do *Chrysomelidae* przyjmuje się bowiem śmiertelność na poziomie 60 - 90%. W związku z tym owady wydają się być dobrze przystosowane do niekorzystnych warunków siedliskowych w zimie.

#### 4.1.1.3. *Gastroidea polygoni* L. – kałdunica rdestówka

Kałdunica rdestówka żeruje na liściach roślin z rodziny *Polygonaceae*. Uszkodzenia te są powodowane zarówno przez imagines, jak i larwy, które to

wyjadają dziury w liściu. Osobniki dorosłe osiągają długość około 5mm. Ciało ich jest zielone, a przedplecze żółtawoczerwone. Jest to cecha taksonomiczna, różnicująca te dwa gatunki. *Gastroidea polygoni* L. jest owadem bardzo pospolitym.



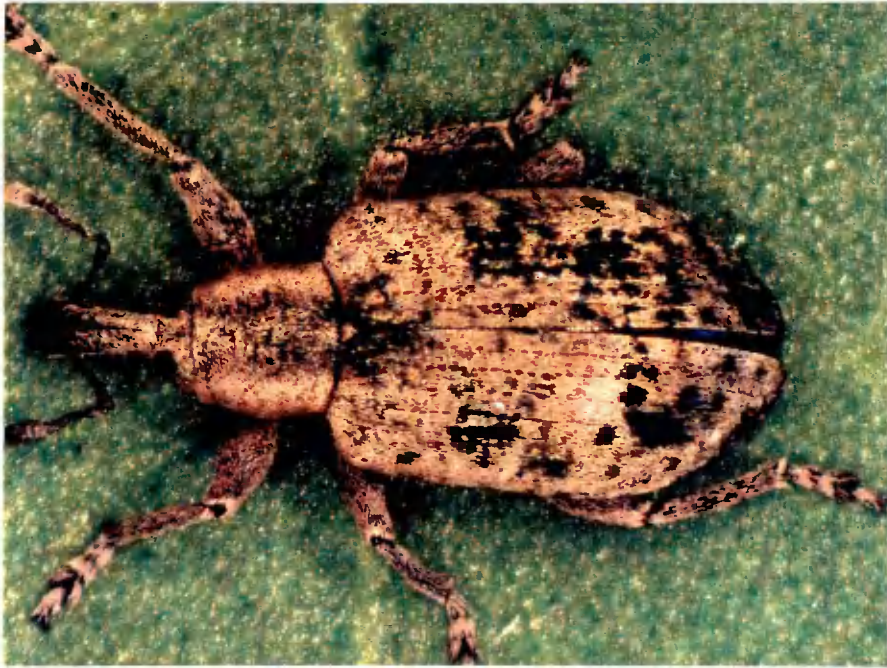
Nasilenie jej występowania było jednakże mniejsze niż poprzednio opisywanej kałdunicy zielonki. Obserwowano dwa mało liczne pokolenia w ciągu roku (rys. 3). Koniec kwietnia i początek maja to żer dopełniający chrząszczy zimujących. Wtedy to również miało miejsce składanie jaj. W następstwie rozwijało się pierwsze pokolenie. Przypadało to na okres od połowy maja do połowy czerwca. Jak obrazuje rysunek, największa liczba złowionych jednorazowo chrząszczy to 12 w 1997 roku, a 8 w 1998 i 1999.

Drugie pokolenie owadów, bez porównania mniej dynamiczne niż pierwsze, rozwijało się w lipcu i sierpniu. W tych miesiącach w dwóch kolejnych latach, tj. 1998 i 1999, odłowiono jedynie nieliczne imagines *Gastroidea polygoni* L. Interesującym jest, iż w 1997 roku to pokolenie nie wystąpiło w ogóle lub też było ilościowo małe. Na początku września dorosłe osobniki kałdunicy schodziły na zimowanie. Szczaw omszony, podobnie jak inne gatunki *Rumex spp.*, są mniej

atrakcyjnym pokarmem dla owadów, w porównaniu z chociażby rdestami, również roślinami z rodziny *Polygonaceae*.

#### 4.1.1.4. *Hypera rumicis* L. – ziołomirek szczawiowiec

Ziołomirek szczawiowiec osiąga zwykle długość około 4,0 - 5,5mm. Cechą charakterystyczną jest pokrycie ciała łuseczkami. Na pokrywach w tylnej części można zaobserwować przepaskę w kształcie litery V.



Biorąc pod uwagę występowanie imagines oraz larw w drugiej połowie czerwca, należy przypuszczać, że gatunek ten w badanych latach miał jedno pokolenie w sezonie wegetacyjnym. Analiza dynamiki populacji (rys. 4) obrazuje nasilenie pojawu ryjkowca w maju oraz w 1998 roku do początku czerwca. Było to pokolenie zimujące, które opuściło swoje kryjówki i wyszło na żer. Imagines uszkadzały przede wszystkim liście, wyjadając okrągłe dziurki. W przeciwieństwie do larw nie obserwowano ich lub tylko sporadycznie na kwiatostanach. Największa liczba odłowionych owadów w 1997 i 1999 roku przypadła na połowę maja, gdzie uzyskano odpowiednio 5 i 7 osobników oraz na koniec maja w roku 1998 również 7 osobników.



W następstwie żerowania i rozwoju larw obserwowano chrząszcze pierwszego pokolenia. Ta generacja pojawiła się na liściach w połowie lipca. Rzecz jasna była ona bardziej liczna od poprzedniej. Ze względu na brak pokarmu (larwy żerują przecież na pędach kwiatostanowych, których na początku drugiej połowy roku już nie ma), ryjkowiec nie tworzył drugiego pokolenia. Zatem na przełomie sierpnia i września imagines schodziły na zimowanie.

#### 4.1.1.5. *Apion miniatum* Germ.

Rodzaj *Apion* spp., którego przedstawicielem jest *Apion miniatum* Germ., nazwę swą zawdzięcza kształtowi; po grecku “apion” to gruszka. Zaliczany jest do niedużych ryjkowców, długość jego ciała wynosi od 3,0 do 4,5mm.



Od innych owadów odróżnia je niewątpliwie barwa ciała. Odznaczają się bowiem krwistoczerwonym ubarwieniem.

Badania dynamiki populacji imagines pokazały występowanie dwóch szczytów liczebności tego gatunku na szczawiu (rys. 5). Były to okresy przypadające na koniec kwietnia i początek maja oraz od 22 - 31.07 do 22 - 31.08. Chrząszcze żerowały na liściach, wyjadając dziurki. Czasami, choć sporadycznie, obserwowano je na kwiatostanach. Larwy natomiast drążyły

kanały w ogonkach liściowych i w łodygach. Maksymalna liczba odławianych jednorazowo owadów pokolenia zimującego nie była większa niż 5 osobników. Badania prowadzone w trzech kolejnych latach określają zatem jednoznacznie czas występowania owada.

Gatunek ten miał jedno pokolenie w roku. Zastanawiającym był długi, od połowy maja do połowy lipca, okres rozwoju larw. Dopiero na przełomie lipca i sierpnia pojawiały się imagines pierwszego, liczniejszego pokolenia. Należałoby to jednak tłumaczyć rozciągniętym w czasie składaniem jaj przez pędrusia. Z obserwacji wynikało, że na zimowanie owady schodziły na początku września.

#### 4.1.1.6. *Mamestra dissimilis* Knoch. – piętnówka zmienna



Motyle charakteryzuje rozpiętość skrzydeł od 35 - 40mm. Tułów, głowa jak i pierwsza para skrzydeł są brunatne. Druga para w części nasadowej jaśniejsza.

Gąsienice żerowały na liściach *Rumex confertus* Willd., wyjadając dziurki, co ograniczało powierzchnię asymilacyjną. Dynamika populacji (rys. 6), dotyczyła właśnie gąsienic, gdyż dorosłe piętnówki były aktywne w nocy, natomiast czerpakowanie przeprowadzano za dnia. Rysunek obrazuje

występowanie dwóch generacji w ciągu roku. Rozwój gąsienic pierwszego pokolenia przypadał na czerwiec. W 1997 roku populacja gatunku odznaczała się mniejszą liczebnością w porównaniu z kolejnymi latami. Interesująca była więc wyraźnie wzrastająca tendencja pojawu roślinożercy na przestrzeni lat.

Drugie pokolenie motyla było mniej liczne. Gąsienice pojawiły się w drugiej połowie lipca i zasiedlały roślinę do początku września. Największą liczbę osobników odłowiono, podobnie jak w przypadku pierwszego pokolenia, w 1999 roku. Zarysował się więc podobny schemat wzrostu obserwowanych przedstawicieli gatunku jak dla pierwszego pokolenia. Oznaczać by to mogło pewną aklimatyzację w stosunku do warunków siedliskowych oraz atrakcyjność pokarmu, jakim był szczaw omszony.

#### 4.1.1.7. *Pegomya nigritarsis* Ztt.



Jest muchówką, długości 5 - 6mm, odznaczającą się szarym zabarwieniem tułowia i czerwonawo - żółtym odwłokiem, której larwy minują liście. Cechą wyróżniającą są dwukolorowe, żółto - czarne, czułki.

W Bydgoszczy gatunek miał dwa rozciągnięte w czasie pokolenia (rys. 7). Pierwsze z nich rozwijało się od 15 - 21.05 do końca czerwca. Maksimum

pojawu osobników dorosłych przypadają w analizowanych latach na połowę czerwca i początek czerwca w 1998 roku.

Kolejna generacja charakteryzowała się podobnym, lecz nieco dłuższym okresem występowania, tj. 7 tygodni. Imagines odławiano w lipcu i do końca sierpnia. Rok 1999 był najobfitszy w występowanie muchówki. Niewielka liczba obserwowanych owadów nie odzwierciedlała faktycznego nasilenia występowania gatunku. Osobniki dorosłe bowiem nie tylko że nie minują liści, ale również nie są związane ze szczawiem omszonym, który dla larw jest rośliną żywicielską.

#### 4.1.1.8. *Rhinoncus pericarpus* L.



Kolejny gatunek związany z *Rumex confertus* Willd. Przeprowadzone badania pokazały, że zasiedla roślinę. Długość ciała tego ryjkowca waha się w granicach od 2 do 2,5mm. Ciało pokryte jest łuskami, białe spośród nich tworzą smugi po bokach przedplecza, a w szczególności środkową dobrze widoczną białą plamkę.

Lata 1998 i 1999 były zbliżone do siebie pod względem liczebności i występowania owada (rys. 8). Z kolei w 1997 roku ryjkowiec był mniej liczny.

Na roślinie występował w ciągu dwóch miesięcy, a mianowicie w maju i w pierwszej połowie czerwca. Chrząszcze po kopulacji jaja składały na liściach w dosyć regularnych złożach. Larw po wylęgu jednak nie obserwowano. Żerują one najprawdopodobniej w glebie, lecz z uwagi na małą gęstość populacji owadów nie odnotowano ich obecności. Brak drugiego nasilenia sugeruje, iż chrząszcze po przepoczwarczeniu nie wychodzą na żer, tylko pozostają w glebie do następnego sezonu wegetacyjnego.

#### 4.1.1.9. *Phyllobius* spp. - naliściaki

Oznaczono dwa gatunki, a mianowicie *Phyllobius virideaeris* Laich. oraz *Phyllobius maculicornis* Germ. Pierwszy z nich na ogół bywa nieco mniejszy. Długość jego ciała wynosi około 4,0 - 5,0mm. Odznacza się on żółtoczerwonymi czułkami i nogami. Dla porównania *Phyllobius maculicornis* Germ. osiąga długość 6,0mm. Posiada również czerwonawy, nieco ciemniejszy, odcień odnóży, lecz tylko w końcowej części goleni.

Naliściaki miały jedno pokolenie w ciągu sezonu wegetacyjnego (rys. 9). Owady pojawiały się w maju. Pierwsze nasilenie występowania naliściaków przypadało na połowę maja. Żerowały przede wszystkim na młodych roślinach szczawiu omszonego. Roślina nie cierpiała z powodu uszkodzeń wyrządzanych przez larwy, które to rozwijają się wprawdzie na korzeniach, lecz zupełnie innych roślin. Imagines najliczniej wystąpiły, biorąc pod uwagę zimujące i pierwsze pokolenie, w 1997 roku, gdzie największą liczbą odłowionych owadów było odpowiednio 5 i 11 osobników na 25 testowanych roślin. Lata 1998 i 1999 wydawały się być nieco mniej sprzyjające dla rozwoju obydwu naliściaków, mimo iż nie różniły się diametralnie pod względem temperatury powietrza czy ilości opadów. Pokolenie potomne (I) zasiedlało roślinę na przełomie lipca i sierpnia. Po pewnym okresie żerowania owady schodziły na zimowanie.

#### 4.1.1.10. *Succineidae* - bursztynkowate

Rodzina *Succineidae* to zwierzęta zasiedlające *Rumex confertus* Willd., jak i zapewne inne rośliny o charakterystycznym rozłożystym pokroju rozet

liściowych. Z uwagi na prowadzony ziemnowodny tryb życia, oraz w związku z brakiem na badanym terenie równie dużych żywicieli, można łączyć te ślimaki z badanym chwastem. Stanowią zatem faunę szczawiu omszonego. Bursztyнки odznaczają się delikatną skorupką, o wydłużonym kształcie. Bardzo często jest ona przezroczysta.



Dynamika populacji (rys. 10) obrazuje występowanie tych zwierząt na roślinie od połowy czerwca do początku września. Szczególne nasilenie przypadało w badanych latach na połowę lipca. Zaobserwowano niewielką tendencję wzrostową liczebności odławianych osobników w kolejnych sezonach wegetacyjnych.

Bursztyнки uszkadzały masę wegetatywną, mianowicie liście, poprzez wyjadanie dziur różnej wielkości od 10 do 20mm średnicy. Żerowanie miało miejsce szczególnie na dolnych partiach rośliny, co najprawdopodobniej było związane z większą wilgotnością i mniejszym nasłonecznieniem tej części chwastu.

#### 4.1.2. Charakterystyka i dynamika populacji najliczniej występujących gatunków w okolicach Torunia

##### 4.1.2.1. *Gastroidea viridula* Deg. – kałdunica zielonka

Był to najliczniej występujący na roślinie gatunek roślinożerczydolny do obniżenia populacji zachwaszczenia spowodowanego przez *Rumex confertus* Willd. Wystąpił w trzech pokoleniach (rys. 11). Obserwacje te potwierdziły wyniki uzyskane w okolicach Bydgoszczy, gdzie rozwijały się również trzy pokolenia. Wartością różnicującą obydwie miejscowości był czas rozwoju pokoleń zimującego i pierwszego potomnego. Otóż w Bydgoszczy chrząszcze opuszczały swe kryjówki na wiosnę niemal przez cały maj, w Toruniu okres ten wydawał się być niezwykle krótki. Nieco inny był termin pojawu drugiej generacji dla obydwu regionów, połowa lipca dla Bydgoszczy, a przełom czerwca i lipca w Toruniu. Różnice te zatarły się jednak z chwilą żerowania trzeciego pokolenia.

W Toruniu pierwsze pokolenie, rozwijające się w maju i czerwcu, było liczbowo największe. Jednorazowo odławiano od 100 do 300 osobników/25 uderzeń czerpakiem w obydwu badanych latach. Drugie z nich, podobnie jak pierwsze długo zasiedlające roślinę, charakteryzowało się także dużą liczebnością. Imagines przygotowujących się do zimowania, a reprezentujących trzecią generację, było zdecydowanie najmniej. W żadnym połowie nie uzyskano ponad 100 owadów.

##### 4.1.2.2. *Gastroidea polygoni* L. – kałdunica rdestówka

Kałdunica rdestówka (rys. 12) żerowała na szczawiu w ciągu dwóch kolejno następujących po sobie pokoleń. Pierwsze z nich było bardziej liczne w porównaniu z drugim, co zdają się potwierdzać obydwie lata obserwacji. Rozwój owadów przypadał na maj i czerwiec. Z kolei druga połowa maja wydawała się być najdogodniejsza dla tego pokolenia, gdzie odławiano w 1998 roku 10, a w 1999 roku 15 imagines.

Drugie pokolenie było mniej dynamiczne. Obserwowano owady jedynie sporadycznie na roślinie, chociaż czas występowania rozciągał się na okres 4 tygodni w 1998 roku i 3 w 1999 roku.

Uzyskane wyniki w odniesieniu do liczebności i czasu występowania *Gastroidea polygona* L. są podobne do rezultatów otrzymanych w Bydgoszczy, choć może nieznacznie wcześniej pojawiła się pierwsza generacja w Toruniu. Dla obydwu regionów oszacowano występowanie dwóch pokoleń.

#### 4.1.2.3. *Hypera rumicis* L. – ziołomirek szczawiowiec

Rys. 13 obrazuje występowanie jednego pokolenia ziołomirka lucernowca w ciągu sezonu wegetacyjnego. Owady opuszczały swoje zimowiska przede wszystkim w maju. Okres rozwoju larwalnego przypadał więc na czerwiec i częściowo lipiec. Po przepoczwarczeniu, w drugiej połowie lipca, pojawiły się imagines pierwszego pokolenia.

Nieco większą liczebność gatunku w odniesieniu do tej generacji obserwowano w Bydgoszczy, natomiast jednakowy był okres w którym owady pojawiały się na roślinie.

#### 4.1.2.4. *Apion miniatum* Germ.

Na przełomie kwietnia, oraz do końca drugiej dekady maja (1999) obserwowano pojawiające się owady tego gatunku (rys. 14). Najżywotniejsze okazały się osobniki dorosłe, które przetrwały zimę opuszczały siedliska, by rozpocząć żer, kopulację i składanie jaj. Rozwijające się w pędach i ogonkach liściowych larwy po przepoczwarczeniu rozwijały pokolenie potomne. Dynamika populacji obrazuje występowanie imagines na roślinie do końca września, a nawet początku października w 1998 roku.

W okolicach Bydgoszczy natomiast pierwsze pokolenie zasiedlało roślinę zdecydowanie krócej, bo o około 30 dni. Jednak dla porównania, odławiano tu więcej przedstawicieli tego gatunku.

#### 4.1.2.5. *Mamestra dissimilis* Knoch. – piętnówka zmienna

Po przezimowaniu poczwerek rozwinęło się pierwsze pokolenie motyli. Samice składały jaja o karbowanej powierzchni, koloru brudnobiałego, po



30 - 40 w złożu. Wylęgające się larwy wyjadały dziury w liściach lub nawet przy dużym skupisku powodowały gołozery. Rozwój tego pokolenia larwalnego (dynamika populacji dotyczy podobnie jak w Bydgoszczy gąsienic) przypadał na czerwiec w 1998 roku oraz czerwiec i lipiec w 1999 roku (rys. 15). Pierwszy rok obserwacji wydawał się być mniej obfity w liczebność gąsienic. Natomiast w 1999 roku odławiano ich więcej.

Rozwój drugiego pokolenia przypadał na miesiące od końca lipca do pierwszej dekady września. Tutaj również odnotowano nieznacznie większe ilości gąsienic w 1999 roku.

Nie stwierdzono, poza liczebnością, większych różnic w okresie występowaniu owadów tego gatunku na roślinie w obydwu badanych rejonach.

#### 4.1.2.6. *Pegomya nigratarsis* Ztt.

Analizując dynamikę rozwoju populacji miniarki z rodzaju *Pegomya* spp. (rys. 16), zaobserwowano występowanie dwóch pokoleń w roku. Bobówki po przetrwaniu zimy dawały rozwój pierwszego pokolenia. Osobniki dorosłe pojawiały się na początku maja w 1999 roku i nieco później w 1998 roku. Druga generacja występowała na roślinie głównie w sierpniu i częściowo w końcu lipca (1999 rok). Z początkiem września skończył się oblot imagines *Pegomya nigratarsis* Ztt., natomiast intensywnie żerowały larwy.

Liczebność odławianych owadów w obydwu regionach była zdecydowanie podobna. Nieco później, pod koniec maja, pojawiło się pierwsze pokolenie w okolicach Bydgoszczy.

#### 4.1.2.7. *Rhinoncus pericarpus* L.

Ten niewielki ryjkowiec opuścił swoje miejsce zimowania w pierwszej dekadzie maja (rys. 17). Na roślinie występował niemalże do połowy czerwca w 1998 i nieco dłużej w 1999 roku.

Nie zaobserwowano różnic w porównaniu z rezultatami otrzymanymi z Torunia. Wprost przeciwnie, wydają się być bardzo podobne.

#### 4.1.2.8. *Phyllobius spp.* - naliściaki

Populacja naliściaków zwiększyła się nieznacznie liczebnie w 1999 roku w stosunku do 1998 (rys.18). Na początku czerwca odłowiono 4 imagines, gdzie w tymże okresie czasu w 1998 roku odnotowano tylko 2 osobniki. Pierwsze pokolenie rozwijało się na przestrzeni lipca i sierpnia w analizowanych latach, gdzie liczebność obydwu gatunków była również większa w 1999 roku.

W porównaniu z Bydgoszczą:

- naliściaki pojawiały się później, gdyż dopiero w drugiej dekadzie maja czy wręcz na przełomie maja i czerwca w 1998 roku,
- ilościowo odławiano mniej owadów, szczególnie w odniesieniu do drugiego pokolenia.

#### 4.1.2.9. *Succineidae* - bursztynkowate

Ślimaki pojawiły się (rys. 19), w drugiej połowie czerwca, oraz pod koniec tego miesiąca w 1998 roku. Rośliny *Rumex confertus* Willd. osiągały wtedy wysokość około 170cm. Rozety liściowe były duże, rozłożyste, charakteryzowały się wielkimi liśćmi chociażby w części przyziemnej. Powodowało to powstawanie cienia w dolnej części rośliny, występowanie swoistego wilgotnego mikroklimatu. Bursztyнки preferowały te tylko miejsca, gdyż na górnych liściach nie występowały wcale lub tylko sporadycznie. Ślimaki zasiedlały roślinę do końca września. Zaobserwowano dwa nasilenia pojawu tych zwierząt, a mianowicie w drugiej (1998) i trzeciej (1999) dekadzie lipca, oraz dla obydwu lat pod koniec sierpnia.

Obserwacje z Torunia zdają się potwierdzać te z Bydgoszczy z jedną różnicą. Otóż drugi większy obserwowany połów *Succineidae*, mający miejsce w drugiej połowie sierpnia dla obydwu miejscowości, dostarczył więcej osobników w Toruniu.

#### 4.1.3. Wysokość roślin *Rumex confertus* Willd.

Okres wegetacji w Bydgoszczy w 1998 roku trwał od końca kwietnia do końca września, a w 1999 roku był nieco dłuższy, gdyż zaczął się już na początku kwietnia (rys. 20). Wczesna wiosna spowodowała szybkie pojawienie się roślin,

więc w sumie szczaw omszony występował na badanym terenie 6 miesięcy.

Analizowane lata nie różniły się znacznie od siebie pod względem zmieniającej się wysokości roślin. Na uwagę zasługuje szybki wzrost *Rumex confertus* Willd. od momentu pojawienia się rośliny do końca maja. Cotygodniowe przyrosty masy wegetatywnej były coraz większe. Na przełomie kwietnia i maja wyniosły one po około 20cm, więc 3cm na dobę. Z kolei w drugiej i trzeciej dekadzie maja odnotowano 40cm zwiększenie wysokości roślin w 1998 roku i aż 60cm w roku 1999, a więc 8,5cm na dobę. W tymże roku w czerwcu każdorazowe obserwacje uwidaczniały tylko niewielkie zmiany, a w 1998 roku rośliny nie zwiększyły swej wysokości. Szczaw omszony był natomiast cały czas uszkodzany przez utrzymujące się na wysokim poziomie, ciągle rozwijające się i niezwykle żarłoczne pokolenia owadów oraz innych organizmów. W związku z tym mniejsza była powierzchnia asymilacyjna liści zdolna do fotosyntezy. Stopień porażenia roślin przekroczył wreszcie punkt krytyczny, w którym szczaw nie był w stanie zrekompensować strat. Roślina zginęła. Na szczątkach zasychającej masy organicznej na przełomie lipca i sierpnia zaczęły rozwijać się jednakże nowe liście. Pod koniec okresu wegetacji najwyższa odnotowana wysokość roślin to 80cm, a w 1998 roku chwasty nie osiągnęły nawet tego rozmiaru. Oczywiście były one nadal uszkodzane przez owady oraz ślimaki. W końcu września pewna część analizowanych roślin ponownie była porażona w stopniu 5<sup>0</sup>.

#### 4.1.4. Wpływ uszkodzeń na rośliny

##### 4.1.4.1. Procentowy udział gatunków zasiedlających szczaw omszony

Obserwując poszczególne organizmy rozwijające się na *Rumex confertus* Willd., stwierdzono, że dominującą rolę w redukcji zachwaszczenia odgrywały owady (tab. 1). Ich populacja stanowiła w badanych latach około 96%. Z tejsze gromady zwierząt najliczniej zasiedlały roślinę chrząszcze, a w szczególności *Gastroidea viridula* Deg. Jej udział w Bydgoszczy wahał się w granicach 74,5% w 1999 do 82,4% w 1998, natomiast w Toruniu od 88,7% do 86,7%

(1998 - 1999) całkowitej fauny zasiedlającej roślinę. Pozostałe gatunki owadów, jak i ślimaki pojawiały się okresowo lub też nie występowały tak obficie.

#### 4.1.4.2. Dynamika populacji larw *Gastroidea* spp. w okolicach Bydgoszczy

Na rysunkach 21 i 22 przedstawiono larwy obydwu gatunków, tzn. *Gastroidea viridula* Deg. i *Gastroidea polygona* L. Zgodnie z procentowym udziałem imagines obydwu gatunków; 97,3% larw stanowiły larwy kałdunicy zielonki, a tylko około 2,7% larwy kałdunicy rdestówki. Ponadto, biorąc pod uwagę dynamikę populacji imagines *Gastroidea polygona* L. na przestrzeni trzech lat, można przypuszczać, że trzecie pokolenie to wyłącznie przedstawiciele kałdunicy zielonki.

Tak więc larwy *Gastroidea* spp. pierwszego pokolenia wylęgały się z jaj złożonych przez chrząszcze zimujące (rys. 21). Największe nasilenia ich występowania przypadają oczywiście na okresy najmniejszej liczebności osobników dorosłych. Pierwsze pokolenie larw rozwijało się zatem od połowy maja do połowy czerwca, drugie w lipcu, a trzecie na przełomie sierpnia



i września. Każda kolejna generacja odznaczała się mniejszą dynamiką. Najwięcej odłowiono larw pierwszego pokolenia, a najmniej trzeciego.

#### 4.1.4.3. Dynamika populacji larw *Gastroidea spp.* w okolicach Torunia

Zaobserwowano wyraźnie zmniejszającą się liczbę osobników dla trzech następujących po sobie pokoleń, z których drugie i trzecie w stosunku do poprzedzającego charakteryzowały się mniejszą dynamiką populacji o połowę (rys. 22). Poza nieco większą liczbą larw odławianych w okolicach Bydgoszczy nie odnotowano wyraźnych różnic występowania *Gastroidea spp.* dla obydwu miejscowości.

#### 4.1.4.4. Liczba min *Pegomya nigritarsis* Ztt. na liściach

Przez cały okres wegetacji w dwu analizowany latach obserwowano liczbę min powodowanych przez larwy *Pegomya nigritarsis* Ztt. na liściach (rys. 23). Obserwacji dokonywano raz w tygodniu, każdorazowo badając 10 losowo wybranych liści dla każdej z 10 roślin oznaczonych na początku wegetacji. Począwszy od połowy maja do połowy czerwca, zwiększała się liczba min na *Rumex confertus* Willd. Zatem rozwijało się pierwsze pokolenie muchówki.



Maksimum pojawu larw drugiej generacji, a co się z tym wiąże min, przypadało na połowę sierpnia. Wartość obrazująca uszkodzenia nie przekroczyła jednak 10%, co oznacza, że każdorazowo obserwowano jeden liść z minami. Rozwój drugiego pokolenia owadów był znacznie dłuższy w czasie niż pierwszego, gdyż trwał około 2 miesięcy.

Żerowanie larw prowadziło do powstania olbrzymich min, niekiedy o rozmiarach 20cm długości na 15cm szerokości. Larwy występowały w nich grupowo, po kilka, a niekiedy w minach małych pojedynczo. Przepoczwarczenie miało miejsce w glebie, która to również była miejscem zimowania bobówek. Dla pełnego rozwoju larwy potrzebowały pokarmu, który stanowił nierzadko  $\frac{3}{4}$  powierzchni liścia. Generalnie w drugiej połowie września min nie obserwowano. Larwy, po zakończeniu rozwoju, schodziły do ziemi na zimowanie.

#### 4.1.4.5. Uszkodzenia powodowane przez larwy *Apion miniatum* Germ.

Obserwacje dotyczące części generatywnych wykonano tylko raz, w maju, badając 100 losowo wybranych kwiatostanów, gdyż w kolejnych miesiącach, tj. w lipcu i sierpniu owocostany były suche, zatem żadne larwy się w nich nie rozwijały. W odniesieniu do liści badania prowadzono trzykrotnie w okresie wegetacji.

Widoczna była wzrastająca liczba porażonych pędów kwiatostanowych z 13% w 1998 do 17% w 1999 (tab. 2). Długość kanałów przekraczała 10cm. Dla wszystkich obserwacji dotyczących ogonków liściowych stwierdzono większą liczbę porażenia w porównaniu z pędami kwiatostanowymi; nawet 28% (13.08.1999.). Jednocześnie krótsze były kanały. W każdym kanale znajdowało się zwykle więcej larw. Na ogół obserwowano 2 lub nawet 3, co pokazały wyniki z lipca i sierpnia 1999.

#### 4.1.4.6. Indeks porażenia *Rumex confertus* Willd.

Indeks porażenia roślin obrazował rzeczywisty wpływ żerowania owadów i innych organizmów na szczaw omszony. Stopień uszkodzeń wzrastał wraz z upływem czasu. Na początku maja w obydwu analizowanych latach był on

niewielki i wynosił 20%. Jednak w miarę rozwoju kolejnych pokoleń owadów, jak i pojawu gatunków opuszczających zimowiska na przełomie czerwca i lipca, chwasty odznaczały się coraz większym uszkodzeniem. W końcu lipca indeks porażenia roślin osiągnął prawie 100%. Rośliny wycieńczone żerowaniem owadów i ślimaków uszkodzane były również poprzez grzyby z rodzaju *Uromyces spp.* Ten dodatkowy stres spowodował ich śmierć. *Rumex confertus* Willd. szybko odbudował z materiałów zapasowych początkowo niewielką, później powiększającą się rozetę liściową. Okres odtwarzania masy vegetatywnej przypadał na początek sierpnia. Rośliny nie osiągały już tak wielkich rozmiarów, natomiast kolejne pokolenia owadów nadal je uszkodzały. Indeks porażenia wzrastał więc stopniowo, by pod koniec września osiągnąć około 90%. Chwasty zasychały, nie tworząc ponownie masy vegetatywnej.

