

AKADEMIA TECHNICZNO-ROLNICZA
IM. JANA I JĘDRZEJA ŚNIADECKICH
W BYDGOSZCZY

Rozprawy
nr 70

MARIA WAWRZYNIAK

OCENA DZIAŁANIA
WYBRANYCH EKSTRAKTÓW ROŚLINNYCH
NA BIELINKA KAPUSTNIKA
(*Pieris brassicae* L., *Lepidoptera*, *Pieridae*)

BYDGOSZCZ - 1996

AKADEMIA TECHNICZNO-ROLNICZA
IM. JANA I JĘDRZEJA ŚNIADECKICH
W BYDGOSZCZY

Rozprawy
nr 70

MARIA WAWRZYNIAK

OCENA DZIAŁANIA
WYBRANYCH EKSTRAKTÓW ROŚLINNYCH
NA BIELINKA KAPUSTNIKA
(*Pieris brassicae* L., *Lepidoptera*, *Pieridae*)

Biblioteka Główna ATR w Bydgoszczy



000000003630

BYDGOSZCZ - 1996

PRZEWODNICZĄCY KOMITETU REDAKCYJNEGO
prof. dr hab. Ojcumiła Stefaniak

OPINIODAWCY
prof. dr hab. Jan Boczek
dr hab. Henryk Malinowski, prof. IBL

REDAKTOR NAUKOWY
prof. dr hab. Aleksandra Błażejewska

OPRACOWANIE REDAKCYJNE I TECHNICZNE
mgr Joanna Ekstowicz-Mąka, Zbigniew Gackowski

Wydano za zgodą Rektora
Akademii Techniczno-Rolniczej
w Bydgoszczy



5 23479/2

ISSN 0209-0597

WYDAWNICTWO UCZELNIANE
AKADEMII TECHNICZNO-ROLNICZEJ W BYDGOSZCZY

Wyd. I. Nakład 150 egz. Ark. aut. 3,5. Ark. druk. 4,0. Papier druk. kl. III.
Oddano do druku w marcu 1996 r. Druk ukończono w marcu 1996 r.

MEN

Uczelniany Zakład Małej Poligrafii ATR Bydgoszcz, ul. Ks. A. Kordeckiego 20
Zamówienie nr 6/96

96 D. 52/32

Spis treści

I. WSTĘP	5
II. PRZEGLĄD LITERATURY	7
III. MATERIAŁ, METODY I TEREN BADAŃ	10
1. Materiał badawczy	10
1.1. Owady	10
1.2. Rośliny	10
2. Metody badań	13
2.1. Badania laboratoryjne	13
2.1.1. Wpływ wyciągów na żerowanie gąsienic	13
2.1.2. Wpływ wyciągów na rozwój jaj i przeżywalność larw bielinka kapustnika	13
2.2. Badania polowe	14
3. Metoda statystycznej analizy wyników	14
IV. WYNIKI	15
1. Doświadczenia laboratoryjne	15
1.1. Wpływ wyciągów na żerowanie gąsienic bielinka kapustnika	15
1.1.1. Bezwzględny wskaźnik deterentności	15
A. Wyciągi alkoholowe	17
B. Wyciągi wodne	18
1.1.2. Zmiany masy ciała larw	19
A. Wyciągi alkoholowe	22
B. Wyciągi wodne	23
1.1.3. Przyswajalność pokarmu traktowanego wyciągami	23
A. Wyciągi alkoholowe	23
B. Wyciągi wodne	27
1.2. Wpływ wyciągów roślinnych na rozwój jaj i przeżywalność larw bielinka kapustnika	29
1.2.1. Działanie wyciągów na jaja	29
A. Wyciągi alkoholowe	29
B. Wyciągi wodne	29
1.2.2. Działanie wyciągów na żywotność larw	36
A. Wyciągi alkoholowe	36
B. Wyciągi wodne	37
1.2.3. Wpływ wyciągów na zdolność przepoczwarczenia	38
A. Wyciągi alkoholowe	38
B. Wyciągi wodne	38
1.2.4. Porównanie działania wyciągów alkoholowych i wodnych	40

2. Badania polowe	40
2.1. Wpływ wyciągów na składanie jaj przez samice białlinka kapustnika	40
2.2. Wpływ wyciągów na śmiertelność jaj na roślinach traktowanych..	42
2.3. Reakcja gąsienic na traktowanie roślin wyciągami	44
V. PODSUMOWANIE WYNIKÓW I DYSKUSJA	47
VI. WNIOSKI	53
LITERATURA	54
STRESZCZENIA	62

I. WSTĘP

Szkodniki roślin uprawnych niszczą corocznie 1/3 potencjalnych światowych plonów rolnych. Zwalcza się je głównie metodami chemicznymi. Szacuje się, że zaprzestanie stosowanej powszechnie ochrony przy pomocy pestycydów, zwiększyłoby straty te dwukrotnie. Mimo stosowania coraz większej liczby insektycydów o różnorodnym składzie chemicznym i różnym zakresie działania, żaden ze szkodliwych organizmów nie został wyeliminowany ze środowiska. Wprowadzenie ogromnych ilości pestycydów do środowiska naturalnego powoduje w nim nieodwracalne zmiany, stanowi zagrożenie dla zwierząt stałocieplnych i indukuje powstawanie odporności zwalczanych organizmów. Niska selektywność ich działania jest powodem wyniszczenia entomofauny pożytecznej, w tym wrogów naturalnych szkodników; stąd gatunki nie stwarzające dotychczas zagrożenia dla roślin uprawnych, uaktywniają się [52]. Istotny jest również wzrost cen pestycydów oraz kosztów nakładu pracy i aparatury związanych z ich stosowaniem.

Dlatego też w problematyce ochrony roślin ostatnich lat, obserwuje się wzrost liczby badań, zmieniających ukierunkowanie z zagadnień związanych z zabijaniem szkodników, na sterowanie rozwojem ich populacji. Zajmuje się nimi nowa gałąź nauki - ekologia chemiczna, opisująca reguły i zależności międzygatunkowe sterowane przez czynniki chemiczne. Ważną grupę substancji, będących przedmiotem zainteresowania ekologii chemicznej, stanowią antyfidanty, repelenty, atraktanty, arestanty [82].

Nazwą antyfidanty określa się związki hamujące żerowanie i składanie jaj, nie zabijające jednak bezpośrednio szkodnika. Działają one jako fagodeterenty lub fagorepelenty w okresie próbnego i trwałego żerowania szkodnika na roślinie. Są selektywne, gdyż nie reagują na nie pasożyty, drapieżce szkodników oraz zapylacze [15]. Istota ich działania polega na powodowaniu zaburzeń w łańcuchu instynktownych czynności, warunkujących żerowanie [14].

Antyfidanty pochodzenia naturalnego to przede wszystkim różne substancje roślinne. Możliwości znalezienia w roślinach związków o charakterze antyfidantów są duże, gdyż dotychczas poznano jedynie niewiele spośród zawartych w nich substancji. Perspektywy praktycznego wykorzystania roślinnych antyfidantów w ochronie roślin przed szkodnikami wydają się znaczne. Najpierw jednak muszą być wykonane szerokie badania, w celu wytypowania roślin, których ekstrakty wykazują aktywność, w stosunku do różnych gatunków szkodliwych owadów.

W Polsce problemami związanymi z nowymi proekologicznymi metodami zwalczania różnych gatunków szkodników np. szkodników magazynowych, stonki ziemniaczanej, mszyc zajmują się m.in. Achremowicz [2,3], Boczek [13,14,15], Ignatowicz [35], Malinowski [52], Nawrot [61,62], Sobótka [82], Wyrostkiewicz [97,98,99].

W dostępnym piśmiennictwie jest niewiele danych na temat wpływu ekstraktów z różnych roślin na żerowanie i rozwój bielinka kapustnika. Stąd, celem przedstawionych badań było określenie działania wyciągów z wybranej grupy roślin na rozwój jaj oraz na intensywność żerowania i rozwój larw bielinka. Ponadto wykonane zostały doświadczenia polowe, w których oceniano wpływ testowanych wyciągów, na przebieg składania jaj i na ich przeżywalność oraz na zachowanie się gąsienic.

II. PRZEGLĄD LITERATURY

Ekologia chemiczna rozpatruje czynniki, warunkujące wybór rośliny jako pokarmu dla danego owada oraz możliwości obrony danej rośliny przed atakiem fitofagów [62]. Podstawowe zależności między roślinami żywicielskimi a szkodnikami opierają się na zaspokajaniu przez rośliny żywicielskie specyficznych wymagań pokarmowych i ekologicznych danego gatunku szkodnika w takim zakresie, w jakim nie oferują mu inne gatunki roślin.