#### 4.1.4.7. Pędy uszkodzane przez owady

Uszkodzenia pędów kwiatostanowych, a więc organów rozmnażania generatywnego przedstawiono na rys. 25. Zaobserwowano dwa gatunki owadów, które bezpośrednio uszkodzały tworzące się zawiązki owoców. Były to: *Hypera rumicis* L. i *Aphis fabae* Scop. Larwy pierwszego z nich żerowały na owocach, niszcząc je. Imagines uszkodzały liście. Mszyce, osobniki dorosłe, jak i larwy wysysały soki z rośliny. Okres, w którym *Aphis fabae* Scop. zasiedlały pędy kwiatostanowe, przypadał na drugą połowę maja do pierwszej połowy lipca. Zdecydowanie krótszy był natomiast czas występowania larw *Hypera rumicis* L. Obydwa gatunki owadów żerując na szczawiu omszonym, wywarły pewien wpływ na organy generatywne chwastu, co obrazuje rys. 26. Oceny dokonano w dniach 26.06.1998 i 30.06.1999, tuż przed zaschnięciem tychże pędów, które nie było spowodowane żerowaniem owadów lecz fizjologiczną właściwością rośliny. Stopień porażenia w obydwu latach wydawał się być podobny. Największa liczba pędów była porażona w stopniu 3<sup>0</sup>, ponieważ 1/3 analizowanych roślin. Około 20% pędów charakteryzował piąty stopień porażenia. Interesującym było, iż tylko w odniesieniu do 10% roślin, nie obserwowano uszkodzeń w ogóle.

Larwy ziołomirka szczawiozca zasiedlały roślinę w połowie czerwca (1998) i w drugiej dekadzie tegoż miesiąca (1999). Na jednym pędzie kwiatostanowym znajdowało się od 27 do 41 larw (1998), a średnio 38 larw w 1999 roku. Pojedynczy pęd kwiatostanowy składał się z odgałęzień I i II rzędu. Dopiero na tych drugich odgałęzieniach roślina wytwarzała nasiona. Każde odgałęzienie zawierało około 132 owoce. Całkowita liczba pojedynczych organów, które produkowały nasiona, wynosiła średnio 19. Cała roślina wytwarzała jednak więcej niż jeden pęd. Zwykle obserwowano 13 pędów kwiatostanowych.

Zatem:

$$132 \cdot 19 \cdot 13 = 32\,604 \text{ owoce/pojedynczą roślinę}$$

#### Procent owoców uszkodzonych

Lp.	rok 1998	rok 1999
1	38	39
2	41	51
3	22	28
4	31	45
5	25	28
6	41	31
7	27	34
8	35	32
9	27	28
10	39	36
średnio	32,6%	35,2%

W obydwu latach, tj. w 1998 i 1999, około  $\frac{1}{3}$  wszystkich tworzących się owoców obserwowanych roślin była uszkodzana przez owady. W znacznym stopniu redukowało to więc możliwości rozprzestrzeniania się rośliny. Sporadycznie obserwowano też na pędach kwiatostanowych imagines *Apion miniatum* Germ., imagines *Hypera rumicis* L. i czasami larwy *Gastroidea spp.*



## 4.1.4.8. Zimowanie roślin porażonych

	Liczba zaznaczonych roślin – jesień 1998	liczba obserwowanych roślin – wiosna 1999
Stopień 1 <sup>0</sup>	10	10
Stopień 3 <sup>0</sup>	10	10
Stopień 5 <sup>0</sup>	10	8

Ocena zimowania roślin uszkodzonych pozwoliła na określenie wpływu żerowania organizmów na ten chwast. Ograniczona powierzchnia asymilacyjna blaszek liściowych nie pozostała zapewne bez wpływu na gospodarza. Zmniejszona była ilość asymilatów spływających do korzeni. Określenie kontroli prowadzonego doświadczenia było niemożliwe, gdyż roślin nie porażonych nie obserwowano. Poza tym jak się okazało później, nie było nawet konieczne. Z powodzeniem za punkt odniesienia mogły bowiem służyć rośliny uszkodzone w stopniu 1<sup>0</sup> i 3<sup>0</sup>. Na wiosnę 1999 roku wszystkie odtworzyły rozety liściowe. Oznacza to, że stres spowodowany żerowaniem owadów był zbyt mały. Inaczej przedstawiała się sytuacja z pozostałymi roślinami. Dwie (spośród uszkodzonych w stopniu 5<sup>0</sup>) nie przezimowały, natomiast pozostałe 8 odtworzyło masę wegetatywną. Jest to chwast wieloletni, zatem najprawdopodobniej tylko systematycznie powodowany stres w ciągu 2 lub 3 sezonów wegetacyjnych doprowadza do redukcji zachwaszczenia. Przypuszczać więc można, że chwasty te były atakowane przez 2 -3 kolejne lata i to doprowadzało do większego wydatku energetycznego na wytwarzanie masy zielonej, a zatem większe były straty niż magazynowanie substancji zapasowych.

## 4.1.4.9. Rośliny porażane przez grzyby

Szczaw omszony był również uszkodzany przez *Uromyces rumicis* (Schum.) Wint. (rys. 27). Grzyb atakował starsze rośliny już silnie uszkodzone przez inne organizmy, przede wszystkim przez owady. W okresie wegetacji dwukrotnie nasiliło się jego występowanie, gdyż roślina tyle razy budowała swą masę wegetatywną. Począwszy od połowy czerwca w 1999 roku, a w 1998 końca czerwca patogen występował na roślinach. Druga połowa lipca sezonu

wegetacyjnego wykazała, że wszystkie badane rośliny były porażone. W następstwie wszelkich obserwowanych uszkodzeń rośliny zamierały. Chwasty odbudowywały jednak swą masę wegetatywną, a roślinożercy ponownie porażali szczaw. Na przełomie sierpnia i września pojawiał się grzyb. Tym razem wystąpił on w 1998 na 6/10, a w 1999 na 5/10 spośród obserwowanych roślin.

## 4.2. Testy laboratoryjne

### 4.2.1. *Gastroidea viridula* Deg. – kałdunica zielonka

#### 4.2.1.1. Liczba składanych jaj oraz przeżywalność

W warunkach kontrolowanych, tj. 25 °C i stałej wilgotności powietrza, około 80%, badano płodność kałdunicy zielonki, gatunku najsilniej zasiedlającego *Rumex confertus* Willd. (rys. 28). Obserwacje dotyczyły pokolenia zimującego oraz dwóch kolejnych generacji.

Największa płodność charakteryzowała samice na wiosnę. Pojedynczy osobnik składał wtedy około 1530 jaj w ciągu życia przez okres 40 dni. Ich liczba w złożu początkowo wahała się w granicach 60. W miarę upływu czasu systematycznie malała, by w połowie cyklu obserwacji osiągnąć około 35 sztuk. Ten niezwykle duży wydatek energetyczny powodował osłabienie organizmu samicy czym przyczyniał się do śmierci.



Pierwsze pokolenie owadów było nieco mniej płodne, ponieważ około 1200 jaj przypadało na jedną samicę. Stwierdzono również mniejszą liczbę jaj w złożu, jak i krótszy okres ich składania (35 dni).

W odniesieniu do drugiego pokolenia wszystkie wymienione parametry były najmniejsze. Stwierdzono zatem, że w miarę rozwoju kolejnych pokoleń obniżała się liczba składanych jaj i krótszy był okres życia samic.

Obserwacje przeżywalności tego gatunku były przeprowadzane w takich samych warunkach temperaturowych i wilgotnościowych, jak badanie płodności (rys. 29). W porównaniu z innymi fazami rozwojowymi zaobserwowano wysoką śmiertelność larw. Dla pierwszej i drugiej generacji, po zakończeniu rozwoju larwalnego, wyniosła ona około 40%, a dla trzeciej 50%. Kolejna cecha to nieznacznie większy procent śmiertelności larw III pokolenia w stosunku do dwóch poprzednich. Wyniki te wskazują, że ostatnie pokolenie owadów było najmniej liczne oraz osobniki tej generacji cechowała najmniejsza przeżywalność. Podobne rezultaty otrzymano, badając dynamikę populacji owadów lub liczbę składanych jaj.

#### 4.2.1.2. Masa zjedzonego pokarmu przez larwy

Larwy *Gastroidea viridula* Deg. zerowały od stadium L<sub>1</sub> do L<sub>3</sub> na liściach szczawiu omszonego, zjadając odpowiednio:

- L<sub>1</sub> od 11,8 do 18,5 mg/24h/1 larwę,
- L<sub>2</sub> od 17,4 do 26,5 mg/24h/1 larwę,
- L<sub>3</sub> od 20,7 do 41,0 mg/24h/1 larwę (rys. 31).

W rezultacie zwiększyły swoją masę. Zakres zmienności dobowych przyrostów larw kałdunicy zielonki (obliczany jako różnica między masą ciała w dniach: poprzedzającym i następczym) wynosił:

- L<sub>1</sub> od 0,2 do 0,6 mg/24h/1 larwę,
- L<sub>2</sub> od 0,1 do 1,1 mg/24h/1 larwę,
- L<sub>3</sub> od 0,1 do 4,6 mg/24h/1 larwę (rys. 32).

Badając przebieg zerowania *Gastroidea viridula* Deg. na liściach szczawiu omszonego w okresie 7 tygodni, można stwierdzić, że każde stadium larwalne

charakteryzowało się swoistą dynamiką przyrostu masy ciała pod wpływem zjadania różnych ilości liści (rys. 30). Z diagramu, który obrazuje 50 - dniowy szereg czasowy, możemy odczytać, że larwy  $L_1$  relatywnie zjadały coraz więcej liści do momentu linienia (11. dzień), chociaż wzrost ten nie miał charakteru prostej ciągłej. Podobnie żerowało stadium  $L_2$ , gdzie widać co kilka dni „skoki” wartości wyrażających masę zjadanych liści. Przed linieniem (27 dzień) larwy również żerowały mniej. Najstarsze z nich zjadały najwięcej pokarmu między 32., a 41. dniem, w którym to ponad 30mg przypadało na 1 larwę. Począwszy od 6. tygodnia (42. dzień) aż do momentu przepoczwarczenia, chęć żerowania tych larw była coraz słabsza. Analizując zależność pomiędzy ilością zjadanych liści przez larwy *Gastroidea viridula* Deg., a dobowymi przyrostami tych larw posłużono się metodą regresji segmentowej (składowej). Metodę tę zastosowano w celu znalezienia „punktu przełamania”, to znaczy takiej wartości wyrażającej przyrost masy ciała, powyżej której badane zjawisko traci kształt związku liniowego. Zależność tę można opisać i wyrazić funkcją liniową 1<sup>o</sup> stopnia do wartości 1,23mg (rys. 30). Jest to przyrost masy ciała, jaki larwy  $L_3$  uzyskiwały pierwszego dnia po linieniu. Dlatego też dalsze analizy korelacji i regresji przeprowadzano łącznie dla stadiów  $L_1$  i  $L_2$ , natomiast odrębnie dla  $L_3$ .

Zależność pomiędzy ilością zjedzonych liści, a przyrostami dobowymi masy ciała larw  $L_1$  i  $L_2$  jest statystycznie istotna ( $p=0,05$ ), a współczynnik korelacji wynoszący 0,51 świadczy o średniej sile tegoż związku (rys. 33). Na podstawie współczynnika regresji możemy stwierdzić, że na każde 10mg zjedzonych liści przypada średni przyrost 1 larwy o około 0,3mg.

W celu scharakteryzowania tego samego związku dla larw  $L_3$  *Gastroidea viridula* Deg. wykorzystano analizę regresji 2<sup>o</sup> stopnia (kwadratowa), bowiem kształt zależności nie odpowiadał regresji prostej (rys. 34). Wskaźnik korelacji, który jest miarą słuszności równania regresji, był dosyć wysoki ( $p=0,05$ ), bowiem wyniósł 0,69. Z wykresu funkcji regresji możemy odczytać ekstremalne wartości zmiennych. Maksymalna wartość wyrażająca przyrost masy ciała 1 larwy to 2,96mg na dobę przy masie zjedzonego pokarmu równej 38,15mg. Zmniejszanie

się przyrostów dobowych u larw  $L_3$  miało miejsce od 38. dnia, natomiast osłabienie żerowania od 41. dnia (rys. 30).

#### 4.2.1.3. Powierzchnia zjedzonych liści przez owady dorosłe

Badania prowadzono dla pokolenia zimującego i dwóch kolejnych generacji kałdunicy zielonki, wykorzystując owady z własnej hodowli. W odniesieniu do obydwu letnich pokoleń owadów pomiaru dokonywano w 3 dni po uzyskaniu imagines. Powierzchnia zjedzonych liści z uwzględnieniem naturalnego procesu, jakim było parowanie liści, wyniosła odpowiednio:

- pokolenie zimujące -  $135,7\text{mm}^2/24\text{h}/1$  osobnika,
- pokolenie potomne (I) -  $117,2\text{mm}^2/24\text{h}/1$  osobnika,
- pokolenie potomne (II) -  $128,5\text{mm}^2/24\text{h}/1$  osobnika.

Prowadzono również badania odzwierciedlające ciężar chrząszczy kałdunicy zielonki.

Uzyskano następujące wyniki:

- pokolenie zimujące -  $12,9\text{mg}/1$  osobnika,
- pokolenie potomne (I) -  $11,5\text{mg}/1$  osobnika,
- pokolenie potomne (II) -  $12,1\text{mg}/1$  osobnika.

Dla zobrazowania wyników warto podkreślić, że 10 imagines *Gastroidea viridula* Deg. waży w przybliżeniu tyle, ile 1 osobnik dorosły *Leptinotarsa decemlineata* Say.

#### 4.2.2. *Mamestra dissimilis* Knoch. – piętnówka zmienna

##### 4.2.2.1. Masa zjedzonego pokarmu przez gąsienice

Gąsienice obserwowano w trakcie 3 kolejnych stadiów rozwojowych, tj. od  $L_3$  do  $L_5$ , analizując ich rozwój na liściach szczawiu omszonego. Masę zjedzonego pokarmu w przeliczeniu na 1 gąsienicę pokazuje rys. 36. Widoczna była wyraźna różnica między ilością liści zjedzonych przez stadium  $L_3$  i  $L_4$  w porównaniu z  $L_5$ , gdzie gąsienice były znacznie bardziej żarłoczne. Obrazuje to również zakres zmienności dobowych przyrostów masy ciała gąsienic w przeliczeniu na 1 osobnika (rys. 37).

Gąsienice *Mamestra dissimilis* Knoch. żerowały przez okres 48 dni. Każde z analizowanych stadiów rozwojowych charakteryzowało się swoistą dynamiką (rys. 35). Gąsienice stadium L<sub>3</sub>, w ciągu 8 kolejnych dni zjadały niemalże jednakową ilość pokarmu; zatem nieznacznie zwiększały swoją masę. Podobny przebieg charakteryzował w początkowej fazie gąsienice L<sub>4</sub>. W trzecim tygodniu (od 16 dnia) obserwowano większe ich żerowanie z jednoczesnym wysokim przyrostem masy ciała. Efektywność wykorzystywanego pokarmu nieco spadła w 29. dniu obserwacji, by ponownie wzrosnąć od 32. dnia. Na przełomie 6/7 tygodnia (42. dzień) spadła masa zjadanych liści. Gąsienice przygotowywały się do przepoczwarczenia, czym należałoby tłumaczyć osłabione żerowanie. Związek przyrostu masy ciała gąsienic z ilością zjadanych liści szczawiu omszonego można opisać funkcją liniową 1<sup>o</sup> stopnia do wartości 62,61mg. Ten przyrost uzyskało stadium L<sub>4</sub> gąsienic w 22 dniu cyklu obserwacji. Zależność ta w odniesieniu do larw L<sub>4</sub> była statystycznie istotna (p=0,05), a współczynnik korelacji wyniósł 0,99, co świadczy o dużej sile związku (rys. 38). Na podstawie współczynnika regresji można stwierdzić, że na każde 20mg zjedzonych liści przypadł przyrost masy ciała o około 15mg/1 gąsienicę.

Podobnie jak w przypadku *Gastroidea viridula* Deg. w celu scharakteryzowania gąsienic stadium L<sub>5</sub> wykorzystano analizę regresji 2<sup>o</sup> stopnia (kwadratową), gdyż kształt zależności nie odpowiadał regresji prostej (rys. 39). Współczynnik korelacji, czyli wyznacznik prawidłowości równania był wysoki, wyniósł bowiem 0,91 dla p=0,05. Maksymalny przyrost masy ciała w ciągu 24h osiągnął 142,8mg/1 gąsienicę dla masy zjedzonego pokarmu równej 586,6mg.

Zmniejszenie masy zjadanego pokarmu, jak i jego wykorzystanie na budowę masy ciała miało miejsce, począwszy od 42. dnia cyklu (rys. 35).

#### 4.2.3. *Hypera rumicis* L. – ziołomirek szczawiowiec

##### 4.2.3.1. Powierzchnia zjedzonych liści przez owady dorosłe

Pomiarów dokonano w stosunku do pokolenia zimującego i potomnego. Uzyskane wyniki pomniejszone o parowanie liści wyniosły odpowiednio:

- pokolenie zimujące - 142,3mm<sup>2</sup>/24h/1 osobnika,

- pokolenie potomne (I) -  $123,5\text{mm}^2/24\text{h}/1$  osobnika.

Większa masa zjadanych liści przez ryjkowce pokolenia zimującego była najprawdopodobniej spowodowana wygłodzeniem chrząszczy przez okres zimy. Owady dla uzupełnienia zapasów energetyczne spożywały nieco więcej pokarmu niż kolejne pokolenie.

#### 4.2.4. Analiza zawartości wybranych substancji chemicznych w roślinie

W badanych próbach liści szczawiu omszonego oznaczono trzy grupy związków chemicznych:

- polifenolokwasy,
- flawonoidy,
- antrachinony.

Pierwsze z nich określono metodą IRiPZ, stosując reakcję barwną z odczynnikiem Arnova. Wyniki obliczano względem kwasu chlorogenowego. Stwierdzono, że zawartość tych związków rosła wraz ze stopniem porażenia liści (tab. 3). Flawonoidy oznaczono metodą Christa – Mullera w przeliczeniu na kwercetynę. Ich liczba spadała wraz ze wzrostem porażenia. Podobne wyniki uzyskano w przypadku antrachinonów, których ilość w liściach silnie porażonych była mniejsza. Organy wegetatywne uszkodzone w stopniu 5<sup>0</sup> były to liście starsze, gdyż tylko takie charakteryzował wyżej wymieniony stopień. Natomiast zwykle w takich tkankach zawartość pewnych substancji spadała. Można zatem podejrzewać, że mniejsza ilość flawonoidów czy antrachinonów była spowodowana zamieraniem rośliny.

Próbki analizowano metodą HPLC. Badaniu poddano:

- ekstrakty metanolowe z surowca,
- hydrolizaty według Christa – Mullera,
- hydrolizaty otrzymane z reakcji z kwasem solnym w metanolu.

Otrzymane próbki analizowano w warunkach pozwalających na identyfikację kwasów fenolowych i flawonoidów. We wszystkich hydrolizatach zidentyfikowano kwercetynę i kempferol, co potwierdza obecność glikozydów tych flawonów w analizowanych surowcach (rys. 40).

## 5. PODSUMOWANIE I DYSKUSJA WYNIKÓW

Dominującą rolę w niszczeniu badanego chwastu, szczawiu omszonego, odgrywały owady. Stanowiły one około 95% gatunków fauny występującej na tej roślinie. Żerowanie larw i imagines poszczególnych gatunków powodowało powstawanie znacznych uszkodzeń.

Najważniejszym roślinożercą występującym na *Rumex confertus* Willd. była kałdunica zielonka - *Gastroidea viridula* Deg. (Coleoptera, Chrysomelidae). Żerowanie imagines tego chrząszcza polegało na wygryzaniu różnej wielkości otworków w liściach. Larwy natomiast początkowo szkieletowały liście, później również wygryzały otworki. Kałdunica zielonka w naturalnych warunkach siedliskowych znacznie niszczyła masę wegetatywną szczawiu omszonego. Badania wykazały, że obserwowane w poszczególnych latach zagęszczenie owadów powodowało obfite szkody na tej roślinie. Dotyczyło to również larw L<sub>1</sub>, które już kilka dni po wylęgu intensywnie żerowały na liściach. Kałdunica zielonka miała trzy pokolenia w roku. Rozwój każdego z nich trwał około 40 dni. Speight i Whittaker (1987) oraz Engel (1956) podają nieco dłuższy czas rozwoju, natomiast taką samą liczbę (3 pokoleń) otrzymali w swych badaniach Smith i Whittaker (1980). Bentley i Whittaker (1979) oraz Bentley i inni (1980) donoszą, że owady te redukowały suchą masę korzeni, a także pośrednio wpływały na liczbę i masę nasion produkowaną przez rośliny. Barbattini i inni (1986) oraz Kismali i Madanlar (1990) uważają, że wielkość uszkodzeń zależała także od kondycji całej rośliny w czasie ataku. Whittaker i inni (1979) oraz Kjaer i Elmegaard (1996) przedstawiają gatunek ten jako bardzo ważny czynnik biologicznej walki ze szczawiami, jak i dla integrowanego programu regulowania rozwoju niepożądanych roślin.

Kałdunica zielonka była niezwykle płodna. Samica składała średnio w ciągu 24 godzin 35 jaj, a maksymalna ich liczba w złożu wynosiła również ponad 60. Żeńskie osobniki pierwszego pokolenia składały jaja przez 40 dni, drugiego przez 35 dni, a trzeciego tylko przez 28 dni. Całkowita płodność samicy wahała się w granicach 836 - 1531 jaj w ciągu życia; Engel (1956) natomiast



określił ją na 586 – 1028. Z kolei podobną liczbę, 30 – 40 jaj w złożu, przedstawił Renner (1969). Sotherton (1982) podaje, że czas składania jaj dla pierwszego pokolenia wynosił 44 dni, dla drugiego 25 dni.

Kałdunicę zielonkę charakteryzowała wysoka śmiertelność. Dotyczyło to przede wszystkim larw, gdzie obserwowano ponad 40% redukcję. Sotherton (1982) całkowitą śmiertelność populacji larw wyliczył nawet na 50%.

Interesującym były rezultaty badań nad zimowaniem kałdunicy zielonki. Gatunek ten odznaczał się niewielką śmiertelnością w zimie wynoszącą 64%. W obrębie rodziny *Chrysomelidae* uważa się, że śmiertelność może wynosić nawet 80 – 90%.

Masa zjedzonego pokarmu przez larwy była różna w zależności od stadium. Najwięcej zjadały larwy stadium L<sub>3</sub> (od 20,7 do 41,0mg/24h/1 larwę). Taka ilość zjedzonego pokarmu powodowała przyrost masy ciała od 0,1 do 4,6mg/24h/1 larwę. Zaobserwowano związek między ilością zjedzonych liści, a dobowymi przyrostami masy ciała larw dla wszystkich stadiów larwalnych. Współczynnik korelacji był wyższy dla L<sub>3</sub> w porównaniu z dwoma poprzedzającymi stadiami i wyniósł 0,69.

Nieco mniejsze znaczenie, jako owad niszczący liście, miała kałdunica rdestówka - *Gastroidea polygoni* L., a to głównie z uwagi na mniejszą gęstość populacji na szczawiach. Obserwowano jednak również żerowanie larw i osobników dorosłych tego gatunku na tych chwastach. Badania dotyczące biologii kałdunicy rdestówki wskazały na występowanie dwóch pokoleń tego owada w roku. Rakhimberdyeva i Shodiev (1989) oraz Marocchi (1994) podają taką samą liczbę pokoleń.

Poza tymi dwoma gatunkami Miyazaki i Naito (1981) oraz Garcia - Baudin i inni (1978) wyróżniają spośród *Chrysomelidae* również *Gastroidea atrocyanea* Mots. i *Gastroidea unicolor* Marsham jako gatunki odpowiednie dla biologicznego zwalczanie szczawiów.

Niezwykle istotnym czynnikiem destrukcyjnym w stosunku do chwastu było niszczenie organów generatywnych odpowiedzialnych za rozmnażanie się

rośliny. Ten sposób żerowania charakteryzował ziołomirka szczawiowca - *Hypera rumicis* L. Żerowanie prowadziło do redukcji liczby produkowanych nasion. Chwasty były uszkodzane przez osobniki dorosłe, ale przede wszystkim przez larwy, które niszczyły zawiązki owoców. Cała roślina szczawiu omszonego wytwarzała około 30 tysięcy nasion. Ponad 30% z nich było uszkodzane bezpośrednio przez ziołomirka szczawiowca. Porażone rośliny cechowała mniejsza biomasa, mniejszy pokrój, a co najważniejsze brak możliwości rozprzestrzeniania się przy użyciu organów generatywnych. DeGregorio i inni (1991) oraz DeGregorio i Ashley (1988) uważają również, że żerowanie tego owada powodowało utratę koloru zielonej tkanki rośliny w USA.

Kolejnymi owadami, ograniczającymi nadmierny rozwój *Rumex confertus* Willd., była *Pegomya nigritarsis* Zetterstedt (*Anthomyiidae*). Gatunek ten powodował występowanie min na liściach. Bardzo często atakowanych było więcej niż 50% roślin danej populacji w terenie badań. Aparaty szparkowe w pobliżu takich min nie funkcjonowały poprawnie. Myny zawierały jedną lub kilka larw. Wielkość takich żerów dochodziła do 75% powierzchni blaszki, co było związane z zakończeniem pełnego rozwoju larw. Ta część liścia zamierała. Ten sposób uszkodzania liści powodował dwojakiego rodzaju poważne straty, tzn. natychmiastowe efekty dotyczące redukcji powierzchni fotosyntetycznej i zachwianie równowagi bilansu wodnego.

Konsekwencją powstawania min, jak donoszą Zimmermann i Topp (1991), Whittaker (1992) i Godfray (1986), są negatywne dla rośliny stosunki wodne. Whittaker (1994) uważa, że w mniejszych minach aparaty szparkowe wykazują tendencje do utrzymywania się w zamknięciu, podczas gdy w starszych szparki były otwarte.

Godfray (1986) duże nadzieje wiąże z badaniami dotyczącymi innych muchówek z rodzaju *Pegomya* spp., takimi jak *Pegomya steini* Hendel, *Pegomya setaria* Meigen. czy *Pegomya hyoscyani* Panzer.

Z rodzaju pędrusi - *Apion* spp. obserwowano *Apion miniatum* Germar. Dorosłe osobniki uszkodzały liście, wygryzając dziury w liściach roślin szczawiu,

natomiast larwy drażyły kanały w łodygach i ogonkach liściowych. Obserwowano większą liczbę porażonych ogonków liściowych w porównaniu z pędami kwiatostanowymi. Owocostany bowiem na początku drugiej połowy roku były już suche, zatem larwy się w nich nie rozwijały. Freese (1995a, 1995b) i Scott i Shivas (1990) stwierdzili jeszcze, że *Apion violaceum* Kirby to ważny gatunek na szczawiach. Obserwacje dotyczące żerowania larw i drażenia kanałów wykazali także Hopkins i Whittaker (1980), Hopkins (1984) oraz Kohout (1994).

Motyle należące do rodzaju piętnówka - *Mamestra spp.* cechował bardzo wysoki wpływ w stosunku do masy wegetatywnej liści szczawiu omszonego. Redukcja powierzchni liści, spowodowana żerowaniem gąsienic, istotnie ograniczała fotosyntezę.

Zaobserwowano bardzo silny związek między masą zjedzonego pokarmu, a dobowymi przyrostami masy ciała gąsienic. Współczynnik korelacji wyniósł 0,99 dla L<sub>4</sub>, a dla L<sub>5</sub> 0,91. Maksymalny przyrost ciała w przeliczeniu na jedną gąsienicę wyniósł 142,8mg przy masie zjedzonego pokarmu równej 586,6mg.

Borisova i Klochkova (1995), Maini i Burgio (1990) oraz Benuzzi i Antoniaci (1995) również obserwowali wysoką żarłoczność piętnówki zmiennej - *Mamestra dissimilis* Knoch.

Od końca maja do połowy lipca w obydwu latach badań roślinę zasiedlały mszyce. Ich żerowanie powodowało osłabienie rośliny. Owady występowały przede wszystkim na pędach kwiatostanowych. Istotną wydawała się być mszyca burakowa - *Aphis fabae* Scop., intensywnie rozwijająca się i przenosząca choroby wirusowe mszyca. El Kady i inni (1984), Lourenco i Ilharco (1982) oraz Iglisch i Gunkel (1970) określają mszyce jako znany wektor chorób wirusowych, a ponadto wysysają one soki, co osłabia rośliny.

Na roślinach szczawiu występowały też owady z rodzaju naliściaki - *Phyllobius spp.* Osobniki dorosłe atakowały liście, pąki i szypułki kwiatowe, a larwy żerowały na korzeniach roślin. Lerenius i Janson (1995), Rougon

i inni (1995) oraz Maceljski i Igrc (1990) także opisują żerowanie imagines i larw tych gatunków na roślinach szczawiu.

Poważne szkody szczawiom wyrządzały również ślimaki oraz grzyby. Pierwsze z nich wyjadały otwory o średnicy około 1cm w liściach. Zwierzęta te należą do rodziny bursztynkowatych (*Succineidae*). Wiktor (1996) twierdzi, że ślimaki mogą poprzez żerowanie wpływać na zdrowotność roślin, a niekiedy potrafią zniszczyć całe plony.

Oslabione rośliny uszkodzane przez wyżej wymienione gatunki owadów i ślimaków, były z kolei później porażane przez rdzę *Uromyces rumicis* (Schum.) Wint. Grzyb ten infekował rośliny szczawiu, przyspieszając zasychanie liści. Wpływ choroby niszczącej roślinę odzwierciedlał się również w stosunku do owoców i innych organów. Znaczące efekty obserwowano przy współdziałaniu roślinożercy (kałdunicy zielonki) i rdzy. Obydwa organizmy wzajemnie sobie nie przeszkadzały. *Gastroidea viridula* Deg. występowała zwykle kilka miesięcy wcześniej w porównaniu z *Uromyces rumicis* (Schum.) Wint.

Zdolności tych grzybów do atakowania szczawiów obserwowali też Hatcher i inni (1994a, 1994b, 1994c, 1995). Jak podają Inman (1971), Schubiger i inni (1986) masa nasion była wtedy mniejsza, podobnie jak masa i zdrowotność korzeni.

Rezultatem żerowania owadów indeks porażenia roślin w końcu lipca osiągał około 100%. Konsekwencją tak wysokiego stopnia porażenia było zaschnięcie roślin. Szczaw omszony odbudował jednak w tym samym roku rozetę liściową. Ponowne żerowanie owadów powodowało wystąpienie równie dużych uszkodzeń. Indeks porażenia jesienią wyniósł około 90%. W rezultacie systematycznego stresu, jakim było żerowanie owadów, ograniczona została ilość materiałów zapasowych wpływających do korzeni, a co się z tym wiąże, rośliny gorzej przygotowały się do zimowania.

Interesujące wyniki otrzymano, analizując skład chemiczny rośliny. Badano trzy grupy związków, a mianowicie polifenolokwasy, flawonoidy i związki antropochodne. Stwierdzono, że zawartość pierwszych z nich wzrastała wraz ze

wzrostem porażenia roślin. Chwast, broniąc się, wytwarzał coraz to większe ilości tych substancji. Podobnych właściwości nie zaobserwowano dla pozostałych grup chemicznych.

Cates i Rhoades (1977) oraz Krischik i inni (1991) łączą te i inne związki z naturalnym systemem obronnym przeciw patogenom, owadom i innym gatunkom. Rosenthal i Berenbaum (1991) uważają za oczywiste, że pewne substancje roślinne mogą redukować tempo rozwoju, żerowanie i przeżywalność roślinożerców, jak i wpływać na patogeny roślinne. Z reguły związki te lokalizowały się w miejscach, gdzie miał miejsce atak. Stamp i Skrobola (1993) podają, że substancje te są aktywne jako trucizny i repelenty w stosunku do wrogów.

Cates i Rhoades (1977) określili, że generalnie są one obecne w małych ilościach, często mniejszych niż 2% suchej masy liścia, jednak już w tych koncentracjach wykazywały wysoką toksyczność działania przeciwko zwierzętom.

Robinson (1974) podaje przykład toksyn, które pełnią w roślinach funkcje ochronne przed roślinożercami. Są to doniesienia mówiące o unikaniu przez owce spożywania niektórych spośród łubinów, które koncentrują wysokie dawki alkaloidów. Jedzą one natomiast inne słodkie odmiany, które wprawdzie nie są całkowicie wolne od tych związków, ale zawierają ich mniej. Hanczakowski (1988) opisuje flawonoidy, które spożywane w większej ilości powodują obniżenie płodności u owiec, jak i też wpływają na metabolizm witaminy C. Inny związek fenolowy, kwas chlorogenowy, wpływa ujemnie na wartość pokarmową ekstraktów białkowych z lucerny. Nie bez znaczenia pozostają również szczawiany, występujące w liściach, a dostarczane zwierzętom w nadmiernych ilościach, nierzadko prowadzą do schorzeń nerek.

Naturalne metody regulacji rozwoju chwastów mogą być efektywniejsze w stosunku do pewnej grupy roślin niepożądanych, a co się z tym wiąże, są po prostu tańsze. Inman (1971) podaje, że 43% roślin, które były atakowane przez

rdzę, rozwijało się ponownie następnej wiosny. Dla porównania jednak, gdy stosowano środki chemiczne, aż 95% roślin wytworzyło rozety liściowe.

## 6. WNIOSKI

1. Szczaw omszony - *Rumex confertus* Willd., chwast z rodziny rdestowatych - *Polygonaceae*, był silnie uszkodzany przez licznych roślinożerców oraz patogena grzybowego. Straty masy wegetatywnej obserwowano przez cały okres wegetacji, tj. od momentu wytworzenia rozet liściowych do zaschnięcia roślin.
2. Obserwacje terenowe wykazały, że owady stanowiły około 95% populacji roślinożerców występujących na szczawiu omszonym. Dominującym gatunkiem była kałdunica zielonka - *Gastroidea viridula* Deg.; roślinę uszkadzały zarówno chrząszcze, jak i larwy tego owada.
3. Najliczniejsze było pokolenie zimujące chrząszczy kałdunicy zielonki - *Gastroidea viridula* Deg. wiosną, zatem w najwyższym stopniu przyczyniało się do ograniczania masy wegetatywnej chwastu.
4. W obserwacjach laboratoryjnych nad płodnością kałdunicy zielonki - *Gastroidea viridula* Deg. stwierdzono, że całkowita liczba jaj złożonych przez jedną samicę była największa w przypadku pokolenia zimującego (1531 jaj) w porównaniu do dalszych pokoleń (odpowiednio 1199 w pierwszym i 836 jaj w drugim pokoleniu). Najwyższą śmiertelność kałdunicy zielonki - *Gastroidea viridula* Deg. stwierdzono w stadium larw L<sub>1</sub>(ponad 26%), natomiast najmniejszą w stadium poczwarki (około 1%).
5. Organy generatywne badanego chwastu uszkodzane były przez ziółmirka szczawioiwca - *Hypera rumicis* L., którego larwy żerowały na kwiatostanach oraz przez mszycę burakową - *Aphis fabae* Scop. (larwy i imagines wysysały soki z roślin) i *Apion miniatum* Germ., którego larwy drążyły kanały w łodyżkach i ogonkach liściowych.

6. Ponad 30% wszystkich wytworzonych przez roślinę owoców było uszkodzonych głównie przez ziłomirka szczawiowca – *Hypera rumicis* L., co istotnie ograniczało możliwości rozprzestrzeniania się tego chwastu.
7. Liczba pokoleń owadów zasiedlających szczaw omszony w okolicach Bydgoszczy (1997-1999) i Torunia (1998-1999) była jednakowa.
8. Oprócz wyżej wymienionych roślinożerców także pewne znaczenie w ograniczaniu populacji chwastu miały również ślimaki oraz grzyby.
9. Analizy chemiczne roślin wykazały, że zawartość polifenolokwasów w liściach chwastu wzrastała wraz ze stopniem porażenia. Zależności takiej nie obserwowano w odniesieniu do flawonoidów i związków antropochodnych.
10. Uzyskane rezultaty wskazują na realne możliwości wykorzystania wymienionych roślinożerców, a zwłaszcza kałdunicy zielonki – *Gastroidea viridula* Deg. do ograniczania populacji zachwaszczenia przez szczaw omszony - *Rumex confertus* Willd.



## 7. LITERATURA

1. Akhatova F.K., Eliseeva Z.N., Katin I.A., 1979. Reservoirs of potato virus Y. Vestn. S'Kh. Nauki Kaz. 4: 36-39.
2. Allard R., 1965. Genetic systems associated with colonizing ability in predominantly self-pollinated species. In 'The genetics of colonizing species'. Academic Press: New York 49.
3. Allen J.M., 1974. Preliminary observations and investigations on dock (*Rumex spp.*) in Western Australia. West. Aust. Dept. Agric. Tech. Bull. 23: 1-5.
4. Allen J.M., 1975. Docks in Western Australia. J. Dept. Agric. West. Aust. 16: 67-71.
5. Auld B.A., 1994. Economic criteria for implementation of weed management. Plant Production and Protection Paper 120: 237-246.
6. Balciunas J., Burrows D., 1996. Demonstrating the potential for classical biological control of a weed prior to release of agents. Proc. IX Int. Symp. Biol. Contr. Weeds, Stellenbosch South Africa, 227.
7. Barbattini R., Zandigiaco P., Parmegiani P., 1986. Preliminary investigation on the pests of *Rumex obtusifolius* L. and *Rumex crispus* L. in vineyards of the Friuli region. Redia 69:131-142.
8. Beddington J.R., Free C.H., Lawton J.H., 1978. Characteristics of successful natural enemies in models of biological control of insect pests. Nature 273: 513-519.
9. Bentley S., Whittaker J.B., 1979. Effects of grazing by a chrysomelid beetle, *Gastrophysa viridula*, on competition between *Rumex obtusifolius* and *Rumex crispus*. J. Ecol. 67: 79-90.
10. Bentley S., Whittaker J.B., Malloch A.J.C., 1980. Field experiments on the effects of grazing by a chrysomelid beetle (*Gastrophysa viridula*) on seed production and quality in *Rumex obtusifolius* and *Rumex crispus*. J. Ecol. 68: 671-674.

11. Benuzzi M., Antoniacchi L., 1995. Recent successes in biological and integrated control strategies on strawberry. *Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura* 57 (6): 63-65.
12. Bhowmik P.C., 1993. Weed biology: Its importance in integrated weed management systems. *Proc. Int. Symp. Indian Soc. Weed Sci., Hisar* 1: 57-65.
13. Blossey B., Kamil J., 1996. What determines the increased competitive ability of invasive non-indigenous plants? *Proc. IX Int. Symp. Biol. Contr. Weeds, Stellenbosch South Africa*, 3-9.
14. Boczek J., 1996. Stan i perspektywy walki biologicznej z chwastami. *Postępy Nauk Roln.* 4: 77-89.
15. Boczek J., Petanovic R., 1996. Eriophid mites as agents for biological control of weeds. *Proc. IX Int. Symp. Biol. Contr. Weeds, Stellenbosch South Africa*, 127-131.
16. Borisova I.P., Klochkova E.G., 1995. Experience in rearing lepidopterous insects on artificial nutrient media. *Zasz. Rast.* 2: 7.
17. Briese D.T., 1996. Phylogeny: can it help us to understand host choice by biological weed control agents? *Proc. IX Int. Symp. Biol. Contr. Weeds, Stellenbosch South Africa*, 63-70.
18. Cameron P.J., Hill R.L., Bain J., Thomas W.P., 1993. Analysis of importations for biological control of insect pests and weeds in New Zealand. *Biocontr. Sci. Technol.* 3: 387-404.
19. Cates R.G.; Rhoades D.F., 1977. Patterns in the production of antiherbivore chemical defenses in plant communities. *Biochem. Syst. Ecol.* 5: 185-193.
20. Cavers P.B., Harper J.L., 1964. Biological flora of the British Isles, *Rumex obtusifolius* L. and *Rumex crispus* L. *Ecol.* 52: 737-766.
21. Chew F.S., Renwick J.A.A., 1995. Host plant choice in *Pieris* butterflies. *Chem. Ecol. Insects* 2: 214-240.
22. Clausen C.P., 1951. The time factor in biological control. *J. Econ. Entomol.* 44: 1-9.

23. Clements S.L., Cristofaro M., 1996. A review of open - field tests in host - specificity determination of insects for biological control of weeds. *Biocontr. Sci. Technol.*, 6.
24. Coble H.D., 1995. Rationalizing weed control options for the future. *Second Int. Weed Contr. Congr.*, Copenhagen 4: 1169-1174.
25. Coble H.D., 1996. Weed management tools and their impact on the agro - ecosystem. *Second Int. Weed Contr. Congr.*, Copenhagen 3: 1143-1146.
26. Courtney A.D., 1972. Docks in grasslands, their influence on herbage productivity. *Proc. 11th Br. Weed Contr. Conf.*, 315-322.
27. Craemer C., Nesor S., 1996. Eriophyoid mites (*Acari:Eriophyoidea*) as possible control agents of introduced plants in South Africa. *Proc. IX Int. Symp. Biol. Contr. Weeds*, Stellenbosch South Africa, 228.
28. Crawley M.J., 1986. The population biology of invaders. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B* 314: 711-731.
29. Crawley M.J., 1989. Plant life-history and the success of weed biological control projects. *Proc. VII Int. Symp. Biol. Contr. Weeds*, Rome Italy, 17-26.
30. Cullen J.M., 1989. Current problems in host - specificity screening. *Proc. VII Int. Symp. Biol. Contr. Weeds*, Rome, Italy, 27-36.
31. DeGregorio R.E., Ashley R.A., 1988. Observations on *Hypera rumicis* (L.), a weevil feeding on curly dock. *Proc. 42 nd Annu. Meet. Northeast. Weed Sci. Soc.*, 74.
32. DeGregorio R.E., Ashley R.A., Adams R.G., Streams F.A., Schaefer C.W., 1991. Biocontrol potential of *Hypera rumicis* (L.)(*Coleoptera:Curculionidae*) on curly dock (*Rumex crispus* L.). *J. Sust. Agric.* 2 (1): 7-24.
33. Dennill G.B.; Moran V.C., 1989. On insect - plant associations in agriculture and the selection of agents for weed biocontrol. *Ann. Appl. Biol.* 114: 157-166.
34. Ehler L.E., 1998. Invasion biology and biological control. *Biol. Contr.* 13: 127-133.
35. Einhellig F.A., Rasmussen J.A., 1972. Interplant influences of *Rumex crispus*. *Proc. S.D. Acad. Sci.* 51: 265-266.

36. El Kady E.A., Amin A., Habib S.A., Emam A.K., 1984. Feeding sites of six aphid species of genus *Aphis* L. on their host – plants in Egypt. Bull. Soc. Entomol. d’Egypte 63: 163-174.
37. Engel H, 1956. Beiträge zur Lebensweise des Ampferblattkäfers (*Gastrophysa viridula* Deg.). Z. ang. Ent. 38: 323-354.
38. Farmakopea Polska IV 2: 45-46.
39. Farmakopea Polska V 1: 96.
40. Field R.J.; Dastgheib F.; Plew J.N., 1996. Enhanced development of the principles and application of integrated weed management. Second Int. Weed Contr. Congr., Copenhagen 3: 1135-1140.
41. Freese G., 1995(a). Structural refuges in two stem – boring weevils on *Rumex crispus*. Ecol. Entomol. 20: 351-358.
42. Freese G., 1995(b). Refuges in stems of herbaceous plants, a case of *Rumex crispus* L. (*Polygonaceae*). Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Entomol. 10 (1-6): 457-460.
43. Futuyma D.J., Peterson S.C., 1985. Genetic variation in the use of resources by insects. Annu. Rev. Entomol. 30: 217-238.
44. Garcia – Baudin J.M., Santiago Alvarez C., 1978. Biological control of *Rumex obtusifolius* L. Preliminary considerations on the species *Gastroidea* (*Gastrophysa*) *unicolor* Marsham (*Coleoptera:Chrysomelidae*). An. Inst. Nac. Invest. Agrar., Ser.: Prot. Veg. 6: 127-139.
45. Gassmann A., 1995. Europe as a source of biological control agents of exotic invasive weeds: status and implications. Bull. Soc. Entomol. Suisse 68: 313-322.
46. Gassmann A., 1996. Classical biological control of weeds with insects: a case for emphasizing agent demography. Proc. IX Int. Symp. Biol. Contr. Weeds, Stellenbosch South Africa, 171-175.
47. Gassmann A., Schroeder D., 1995. The search for effective biological control agents in Europe: History and lessons from leafy spurge (*Euphorbia esula* L.) and cypress spurge (*Euphorbia cyparissias* L.). Biol. Contr. 5: 466-477.

48. Goeden R.D., 1983. Critique and revision of Harri's scoring system for selection of insects in biological control of weeds. *Prot. Ecol.* 5: 287-301.
49. Godfray H.C.J., 1986. Clutch size in a leaf – mining fly (*Pegomya nigritarsis*: *Anthomyiidae*). *Ecol. Entomol.* 11: 75-81.
50. Groves R.H., 1995. Biological control of weeds – past, present and future. *Proc. VIII Int. Symp. Biol. Contr. Weeds*, Lincoln University, Canterbury, 1-5.
51. Gursoy O.V., 1989. Arthropod and phytopathogen natural enemies of several weeds in Turkey. *Proc. VII Int. Symp. Biol. Contr. Weeds*, Rome, Italy, 609-611.
52. Hanczakowski P., 1988. Substancje antyżywniowe występujące w roślinach. *Wszechświat* 89 (6): 139-143.
53. Harris P., 1973. The selection of effective agents for the biological control of weeds. *Can. Entomol.* 105: 1495-1503.
54. Harris P., Zwolfer H., 1968. Screening of phytophagous insects for biological control of weeds. *Can. Entomol.* 100: 295-303.
55. Hatcher P.E., Paul N.D., Ayres P.G., Whittaker J.B., 1994(a). The effect of foliar disease (rust) on the development of *Gastrophysa viridula* (*Coleoptera:Chrysomelidae*). *Ecol. Entomol.* 19 (4): 349-360.
56. Hatcher P.E., Paul N.D., Ayres P.G., Whittaker J.B., 1994(b). Interactions between *Rumex spp.*, herbivores and rust fungus: *Gastrophysa viridula* grazing reduces subsequent infection by *Uromyces rumicis*. *Funct. Ecol.* 8 (2): 265-272.
57. Hatcher P.E., Paul N.D., Ayres P.G., Whittaker J.B., 1994(c). The effect of an insect herbivore and a rust fungus individually, and combined in sequence, on the growth of two *Rumex* species. *New Phytol.* 128: 71-78.
58. Hatcher P.E., Paul N.D., Ayres P.G., Whittaker J.B., 1995. Interactions between *Rumex spp.*, herbivores and rust fungus: the effect of *Uromyces rumicis* infection on leaf nutritional quality. *Funct. Ecol.* 9: 97-105.
59. Hegi G., 1957. *Illustrierte flora von mittel-Europa* 3 (1): 374.

60. Hering E.M., 1957. Bestimmungstabellen der Blattminen von Europa einschliesslich des Mittelmeerbeckens und der Kanarischen Inseln, Pflanzengattungen A-L, 1: 910-914.
61. Hokkanen H.M., Pimentel D., 1989. New associations in biological control: theory and practice. *Can. Entomol.* 121: 828-840.
62. Hopkins M.J.G., Whittaker J.B., 1980. Interactions between *Apion* species (*Coleoptera:Curculionidae*) and *Polygonaceae*. *Apion violaceum* Kirby and *Rumex obtusifolius* L. *Ecol. Entomol.* 5: 241-247.
63. Hopkins M.J.G., 1984. The parasite complex associated with stem – boring *Apion* (*Coleoptera:Curculionidae*) feeding on *Rumex* species (*Polygonaceae*). *Entomologist's Monthly Magazine* 120: 187-192.
64. Huffaker C.B., Messenger P.S., DeBach P., 1971. The natural enemy component in natural control and the theory of biological control. *Biol. Contr.*, (Ed. by C.B. Huffaker), 16-67.
65. Hurle K., 1996. Weed management impact on the abiotic environment in particular on water and air quality. *Second Int. Weed Contr. Congr.*, Copenhagen 3: 1153-1158.
66. Iglisch I., Gunkel W., 1970. On the biology and vector efficiency of 'black aphids' (species of the group of *Aphis fabae sensu lato*) (*Homoptera:Aphididae*). *Z. Angew. Zool.* 57 (1): 69-95.
67. Inman R.E., 1971. A preliminary evaluation of *Rumex* rust as a biological control agent for curly dock. *Phytopathology* 61: 102-107.
68. Isaacson D.L., Sharratt D.B., Coombs E.M., 1996. Biological control in the management and spread of invasive weed species. *Proc. IX Int. Symp. Biol. Contr. Weeds*, Stellenbosch South Africa, 27-31.
69. Jędruszczak M., 1998. Niektóre ekologiczne skutki ochrony przed chwastami. *Zagadnienia ochrony roślin w aspekcie rolnictwa integrowanego i ekologicznego*, Puławy, 78-84.
70. Jordan N.R.; Jannink J.L., 1996. Evolution in weed populations: when should it concern weed managers? *Second Int. Weed Contr. Congr.*, Copenhagen 1: 27-34.

71. Julien M.H., Kassulke R.C., Harley K.L.S., 1982. *Lixus cribricollis* (Coleoptera:Curculionidae) for biological control of the weeds *Emex spp.* and *Rumex crispus* in Australia. Entomophaga 27 (4): 439-446.
72. Julien M.H., Kerr J.D., Chan R.R., 1984. Biological control of weeds: an evaluation. Prot. Ecol. 7: 3-25.
73. Kismali S., Madanlar N., 1990. The role of *Chrysomelidae* (Coleoptera) species for the biological control of weeds and the status of the species in Izmir. Entomoloji Dernegi Yayinlari 4: 299-308.
74. Kjaer C., 1994. Sublethal effects of chlorosulfuron on black bindweed (*Polygonum convolvulus* L.). Weed Res. 34: 453-459.
75. Kjaer C., Elmegaard N., 1996. Effect of herbicide treatment on host plant quality for leaf – eating beetle. Pestic. Sci. 47: 319-325.
76. Kohout V., 1994. The weevil (*Apion miniatum* Germar) – a biological regulator of distribution of broad – leaved docks. Ochr. Rost. 30 (1): 79-81.
77. Kornaś J., 1970. Współczesne zmiany flory polskiej. Wszechświat 9: 229-234.
78. Kornaś J., Leśniowska I., Skrzywanek A., 1959. Obserwacje nad florą linii kolejowych i dworców towarowych w Krakowie. Fragm. Florist. Geobot. Ann. V 2: 199-216.
79. Kovalev O.V., 1994. A universal model of the biosphere evolution and the consciousness evolution. Entomol. Obozr. 73: 753-776.
80. Kovalev O.V., 1995a. Co – evolution of the tamarisks (*Tamaricaceae*) and pest arthropods (*Insecta; Arachnidae: Acarina*), with special reference to biological control prospects. Proceedings of the Zoological Institute Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, 259.
81. Kovalev O.V., Zaitzev V.F., 1996. A new theoretical approach to the selection of promising agents for biological weed control. Proc. IX Int. Symp. Biol. Contr. Weeds, Stellenbosch South Africa, 283-285.
82. Krischik V.A.; Goth R.W.; Barbosa P., 1991. Generalized plant defense: effects on multiple species. Oecologia 85: 562-571.

83. Kropff M.J., 1996. Weed population dynamics. Second Int. Weed Congr. Congr., Copenhagen 1: 3-14.
84. Labrada R., 1996. The importance of biological control for the reduction of the incidence of major weeds in developing countries. Proc. IX Int. Symp. Biol. Contr. Weeds, Stellenbosch South Africa, 287-290.
85. Laing J.E., Hamai J., 1976. Biological control of insects pests and weeds by imported parasites, predators and pathogens. Theory and Practice of Biological Control, (Ed. by C.B. Huffaker and P.S. Messenger), 685-743.
86. Latowski K., 1993. Study of the synanthropic flora of the Balkan peninsula. Wiad. Bot. 37 (3-4): 71-72.
87. Lawton J.H., 1985. Ecological theory and choice of biological control agents. Proc. VI Int. Symp. Biol. Contr. Weeds, Vancouver, Canada, Agriculture Canada, Ottawa, 12-26.
88. Lerenius C., Jansson J., 1995. Leaf weevils damage grassland on light soils. Vaxtskyddsnotiser 59 (1): 1-5.
89. Lonsdale W.M., 1996. Plant population processes and weed control. Proc. IX Int. Symp. Biol. Contr. Weeds, Stellenbosch South Africa, 33-37.
90. Lourenco A., Ilharco F.A., 1982. Analysis of catches of aphids in Moericke traps in a bean field at *Oeiras (Homoptera:Aphidoidea)*. Agron. Lusit. 41 (3-4): 295-312.
91. Maceljski M., Igrc J., 1990. The phytophagous insect fauna of *Ambrosia artemisiifolia*. Proc. VIII Int. Symp. Biol. Contr. Weeds, Lincoln University, Canterbury, 639-643.
92. Maini S., Burgio G., 1990. Biological control of *Ostrinia nubilalis* (Hb.) (*Lepidoptera:Pyralidae*) on protected pepper. Bollettino dell'Istituto di Entomologia 'Guido Grandi' della Universita degli Studi di Bologna 44: 23-36.
93. Majewski T., 1977. Flora Polska. Rośliny zarodnikowe Polski i ziem ościennych. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa – Kraków 9: 159-170.



94. Mangelsdorf P.C., 1966. Genetic potentials for increasing yields of food crops and animals. Prospects of the World Food Supply. Symp. Proc. (Ed. By J.G. Harrar), 66-71, Nat. Acad. Sci., Washington, DC.
95. Markin G.P., Gardner D.E., 1993. Status of biological control in vegetation management in forestry. Can. J. For. Res. 23: 2023-2031.
96. Marocchi G., 1989. New Problems in weed control in Italy. Proc. VII Int. Symp. Biol. Contr. Weeds, Rome Italy, 633-637.
97. Marocchi G., 1994. A useful insect for weed control. Vita in Campagna 12 (6): 50.
98. Meyers J.H., Risley C.E.R., 1989. The ability of plants to compensate for insect attack: why biological control of weeds with insects is so difficult. Proc. VII Int. Symp. Biol. Contr. Weeds, 67-73.
99. Milne A., 1984. Fluctuation and natural control of animal population as exemplified in the garden chafer *Phyllopertha horticola*. Proc. R. Soc. Edinb. Sec. B (Bio/Sci) 82: 145-199.
100. Miyazaki M., Naito A., 1981. Studies on the biological control of *Rumex obtusifolius* L., a grassland weed, by *Gastrophysa atrocyanea* Mots. (Coleoptera:Chrysomelidae). Bulletin of the National Grassland Research Institute 20: 103-111.
101. Moran V.C., Zimmermann H.G., 1984. The biological control of cactus weeds: achievements and prospect. Biocontr. News Inform. 5: 297-320.
102. Mortimer A.M., 1987. The population ecology of weeds - implications for integrated weed management, forecasting and conservation. Br. Crop Prot. Conf. – Weeds, 935-944.
103. Moss S.R.; Rubin B., 1993. Herbicide - resistant weeds: a worldwide perspective. J. Agric. Sci. 120: 141-148.
104. Müller P.F., 1976. Mszyce – szkodniki roślin. Klucze do oznaczania bezkręgowców Polski. Państwowe Wydawnictwo Naukowe 2: 79-83.
105. Nichols S.W., 1989. The Torre-Bueno glossary of entomology. The New York Entomol. Soc.

106. Norris R.F., 1996. Weed population dynamics: seed production. Second Int. Weed Contr. Congr., Copenhagen 1: 15-20.
107. Nowacki J., 1996. Klucze do oznaczania owadów Polski, 27 (53c): 15-17.
108. Nowinski M., 1959. Chwasty łąk i pastwisk. Warszawa, 132.
109. Oswald A.K., Haggard R.J., 1976. The effect of asulam on two *Lolium perenne* swards containing *Rumex obtusifolius*. Weed Res. 13: 224-230.
110. Paspatis E.A., 1987. Chemical, cultural and biological control of *Oxalis pes-caprae* in vineyards in Greece. Proceedings of a meeting of the EC Experts Group, Dublin, 1985, 27-29.
111. Pawłowski B., 1921. Rodzina *Polygonaceae*. Flora Polska 2, Kraków AU, 62-93.
112. Perju T., 1989. Biological control of weeds in Romania. Proc. VII Int. Symp. Biol. Contr. Weeds, Rome, Italy, 659-661.
113. Pimentel D., 1986a. Population dynamics and the importance of evolution in successful biological control. In: Biological Plant Health Protection, Fortschr. Zool. 32 (Ed. by J.M. Franz), 3-18.
114. Pimentel D., 1988. Herbivore population feeding pressure on plant host: feedback evolution and host conservation. Oikos 53: 289-302.
115. Pimentel D., 1991. Diversification of biological control strategies in agriculture. Crop Protection 10: 243-253.
116. Pruszyński S., 1998. Tendencje i niechemiczne metody w ochronie roślin. Zagadnienia ochrony roślin w aspekcie rolnictwa integrowanego i ekologicznego, Puławy, 7-15.
117. Rakhimberdyeva N.A., Shodiev A., 1989. The knotweed leafbeetle (*Alticinae*, *Chrysomelidae*) - phytophage of knotgrass. Uzb. Biol. Zh. 1: 43-44.
118. Rechinger K.H., 1984. *Rumex* (*Polygonaceae*) in Australia: a reconsideration. Nuytsia 5 (1): 75-122.
119. Renner K., 1969. Zur Fortpflanzungsbiologie und Embryonalentwicklung von *Gastroidea viridula* Deg. (*Col.*, *Chrysomelidae*). Zool. Anz., i. Druck, 143-145.

120. Rees M., Brown V.K., 1992. Interactions between invertebrate herbivores and plant competition. *J. Ecol.* 80: 353-360.
121. Robinson T., 1974. Metabolism and function of alkaloids in plants. *Science* 184: 430-435.
122. Rojecka N., 1960. Stosunki florystyczne na Kępie Bazarowej pod Toruniem. *Rocz. Nauk Roln.* 80 (A-3): 409-446.
123. Rosenthal G.A.; Berenbaum M.R., 1991. HERBIVORES Their interactions with secondary plant metabolites. Second edition, 1. The Chemical Participants, pp. 468.
124. Rougon C., Roques A., Rougon D., Levieux J., 1995. Impact of insects on the regeneration potential of oaks in France. Action of phyllophagous *Curculionidae (Coleoptera)* on female flowers prior to fecundation. *J. Appl. Entomol.* 119 (7): 455-463.
125. Savory B.M., Soper D., 1970. Factors affecting the control of docks with asulam. *Proc. 10 th Br. Weed Contr. Conf.* 1: 358-365.
126. Schroeder D., 1992. Biological control of weeds: a review of principles and trends. *Pesq. agropec. bras., Brasilia* 27: 191-212.
127. Schubiger F.X., Defago G., Kern H., Sedlar L., 1986. Damage to *Rumex crispus* L. and *Rumex obtusifolius* L. caused by rust fungus *Uromyces rumicis* (Schum.) Wint. *Weed Research* 26: 347-350.
128. Scott J.K., Madin R.W., 1984. Biological control of weeds programs for Western Australia. *Proc. 7 th Aust. Weeds Conf.* 1: 105-108.
129. Scott J.K., Shivas R.G., 1990. Potential biological control agents for *Emex spp.* *Proc. 9 th Aust. Weeds Conf.*, 480-483.
130. Scott J.K., Sagliocco J.L., 1991(a). Host – specificity of a root borer, *Bembecia chrysidiformis (Lepidoptera:Sesiidae)*, a potential control agent for *Rumex spp. (Polygonaceae)* in Australia. *Entomophaga* 36 (2): 235-244.
131. Scott J.K., Sagliocco J.L., 1991(b). *Chamaesphecia doryliformis (Lep.:Sesiidae)*, a second root borer for the control of *Rumex spp. (Polygonaceae)* in Australia. *Entomophaga* 36 (2): 245-251.

132. Shaw W.C., 1982. Integrated weed management systems technology for pest management. *Weed Sci.* 30: 2-12.
133. Shepherd R.C.H., 1989. Problems which arise with host - specificity testing of insects. *Proc. VII Int. Symp. Biol. Contr. Weeds, Rome Italy*, 85-92.
134. Sheppard A.W., Briese D.T., Michalakis Y., 1995. Host choice in the field in the genus *Larinus* (*Coleoptera:Curculionidae*) attacking *Onopordum* and *Cynara* (*Asteraceae*).*Proc. VIII Int. Symp. Biol. Contr. Weeds, Lincoln University, Canterbury*, 605-614.
135. Smith R.W., Whittaker J.B., 1980. Factors affecting *Gastrophysa viridula* populations (*Coleoptera:Chrysomelidae*) in different habitats. *J. Anim. Ecol.* 49: 537-548.
136. Smreczyński S., 1965. Klucze do oznaczania owadów Polski. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 19 (98a): 13-36.
137. Smreczyński S., 1966. Klucze do oznaczania owadów Polski. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 19 (98b): 50-54.
138. Smreczyński S., 1968. Klucze do oznaczania owadów Polski. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 19 (98c): 80-82.
139. Smreczyński S., 1974. Klucze do oznaczania owadów Polski. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 19 (98e): 41-44.
140. Sotherton N.W., 1982. Observation on biology and ecology of the chrysomelid beetle *Gastrophysa polygoni* in cereal fields. *Ecol. Entomol.* 7: 197-206.
141. Sowa R., 1962. Niektóre nowe i rzadsze rośliny synantropijne na terenie Łodzi. *Zesz. Nauk. Uniw. Łódzkiego, Nauki Mat. – Przyr.* 2 (13): 59-81.
142. Speight R.I., Whittaker J.B., 1987. Interactions between the chrysomelid beetle *Gastrophysa viridula*, the weed *Rumex obtusifolius* and herbicide asulam. *J. Appl. Ecol.* 24: 119-129.
143. Spencer N.R., 1980. Exploration for biotic agents for the control of *Rumex crispus*. *Proc. Int. Symp. Biol. Contr. Weeds, Brisbane, Australia 1980*, 125-151.