Wybór rośliny żywicielskiej przez owady następuje bądź w wyniku "prób i błędów", bądź wabiącego działania pokarmu. W drugim przypadku roślina żywicielska działa na owada przez bodźce wizualne: zabarwienie lub intensywność odbitego światła, dotykowe - przy zetknięciu się ciała owada z powierzchnią rośliny i chemiczne - zapachowe i smakowe. Wymienione bodźce nie działają zwykle pojedynczo, ale tworzą łańcuchowe bodźce warunkowe, z których każde ogniwo odnosi się do poszczególnych podniet, wydzielanych przez roślinę lub część rośliny [41,74].

Do tej pory nie opracowano jednolitej teorii wyjaśniającej, które związki występujące w roślinach, są głównymi czynnikami, pozwalającymi owadom na zlokalizowanie i rozpoznanie właściwej rośliny żywicielskiej. Wg Fraenkela [26], zbliżone zapotrzebowanie fitofagów na podstawowe składniki pokarmowe sugeruje, że za specyfikę pokarmową i możliwość odnajdywania rośliny - gospodarza, odpowiedzialne są wtórne substancje roślinne, które przywabiają lub odstraszały owady oraz wpływają na ich zachowanie się w czasie pobierania pokarmu, składania jaj i innych czynności życiowych. Drugorzędne (wtórne) substancje roślinne pełnią rolę substancji obronnych, jako repelenty i antyfidanty lub toksyny w czasie pobierania pokarmu przez roślinożerców. Allelozwiązki (wtórne substancje roślinne) mogą być stymulatorami składania jaj dla owadów, które żerują na tych roślinach [30,76,72]. Natomiast składanie jaj przez poszczególne owady może być ograniczane przez związki, które występują w wysokich stężeniach w roślinach nieżywicielskich [89,55].

Sposób wyboru rośliny żywicielskiej opiera się na działaniu bodźców:

- 1) zapachowo-smakowych, które są wytwarzane przez specyficzne składniki chemiczne rośliny, a więc glikozydy, alkaloidy i inne związki,
- 2) pokarmowych, które wydzielane są przez związki, wykorzystywane przez dany gatunek owada w czasie żerowania [43,42].

Bodźce te mogą działać jako stymulatory lub inhibitory żerowania i mogą być one wywoływane, wymaganiami danego gatunku owada w stosunku do składników odżywczych w soku roślinnym.

Proces żerowania owadów obejmuje szereg kolejnych następujących po sobie czynności behawioralnych [8,16,24,88] takich jak: rozpoznanie, siadanie, wstępne żerowanie (nadgryzanie lub nakłuwanie), utrzymanie żerowania, zaprzestanie żerowania. Każdy z wymienionych etapów następuje pod wpływem dzia-

lania właściwych (odpowiednich) bodźców roślinnych [12,92,93]. Przerwanie tego szeregu czynności na skutek zmiany działania niektórych bodźców może prowadzić do zaburzeń w funkcjonowaniu organizmu owada, a nawet jego śmierci. Zaburzenia mogą być spowodowane przez substancje odstraszające - repelenty, czy hamujące żerowanie - antyfidanty, zwane także deterrentami pokarmowymi [27]. Obecnie znane są liczne związki chemiczne, naturalne i syntetyczne, hamujące żerowanie jednego lub większej liczby gatunków owadów. Spośród substancji nieorganicznych, jako skuteczne antyfidanty, poznano najlepiej związki miedzi i cyny [6,20,27,28,97,100].

Antyfidanty pochodzenia naturalnego, to przede wszystkim różne substancje roślinne. Źródłem licznych antyfidantów są rośliny tropikalne [13,14,47,81,84]. Najpowszechniej znane i wykazujące silne działanie są wyciągi, uzyskiwane z jagód i liści dwóch gatunków drzew z rodziny Miodlowate (*Meliaceae*): miodla indyjska (*Azadirachta indica* Juss.) i miodla pospolita (*Melia azaderach* L.). Wyizolowany z nich trójterpen - azadirachtin, wyróżnia się bardzo szerokim spektrum działania (hamowanie żerowania, obniżenie płodności, zaburzenia w rozwoju), w stosunku do wielu gatunków owadów, roztoczy, nicieni oraz mikroorganizmów [78,83,87,90]. Azadirachtin narusza układ neurosekrecyjny owadów, powodując zaburzenia funkcji ciał kardialnych - *corpora cardiaca* i przyległych - *corpora allata* [80].

Substancje roślinne o charakterze antyfidantów spotyka się we wszystkich grupach chemicznych. Stwierdzono jednak, że szczególnie skuteczne inhibitory żerowania owadów, pochodzą z grupy triterpenów [9,29], laktonów seskwiterpenowych, alkaloidów [67], kukurbitacyń, chinonów i fenoli [68]. W obrębie niektórych rodzin występuje więcej roślin, zawierających znaczne ilości substancji deterrentnych. Mogą to być olejki eteryczne, a w nich terpeny. Wiele z nich wytwarza wielkocząsteczkowe związki fenolowe. Do takich rodzin należą: *Geraniaceae*, *Rutaceae*, *Polygonaceae*, *Moraceae*, *Labiatae* i *Asteraceae* [33,37]. W roślinach należących do tych rodzin należy przede wszystkim poszukiwać substancji antyfidantnych i ujemnie wpływających na szkodliwe owady.

Obiektem badań nad antyfidantami były głównie owady z rzędów: *Lepidoptera* - *Spodoptera*, *Heliothis* i *Orthoptera* - *Locusta* [5,21,45,57]. Wiele badań przeprowadzono również na słońce ziemniaczanej [18,32,33,34,37,38,99].

Z dostępnej literatury wynika, że badań nad antyfidantami w odniesieniu do bielinka kapustnika jest niewiele. Stwierdzono, że permetryna i cypermetryna stosowane w dawkach subletalnych, działają antyfidantnie w stosunku do gąsienic bielinka kapustnika [86]. Antyfidantną aktywność różnych związków uzyskanych na drodze syntezy chemicznej i pochodzenia naturalnego (chlorku i azotanu sodu, soli wapnia, chlorowodoru berberyny, conesiny, ecdysteronu, chlorowodoru morfiny, chlorku chininy, azotanu strychniny, tomatyny, sparteiny) przeciwko gąsienicom bielinka kapustnika stwierdzili Chapman [24] i Ma [50,51]. Spośród 22 związków, głównie alkaloidów i związków pochodnych, badanych przez Ma [51], najsilniejsze działanie antyfidantne przeciwko larwom bielinka

kapustnika wykazały te, które miały alkaloidalną lub steroidálną strukturę o wysokim ciężarze molekularnym.

W testach prowadzonych przez Abivardi i Benz [1], wyciągi z mięty, dzięgiela, eukaliptusa, melisy i piołunu, ograniczały żerowanie bielinka kapustnika. Stwierdzono również wysoką aktywność bisabolangelonu wyizolowanego z nasion *Angelica silvestris* [11]. Azadirachtin, hamujący żerowanie wielu szkodników, między innymi szarańczy pustynnej, wykazywał umiarkowane działanie w stosunku do bielinka kapustnika [19]. Osman [69] stwierdził, że ekstrakt metanolowy z nasion drzewa *Azadirachta indica* ograniczał rozwój i tempo wzrostu larw bielinka kapustnika. Wykazano również [70], że ekstrakty te wpływają ograniczająco na populację endopasożyta gąsienic - barylkarza bieliniaka.

Jermy [37] testował wiele gatunków roślin podając je różnym owadom, między innymi gąsienicom bielinka kapustnika, w formie kanapek. Wykazał, że są gatunki roślin, które wydają się być w ogóle wolne od czynników hamujących żerowanie, np. *Pisum sativum* i *Malva silvestris*, podczas gdy inne np. *Solidago virga - aurea* wykazały silne działanie ograniczające żerowanie wszystkich badanych przez niego owadów.

Vignerón [91], donosi o hamującym działaniu solaniny i tomatyny na rozwój bielinka kapustnika. Tabashnik [85] analizował wtórne substancje roślinne - rutynę i tomatynę, jako deterenty składania jaj przez motyle bielinka kapustnika. Stwierdzono, że ekstrakty chemiczne z roślin nieżywielijskich, determinują składanie jaj przez bielinka rzepnika, żerującego na krzyżowych [49,73].

III. MATERIAŁ, METODY I TEREN BADAŃ

W latach 1987 - 1992 prowadzono dwa rodzaje badań: laboratoryjne i polowe. Testy laboratoryjne wykonano w pracowni Katedry Entomologii Stosowanej, natomiast badania polowe - na poletkach doświadczalnych z uprawami kapusty, usytuowanych w okolicach Bydgoszczy, w miejscowościach Trzemiętowo, Mochetek i Smukała.