144. Stamp N.E.; Skrobola C.M, 1993. Failure to avoid rutin diets results in altered food utilization and reduced growth rate of *Manducta sexta* larvae. Entomol. exp. appl. 68: 127-142.
145. Swanton C.J. i inni, 1993. Crop losses due to weeds in Canada. Weed Technol. 7: 537-542.
146. Szentesi A., Jeremy T., 1990. The role of experience in host plant choice by phytophagous insects. Insect - plant interactions 2: 39-72.
147. Taliew W.I., 1941. Opriedelitel wvyszzych rastenij ewropejskoj czastji ZSRR. Naukowa dumka, 228.
148. Trzcińska – Tacik H., 1963. *Rumex confertus* Willd. w Polsce. Fragm. Florist. Geobot., Ann. IX, Pars 1: 73-84.
149. Urbański J., 1957. Krajowe ślimaki i małże. Klucz do oznaczania wszystkich gatunków dotąd w Polsce wykrytych. Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa, 109-112.
150. Valta A., 1973. *Rumex confertus* Willd. + *Rumex obtusifolius* L. and *Rumex crispus* L. + *Rumex obtusifolius* L. found in Finland. Ann. Bot. Fennici 10: 68-69.
151. Wapshere A.J., 1974. A strategy for evaluating the safety of organisms for biological weed control. Ann. Appl. Biol. 77: 201-211.
152. Wapshere A.J., 1985. Effectiveness of biological control agents for weeds: present quandries. Agric. Ecos. Environ. 13: 261-280.
153. Warchałowski A., 1973. Klucze do oznaczania owadów Polski. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 19 (94b): 39-40.
154. Watson A.K., 1986b. Host specificity of plant pathogens in biological weed control. Proc. VI Int. Symp. Biol. Contr. Weeds, Vancouver, British Columbia, Canada, 577-586.
155. Watson A.K., Wymore L.A., 1989. Biological control, a component of integrated weed management. Proc. VII Int. Symp. Biol. Contr. Weeds, Rome Italy, 101-106.
156. Weidemann G.J., TeBeest D.O., 1990. Biology of host range testing for biological control of weeds. Weed Technol. 4: 465-470.

157. Wenda – Piesik A., Piesik D., 1997. Biologiczna walka z chwastami. *Nowoczesne Rolnictwo*, 39.
158. Whittaker J.B., Ellistone J., Patrick C.K., 1979. The dynamics of a chrysomelid beetle, *Gastrophysa viridula*, in a hazardous natural habitat. *J. Anim. Ecol.* 48 (3): 973-986.
159. Whittaker J.B., 1992. Green plants and plant – feeding insects. *J. Biol. Educ.* 26: 257-262.
160. Whittaker J.B., 1994. Physiological responses of leaves of *Rumex obtusifolius* to damage by a leaf miner. *Funct. Ecol.* 8: 627-630.
161. Wiktor A., 1996. Ślimaki (*Gastropoda*). Diagnostyka szkodników roślin i ich wrogów naturalnych. Praca zbiorowa pod redakcją J. Boczka, Wydawnictwo SGGW, Warszawa II.
162. Willis A.J., Ash J.E., 1996. Combinations of stress and herbivory by a biological control mite on the growth of target and non – target native species of *Hypericum* in Australia. *Proc. IX Int. Symp. Biol. Contr. Weeds, Stellenbosch South Africa*, 93-100.
163. Wysocki M., 1996. Problems and trends of agricultural entomology at the end of the 2nd Millenium, *Proc. XX Int. Congr. Entomol., Florence: XXXIX-XLIV*.
164. Zemlinskij S.E., 1958. Szczawiel konskij – *Rumex confertus* Willd. *Lek. Rast. ZSRR*, 553-554.
165. Zimdahl R.L., 1994. Who are you and where are you going? *Weed Technol.* 8: 388-391.
166. Zimmermann K., Topp W., 1991. Colonization of insects on introduced plants of the genus *Reynoutria* (*Polygonaceae*) in Central Europe. *Zool. Jahrb. Abt. Syst. Oekol. Geogr. Tiere* 118 (3-4): 377-390.
167. Zwerger P., 1996. Integrated weed management in developed nations. *Second Int. Weed Contr. Congr., Copenhagen* 3: 933-942.
168. Zwölfer H., 1973. Possibilities and limitations in biological control of weeds. *OEPP/EPPO* 3: 19-30.

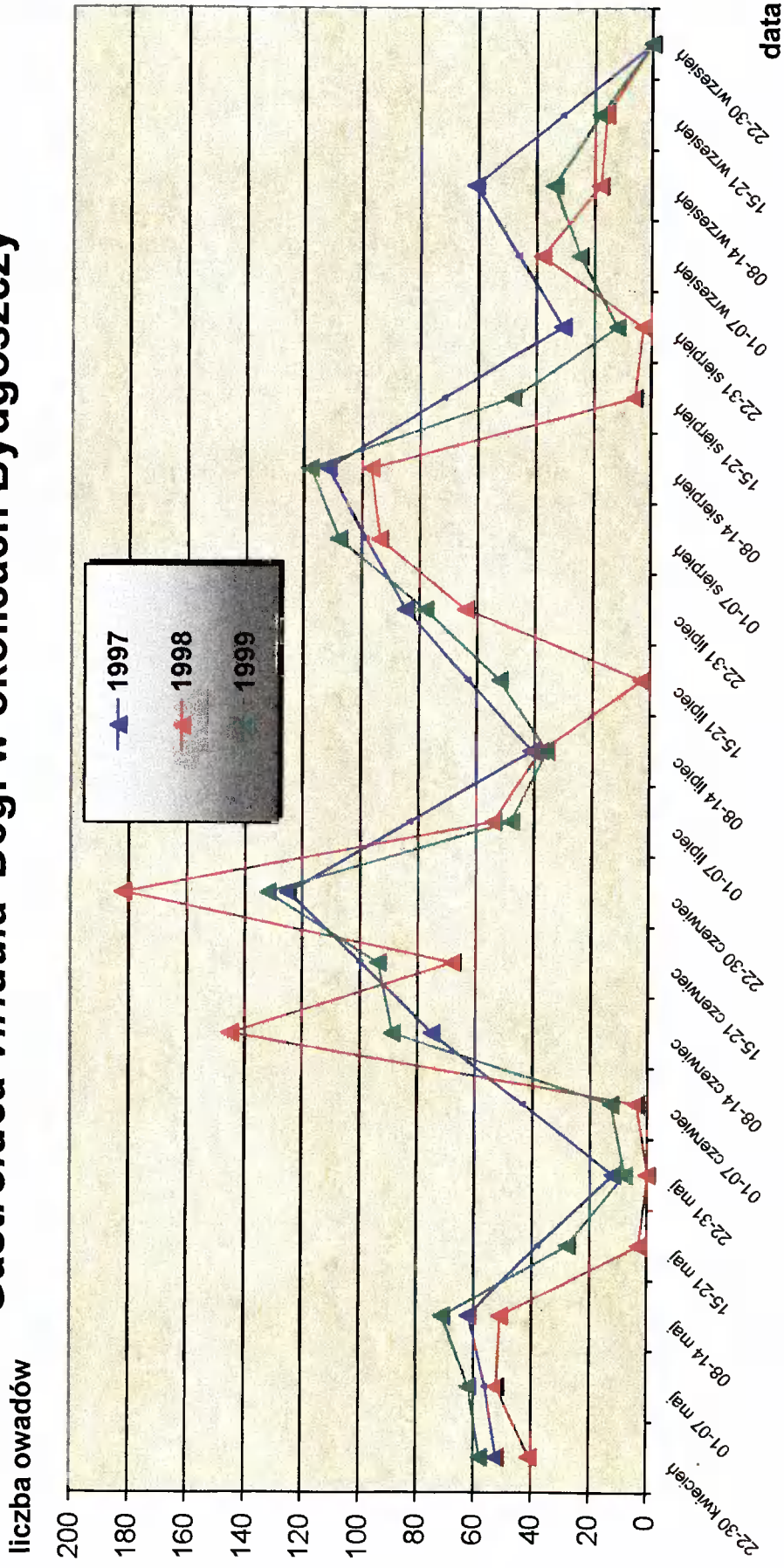
169. Zwölfer H. i inni, 1976. Foreign exploration and importation of natural enemies. *Theory and Practice of Biological Control*, (Ed. by C.B. Huffaker and P.S. Messenger), 198-207.
170. Żukowski W., 1960. Nowe stanowiska roślin synantropijnych ze szczególnym uwzględnieniem Polski północno – zachodniej. *Fragm. Florist. Geobot., Ann. VI, Pars 4*: 481-488.

## **8. RYSUNKI I TABELE**



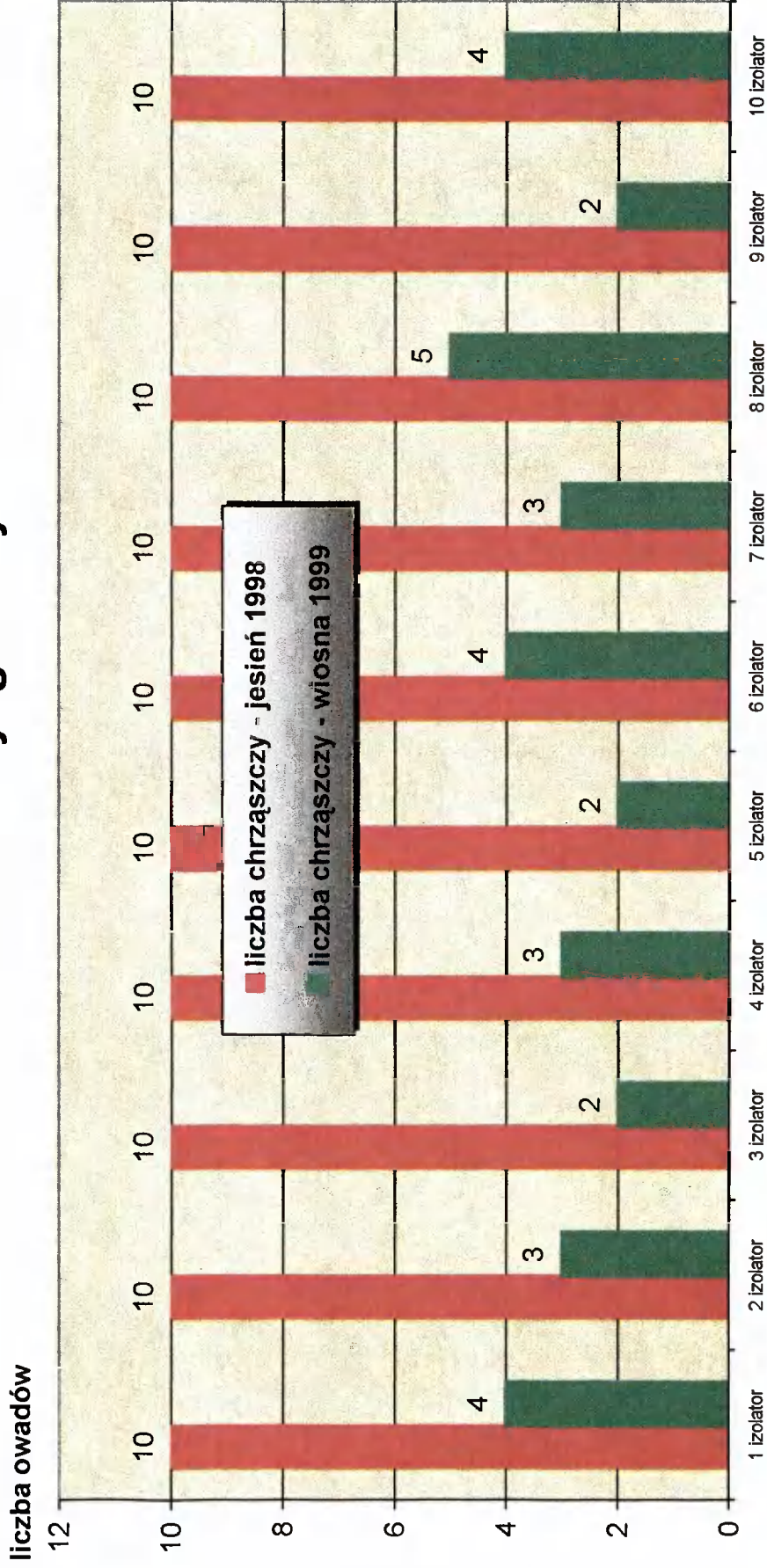
Rys. 1

# Dynamika populacji imagines *Gastroidea viridula* Deg. w okolicach Bydgoszczy



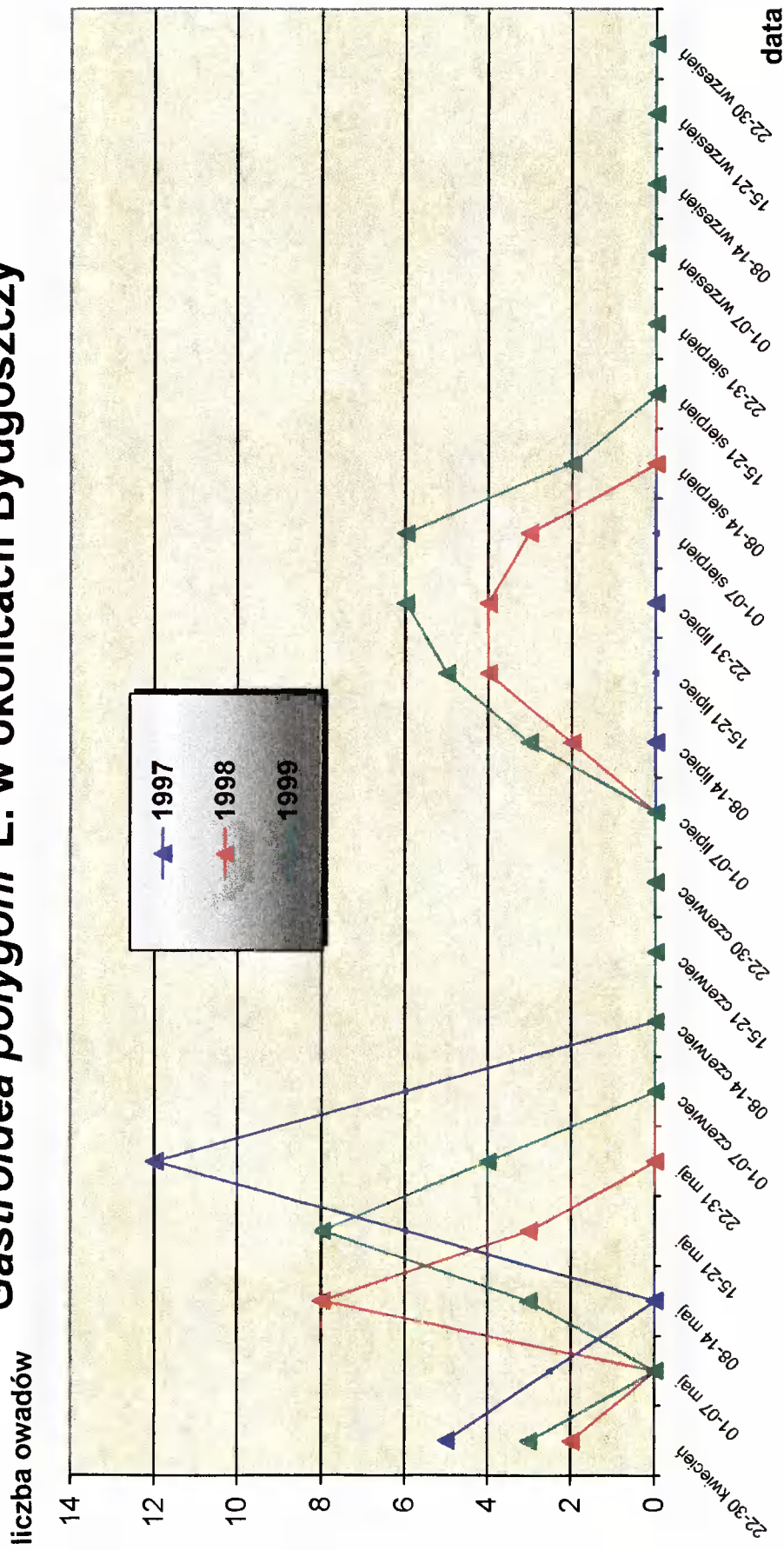
Rys. 2

# Zimowanie *Gastroidea viridula* Deg. w okolicach Bydgoszczy



Rys. 3

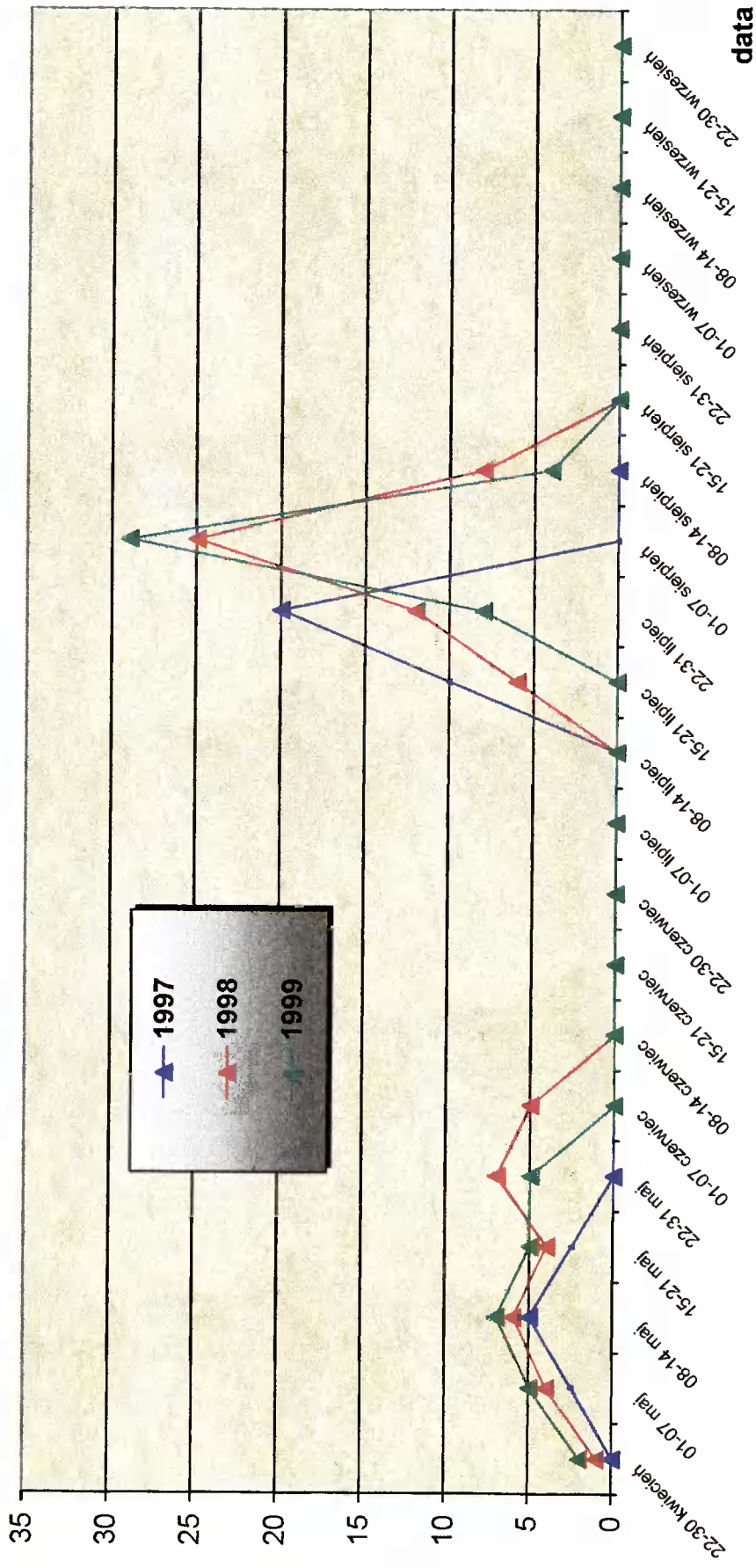
# Dynamika populacji imagines *Gastroidea polygoni* L. w okolicach Bydgoszczy



Rys. 4

# Dynamika populacji imagines *Hypera rumicis* L. w okolicach Bydgoszczy

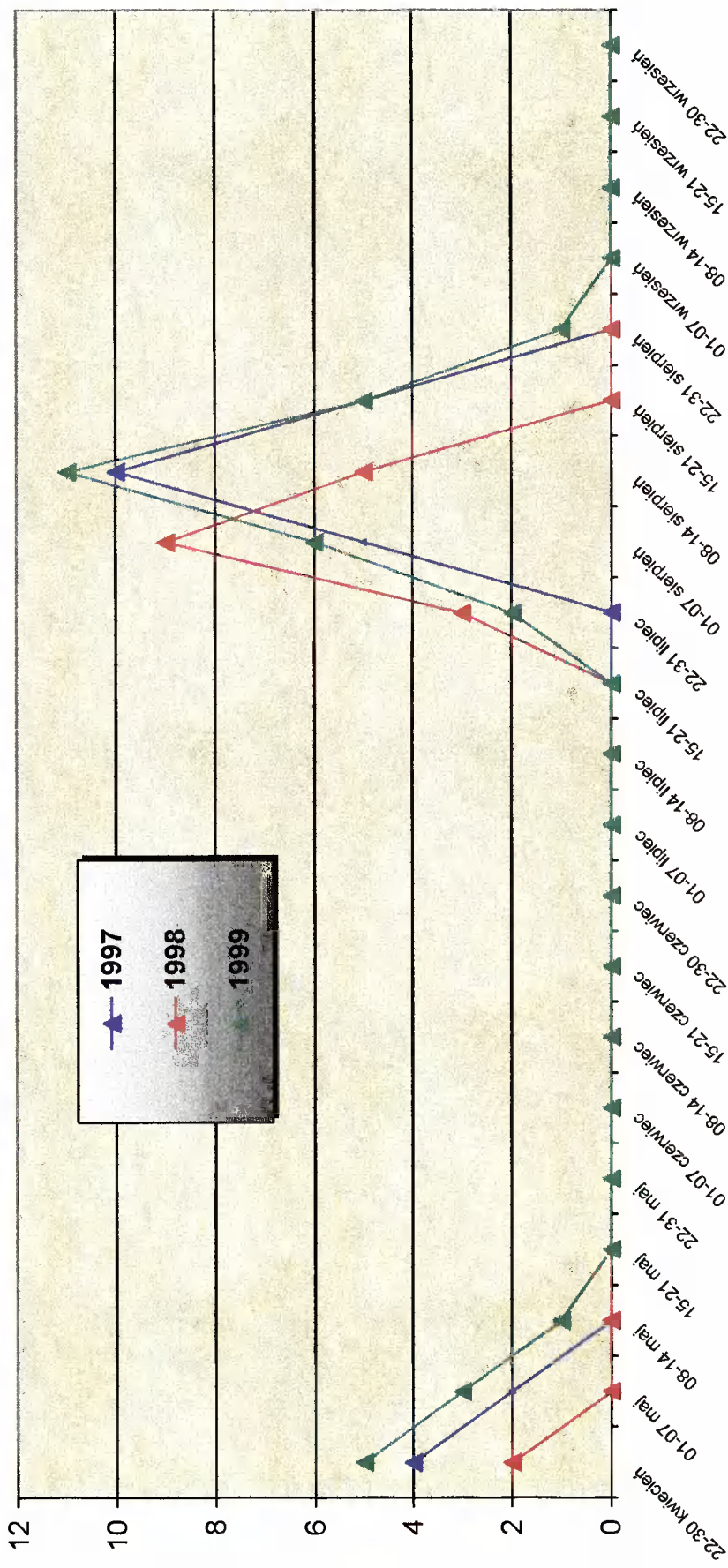
liczba owadów



Rys. 5

# Dynamika populacji imagines *Apion miniatum* Germ. w okolicach Bydgoszczy

liczba owadów

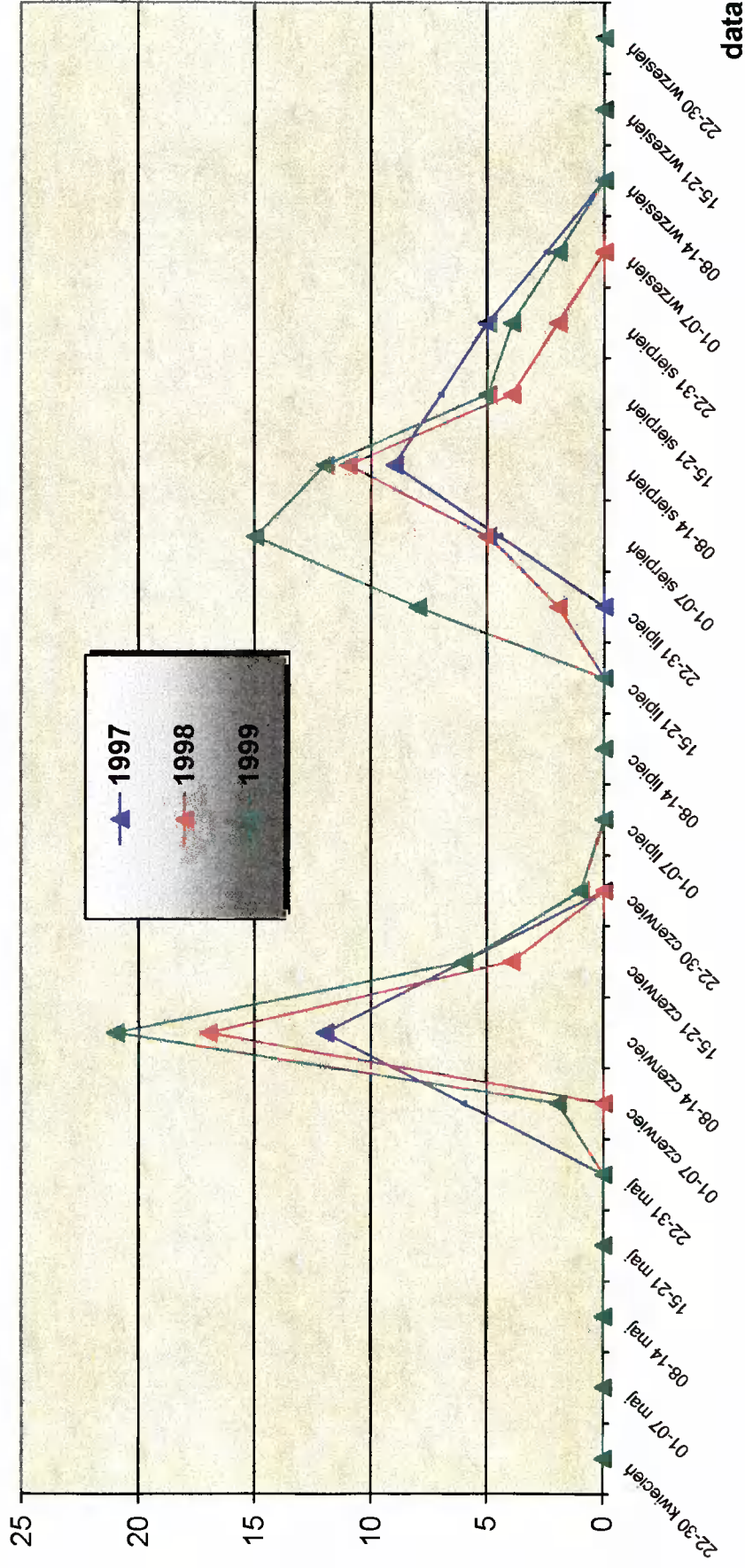


data

Rys. 6

# Dynamika populacji gąsienic *Mamestra dissimilis* Knoch. w okolicach Bydgoszczy

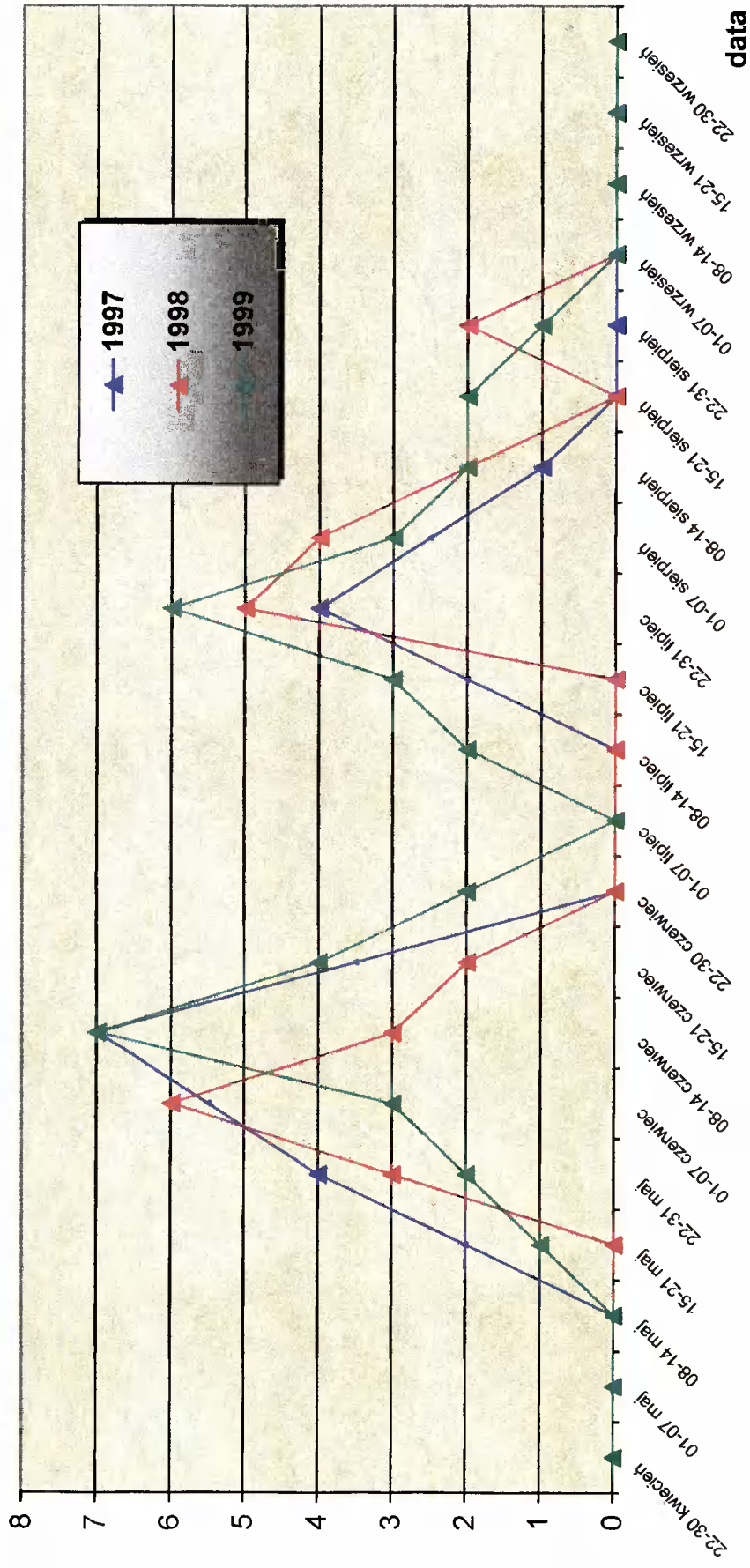
liczba owadów



Rys. 7

# Dynamika populacji imagines *Pegomya nigratarsis* Ztt. w okolicach Bydgoszczy

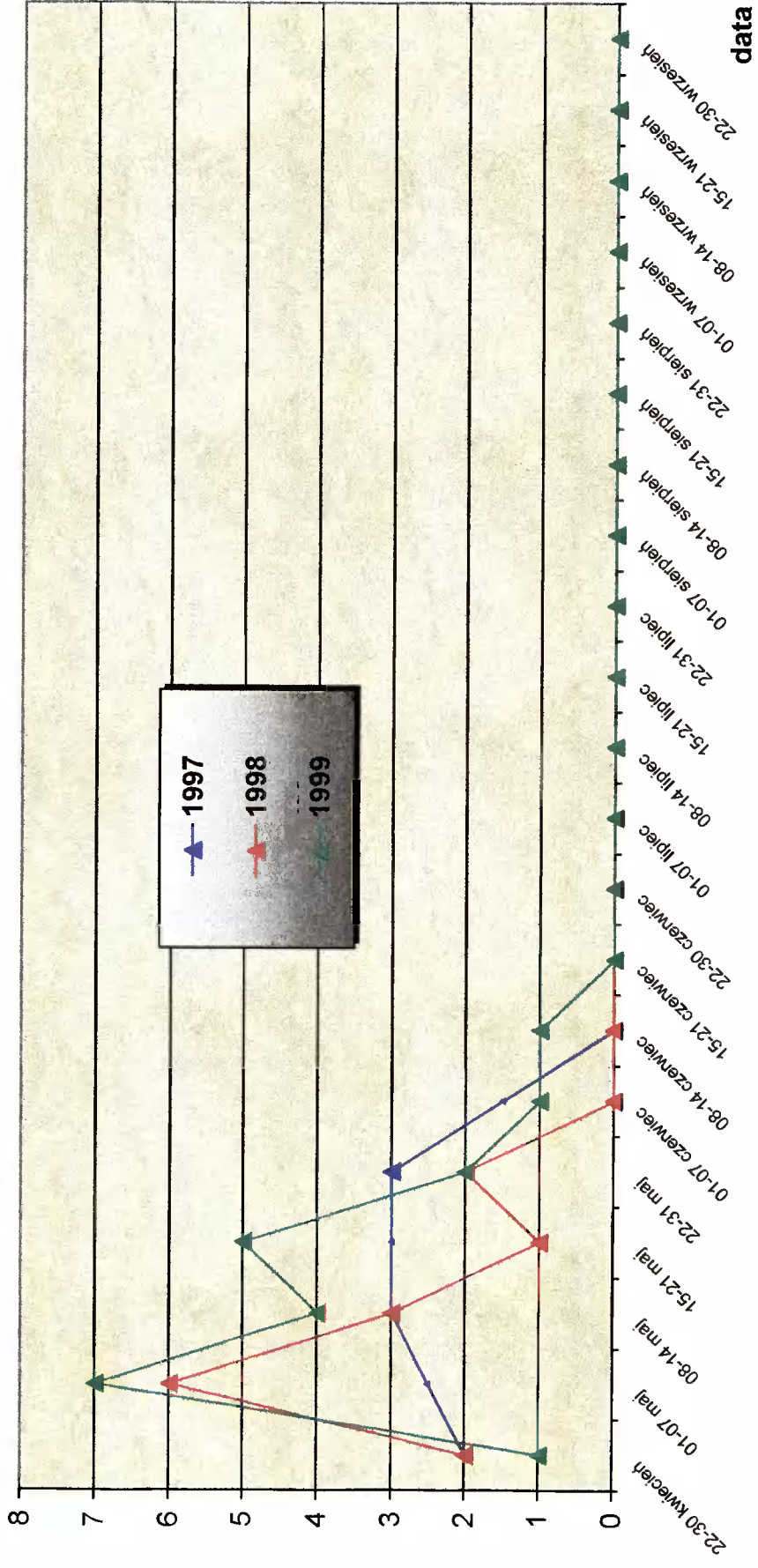
liczba owadów



Rys. 8

# Dynamika populacji imagines *Rhinoncus pericarpus* L. w okolicach Bydgoszczy

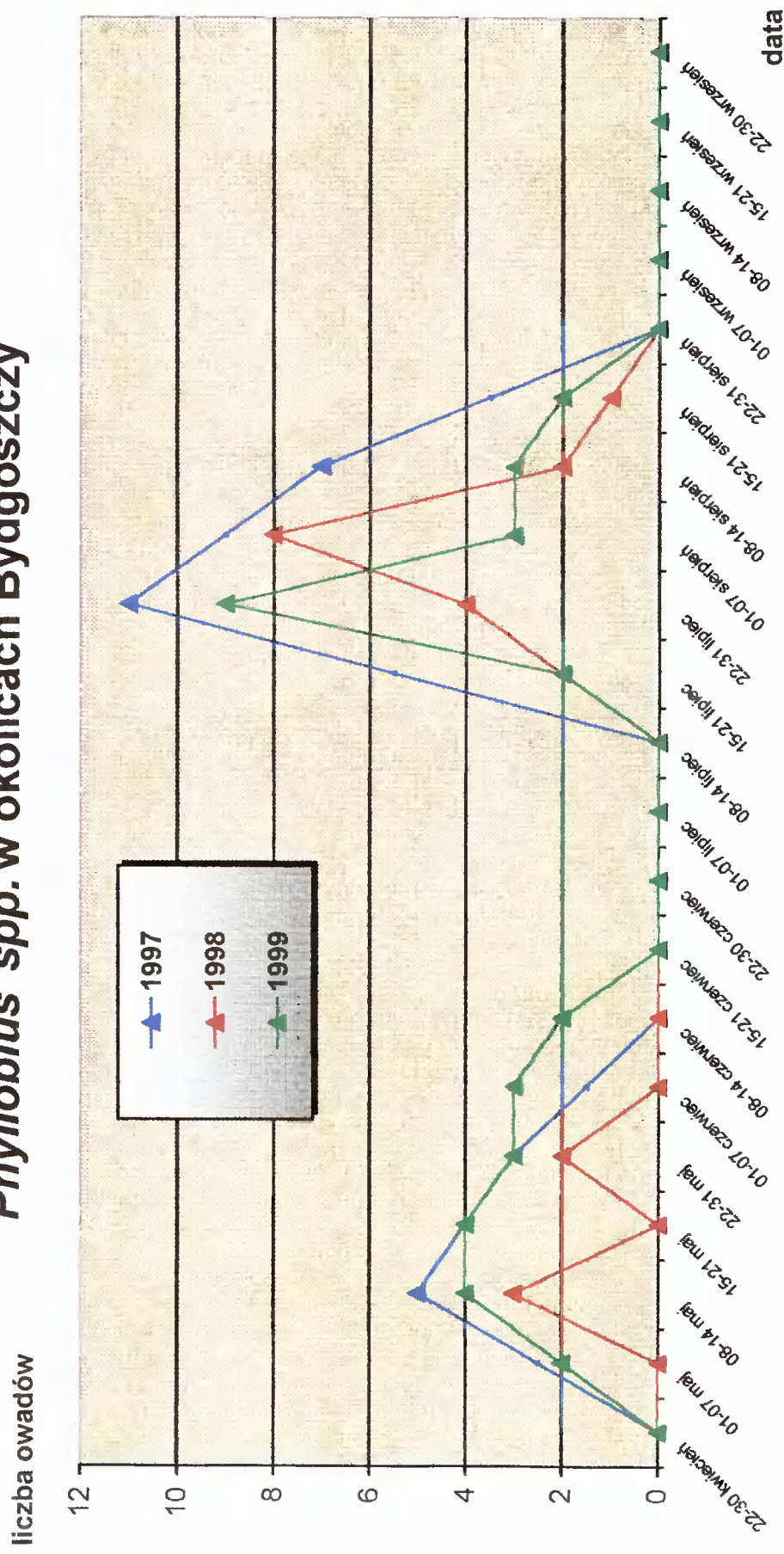
liczba owadów





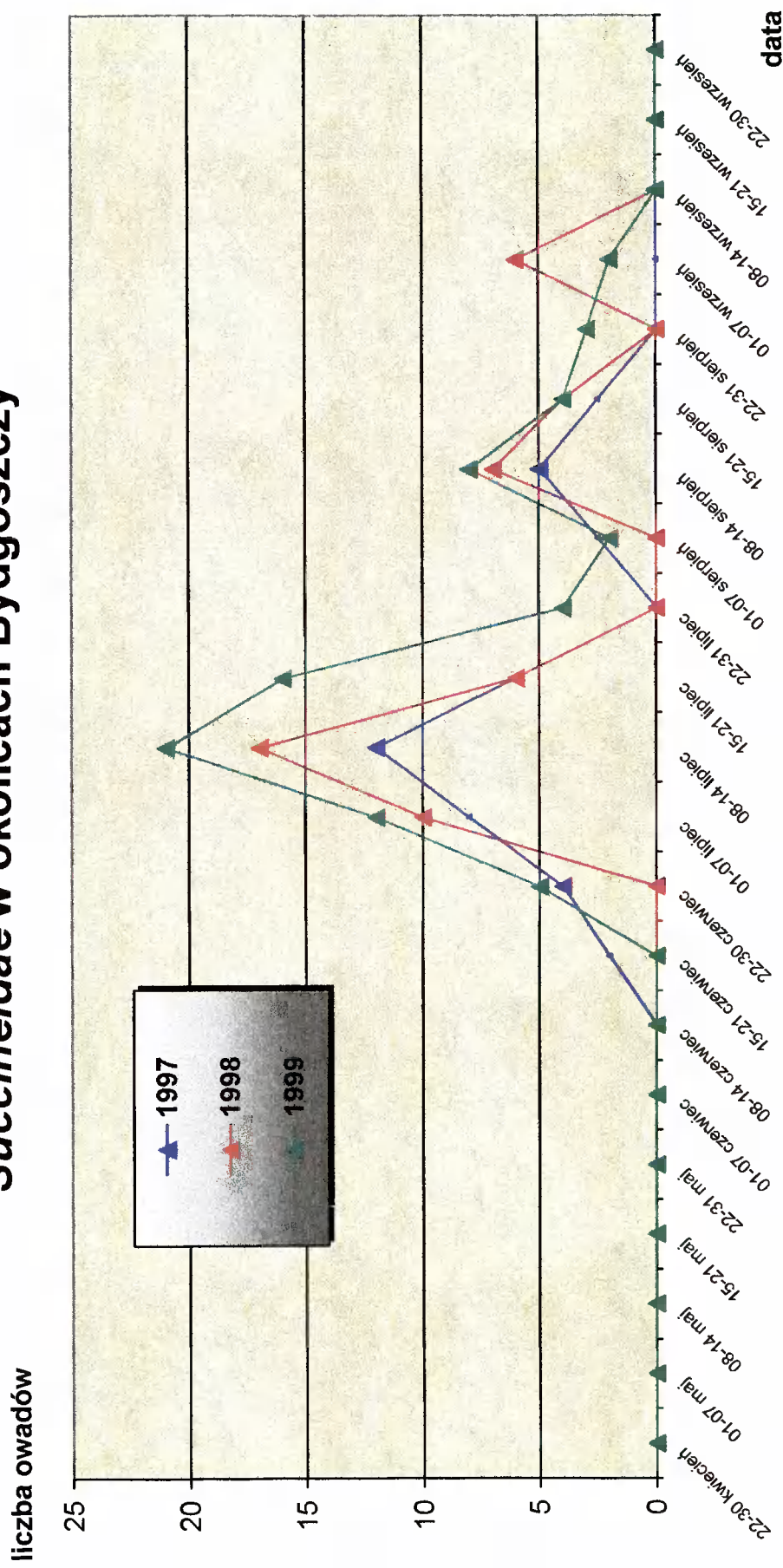
Rys. 9

# Dynamika populacji imagines *Phyllobius* spp. w okolicach Bydgoszczy



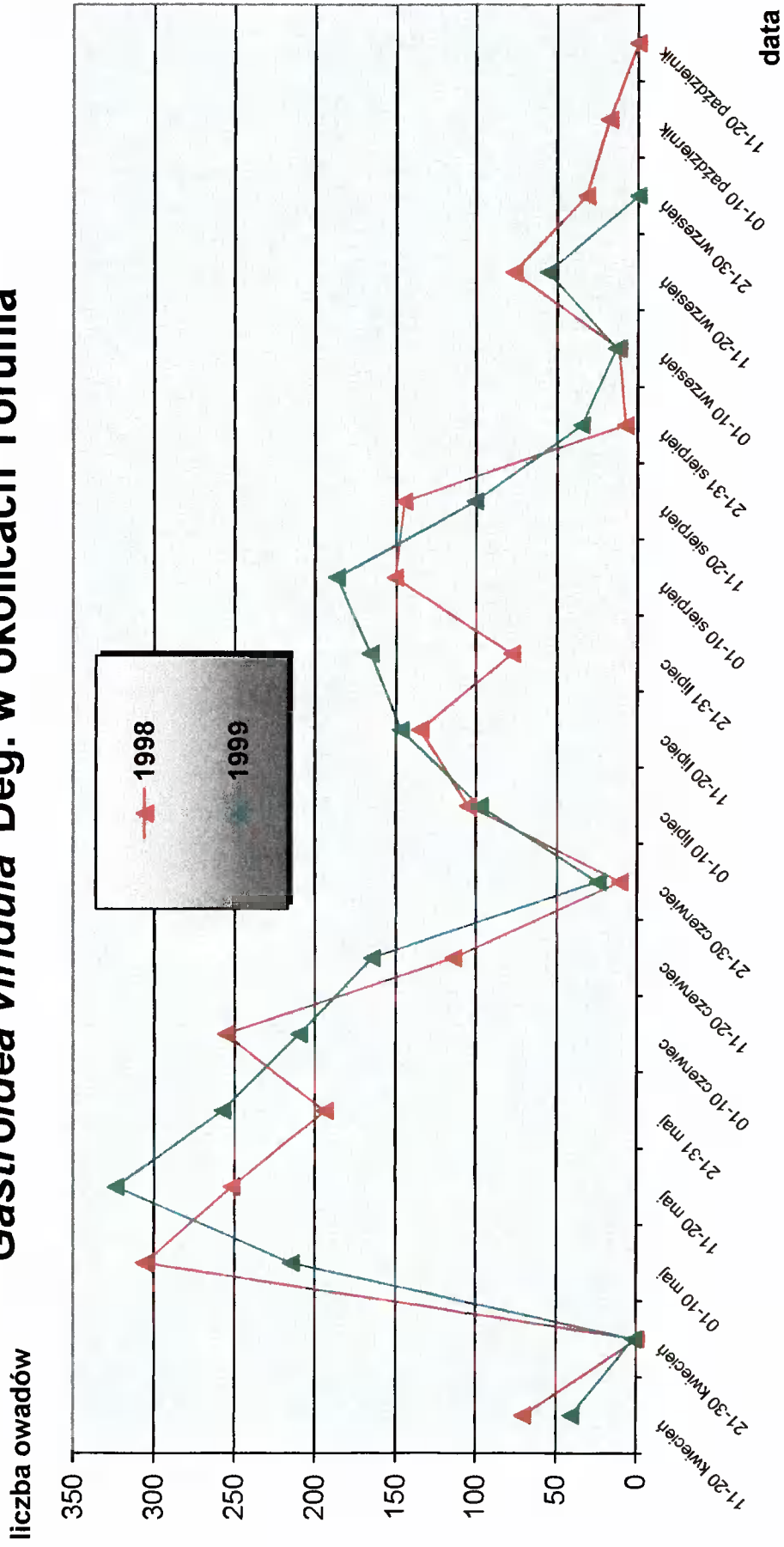
Rys. 10

# Dynamika populacji ślimaków z rodziny Succineidae w okolicach Bydgoszczy



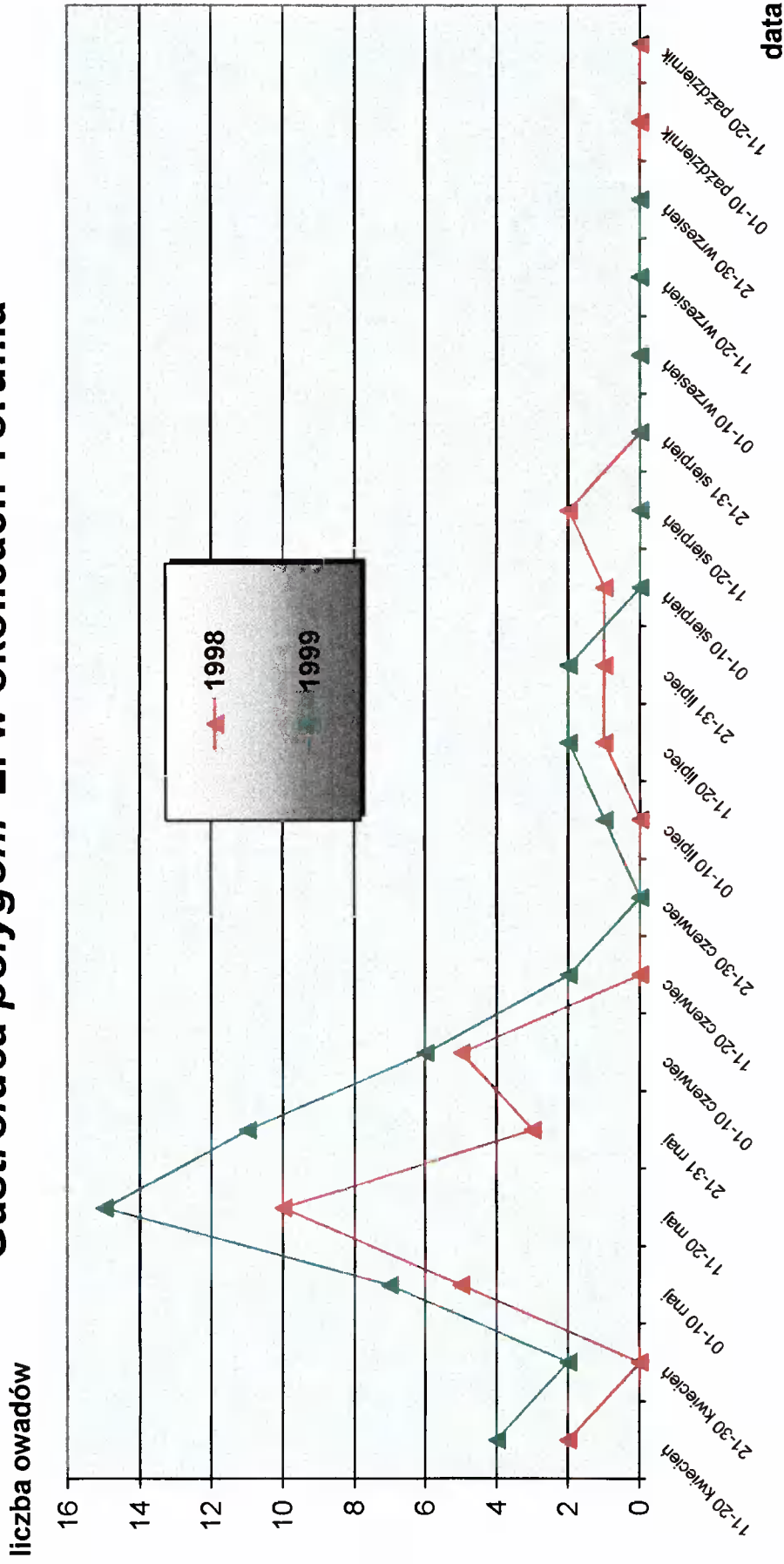
Rys. 11

# Dynamika populacji imagines *Gastroidea viridula* Deg. w okolicach Torunia



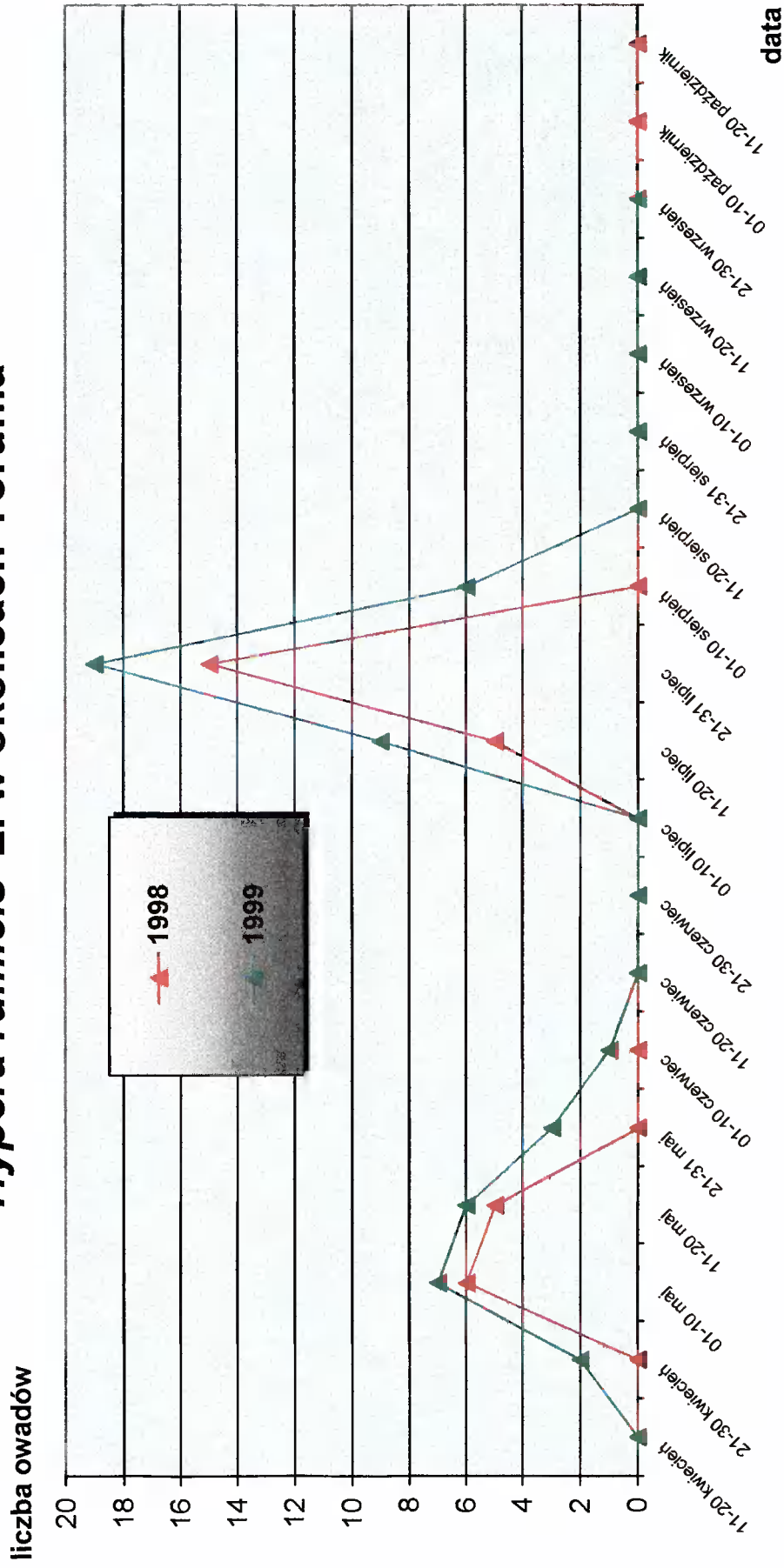
Rys. 12