1. Materiał badawczy

1.1. Owady

Obiekt badań laboratoryjnych stanowiły jaja i wylęgające się z nich gąsienice bielinka kapustnika. Złóża jaj zbierano z upraw kapusty. Ponadto zbierano na nich także larwy stadium L4/L5, które służyły do badań nad wpływem wyciągów na intensywność ich żerowania.

1.2. Rośliny

W badaniach laboratoryjnych testowano alkoholowe i wodne wyciągi z 64 gatunków roślin, należących do 21 rodzin (tab.1), natomiast w doświadczeniu polowym - wyciągi wodne z wybranych 28 roślin. Dodatkowo analizowano wyciągi z dąbrówki rozłogowej, którą zastosowano jako roślinę porównawczą.

Rośliny zbierano z typowych dla nich stanowisk (łąki, lasy, nieużytki) w okolicach Bydgoszczy, suszono i mielono w pracowni, a tylko niektóre susze (np. kolendra, arcydzięgiel) pochodziły z zakupów w sklepach zielarskich. Wyciągi wykonywano głównie z ziela (herba) roślin. Natomiast z kwiatów (flos), w przypadku nagietka, akacji, jasnoty białej i krwawnika. Wyciągi z korzenia (radix) przygotowywano z arcydzięgla, biedrzeńca, lubczyku i mniszka, z kłączy (rhizoma) - z rdestu wężownika. Z chmielu wykorzystywano owocostany, zwane szyszkami (strobili), z porzeczek czarnej - owoce (fructus) i liście (folium), z wiesiołka - nasiona (semen), a z brzozy - liście (folium) i hubę (fungi).

Wyciągi wodne (maceraty) uzyskiwano przez zalewanie 5 g zmielonego suszu roślinnego wodą w ilości 100 ml na 24 godziny. Po przesączeniu i dodaniu kropli Sandowitu, celem zwiększenia zwilżalności, otrzymywano wyciąg umownie określany jako 5 % [98].

Wyciągi alkoholowe przygotowywano wg metody podanej przez Kielczewskiego i wsp. [44] w następujący sposób: do 100 g suszu roślinnego dodawano 750 ml 96 % alkoholu etylowego, a po 24 godzinach zlewano i przesączało roztwór. Czynność tę powtarzano jeszcze dwukrotnie. Otrzymane przesącze łączono i odparowywano w temperaturze pokojowej. Otrzymywano w ten sposób od 1 g do 3 g zagęszczonego ekstraktu surowego. Z niego przygotowywano 1 % roztwór wodny (dodawano do niego również środek zwiększający zwilżalność).

Tabela 1. Wykaz testowanych roślin

Table 1. List of tested plants

RODZINA Gatunek	FAMILY Species
1	2
BALDASZKOWATE Arcydzięgiel litwor Barszcz Sosnowskiego Biedrzynek mniejszy Kolendra siewna Lubczyk ogrodowy	UMBELLIFERAE <i>Archangelica officinalis</i> L. <i>Heracleum Sosnowski</i> <i>Pimpinella saxifraga</i> L. <i>Coriandrum sativum</i> L. <i>Levisticum officinale</i> Koch
BODZISZKOWATE Bodziszek czerwony Bodziszek cuchnący Igllica pospolita Pelargonja	GERANIACEAE <i>Geranium senquineum</i> L. <i>Geranium robertianum</i> L. <i>Erodium cicutarium</i> L. <i>Pelargonium</i> L. Herit
BRZOZOWATE Brzoza zwisła	BETULACEAE <i>Betula pendula</i> Roth.
DZIURAWCOWATE Dziurawiec zwyczajny	HYPERICACEAE <i>Hypericum perforatum</i> L.
FIOŁKOWATE <i>Viola tricolor</i>	VIOLACEAE <i>Viola tricolor</i> L.
GRUBOSZOWATE Rozchodnik ostry	CRASSULACEAE <i>Sedum acre</i> L.
JASKROWATE Ostróżka wyniosła	RANUNCULACEAE <i>Delphinium elatum</i> L.
KONOPIOWATE Chmiel zwyczajny	CANNABACEAE <i>Humulus lupulus</i> L.
KRZYŻOWE Tasznik pospolity	CRUCIFERAE <i>Capsella bursa pastoris</i> L.
MORWOWATE Morwa biała	MORACEAE <i>Morus alba</i> L.
PARMELIACEAE Porost islandzki	PARMELIACEAE <i>Lichen islandicus</i> L.
POKRZYWOWATE Pokrzywa zwyczajna	URTICACEAE <i>Urtica dioica</i> L.
PSIANKOWATE Bieluń dziędzierzawa Lulek czarny Machorka Miechunka rozdęta Petunia zwyczajna Pomidor Psianka słodkogórz Tytoń szlachetny Ziemniak	SOLANACEAE <i>Datura stramonium</i> L. <i>Hyoscyamus niger</i> L. <i>Nicotiana rustica</i> L. <i>Physalis alkekengi</i> L. <i>Petunia hybrida</i> Hort <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill. <i>Solanum dulcamara</i> L. <i>Nicotiana tabacum</i> L. <i>Solanum tuberosum</i> L.

1	2
RDESTOWATE	<i>POLYGONACEAE</i>
Rdest ostrogorzki	<i>Polygonum hydropiper</i> L.
Rdest plamisty	<i>Polygonum persicaria</i> L.
Rdest powojowy	<i>Polygonum convolvulus</i> L.
Rdest ptasi	<i>Polygonum aviculare</i> L.
Rdest sachaliński	<i>Polygonum sachalinense</i> Schm.
Rdest Weyrycha	<i>Polygonum Weyrychia</i>
Rdest węzownik	<i>Polygonum bistorta</i> L.
RUTOWATE	<i>RUTACEAE</i>
Ruta zwyczajna	<i>Ruta graveolens</i> L.
SKALNICOWATE	<i>SAXIFRAGACEAE</i>
Porzeczka czarna	<i>Ribes nigrum</i> L.
Śledziennica skretolistna	<i>Chrysosplenium alternifolium</i> L.
WARGOWE	<i>LABIATAE</i>
Bluszcz kurdybanek	<i>Glechoma hereracea</i> L.
Dąbrówka zozłogwa	<i>Ajuga reptans</i> L.
Jasnota biała	<i>Lamium album</i> L.
Jasnota purpurowa	<i>Lamium purpureum</i> L.
Jasnota gajowiec	<i>Lamium galeobdolon</i> L.
Lebiodka pospolita	<i>Origanum vulgare</i> L.
Macierzanka zwyczajna	<i>Thymus pulegioides</i> L.
Mięta	<i>Mentha</i> sp. L.
Poziewnik szorstki	<i>Galeopsis tetrachit</i> L.
Serdecznik pospolity	<i>Leonurus cardiaca</i> L.
Szałwia łąkowa	<i>Salvia pratensis</i> L.
WIESIOŁKOWATE	<i>ONAGRACEAE</i>
Wiesiołek dwuletni	<i>Oenothera biennis</i> L.
WILCZOMLECZOWATE	<i>EUPHORBIACEAE</i>
Wilczomlec obrotny	<i>Euphorbia helioscopia</i> L.
Wilczomlec ogrodowy	<i>Euphorbia peplus</i> L.
Wilczomlec sosnka	<i>Euphorbia cyperissias</i> L.
ZŁOŻONE	<i>ASTERACEAE</i>
Bylica boże drzewko	<i>Artemisia abrotanum</i> L.
Bylica piołun	<i>Artemisia absinthium</i> L.
Chaber bławatek	<i>Centaurea cyanus</i> L.
Cykoria podróżnik	<i>Cichorium intybus</i> L.
Drapacz lekarski	<i>Chicus benedictus</i> L.
Kocanki piaskowe	<i>Helichrysum avenarium</i> L.
Krwawnik pospolity	<i>Achillea millefolium</i> L.
Łopian mniejszy	<i>Artium minus</i> L.
Mniszek pospolity	<i>Taraxacum officinale</i> Web
Nagietek lekarski	<i>Calendula officinalis</i> L.
Wrotycz pospolity	<i>Tanacetum vulgare</i> L.

2. Metody badań

2.1. Badania laboratoryjne

W badaniach laboratoryjnych oceniano wpływ alkoholowych i wodnych wyciągów roślinnych na żerowanie larw oraz rozwój jaj i larw bielinka kapustnika.