# Dynamika populacji imagines *Gastroidea polygona* L. w okolicach Torunia



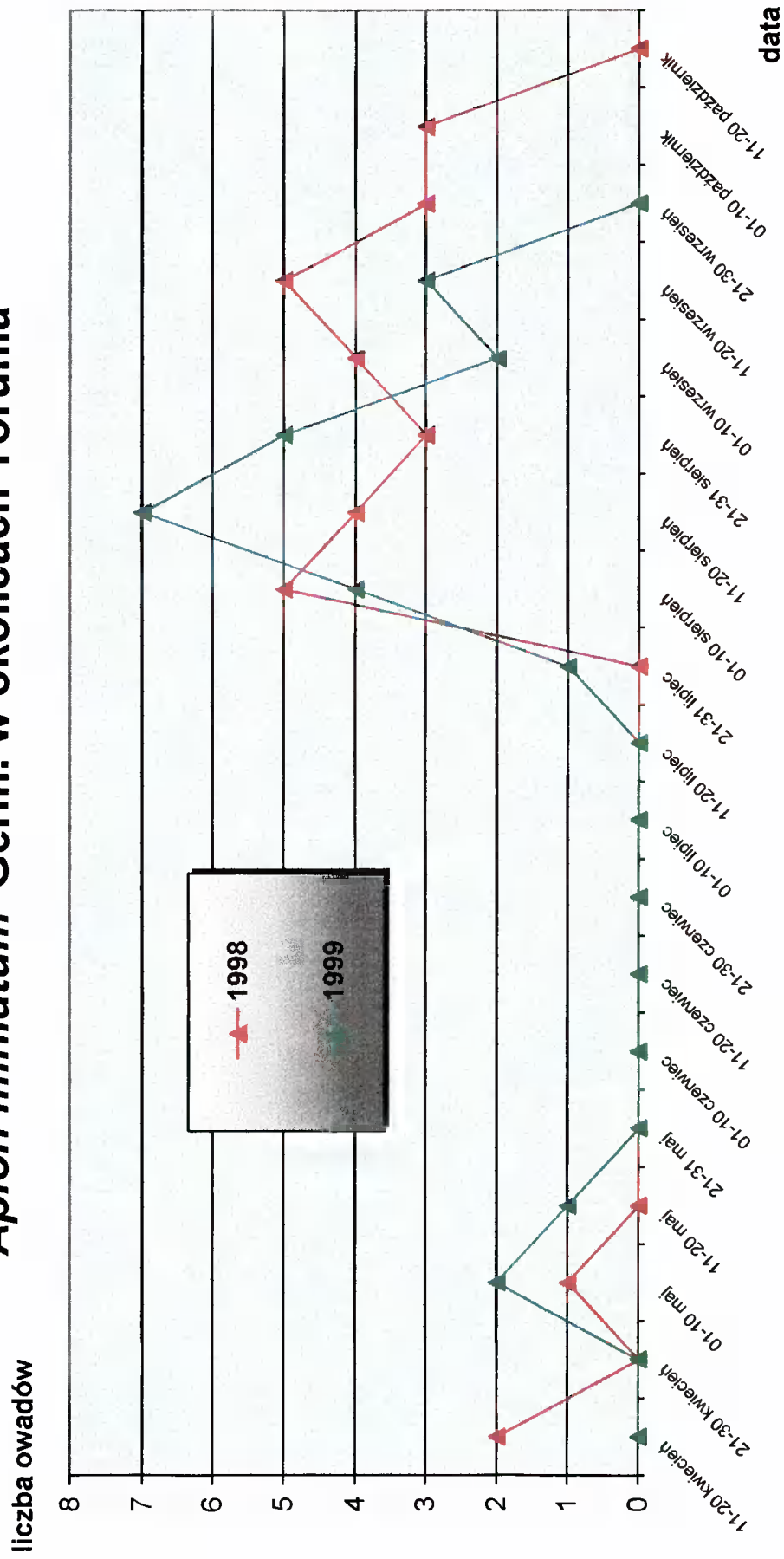
Rys. 13

# Dynamika populacji imagines *Hypera rumicis* L. w okolicach Torunia



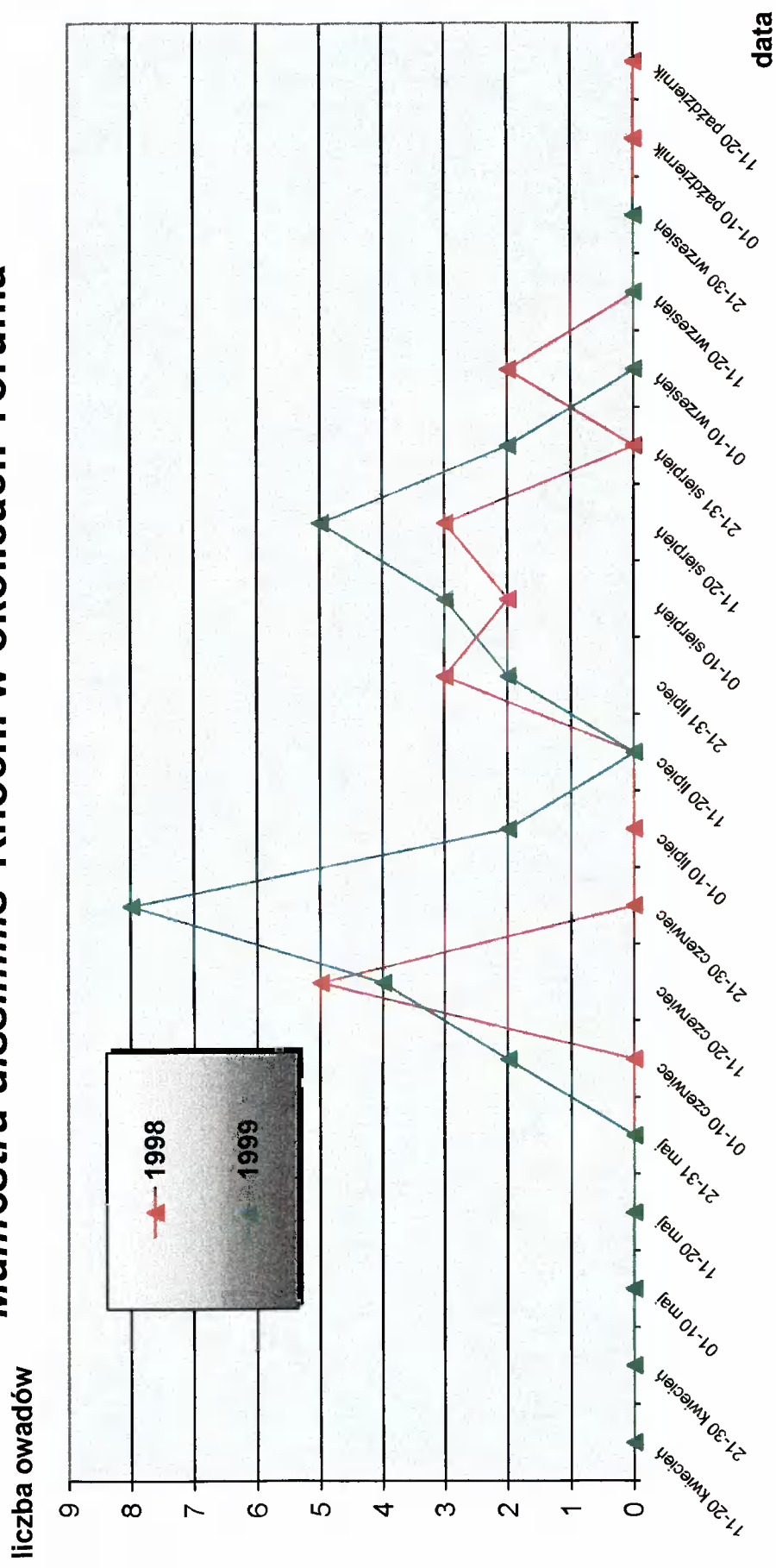
Rys. 14

# Dynamika populacji imagines *Apion miniatum* Germ. w okolicach Torunia



Rys. 15

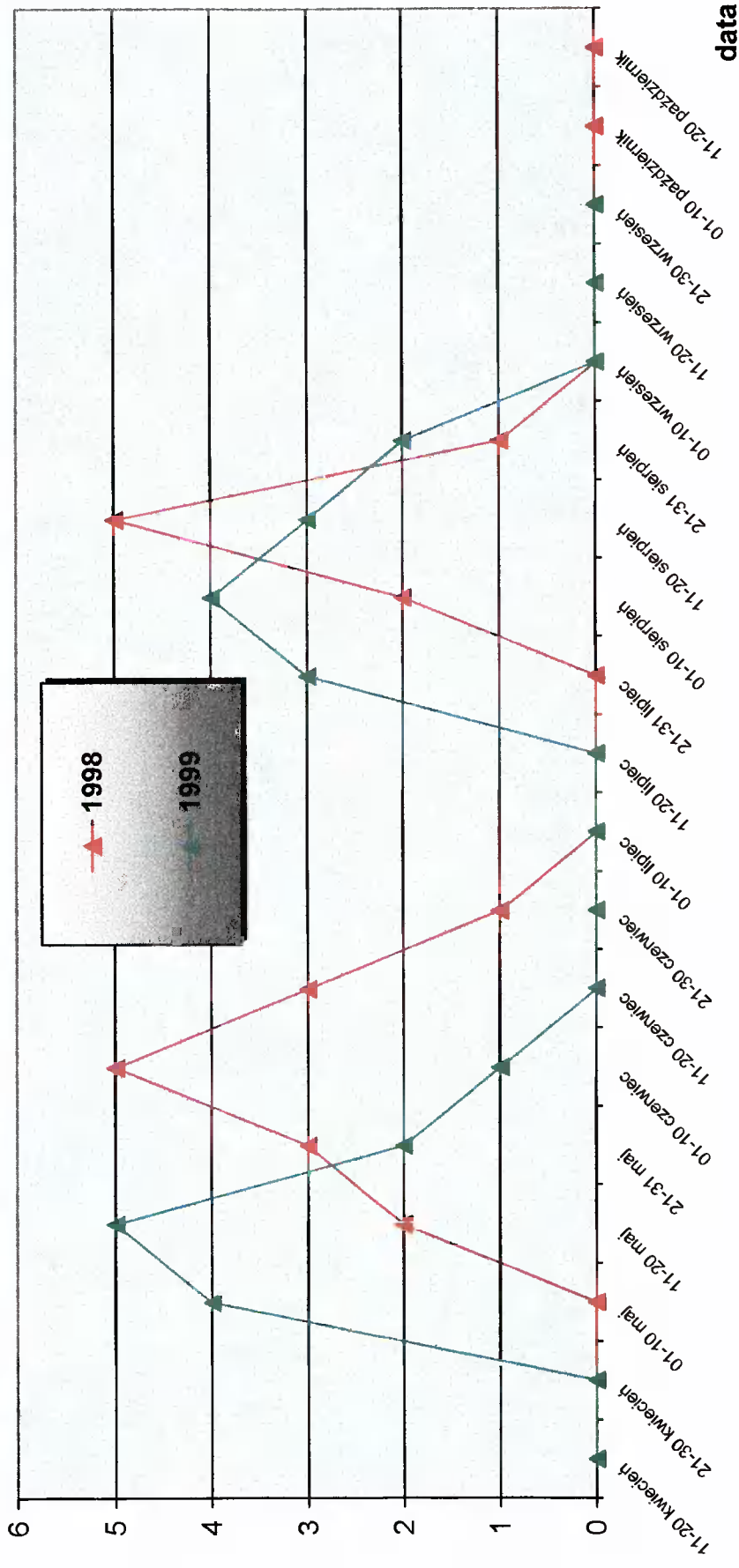
# Dynamika populacji gąsienic *Mamestra dissimilis* Knoch. w okolicach Torunia



Rys. 16

# Dynamika populacji imagines *Pegomya nigratarsis* Ztt. w okolicach Torunia

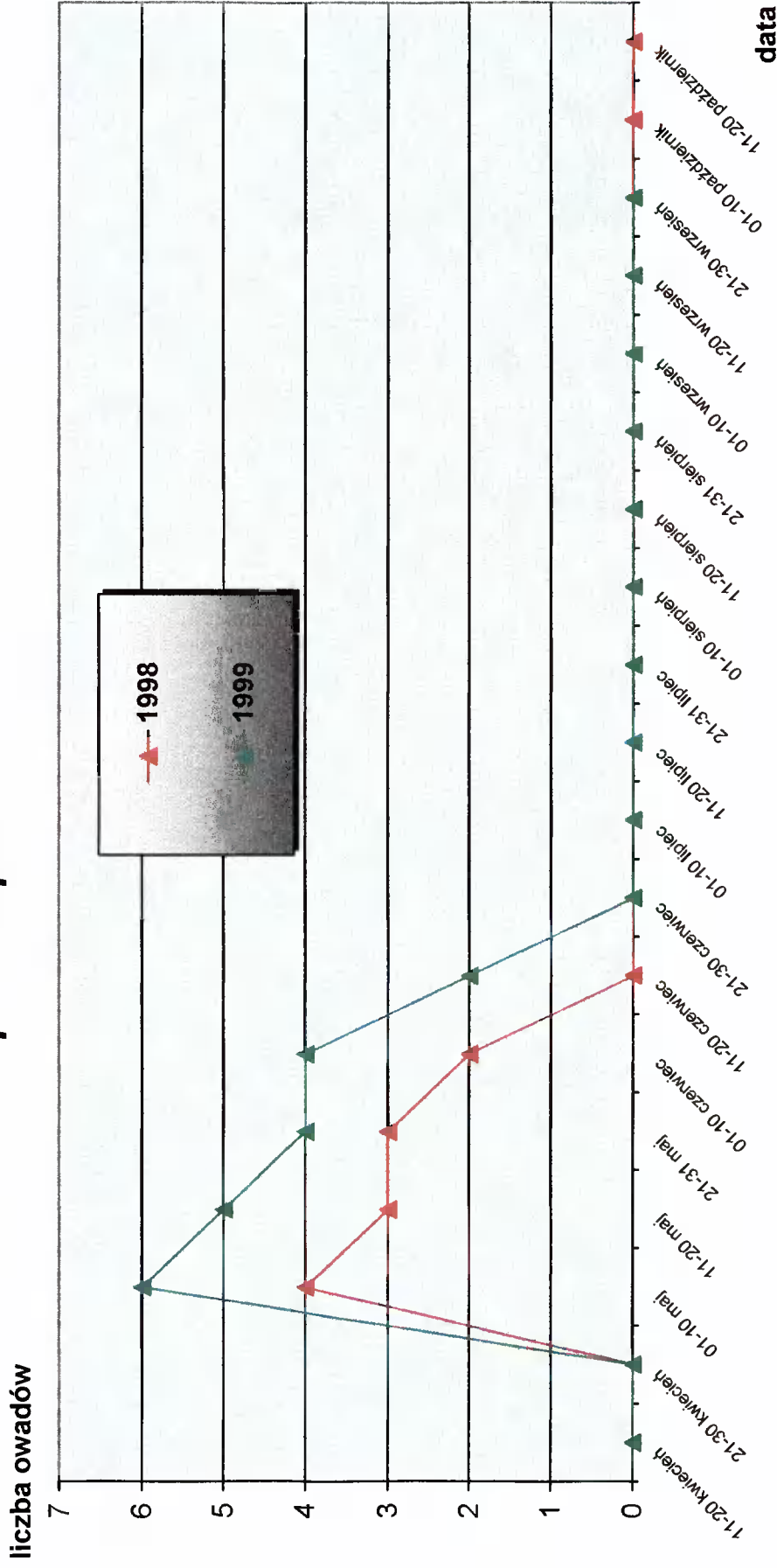
liczba owadów





Rys. 17

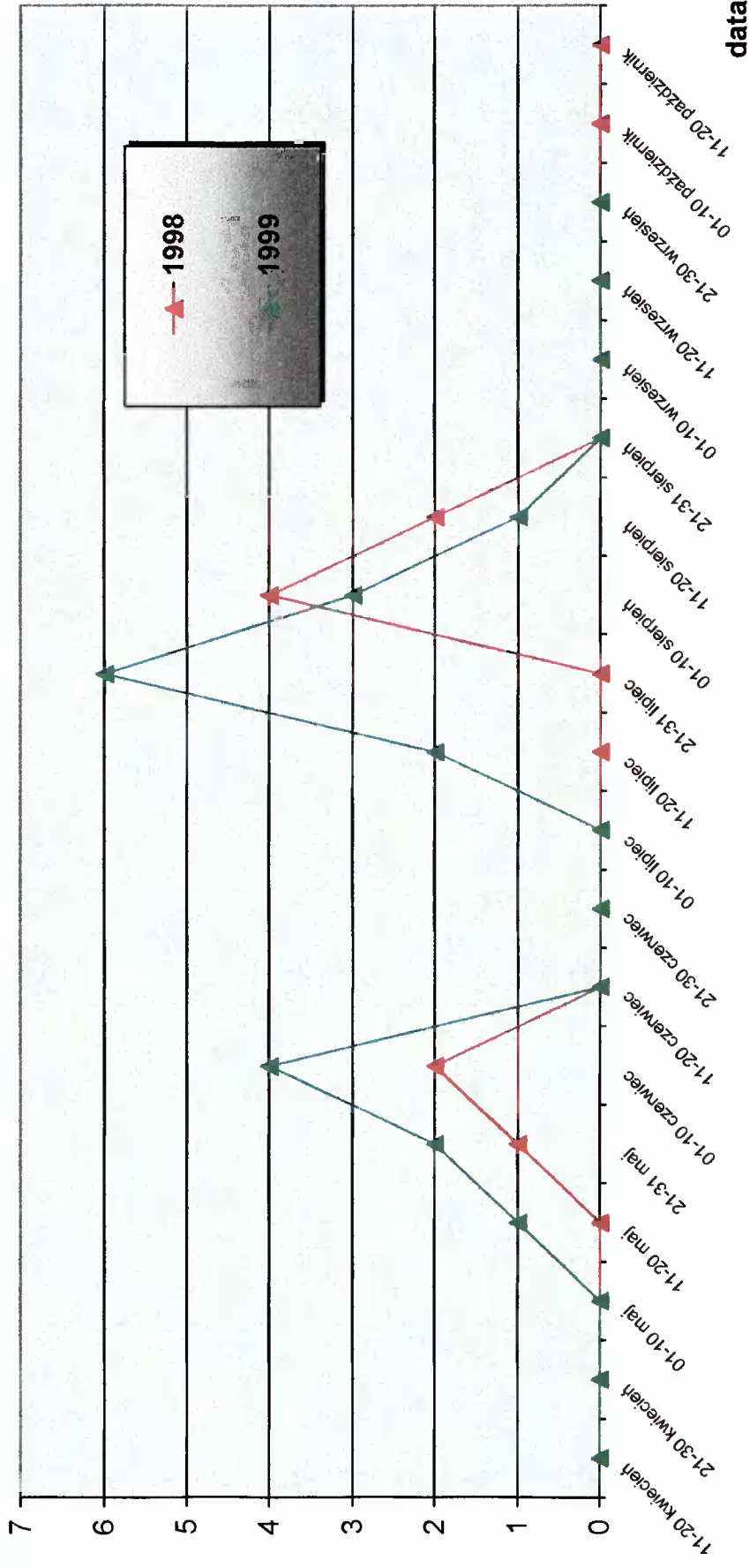
# Dynamika populacji imagines *Rhinoncus pericarpus* L. w okolicach Torunia



Rys. 18

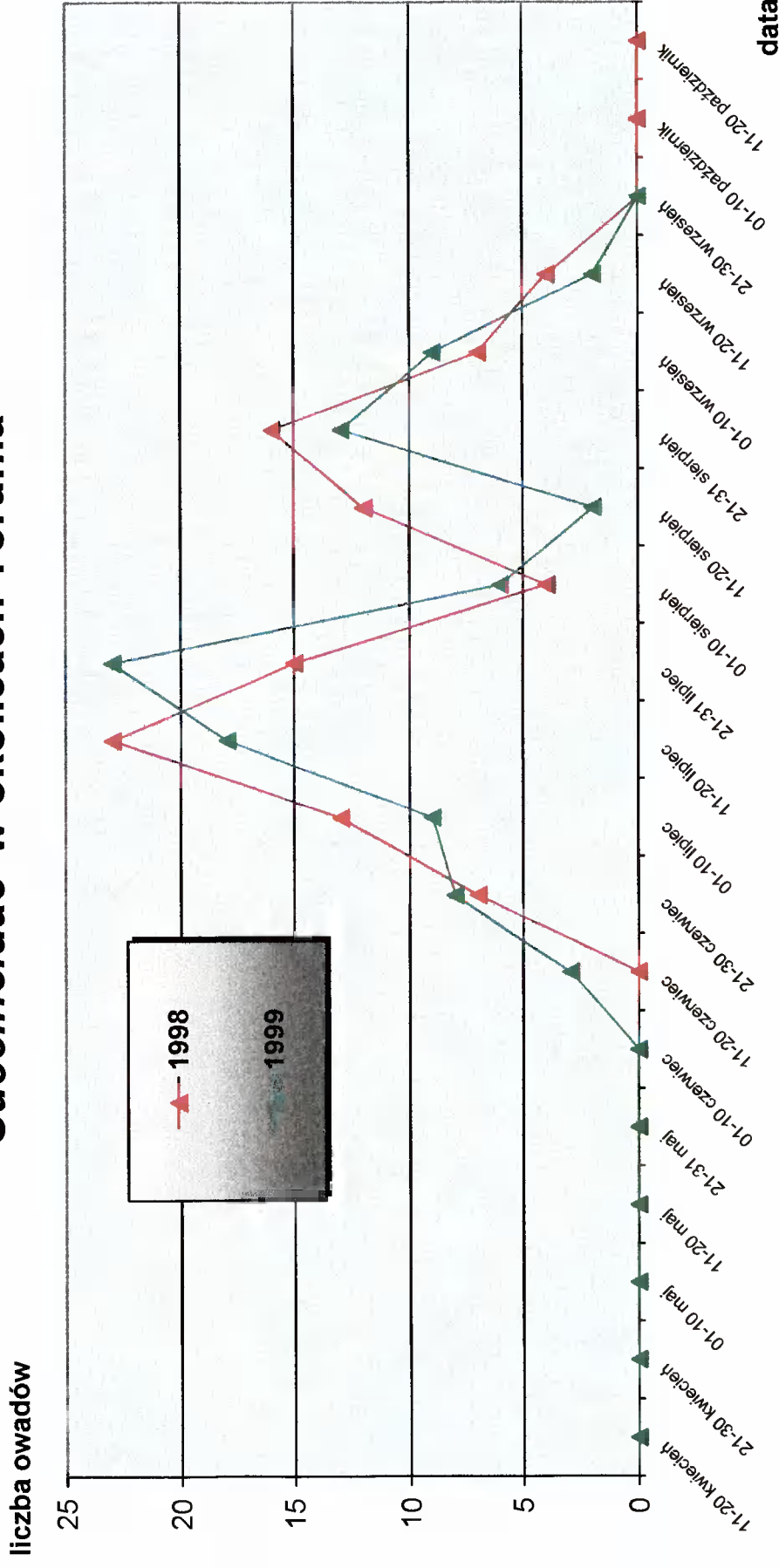
# Dynamika populacji imagines *Phyllobius* spp. w okolicach Torunia

liczba owadów



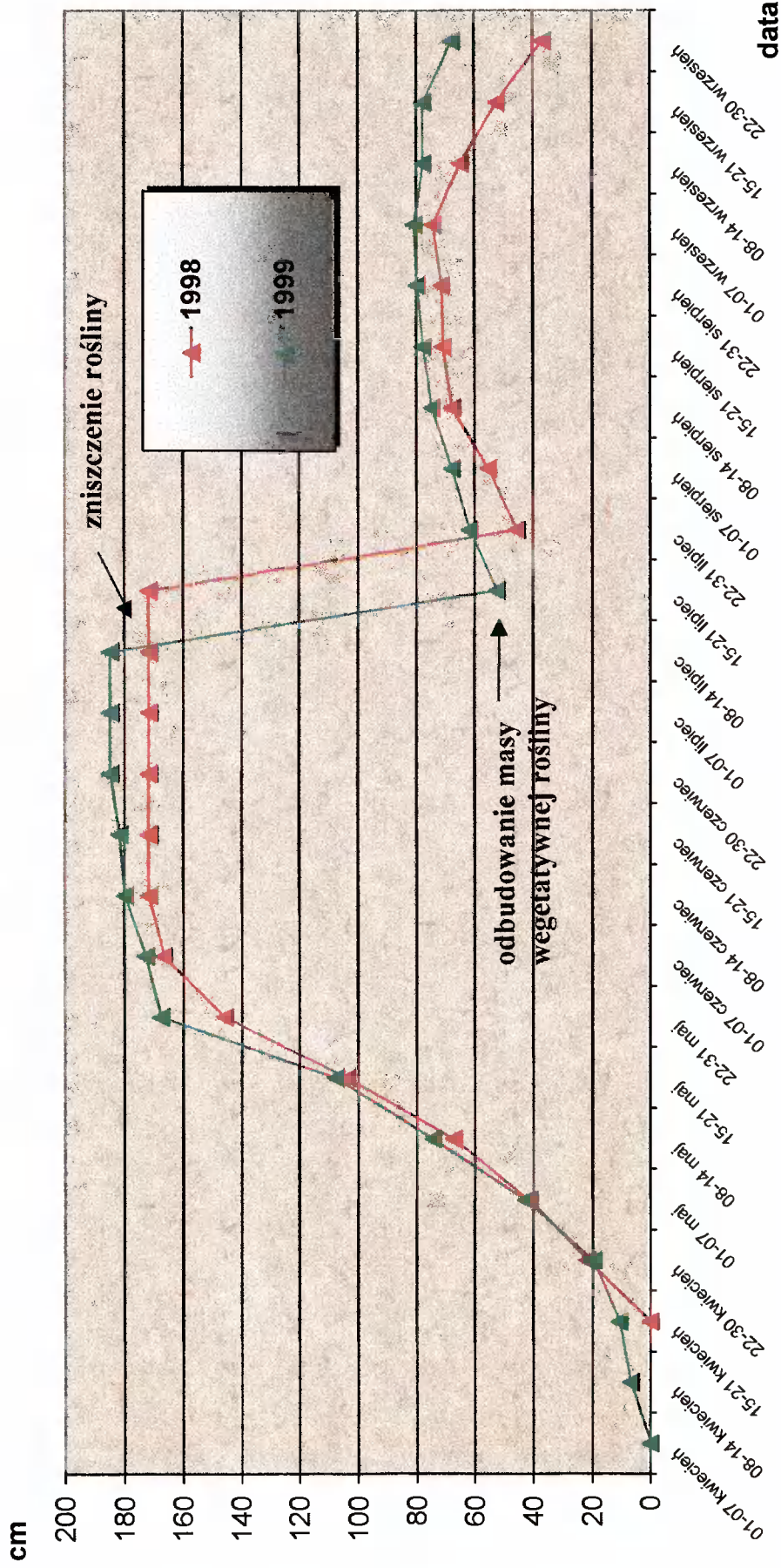
Rys. 19

# Dynamika populacji ślimaków z rodziny Succineidae w okolicach Torunia



Rys. 20

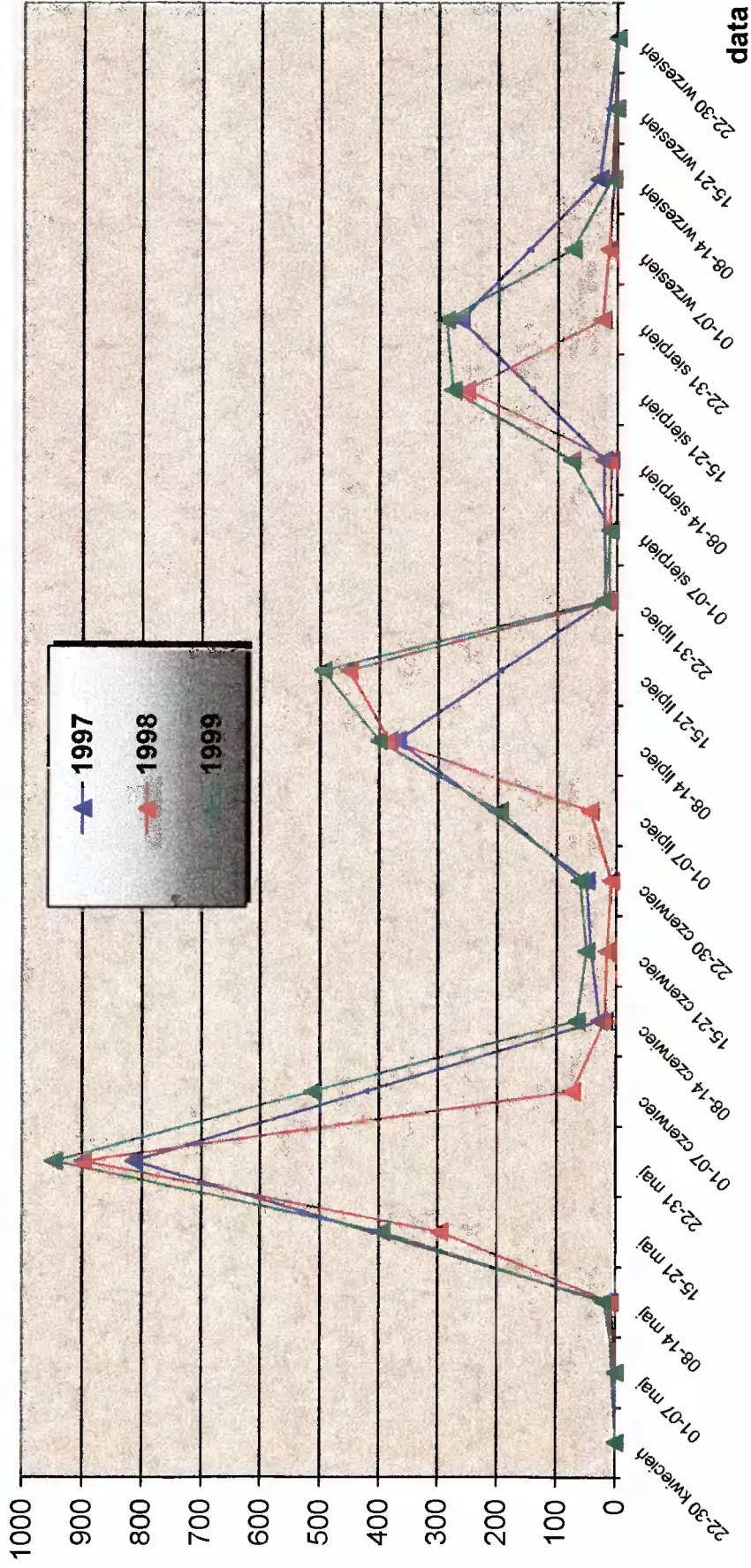
# Średnia wysokość roślin *Rumex confertus* Willd.



Rys. 21

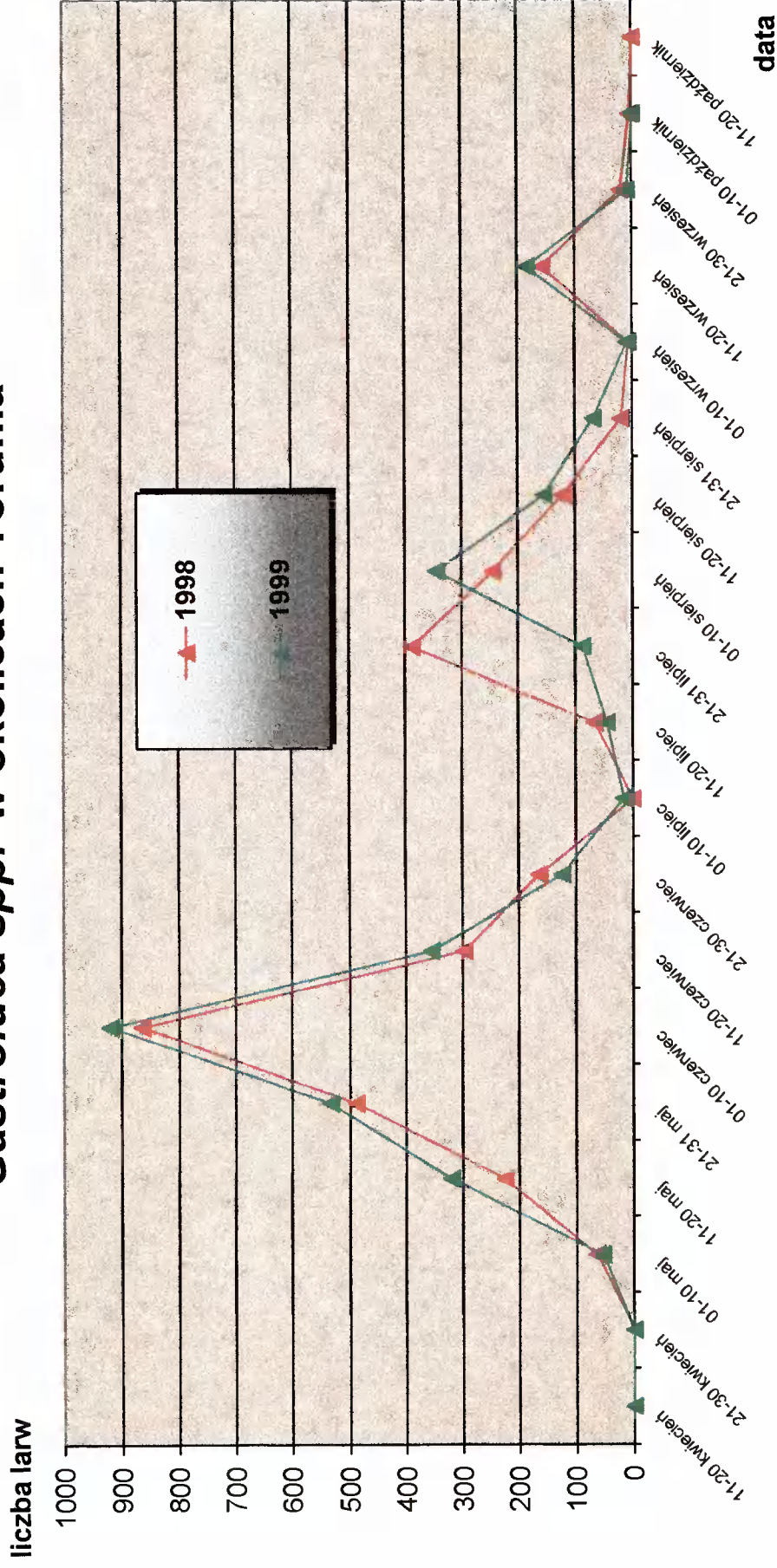
# Dynamika populacji larw *Gastroidea* spp. w okolicach Bydgoszczy