2.1.1. Wpływ wyciągów na żerowanie gąsienic

Analizowano działanie ekstraktów z 65 roślin. Odważone liście kapusty zanurzano na ok. 3 sekundy w testowanych wyciągach roślinnych, a po przeschnięciu umieszczano je w szalkach Petriego. Na liście nakładano po 10 uprzednio odważonych gąsienic stadium L4/L5. Jedną kombinację doświadczalną dla każdego wyciągu stanowiły trzy szalki. Prowadzono również dwie próby kontrolne. Pierwszą, z liśćmi kapusty traktowanymi wodą z dodatkiem środka zwiększającego zwilżalność (Sandowit) i drugą z liśćmi nietraktowanymi wyciągami (suchymi, bez dodatku zwilżacza).

Doświadczenie prowadzono przez 48 godzin, podczas których wymieniano i uzupełniano pokarm (przygotowany w sposób opisany wyżej). Po 48 godzinach ponownie ważono pozostałe liście i gąsienice. Na podstawie uzyskanych danych, określano ilość zjedanego przez nie pokarmu, zmiany masy ich ciała oraz zużycie pokarmu na przyrost 1 mg masy ciała. W celu porównania antyfidantnego działania badanych wyciągów, obliczano bezwzględny wskaźnik deterentności (bwd), wg wzoru [44]:

$$\text{bwd} = \frac{K - T}{K + T} \times 100,$$

gdzie:

K - masa zjedzonego pokarmu w kontroli,

T - masa zjedzonego pokarmu z dodatkiem wyciągu.

2.1.2. Wpływ wyciągów na rozwój jaj i przeżywalność larw bielinka kapustnika

Do badań użyto ekstraktów z 40 roślin. Liście kapusty ze złożami jaj bielinka zanurzano na ok. 3 sekundy w badanych wyciągach i po powietrznym osuszeniu wkładano do szalek Petriego. W szalkach umieszczano po jednym liściu ze złożem jaj bielinka (liczącym od kilkudziesięciu do ponad stu jaj). Każda kombinacja doświadczalna składała się z trzech powtórzeń (3 szalki). Równolegle prowadzono dwie próby kontrolne (opisane wyżej).

Obserwowano wpływ wyciągów na rozwój jaj i wylęg gąsienic. Wylęgające się larwy przenoszono na traktowane wyciągami liście kapusty. Po 6 dniach od wylęgu, analizowano śmiertelność gąsienic oraz określano masę ciała pozostałych żywych larw. Doświadczenie trwało aż do uzyskania poczwarek w poszczególnych kombinacjach.

2.2. Badania polowe

W warunkach polowych testowano wodne wyciągi z 28 roślin z rodzin: Baldaszkowate, Rdestowate, Rutowate, Psiankowate, Złożone oraz z dąbrówki rozłogowej (Wargowe). Zabiegi wykonywano na plantacjach kapusty, na których wytyczano poletka o wymiarach 5 x 5 m, odpowiadające poszczególnym kombinacjom doświadczalnym. Na każdym poletku wyznaczano po 5 roślin, które stanowiły kolejne powtórzenia doświadczalne.

Przeprowadzono trzy doświadczenia, każde na innych poletkach. Pierwsze, wykonano przed okresem masowego składania jaj przez motyle bielinka kapustnika. Po 2 i 6 dniach od oprysku roślin badanymi wyciągami, notowano liczbę złożów jaj na poszczególnych roślinach.

Drugie doświadczenie polegało na traktowaniu wyciągami - roślin ze złożami jaj bielinka. Analizowano wpływ wyciągów na ich rozwój, określając po 2 i 4 dniach od oprysku liczbę zamierających jaj i wylęgających się larw.

Ostatnie doświadczenie przeprowadzono na roślinach, na których stwierdzono żerujące gromadnie gąsienice stadium L2/L3. Obserwowano zachowanie się gąsienic bezpośrednio po zabiegu (2 godziny) i po 2 dniach.

3. Metoda statystycznej analizy wyników

Analizie statystycznej poddano wyniki uzyskane w doświadczeniach laboratoryjnych. Opracowano je za pomocą analizy wariancji z pojedynczą klasyfikacją oraz testu t Studenta. Dane uzyskane w poszczególnych doświadczeniach, porównywano z wynikami uzyskanymi w testach kontrolnych.

IV. WYNIKI

1. Doświadczenia laboratoryjne

1.1. Wpływ wyciągów roślinnych na żerowanie gąsienic bielinka kapustnika

Ocenę działania wyciągów alkoholowych i wodnych z 65 roślin przeprowadzono na podstawie obliczonego bezwzględnego wskaźnika deterrentności, zmian masy ciała testowanych gąsienic, uzyskanych po 48 godzinach trwania doświadczenia oraz ilości pokarmu zużywanego na przyrost 1 mg masy ich ciała.

1.1.1. Bezwzględny wskaźnik deterrentności

Bezwzględny wskaźnik deterrentności (bwd) obliczono na podstawie relacji między masą pokarmu zjedzonego przez gąsienice w kombinacjach testowanych (w których karmiono je liśćmi kapusty, pokrytymi wyciągami roślinnymi) i kontrolnych (z nietraktowanymi liśćmi kapusty). Uzyskane wyniki przedstawiono w tabeli 2.

Przyjęto, że wskaźnik wynoszący około 35, odpowiada 50 % masy pokarmu zjedzonego w kontroli. Teoretycznie może on maksymalnie osiągać 100, co oznacza całkowity brak żerowania. Ujemna wartość wskaźnika świadczy o działaniu stymulującym żerowanie [99]. W praktyce jednak, ze względu na wysychanie pokarmu w czasie 48 godzin trwania doświadczenia, najwyższy wskaźnik (gdzie owady nadgryzały jedynie liście) kształtował się w granicach 60.

Tabela 2. Bezwzględny wskaźnik deterrentności wyciągów roślinnych dla larw bielinka kapustnika

Table 2. The absolute coefficient of deterrence of the plant extracts for the cabbage worm

Roślina - Plant	Wyciągi alkoholowe Alcohol extracts	Wyciągi wodne Water extracts
1	2	3
UMBELLIFERAE		
<i>Archangelica officinalis</i>	12.7	35.0
<i>Heracleum Sosnowski</i>	-9.5	-4.0
<i>Pimpinella saxifraga</i>	6.6	5.5
<i>Coriandrum sativum</i>	16.0	3.2
<i>Levisticum officinale</i> - radix	30.4	4.4
<i>Levisticum officinale</i> - herba	47.6	12.8
GERANIACEAE		
<i>Geranium senquineum</i>	23.8	8.2
<i>Geranium robertianum</i>	39.3	47.2
<i>Erodium cicutarium</i>	36.2	25.3
<i>Pelargonium</i>	36.2	2.6

1	2	3
<i>BETULACEAE</i>		
<i>Betula pendula</i> - folium	-4.1	-18.6
<i>Betula pendula</i> - fungi	-5.5	-27.0
<i>HYPERICACEAE</i>		
<i>Hypericum perforatum</i>	36.9	26.7
<i>VIOLACEAE</i>		
<i>Viola tricolor</i>	12.6	11.7
<i>LORANTHACEAE</i>		
<i>Viscum album</i>	1.2	2.3
<i>CRASSULACEAE</i>		
<i>Sedum acre</i>	4.0	5.5
<i>RANUNCULACEAE</i>		
<i>Delphinium elatum</i>	7.5	3.9
<i>CANNABACEAE</i>		
<i>Humulus lupulus</i>	15.6	19.8
<i>CRUCIFERAE</i>		
<i>Capsella bursa pastoris</i>	12.8	2.8
<i>MORACEAE</i>		
<i>Morus alba</i>	7.0	10.2
<i>PARMELIACEAE</i>		
<i>Lichen islandicus</i>	12.9	7.1
<i>SOLANACEAE</i>		
<i>Datura stramonium</i>	3.1	32.9
<i>Hyoscyamus niger</i>	12.3	19.3
<i>Nicotiana rustica</i>	20.3	58.6
<i>Physalis alkekengi</i>	-3.0	18.9
<i>Petunia hybrida</i>	-5.5	-9.7
<i>Lycopersicum esculentum</i>	12.8	16.6
<i>Solanum dulcamana</i>	58.6	5.0
<i>Nicotiana tabacum</i>	55.8	19.5
<i>Solanum tuberosum</i>	14.0	-13.8
<i>POLYGONACEAE</i>		
<i>Polygonum hydropiper</i>	5.6	-17.0
<i>Polygonum persicaria</i>	-5.4	-3.0
<i>Polygonum convolvulus</i>	32.8	31.8
<i>Polygonum aviculare</i>	3.6	-11.0
<i>Polygonum sachalinense</i>	21.8	11.2
<i>Polygonum Weyrychia</i>	-3.1	-3.6
<i>Polygonum bistorta</i> - rhizoma	14.0	18.5
<i>Polygonum bistorta</i> - herba	-9.3	-4.2
<i>RUTACEAE</i>		
<i>Ruta graveolens</i>	43.9	21.6