liczba larw



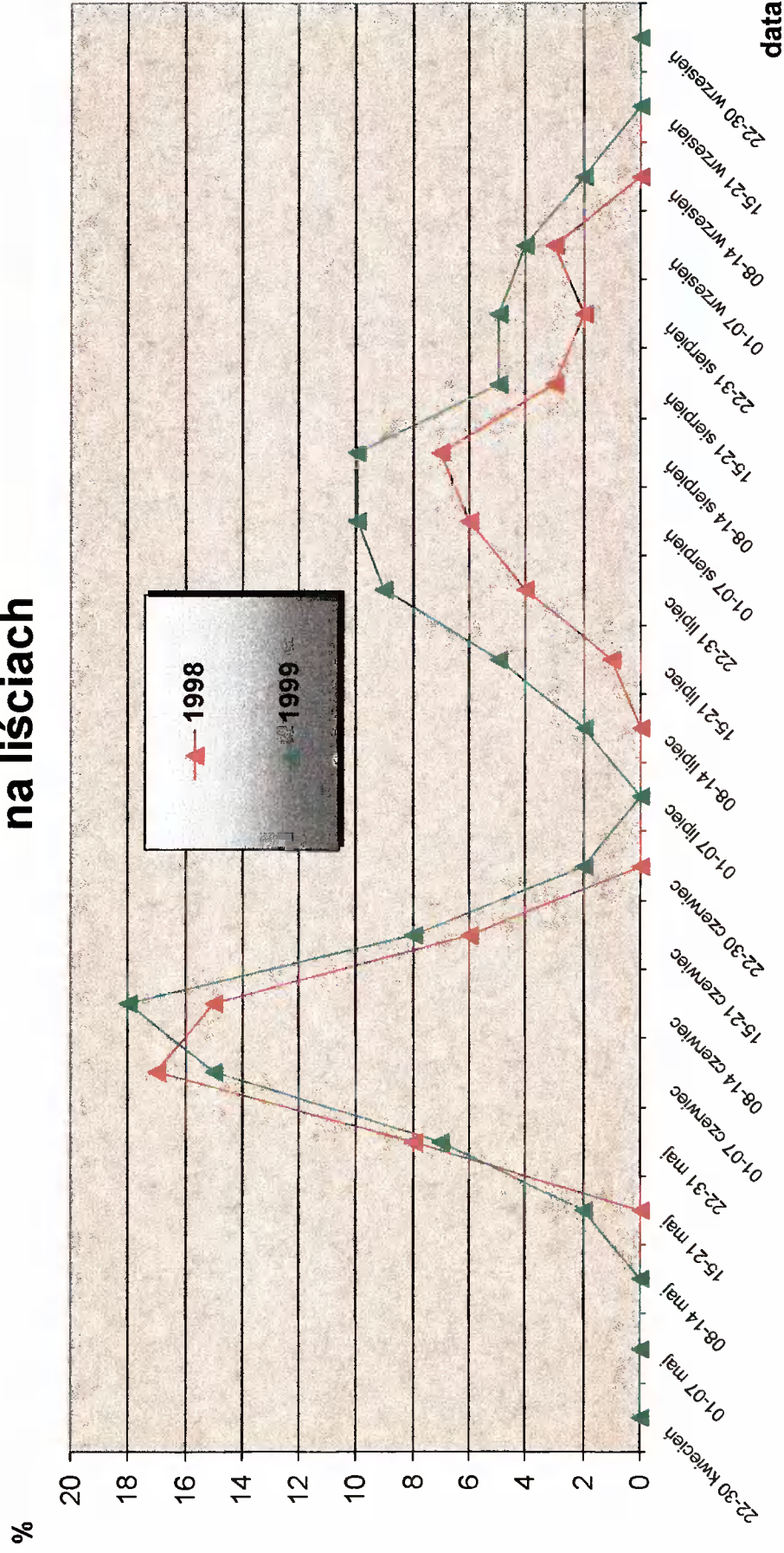
Rys. 22

# Dynamika populacji larw *Gastroidea* spp. w okolicach Torunia



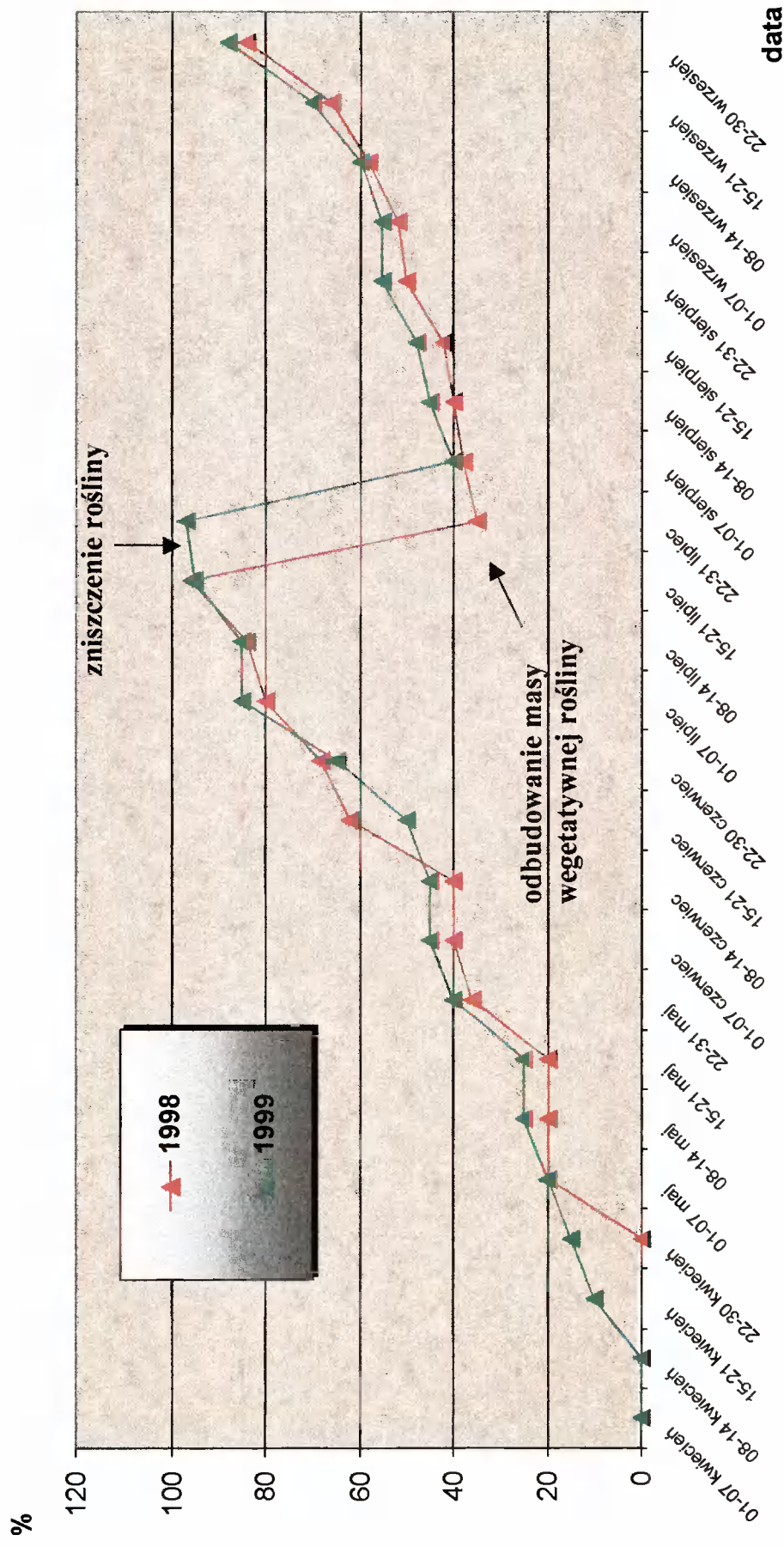
Rys. 23

# Miny *Pegomya nigratarsis* Ztt. na liściach



Rys. 24

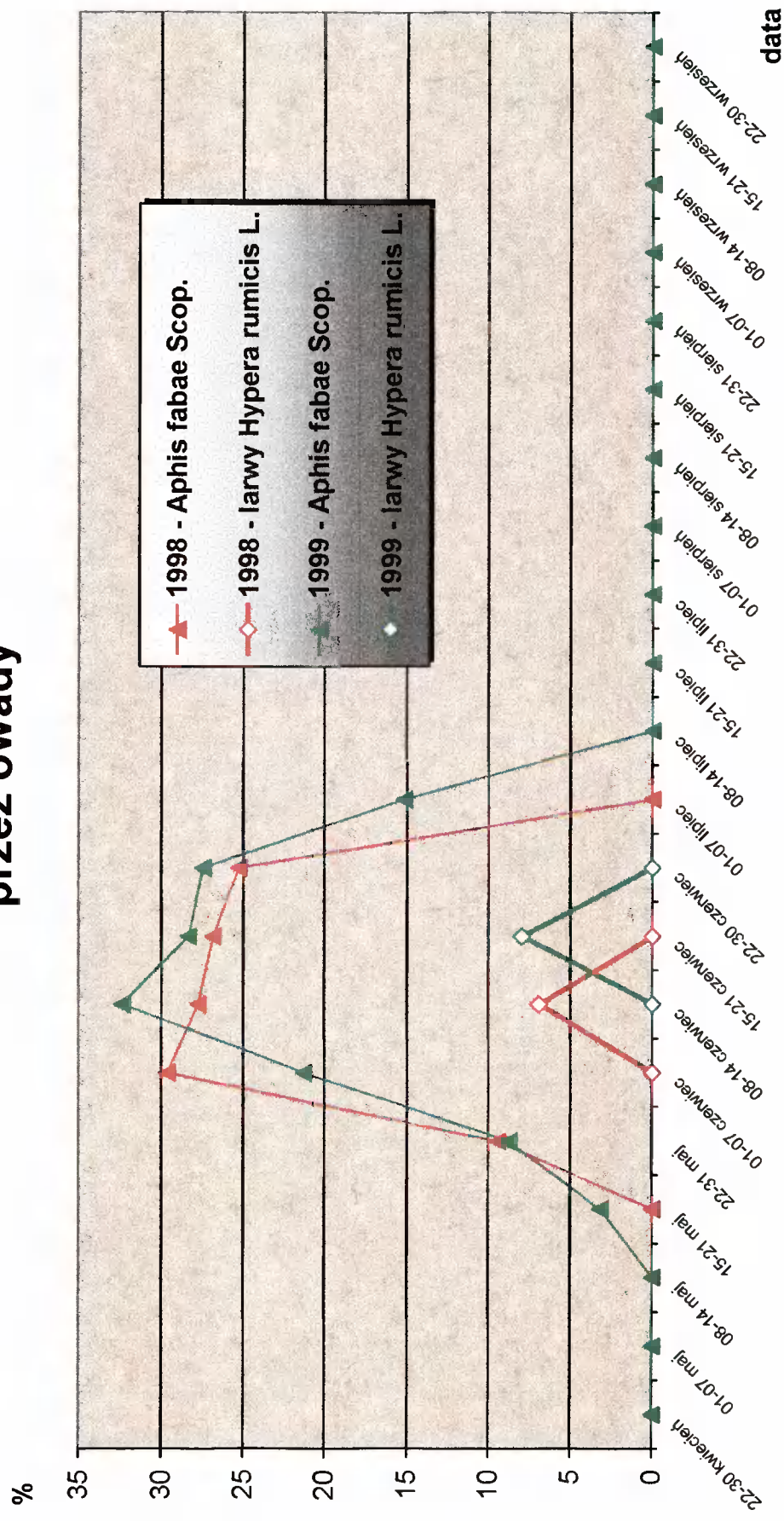
# Indeks porażenia *Rumex confertus* Willd.





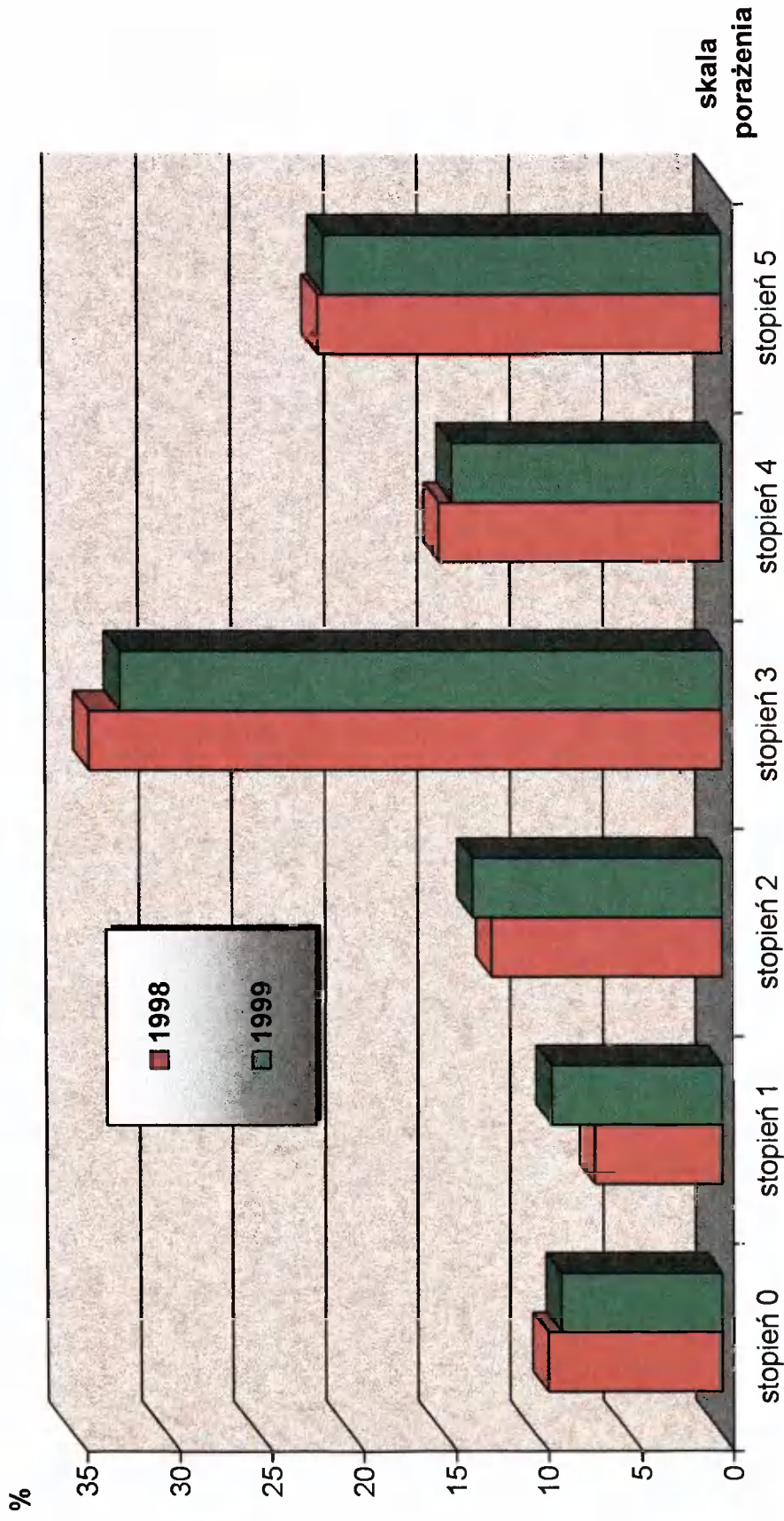
Rys. 25

## Zasiedlenie pędów kwiatostanowych przez owady



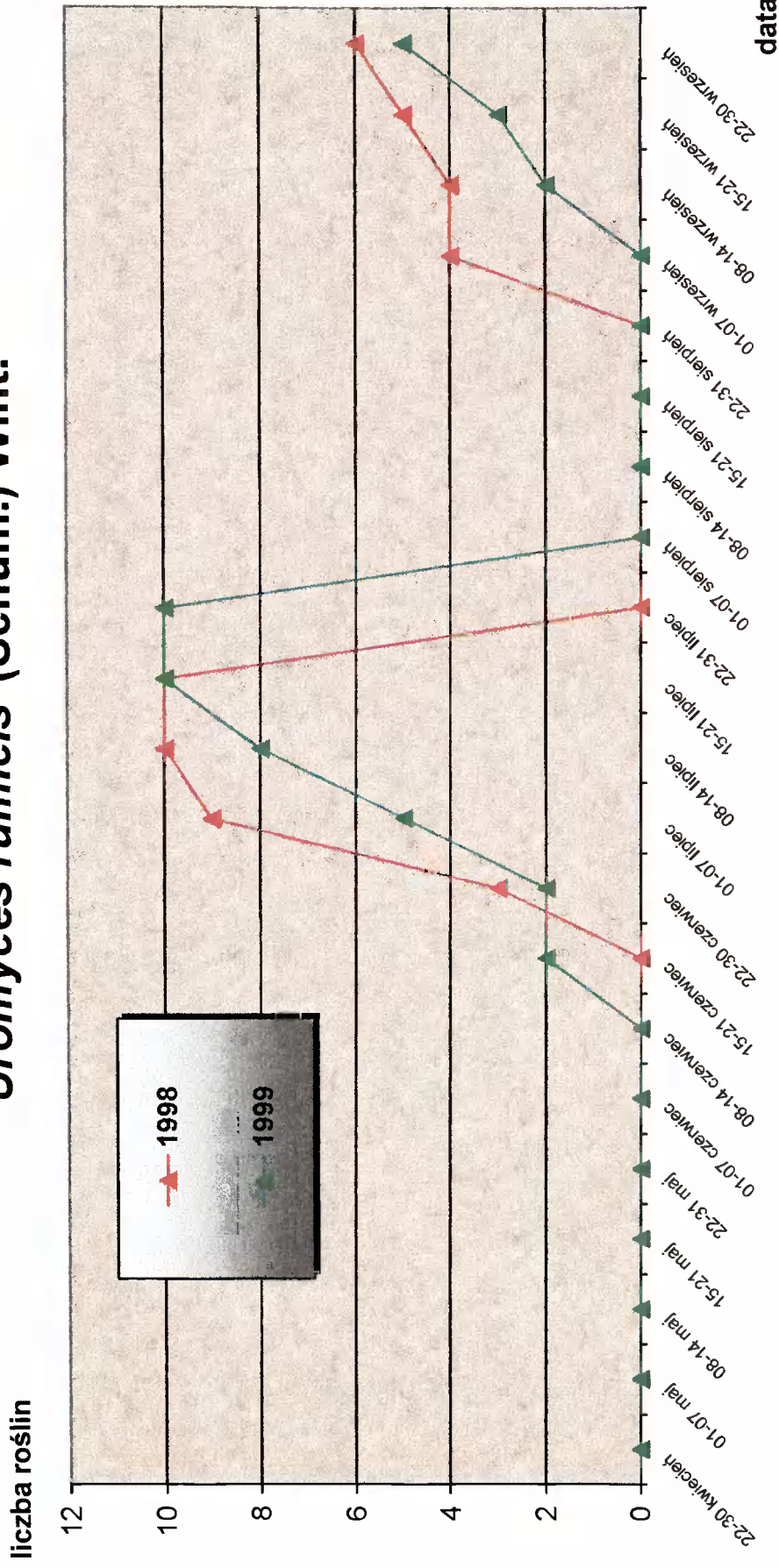
Rys. 26

# Uszkodzenia pędów przez owady



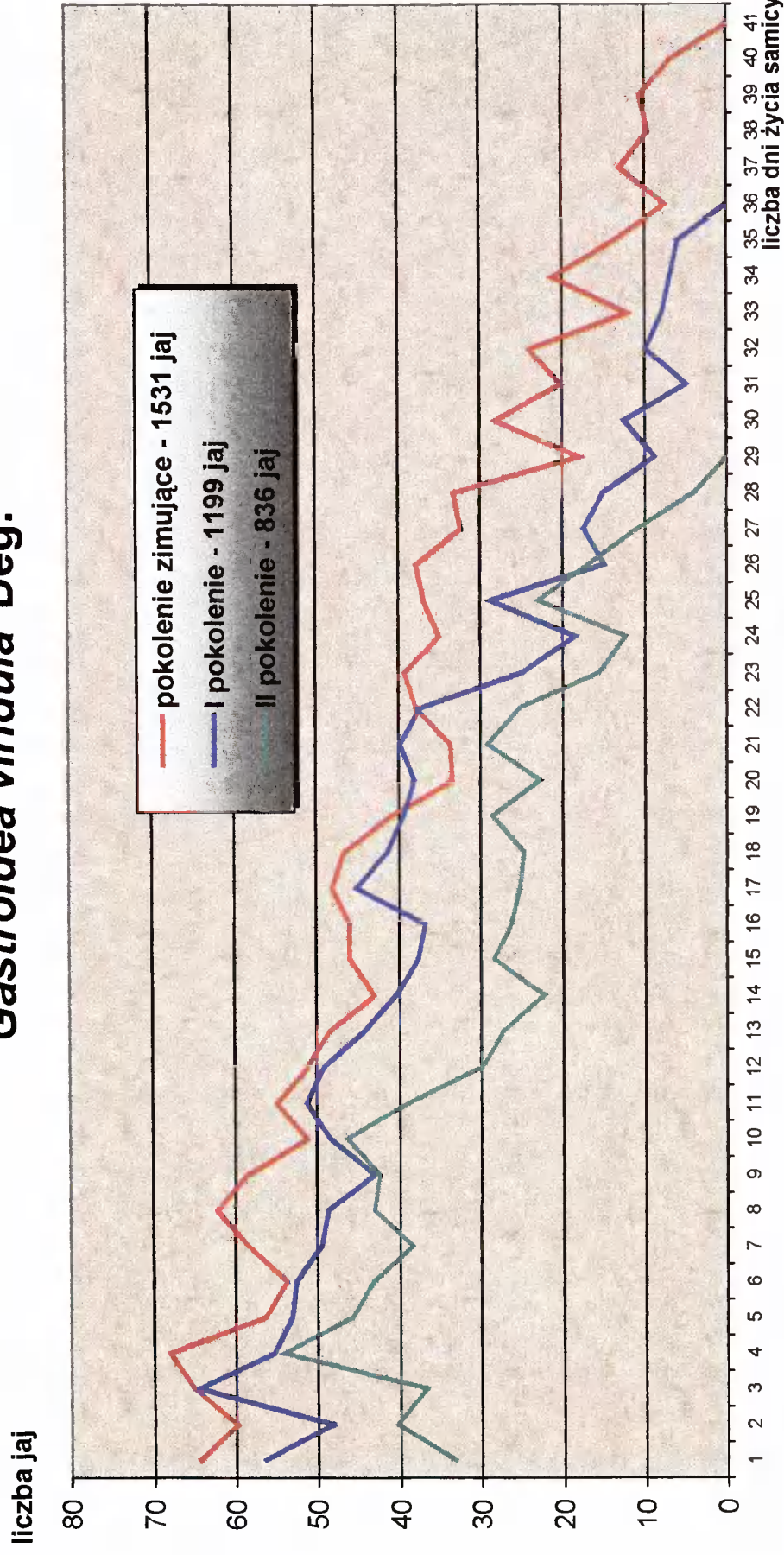
Rys. 27

# Porażenie roślin przez *Uromyces rumicis* (Schum.) Wint.



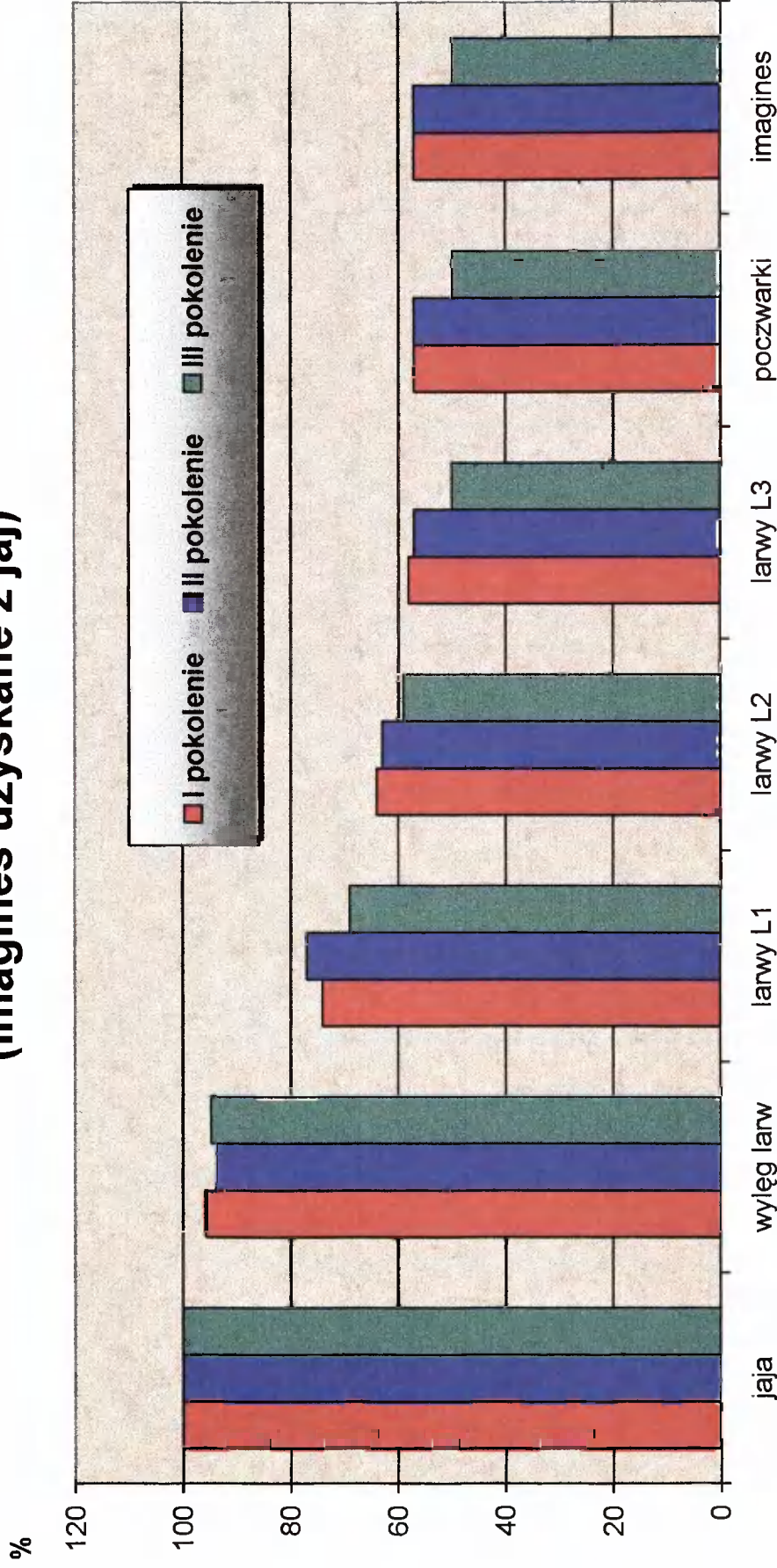
Rys. 28

# Średnia liczba składanych jaj przez *Gastroidea viridula* Deg.



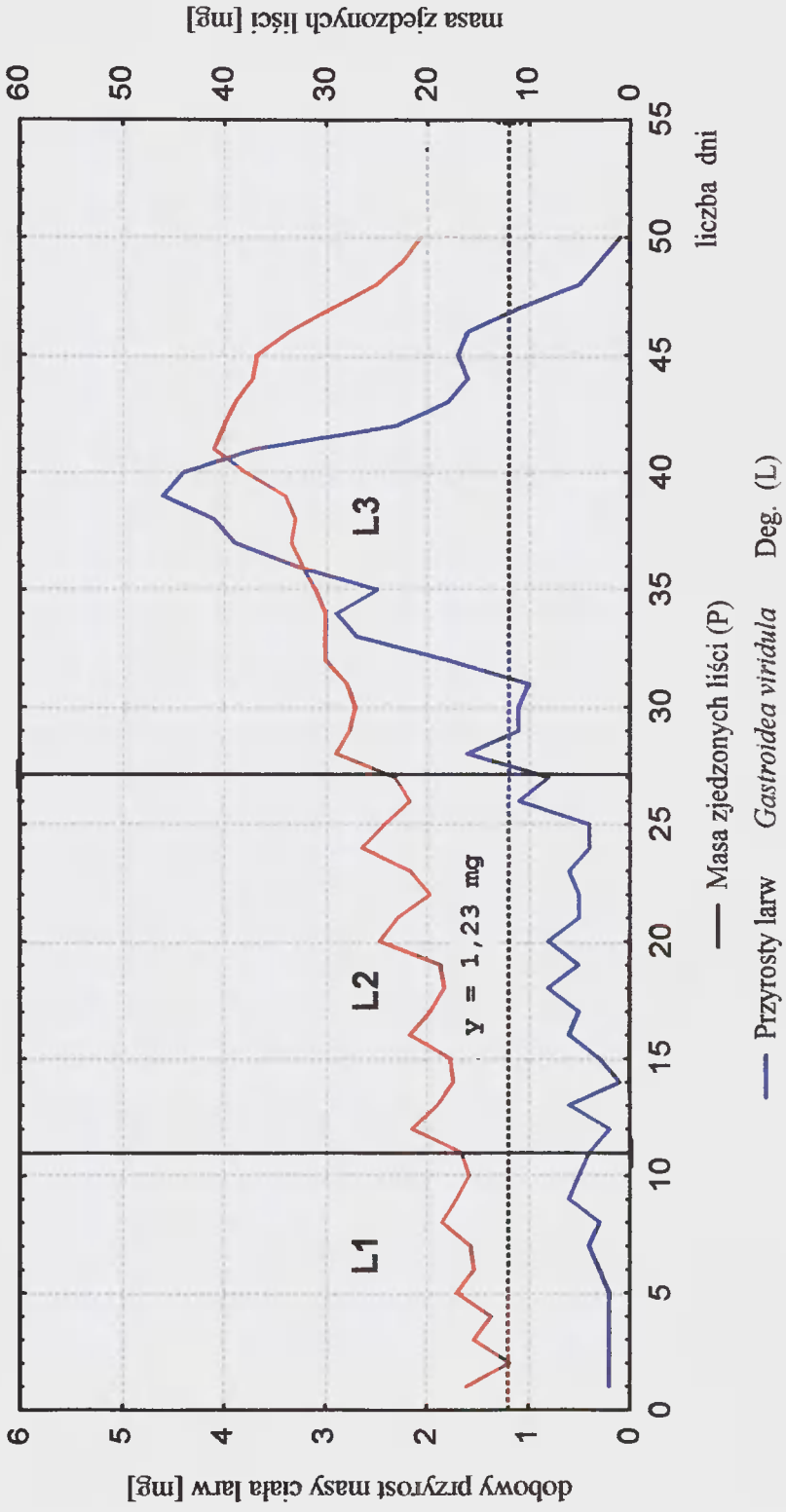
Rys. 29

# Przeżywalność *Gastroidea viridula* Deg. (imagines uzyskane z jaj)

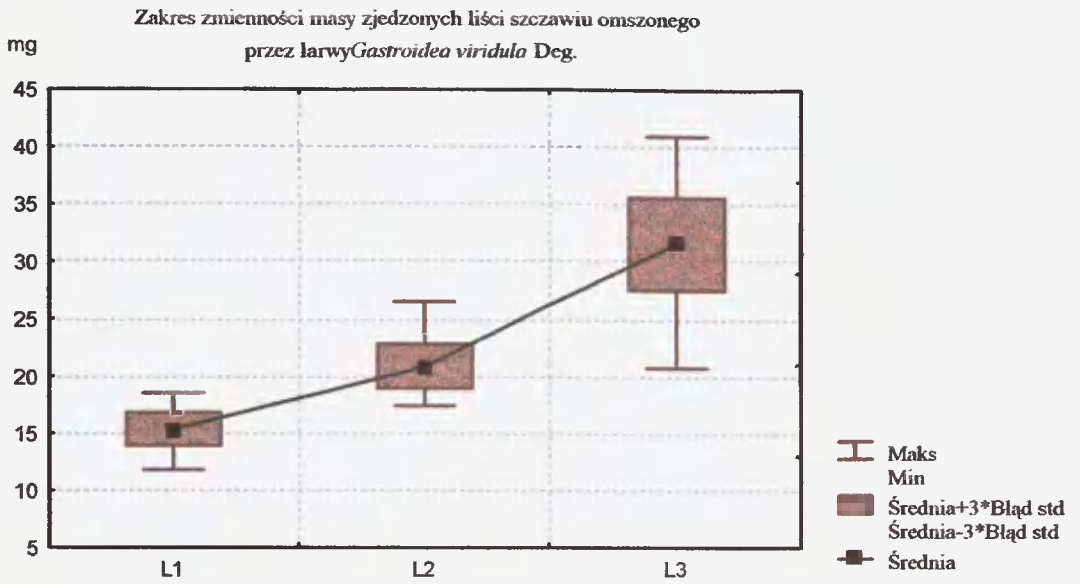


Rys.30

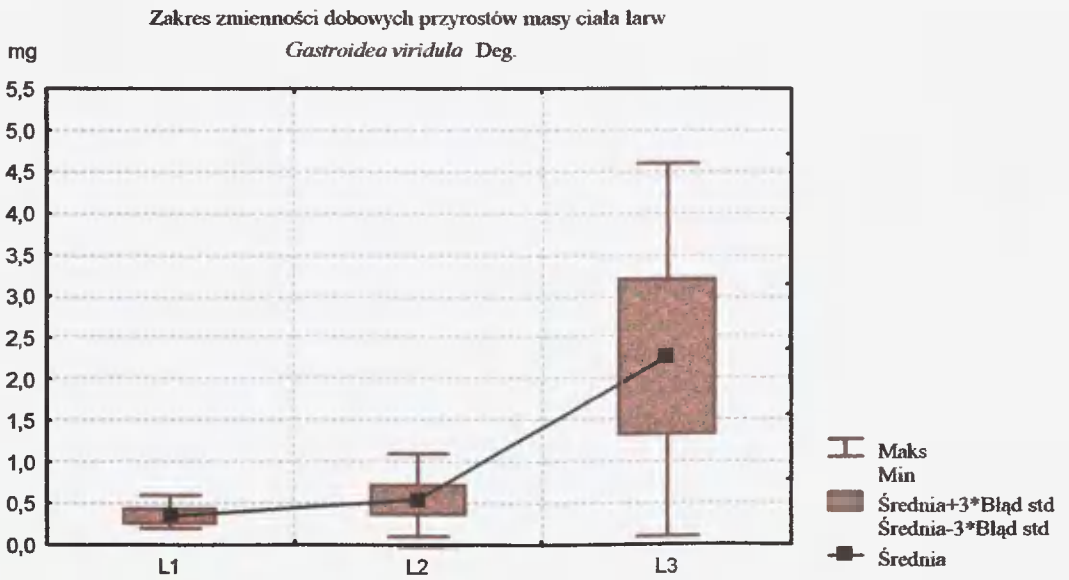
Zależność pomiędzy masą zjedzonych liści szczawiu omszonego  
a przyrostami larw L1, L2 i L3 *Gastroidea viridula* Deg.