1	2	3
SAXIFRAGACEAE		
<i>Ribes nigrum</i> - folium	0.7	14.3
<i>Ribes nigrum</i> - fructus	-3.1	-7.2
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	7.3	10.5
LABIATAE		
<i>Glechoma hereracea</i>	2.2	3.1
<i>Ajuga reptans</i>	68.8	62.2
<i>Lamium album</i>	8.2	2.9
<i>Lamium purpureum</i>	25.7	8.3
<i>Lamium galeobdolon</i>	-12.1	-7.4
<i>Origanum vulgare</i>	20.6	2.0
<i>Thymus pulegioides</i>	-3.0	7.5
<i>Mentha</i> sp.	23.4	10.0
<i>Galeopsis tetrachit</i>	41.9	-13.2
<i>Leonurus cardiaca</i>	3.4	27.8
<i>Salvia pratensis</i>	-0.2	-1.2
ONAGRACEAE		
<i>Oenothera biennis</i>	4.6	6.1
EUPHORBIACEAE		
<i>Euphorbia helioscopia</i>	8.7	9.2
<i>Euphorbia peplus</i>	12.7	20.8
<i>Euphorbia cyperissias</i>	28.4	7.0
URTICACEAE		
<i>Urtica dioica</i>	6.4	10.6
ASTERACEAE		
<i>Artemisia abrotanum</i>	6.9	19.0
<i>Artemisia absinthium</i>	20.7	11.6
<i>Centaurea cyanus</i>	10.4	16.9
<i>Cichorium intybus</i>	24.0	8.5
<i>Chicus benedictus</i>	12.2	12.1
<i>Helichrysum avenarium</i>	42.6	25.4
<i>Achillea millefolium</i> - flos	6.4	11.7
<i>Achillea millefolium</i> - herba	18.4	13.8
<i>Artium minus</i>	28.6	15.7
<i>Taraxacum officinale</i> - radix	12.0	11.3
<i>Taraxacum officinale</i> - herba	17.3	-10.4
<i>Calendula officinalis</i>	61.2	20.1
<i>Tanacetum vulgare</i>	39.6	30.7

A. Wyciągi alkoholowe

Najwyższe wartości bwd uzyskano dla wyciągów z nagietka (61,1), psianki (58,6) i tytoniu (55,8). W testach, w których je stosowano, gąsienice nie zerowały. Stwierdzono jedynie próby nadgryzania liści.

Wyciągi z zieleń lubczyku, ruty, kocanek i poziewnika również bardzo silnie ograniczały żerowanie gąsienic. Obliczone dla nich wartości bwd kształtowały się w granicach od 41,9 do 47,6.

Do skutecznie hamujących żerowanie (bwd = 30 - 40), można zaliczyć także wyciągi z wrotczy, rdestu powojowego, bodziszka cuchnącego, dziurawca, iglicy, pelargonii i korzenia lubczyku.

Mniej efektywnie ograniczające żerowanie gąsienic (bwd = 20 - 30) okazały się wyciągi z bylicy piołunu, łopianu mniejszego, cykorii podróżnika, bodziszka czerwonego, machorki, rdestu sachalińskiego, jasnoty purpurowej, lebiodki pospolitej i mięty.

Pozostałe wyciągi, dla których uzyskano dodatnie wartości bwd (0 - 20), można określić jako słabo działające i nie chroniące kapusty przed żerującymi gąsienicami. Jak wynika z tabeli 2, w grupie tej znajduje się około 50 % testowanych ekstraktów alkoholowych.

Część spośród testowanych wyciągów wykazała słabe działanie stymulujące żerowanie gąsienic, wyrażające się uzyskanymi ujemnymi wartościami bwd. Należą tu wyciągi z liści i huby brzozy, z barszczu Sosnowskiego, petunii zwyczajnej, rdestu plamistego, rdestu Weyrycha, zieleń rdestu wężownika, owocu czarnej porzeczki, jasnoty gajowca, szalwii łąkowej, miechunki rozdętej i macierzanki piaskowej. Spośród wymienionych, najniższe wartości bwd uzyskano dla wyciągów z jasnoty gajowca (-12,1), barszczu Sosnowskiego oraz zieleń rdestu wężownika (-9).

B. Wyciągi wodne

Żerowanie gąsienic najsilniej hamowały wyciągi wodne z machorki (58,6) i bodziszka cuchnącego (47,2). Do skutecznie ograniczających żerowanie można zaliczyć także wyciąg z bielunia (32,9).

Słabiej działały wyciągi z iglicy pospolitej, dziurawca zwyczajnego, wilczomleczu ogrodowego, kocanek piaskowych i nagietka lekarskiego (bwd = 20 - 30).

Ujemne wartości bwd uzyskano dla większości wyciągów z roślin rdestowatych, z huby i liści brzozy zwisłej, barszczu Sosnowskiego, petunii zwyczajnej, owocu czarnej porzeczki, jasnoty gajowca, szalwii łąkowej, poziewnika szorstkiego i zieleń mniszka pospolitego. Spośród nich, najsilniejsze działanie stymulujące żerowanie gąsienic wykazały wyciągi z huby brzozy (-27,0), liści brzozy (-18,6) i rdestu ostrogorkiego (-17,1).

Reasumując, można uznać, że większość badanych wodnych i alkoholowych wyciągów roślinnych powodowała ograniczenie żerowania gąsienic bielinka kapustnika. Obserwowano też aktywniejsze działanie wyciągów alkoholowych. Najwyższe uzyskane, w przeprowadzonych testach, wartości wskaźnika wynosiły ponad 60, gdy owady nie żerowały, jedynie sporadycznie nadgryzały liście. Na wysokość tego wskaźnika zapewne wpływały również naturalne ubytki masy, spowodowane wysychaniem pokarmu w czasie 48 godzin trwania doświadczenia.

Wyciągi z użytej w celach porównawczych dąbrówki rozłogowej wyróżniały się, spośród testowanych wyciągów wodnych i alkoholowych, najwyższymi uzyskanymi wartościami bwd (68,8 - dla wyciągu alkoholowego i 62,2 - dla wyciągu wodnego).

1.1.2. Zmiany masy ciała larw

Uzyskane, po 48 godzinach trwania doświadczenia, dane dotyczące zmian masy ciała gąsienic w poszczególnych kombinacjach doświadczalnych, porównywano z liczbami notowanymi w kombinacjach kontrolnych. Wyniki przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Zmiany masy ciała gąsienic po traktowaniu wyciągami roślinnymi (po 48 godzinach)

Table 3. Changes of the larvae body weight after treatment with the plant extracts (after 48 hours)

Roślina - Plant	Wyciągi alkoholowe Alcohol extracts		Wyciągi wodne Water extracts	
	w mg in mg	w % do kontroli in % to control	w mg in mg	w % do kontroli in % to control
1	2	3	4	5
UMBELLIFERAE				
<i>Archangelica officinalis</i>	93	64.8	88	60.9
<i>Heracleum Sosnowski</i>	107	87.1	128	87.7
<i>Pimpinella saxifraga</i>	104	71.7	142	97.6
<i>Coriandrum sativum</i>	16	11.0	169	116.5
<i>Levisticum officinale</i> - radix	84	58.1	127	87.3
<i>Levisticum officinale</i> - herba	29	20.0	81	55.5
Control + Sandowit	141	97.1	141	97.1
Control	145		145	
NUR	40.224		4.845	
GERANIACEAE				
<i>Geranium senquineum</i>	40	47.6	26	30.9
<i>Geranium robertianum</i>	20	23.8	24	28.6
<i>Erodium cicutarium</i>	24	28.6	32	38.1
<i>Pelargonium</i>	40	47.6	106	126.2
Control + Sandowit	70	83.3	70	83.3
Control	84		84	
NUR	24.123		30.147	
BETULACEAE				
<i>Betula pendula</i> - folium	56	58.9	128	134.7
<i>Betula pendula</i> - fungi	50	52.6	66	69.5
Control + Sandowit	101	106.3	101	106.3
Control	95		95	
NUR	20.312		35.336	
HYPERICACEAE				
<i>Hypericum perforatum</i>	18	17.8	19	18.8
Control + Sandowit	93	92.1	93	92.1
Control	101		101	
NUR	48.358		35.336	

1	2	3	4	5
<i>VIOLACEAE</i>				
<i>Viola tricolor</i>	-26	-26.0	-56	-56.0
Control + Sandowit	121	121.0	121	121.0
Control	100		100	
NUR	45.965		50.480	
<i>LORANTHACEAE</i>				
<i>Viscum album</i>	43	30.7	60	42.8
Control + Sandowit	147	105.0	147	105.0
Control	140		140	
NUR	54.813		47.668	
<i>CRASSULACEAE</i>				
<i>Sedum acre</i>	26	16.6	22	15.7
Control + Sandowit	147	105.0	147	105.0
Control	140		140	
NUR	54.813		47.668	
<i>CRUCIFERAE</i>				
<i>Capsella bursa pastoris</i>	60	43.0	55	39.3
Control + Sandowit	147	105.0	147	105.0
Control	140		140	
NUR	54.813		47.668	
<i>RANUNCULACEAE</i>				
<i>Delphinium elatum</i>	46	32.8	27	19.3
Control + Sandowit	147	105.0	147	105.0
Control	140		140	
NUR	54.813		47.668	
<i>CANNABACEAE</i>				
<i>Humulus lupulus</i>	-61	-61.0	-79	-79.0
Control + Sandowit	147	105.0	147	105.0
Control	140		140	
NUR	54.813		47.668	
<i>MORACEAE</i>				
<i>Morus alba</i>	28	20.0	67	47.8
Control + Sandowit	147	105.0	147	105.0
Control	140		140	
NUR	54.813		47.668	
<i>PARMELIACEAE</i>				
<i>Lichen islandicus</i>	70	50.0	17	12.1
Control + Sandowit	147	105.0	147	105.0
Control	140		140	
NUR	54.813		47.668	
<i>URTICACEAE</i>				
<i>Urtica dioica</i>	51	50.4	-33	-32.6
Control + Sandowit	93	92.1	93	92.1
Control	101		101	
NUR	43.358		44.608	
<i>RUTACEAE</i>				
<i>Ruta graveolens</i>	-51	-51.0	-21	-21.0
Control + Sandowit	121	121.0	121	121.0
Control	100		100	
NUR	45.985		50.480	

1	2	3	4	5
<i>SOLANACEAE</i>				
<i>Datura stramonium</i>	59	66.3	26	29.2
<i>Hyoscyamus niger</i>	39	43.8	14	15.7
<i>Nicotiana rustica</i>	37	41.6	-28	-31.5
<i>Physalis alkekengi</i>	59	66.3	44	49.4
<i>Petunia hybrida</i>	55	61.8	59	66.3
<i>Lycopersicum esculentum</i>	66	74.1	44	49.4
<i>Solanum dulcamara</i>	-42	-47.2	55	61.8
<i>Nicotiana tabacum</i>	-24	-26.9	24	26.9
<i>Solanum tuberosum</i>	17	19.1	51	57.3
Control + Sandowit	91	102.2	91	102.2
Control	89		89	
NUR	16.126		18.425	
<i>SAXIFRAGACEAE</i>				
<i>Ribes nigrum - folium</i>	32	22.8	16	11.4
<i>Ribes nigrum - fructus</i>	153	109.3	128	91.4
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	28	20.0	19	13.6
Control + Sandowit	147	105.0	147	105.0
Control	140		140	
NUR	54.813		47.668	
<i>ONAGRACEAE</i>				
<i>Oenothera biennis</i>	-23	-16.4	19	13.6
Control + Sandowit	147	105.0	147	105.0
Control	140		140	
NUR	54.813		47.668	
<i>POLYGONACEAE</i>				
<i>Polygonum hydropiper</i>	44	30.3	92	63.4
<i>Polygonum persicaria</i>	106	73.1	66	45.5
<i>Polygonum convolvulus</i>	45	31.0	42	28.9
<i>Polygonum aviculare</i>	101	69.6	152	104.8
<i>Polygonum sachalinense</i>	25	17.2	44	30.3
<i>Polygonum Weyrychia</i>	74	51.0	94	64.8
<i>Polygonum bistorta - rhizoma</i>	71	48.9	49	33.8
<i>Polygonum bistorta - herba</i>	89	61.4	88	60.7
Control + Sandowit	141	97.1	141	97.1
Control	145		145	
NUR	42.919		44.838	
<i>LABIATAE</i>				
<i>Glechoma hereracea</i>	47	45.6	35	34.0
<i>Ajuga reptans</i>	-24	-23.3	-27	-26.2
<i>Lamium album</i>	82	79.6	45	43.7
<i>Lamium purpureum</i>	9	8.7	37	35.9
<i>Lamium galeobdolon</i>	116	112.6	93	90.3
<i>Origanum vulgare</i>	43	41.7	29	28.1
<i>Thymus pulegioides</i>	35	33.9	43	41.7
<i>Mentha sp.</i>	69	66.9	91	88.3
<i>Galeopsis tetrachit</i>	118	114.6	66	64.1
<i>Leonurus cardiaca</i>	40	38.8	11	10.7
<i>Salvia pratensis</i>	76	73.8	89	86.4
Control + Sandowit	63	61.2	63	61.2
Control	103		103	
NUR	52.189		58.870	

1	2	3	4	5
ASTERACEAE				
<i>Artemisia abrotanum</i>	-47	-67.3	-50	-71.6
<i>Artemisia absinthium</i>	35	50.1	17	24.3
<i>Centaurea cyanus</i>	18	25.7	-18	-25.7
<i>Cichorium intybus</i>	-25	-35.8	-18	-25.7
<i>Chicus benedictus</i>	36	51.5	45	64.4
<i>Helichrysum avenarium</i>	29	41.5	15	21.5
<i>Achillea millefolium</i> - flos	45	64.5	15	21.5
<i>Achillea millefolium</i> - herba	7	10.0	24	34.4
<i>Artium minus</i>	-30	-42.9	11	15.7
<i>Taraxacum officinale</i> - radix	19	27.2	-51	-73.1
<i>Taraxacum officinale</i> - herba	-13	-18.6	-8	-11.4
<i>Calendula officinalis</i>	-75	-107.4	6	8.6
<i>Tanacetum vulgare</i>	-28	-40.1	30	42.9
Control + Sandowit	97	139.5	97	139.5
Control	70		70	
NUR	34.856		38.285	
EUPHORBIACEAE				
<i>Euphorbia helioscopia</i>	29	35.4	81	101.2
<i>Euphorbia peplus</i>	34	41.5	8	70.7
<i>Euphorbia cyperissias</i>	43	52.4	42	51.2
Control + Sandowit	86	104.9	86	104.9
Control	82		82	
NUR	23.194		21.788	

A. Wyciągi alkoholowe

W toku doświadczenia stwierdzono, że znaczna część spośród analizowanych wyciągów alkoholowych powodowała spadek masy ciała gąsienic. Najwyższy - 75 mg w przeliczeniu na 1 gąsienicę - stwierdzono w kombinacji, w której stosowano wyciąg z nagietka. Znaczny spadek masy ciała larw (61 - 42 mg) notowano również po stosowaniu wyciągów z chmielu, ruty, psianki i bylicy.

Większość analizowanych wyciągów powodowała przyrost masy ciała gąsienic. Najniższy (kształtujący się w granicach 7 - 29 mg, tj. sięgający do 20 % w stosunku do kontroli suchej) obserwowano w przypadku stosowania wyciągów z ziela lubczyku ogrodowego, kolendry siewnej, morwy białej, rozchodnika ostrego, rdestu sachalińskiego, śledziennicy skrętołistej oraz ziela krwawnika pospolitego i jasnoty purpurowej. Uzyskane dane różnią się w sposób udowodniony istotnie od kontroli.

Pozostałe wyniki nie różnią się istotnie od uzyskanych w kontroli. Wysoki przyrost (powyżej 70 % w stosunku do kontroli) obserwowano u gąsienic karmionych pokarmem z wyciągami z biedrzeńca mniejszego, barszczu Sosnowskiego, rdestu plamistego, liści pomidora, szalwii łąkowej i jasnoty białej.

Przyrost masy ciała larw przewyższający dane uzyskane w kontroli (do 114 % w stosunku do kontroli), notowano po stosowaniu wyciągu z owocu czarnej porzeczki oraz poziewnika i gajowca.

B. Wyciągi wodne

Spośród testowanych wyciągów wodnych, najwyższe ubytki masy ciała gąsienic (79 - 56 mg) powodowały wyciągi z chmielu zwyczajnego, korzenia mniszka pospolitego, bylicy bożego drzewka i fiołka trójbarwnego.