Rys. 31



Rys. 32

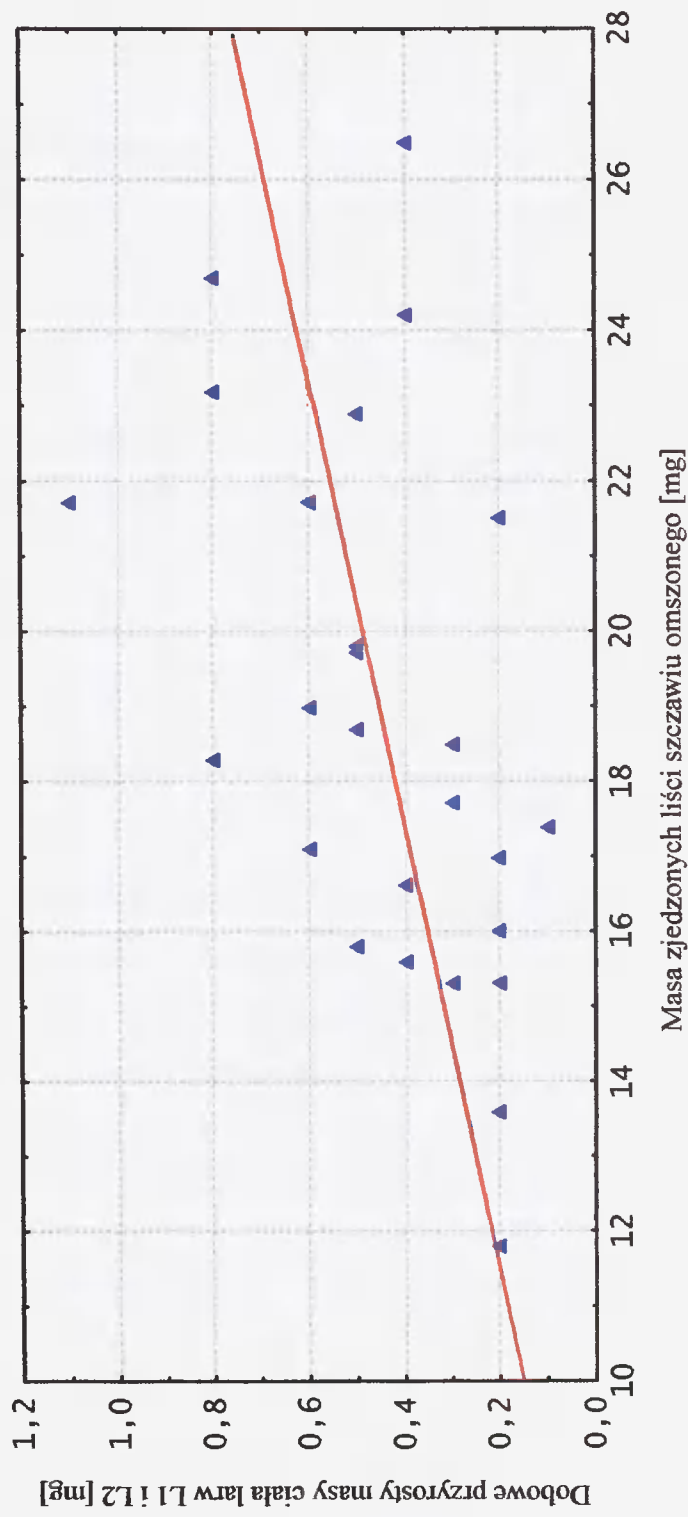


# Rys.33

Zależność pomiędzy ilością zjedzonych liści szczawiu omszonego a przyrostami masy ciała larw L1 i L2 *Gastroidea viridula* Deg.

Współczynnik korelacji  $r = 0,51$

Funkcja:  $y = -0,19 + 0,03 x$



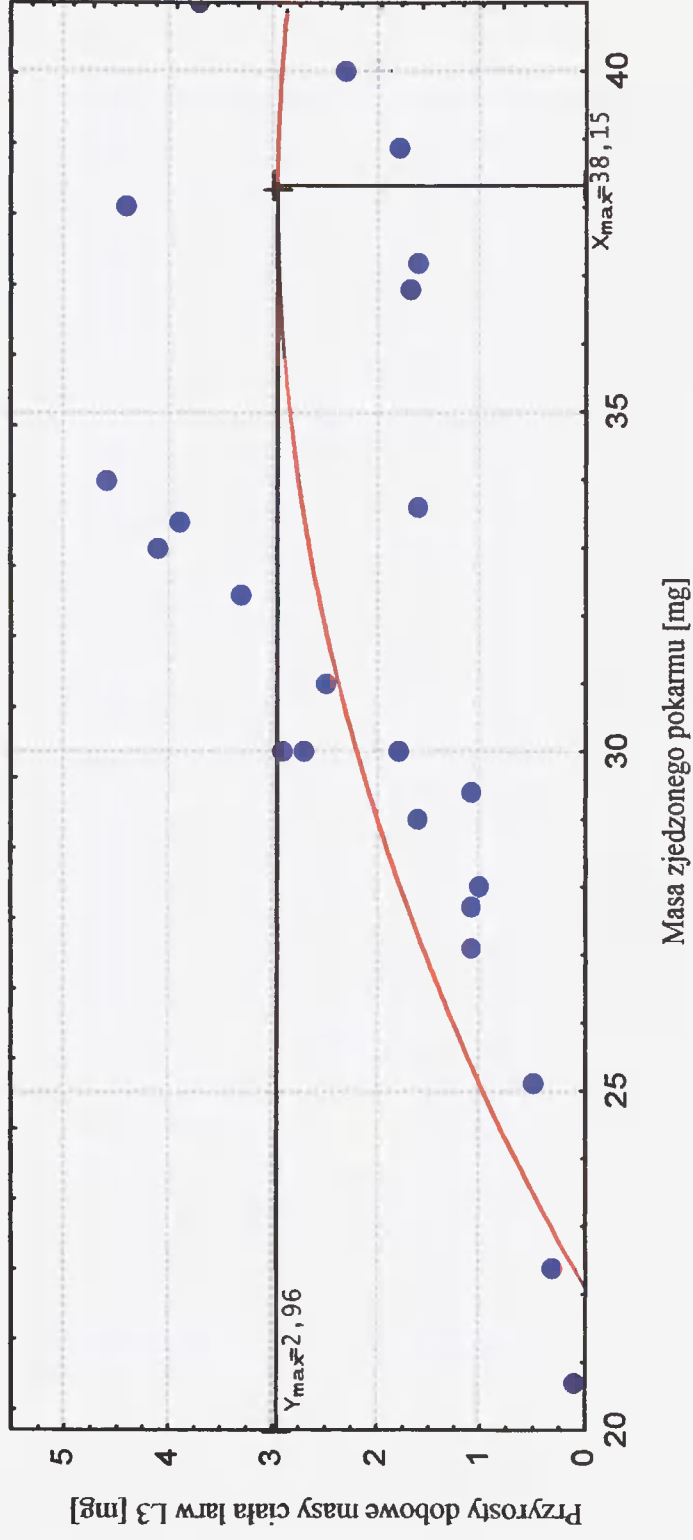


Rys. 34

Zależność pomiędzy masą zjedzonych liści szczawiu omszonego  
a przyrostami dobowymi larw L3 *Gastroidea viridula* Deg.

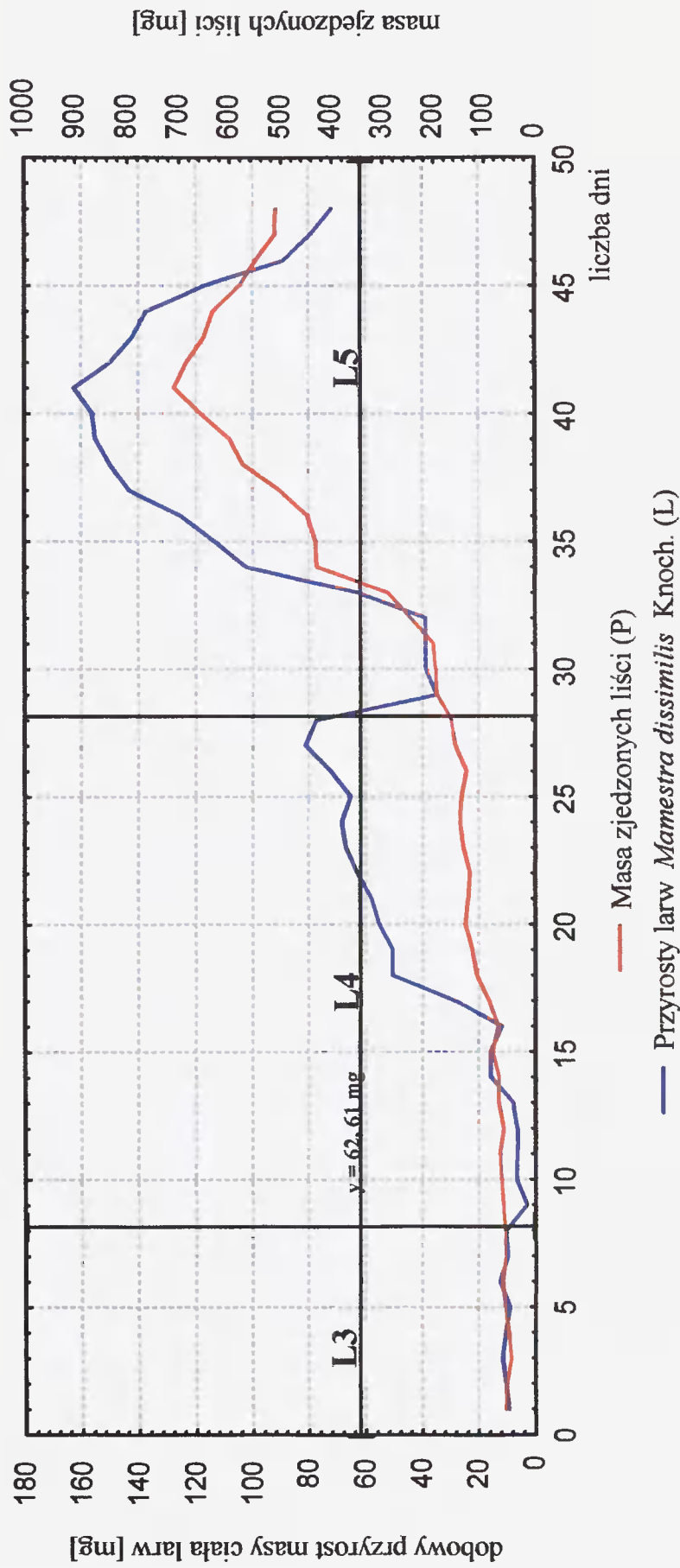
Wskaźnik korelacji  $R = 0,69$

$$\text{Funkcja: } y = -0,01148 x^2 + 0,876 x - 13,7474$$

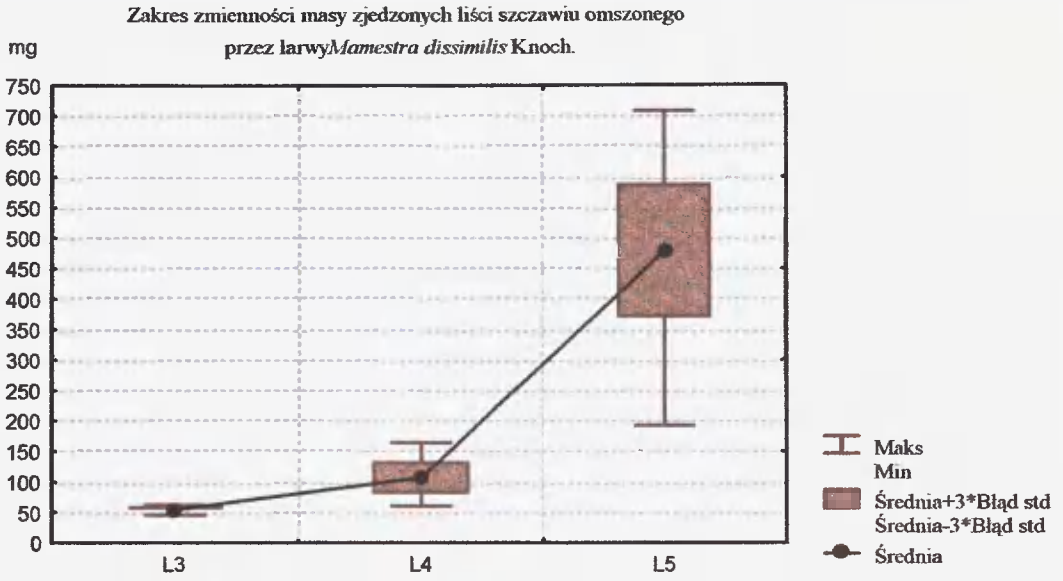


Rys. 35

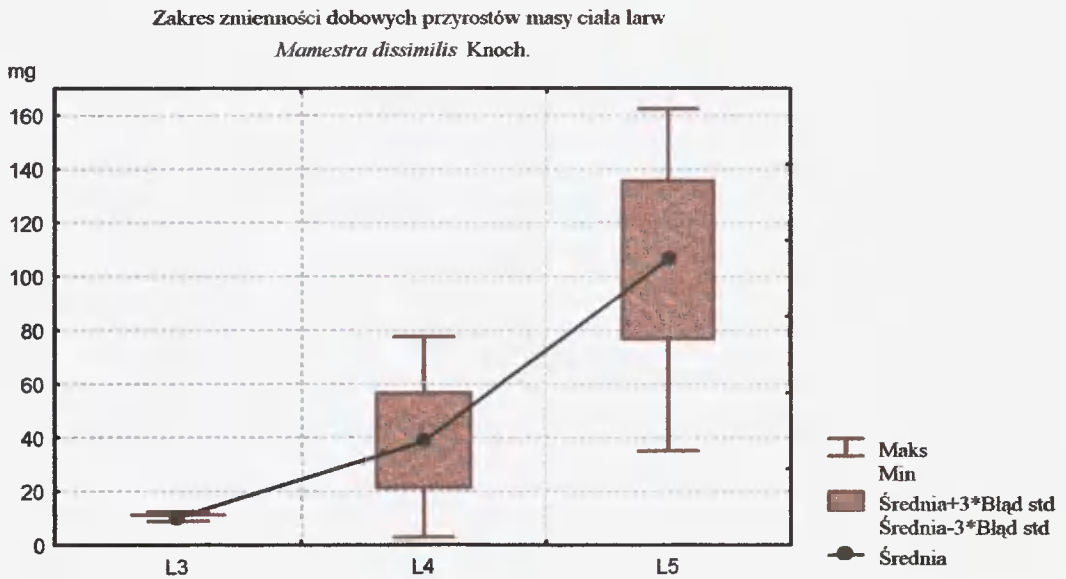
Zależność pomiędzy masą zjedzonych liści szczawiu omszonego a przyrostami masy ciała larw L3, L4 i L5 *Mamestra dissimilis* Knoch.



Rys. 36



Rys. 37

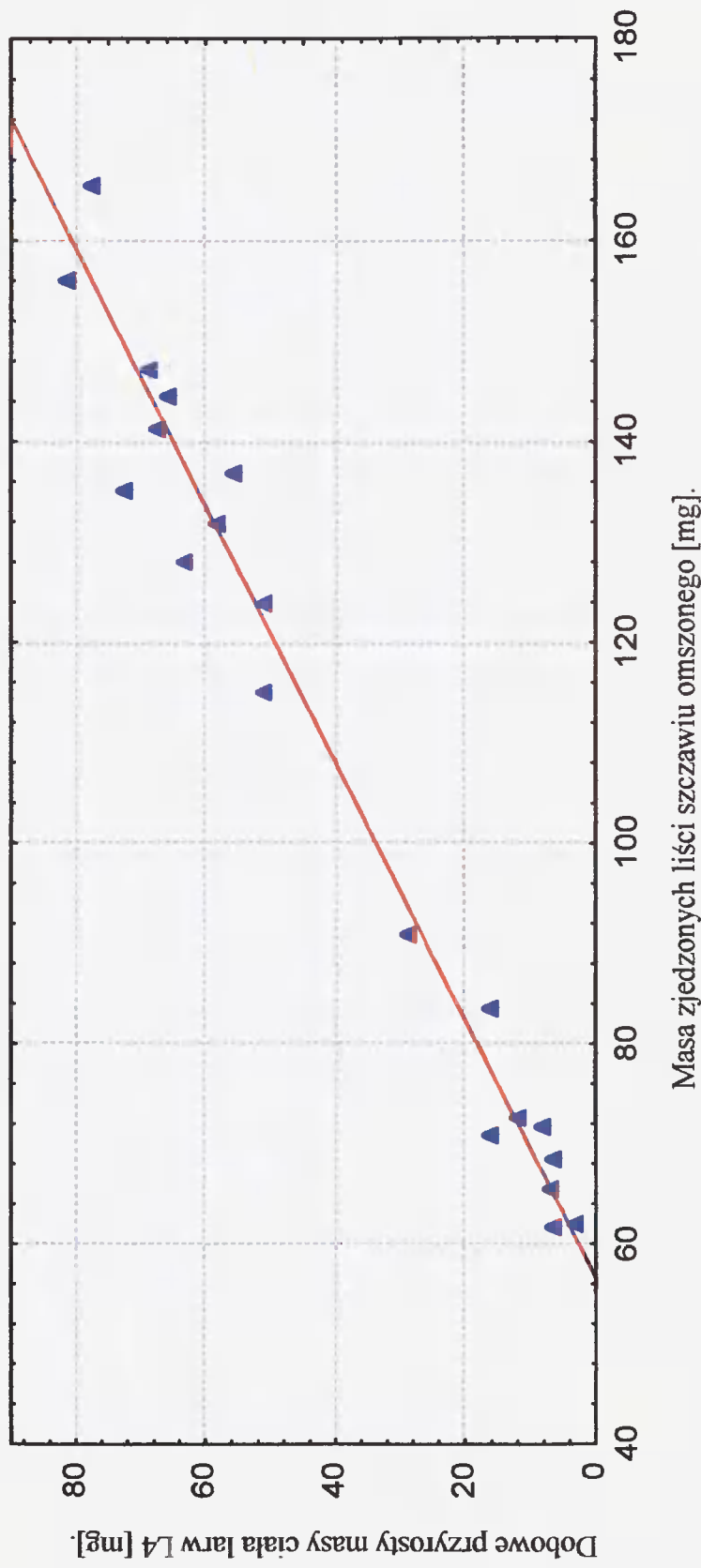


Rys. 38

Zależność pomiędzy ilością zjedzonych liści szczawiu omszonego  
a przyrostami dobowymi masy ciała larw L4 *Mamestra dissimilis* Knoch .

Współczynnik korelacji  $r = 0,99$

Funkcja:  $y = -44,22 + 0,78 x$

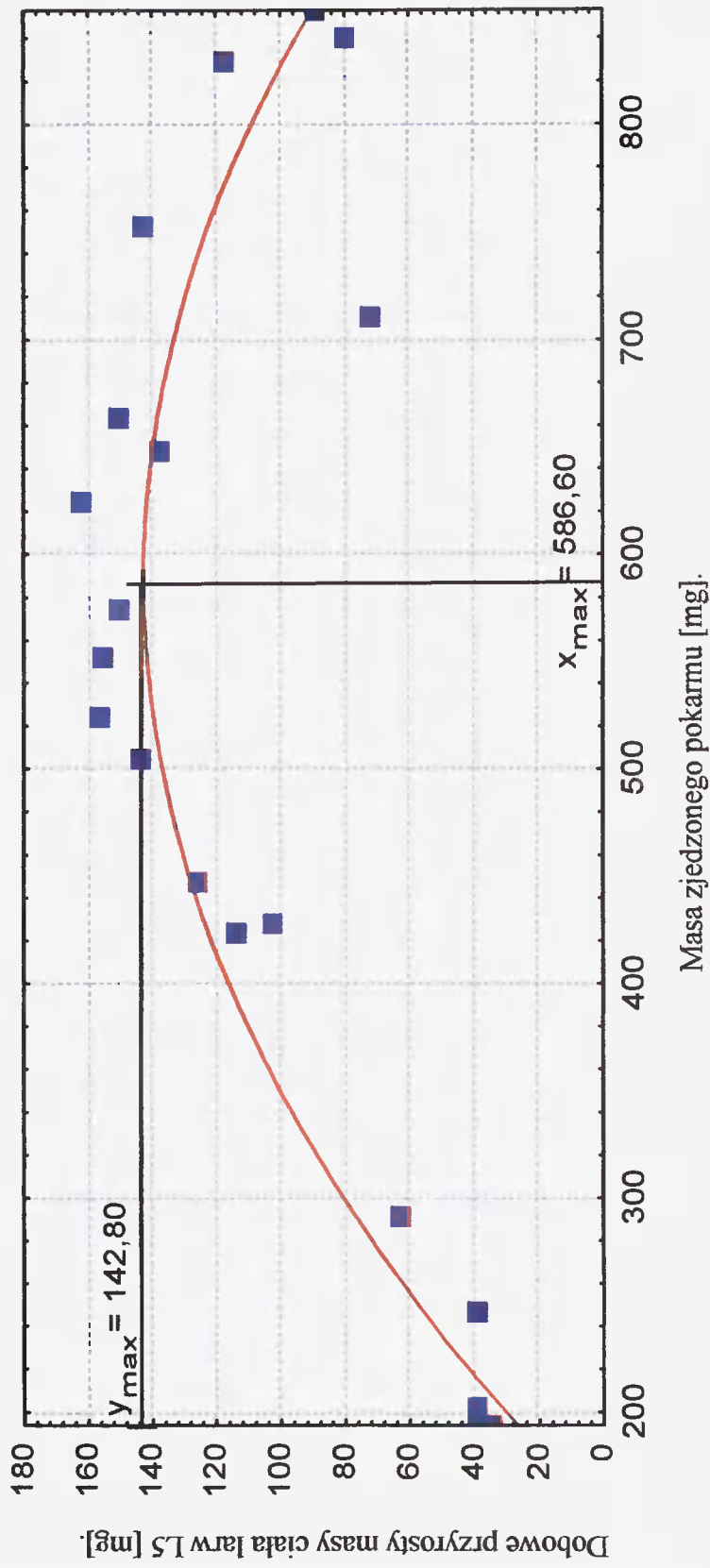


Rys. 39

Zależność pomiędzy masą zjedzonych liści szczyawiu omszonego  
a przyrostami dobowymi larw L5 *Mamestra dissimilis* Knoch.

Wskaźnik korelacji  $R = 0,91$

$$\text{Funkcja: } y = -0,00075 x^2 + 0,88 x - 115,53$$



# Rys.40

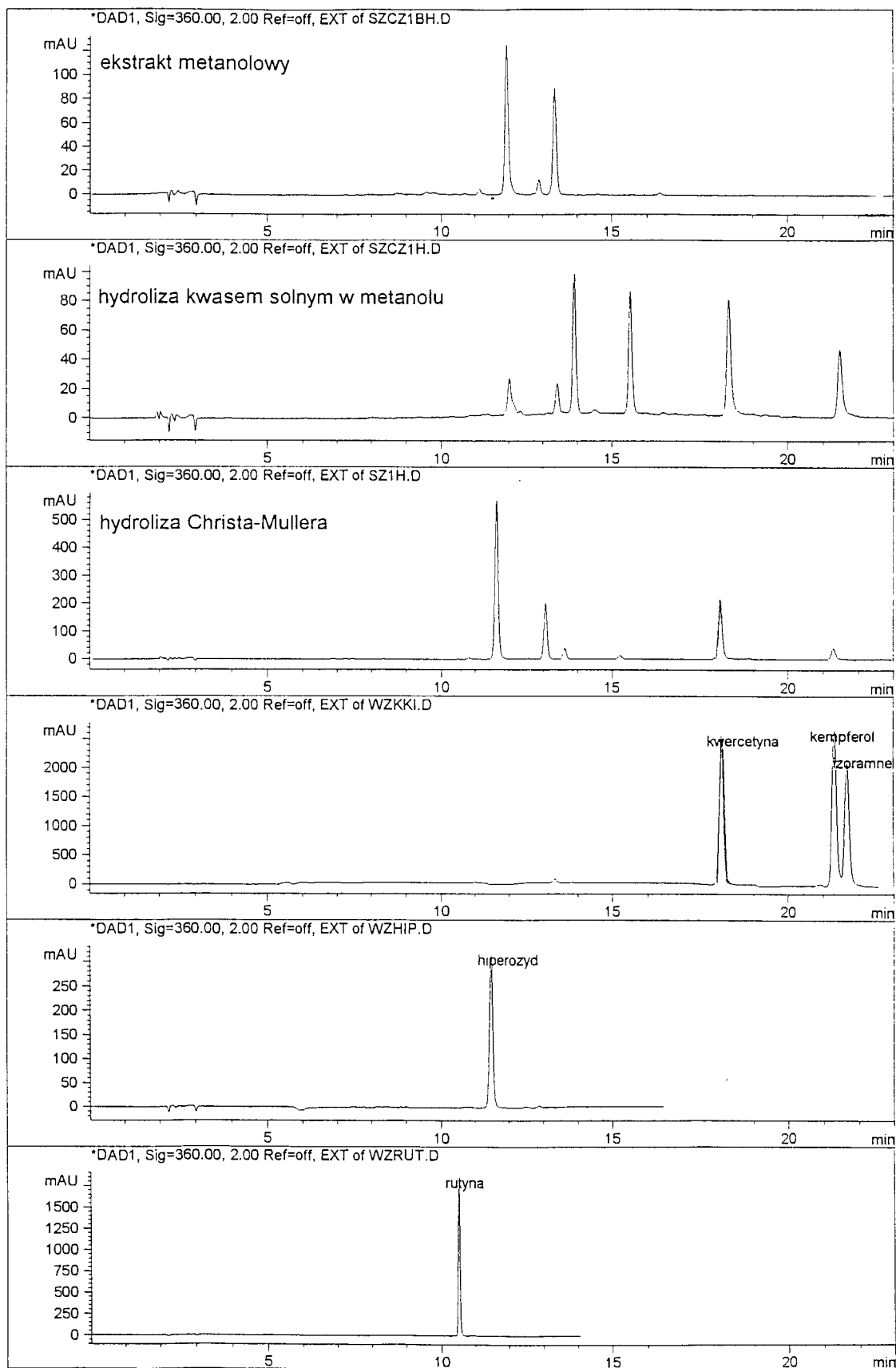


Tabela 1

Procentowy udział roślinożerców zasiedlających  
*Rumex confertus* Willd.

Badania prowadzone w okolicach Bydgoszczy

	1997	1998	1999
<i>Gastroidea viridula</i>	81,1	82,4	74,5
<i>Gastroidea polygona</i>	2,1	1,6	2,6
<i>Hypera rumicis</i>	3,1	4,9	4,3
<i>Apion miniatum</i>	1,7	1,2	2,2
Gąsienice <i>Mamestra dissimilis</i>	3,2	2,8	5,0
<i>Pegomya nigratarsis</i>	2,0	1,7	2,5
<i>Rhinoncus pericarpus</i>	1,0	0,9	1,4
<i>Phyllobius</i> spp.	3,2	1,4	2,4
Ślimaki	2,6	3,1	5,1
	100%	100%	100%

Badania prowadzone w okolicach Torunia

	1998	1999
<i>Gastroidea viridula</i>	88,7	86,7
<i>Gastroidea polygona</i>	1,3	2,2
<i>Hypera rumicis</i>	1,4	2,2
<i>Apion miniatum</i>	1,3	1,1
Gąsienice <i>Mamestra dissimilis</i>	0,7	1,2
<i>Pegomya nigratarsis</i>	1,0	1,0
<i>Rhinoncus pericarpus</i>	0,5	0,9
<i>Phyllobius</i> spp.	0,4	0,8
Ślimaki	4,7	3,9
	100%	100%

Tabela 2

Larwy *Apion miniatum* Germ.

	27.05.1998.		31.05.1999.	
	Ogonki liściowe	Pędy kwiatostanowe	Ogonki liściowe	Pędy kwiatostanowe
% roślin zasiedlonych	19%	13%	22%	17%
średnia liczba larw w roślinach porażonych	1	2	2	2
średnia długość kanału drażonego w roślinach porażonych (cm)	8,9 cm	10,7 cm	9,3cm	11,2cm

	05.07.1998.	09.07.1999.
	Ogonki liściowe	Ogonki liściowe
% roślin zasiedlonych	14%	18%
średnia liczba larw w roślinach porażonych	2	2
średnia długość kanału drażonego w roślinach porażonych (cm)	6,9 cm	7,6cm

	10.08.1998.	13.08.1999.
	Ogonki liściowe	Ogonki liściowe
% roślin zasiedlonych	25%	28%
średnia liczba larw w roślinach porażonych	2	3
średnia długość kanału drażonego w roślinach porażonych (cm)	7,3 cm	8,9cm



Tabela 3

## Zawartość substancji antyżywniowych w liściach

Cecha	Metoda	Stopień 1 <sup>0</sup>
Zawartość polifenolokwasów w przeliczeniu na kwas chlorogenowy	<b>IRiPZ</b>	<b>2,5%</b>
Zawartość flawonoidów w przeliczeniu na kwercetynę	<b>FP V</b>	<b>1,0%</b>
Zawartość sumy antropochodnych w przeliczeniu na istycynę	<b>FP IV</b>	<b>0,18%</b>

Cecha	Metoda	Stopień 3 <sup>0</sup>
Zawartość polifenolokwasów w przeliczeniu na kwas chlorogenowy	<b>IRiPZ</b>	<b>3,7%</b>
Zawartość flawonoidów w przeliczeniu na kwercetynę	<b>FP V</b>	<b>0,90%</b>
Zawartość sumy antropochodnych w przeliczeniu na istycynę	<b>FP IV</b>	<b>0,10%</b>

Cecha	Metoda	Stopień 5 <sup>0</sup>
Zawartość polifenolokwasów w przeliczeniu na kwas chlorogenowy	<b>IRiPZ</b>	<b>3,7%</b>
Zawartość flawonoidów w przeliczeniu na kwercetynę	<b>FP V</b>	<b>0,72%</b>
Zawartość sumy antropochodnych w przeliczeniu na istycynę	<b>FP IV</b>	<b>0,07%</b>



Biblioteka Główna ATR  
w Bydgoszczy

CZYT

D 187