Obniżenie się masy ciała obserwowano również u gąsienic karmionych liśćmi kapusty traktowanymi wyciągami z pokrzywy, ruty, machorki, dąbrówki, chabru, cykorii i ziela mniszka.

Spośród testów, w których notowano przyrost masy ciała gąsienic, najniższy - (do 27 mg na 1 gąsienicę, tj. do 24 % w stosunku do kontroli) uzyskano po stosowaniu wyciągów z dziurawca zwyczajnego, porostu islandzkiego, rozchodnika ostrego, ostróżki wyniosłej, liści czarnej porzeczki, śledziennicy skrętolistnej, wiesiołka dwuletniego i lulka czarnego oraz nagietka lekarskiego, łopianu mniejszego, bylicy piołunu, kocanek piaszkowych, kwiatu krwawnika pospolitego i serdecznika pospolitego. Wszystkie uzyskane wyniki różnią się istotnie od kontroli.

Stosunkowo wysoki przyrost masy ciała (powyżej 85 % w stosunku do kontroli), obserwowano w przypadkach stosowania wyciągów z barszczu, biedrzeńca i korzenia lubczyku, owocu czarnej porzeczki oraz mięty, szalwii i gajowca.

Wyższy niż w kontroli przyrost notowano w kombinacjach, w których stosowano wyciągi z kolendry, rdestu ptasiego i wilczomleczu obrotnego.

Najwyższy przyrost masy stwierdzono po stosowaniu wyciągu z liści brzozy (128 mg, tj. 134 % w stosunku do kontroli). Dane te nie różnią się jednak istotnie od kontroli.

1.1.3. Przyswajalność pokarmu traktowanego wyciągami

Działanie wyciągów oceniano na podstawie ilości pokarmu, pobranego w ciągu 48 godzin, powodującego przyrost 1 mg masy ciała testowanych gąsienic. Dane te, przedstawione również w wartościach procentowych w stosunku do ilości pokarmu zużytego na przyrost 1 mg masy gąsienic w kombinacji kontrolnej, w której gąsienice karmiono nietraktowanymi (suchymi) liśćmi kapusty, zamieszczono w tabeli 4.

Część spośród testowanych wyciągów wpływała na uaktywnienie procesu przyswajania pokarmu. W kombinacjach, w których je stosowano, uzyskiwano niższe niż w kontroli jego zużycie na przyrost 1 mg masy ciała gąsienic.

Większość wyciągów powodowała zwiększone zużycie pokarmu na przyrost masy ciała gąsienic. Świadczy to o możliwości występowania zaburzeń w metabolizmie gąsienic, spowodowanych koniecznością wydatkowania większej ilości energii na rozkład substancji dla nich niekorzystnych.

A. Wyciągi alkoholowe

Najniższe zużycie pokarmu na przyrost 1 mg masy ciała gąsienic, zanotowano po stosowaniu wyciągów z kolendry, pelargonii i kwiatu krwawnika. W testach z tymi wyciągami gąsienice zużywały od 3.3 do 5.4 mg pokarmu

na przyrost 1 mg masy ciała tj. od 50 do 54 %, w porównaniu do ilości pokarmu zużywanego w kombinacjach kontrolnych. Również niższe zużycie pokarmu niż w kontroli, notowano w kombinacjach z wyciągami z korzenia lubczyku ogrodowego, bodziszka czerwonego i cuchnącego oraz iglicy pospolitej, bielunia dziędzierzawy, machorki, miechunki rozdętej i pomidora, owocu czarnej porzeczki i mięty, wilczomleczu sosnki i kocanek piaskowych. Uzyskane dane nie różniły się jednak w sposób udowodniony istotnie od kontroli.

Tabela 4. Ilość pokarmu zużytego na przyrost 1 mg masy ciała gąsienic
Table 4. Food consumption per 1 mg of body weight increase

Roślina - Plant	Wyciągi alkoholowe Alcohol extracts		Wyciągi wodne Water extracts	
	w mg in mg	w % do kontroli in % to control	w mg in mg	w % do kontroli in % to control
1	2	3	4	5
<i>UMBELLIFERAE</i>				
<i>Levisticum officinalis</i>	6.7	120.7	8.5	152.8
<i>Archangelica officinalis</i>	7.7	139.1	6.8	123.6
<i>Pimpinelle saxifraga</i>	6.8	121.8	6.3	114.2
<i>Coriandrum sativum</i>	3.3	50.1	3.8	68.7
<i>Levisticum officinale - radix</i>	5.1	91.8	5.8	104.8
<i>Levisticum officinale - herba</i>	9.8	176.8	7.7	139.3
Control + Sandowit	7.8	140.6	7.8	140.6
Control	5.5		5.5	
NUR	3.014		2.534	
<i>GERANIACEAE</i>				
<i>Geranium senquineum</i>	5.6	67.8	11.1	134.3
<i>Geranium robertianum</i>	8.0	96.5	5.4	65.1
<i>Erodium cicutarium</i>	6.9	83.7	6.8	81.5
<i>Pelargonium</i>	4.4	53.0	4.1	49.4
Control + Sandowit	7.9	94.8	7.9	94.8
Control	8.3		8.3	
NUR	5.592		5.517	
<i>BETULACEAE</i>				
<i>Betula pendula - folium</i>	8.8	103.6	5.2	60.5
<i>Betula pendula - fungi</i>	10.2	119.7	12.0	141.2
Control + Sandowit	7.8	91.7	7.8	91.7
Control	8.5		8.5	
NUR	6.896		6.062	
<i>HYPERICACEAE</i>				
<i>Hypericum perforatum</i>	11.9	287.0	9.2	221.7
Control + Sandowit	4.8	115.4	4.8	115.4
Control	4.1		4.1	
NUR	6.108		6.004	
<i>LORANTHACEAE</i>				
<i>Viscum album</i>	23.3	314.1	16.5	223.0
Control + Sandowit	6.0	80.9	6.0	80.9
Control	7.4		7.4	
NUR	9.200		24.298	

1	2	3	4	5
CRASSULACEAE				
<i>Sedum acre</i>	36.9	497.6	42.3	570.3
Control + Sandowit	6.0	80.9	6.0	80.9
Control	7.4		7.4	
NUR	9.200		24.298	
RANUNCULACEAE				
<i>Delphinium elatum</i>	19.4	261.8	35.8	479.6
Control + Sandowit	6.0	80.9	6.0	80.9
Control	7.4		7.4	
NUR	9.200		24.298	
CANNABACEAE				
<i>Humulus lupulus</i>	-	-	-	-
CRUCIFERAE				
<i>Capsella bursa pastoris</i>	13.4	180.5	17.9	240.8
Control + Sandowit	6.0	80.9	6.0	80.9
Control	7.4		7.4	
NUR	9.200		24.298	
MORACEAE				
<i>Morus alba</i>	32.2	434.6	12.7	170.6
Control + Sandowit	6.0	80.9	6.0	80.9
Control	7.4		7.4	
NUR	9.200		24.298	
PARMELLIACEAE				
<i>Lichen islandicus</i>	11.4	154.2	53.0	714.4
Control + Sandowit	6.0	80.9	6.0	80.9
Control	7.4		7.4	
NUR	9.200		24.298	
URTICACEAE				
<i>Urtica dioica</i>	8.3	200.7	-	-
Control + Sandowit	4.8	115.5		
Control	4.1			
NUR	6.108			
SOLANACEAE				
<i>Datura stramonium</i>	7.2	82.7	8.8	100.9
<i>Hyoscyamus niger</i>	9.1	104.1	2.2	25.2
<i>Nicotiana rustica</i>	8.2	93.1	-	-
<i>Physalis alkekengi</i>	8.2	93.1	7.1	80.6
<i>Fetunia hybrida</i>	9.3	106.4	9.4	103.9
<i>Lycopersicum esculentum</i>	5.5	60.8	7.4	84.5
<i>Solanum dulcamana</i>	-	-	7.5	85.5
<i>Nicotiana tabacum</i>	-	-	12.8	146.0
<i>Solanum tuberosum</i>	26.2	252.3	11.8	134.7
Control + Sandowit	7.8	89.1	7.8	89.1
Control	8.8		8.8	
NUR	5.783		12.252	

1	2	3	4	5
POLYGONACEAE				
<i>Polygonum hydropiper</i>	16.1	290.6	12.4	224.0
<i>Polygonum persicaria</i>	8.4	152.3	13.0	234.6
<i>Polygonum convolvulus</i>	8.9	150.6	9.8	177.6
<i>Polygonum aviculare</i>	7.4	133.0	6.0	119.5
<i>Polygonum sachalinense</i>	20.2	364.6	16.4	295.7
<i>Polygonum Weyrychia</i>	11.6	209.7	9.2	166.8
<i>Polygonum bistorta</i> - rhizoma	8.5	154.5	11.4	205.4
<i>Polygonum bistorta</i> - herba	12.3	220.7	11.1	200.7
Control + Sandowit	7.8	140.6	7.8	140.6
Control	5.5		5.5	
NUR	2.929		2.310	
ONAGRACEAE				
<i>Oenothera biennis</i>	-	-	48.5	653.2
Control + Sandowit	6.0	80.9	6.0	80.9
Control	7.4		7.4	
NUR	9.200		24.298	
SAXIFRAGACEAE				
<i>Ribes nigrum</i> - folium	26.4	355.9	48.7	656.2
<i>Ribes nigrum</i> - fructus	7.2	97.6	9.4	126.7
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	32.0	431.8	44.1	596.2
Control + Sandowit	6.0	80.9	6.0	80.9
Control	7.4		7.4	
NUR	9.200		24.298	
RUTACEAE				
<i>Ruta graveolens</i>	-	-	-	-
LABIATAE				
<i>Glechoma hereracea</i>	10.2	209.6	13.5	275.9
<i>Ajuga reptans</i>	-	-	-	-
<i>Lamium album</i>	5.2	106.1	10.5	213.4
<i>Lamium pupureum</i>	33.2	675.3	11.4	231.4
<i>Lamium galeobdolon</i>	5.5	110.6	6.3	128.5
<i>Origanum vulgare</i>	7.6	155.8	16.6	337.3
<i>Thymus pulegioides</i>	15.1	308.5	9.9	202.8
<i>Mentha sp.</i>	4.5	92.3	1.7	34.7
<i>Galeopsis tetrachit</i>	9.9	201.4	4.5	91.8
<i>Leonurus cardiaca</i>	11.8	241.1	24.2	492.9
<i>Salvia pratensis</i>	7.8	159.1	5.8	117.7
Control + Sandowit	5.6	113.8	5.6	113.8
Control	4.9		4.9	
NUR	18.010		11.574	
EUPHORBIACEAE				
<i>Euphorbia helioscopia</i>	15.1	150.2	7.5	74.8
<i>Euphorbia peplus</i>	11.8	116.9	4.2	41.5
<i>Euphorbia cyperissias</i>	6.7	66.9	10.8	107.3
Control + Sandowit	8.9	88.3	8.9	88.3
Control	10.1		10.1	
NUR	8.380		5.178	

1	2	3	4	5
ASTERACEAE				
<i>Artemisia abrotanum</i>	-	-	-	-
<i>Artemisia absinthium</i>	10.3	104.0	26.0	262.6
<i>Centaurea cyanus</i>	24.9	251.5	-	-
<i>Cichorium intybus</i>	-	-	-	-
<i>Chicus benedictus</i>	12.0	121.2	9.6	96.9
<i>Helichrysum avenarium</i>	7.7	77.7	22.0	222.2
<i>Achillea millefolium</i> - flos	5.4	54.5	12.6	127.3
<i>Achillea millefolium</i> - herba	54.5	550.5	17.5	176.8
<i>Artium minus</i>	-	-	36.6	369.7
<i>Taraxacum officinale</i> - radix	23.0	232.3	-	-
<i>Taraxacum officinale</i> - herba	-	-	-	-
<i>Calendula officinalis</i>	-	-	62.1	627.3
<i>Tanacetum vulhare</i>	-	-	10.2	103.0
Control + Sandowit	8.4	84.8	8.4	84.9
Control	9.9		9.9	
NUR	6.397		8.987	

W pozostałych testach, ilość pokarmu zużywanego na przyrost 1 mg masy ciała gąsienic przekraczała ilość pokarmu zużytego w kombinacjach kontrolnych. W grupie wyciągów, które powodowały wzrost ilości pokarmu zużytego na przyrost masy sięgający do 200 % w stosunku do kontroli, znajduje się większość wyciągów spośród testowanych roślin baldaszkowatych, brzoza zwisła, tasznik pospolity, porost islandzki, pokrzywa zwyczajna, lulek czarny, petunia zwyczajna, rdesty: powojowy, plamisty i ptasi, większość wyciągów z roślin wargowych, wilczomlec ogrodowy i obrotny, bylica piołun oraz drapacz lekarski. Wyniki te w większości przypadków nie różnią się istotnie od kontroli.

Kilkakrotnie wyższe niż w kombinacjach kontrolnych (do 400 % w stosunku do kontroli) zużycie pokarmu na przyrost masy ciała gąsienic notowano w przypadkach stosowania wyciągów z dziurawca zwyczajnego, jemioly pospolitej, ostróżki wyniosłej, liści ziemniaka, rdestów: wężownika-ziela, sachalińskiego, Weyrycha i ostrogorzkiego, liści czarnej porzeczki, chabru bławatka i korzenia mniszka pospolitego.

W testach z wyciągami z rozchodnika, morwy i śledziennicy, ilość pokarmu zużywanego przez gąsienice na przyrost 1 mg masy ich ciała kształtowała się w granicach od 400 do 500 % w stosunku do kontroli.

Najniższą przyswajalność pokarmu, wyrażającą się najwyższą ilością pokarmu zużywanego na przyrost masy larw, stwierdzono dla wyciągów z ziela krwawnika i jasnoty purpurowej (550 i 675 % w porównaniu do kontroli). Uzyskane wyniki różnią się w sposób udowodniony istotnie od kontroli.

B. Wyciągi wodne

W testach, w których stosowano wyciągi z kolendry siewnej, bodziszka cuchnącego, iglicy pospolitej, liści brzozy zwisłej, lulka czarnego, psianki słodkogórz, pomidora i miechunki rozdętej, mięty, poziewnika szorstkiego, wilczomle-

czu ogrodowego i obrotnego oraz drapacza lekarskiego, notowano niższe, niż w kontroli zużycie pokarmu na przyrost 1 mg masy ciała larw. Uzyskane wyniki nie różnią się jednak istotnie od kontroli.

Pozostałe wyciągi przyczyniały się do wyższego, niż w kontroli, zużycia pokarmu na przyrost masy. Połowa z nich powodowała wzrost zużycia pokarmu na przyrost masy ciała, sięgający do 400 % w porównaniu do kontroli. Do różniących się pod tym względem istotnie w sposób udowodniony od kontroli, należą wyciągi z arcydzięgla, lebiodki, większości roślin rdestowatych, kocanek, piołunu i łopianu.

Znacznie więcej pokarmu na wzrost masy ciała (400 - 600 % w stosunku do kontroli) zużywały gąsienice w kombinacjach z wyciągami z rozchodnika, ostróżki, śledziennicy i serdecznika.

Najwyższe zużycie pokarmu na przyrost 1 mg masy ciała larw, świadczące o jego najniższej przyswajalności (600 - 800 % w porównaniu do kontroli), obserwowano po stosowaniu wyciągów z porostu islandzkiego, liści czarnej porzeczki, wiesiołka dwuletniego i nagietka lekarskiego.

Na podstawie uzyskanych danych można stwierdzić, że najłatwiej przyswajalne, nie wpływające znacząco na ilość pokarmu zużywanego przez gąsienice na przyrost masy ich ciała, okazały się wszystkie testowane wyciągi z roślin baldaszkowatych, brzoźowatych, krzyżowych i pokrzywowatych.

Istotnie wyższe zużycie pokarmu, świadczące o jego niższej przyswajalności dla gąsienic, stwierdzono w przypadkach testowania wyciągów z dziurawca (Dziurawcowate), jemioly (Gązewnikowate), rozchodnika (Gruboszowate), ostróżki (Jaskrowate), morwy (Morwowate) i porostu islandzkiego (*Parmeliaceae*).

Śród testowanych ekstraktów z roślin psiankowatych, tylko w przypadku alkoholowego wyciągu z liści ziemniaka, stwierdzono wysokie zużycie pokarmu.

Większość wyciągów z roślin rdestowatych wpływała znacząco na obniżenie przyswajalności pokarmu. Wyróżniały się tu zwłaszcza wyciągi wodne (z wyjątkiem rdestu ptasiego).

W przypadku roślin skalnicowatych, istotnie wyższe zużycie pokarmu na przyrost powodowały oba rodzaje wyciągów z liści czarnej porzeczki oraz alkoholowy wyciąg ze śledziennicy.

Porównując pod tym względem wyciągi alkoholowe i wodne, generalnie nie stwierdzono wyraźnych różnic. W niektórych przypadkach np. porostu islandzkiego, ostróżki wyniosłej, serdecznika pospolitego, wiesiołka dwuletniego, wyciągi wodne powodowały znacznie wyższe zużycie pokarmu na przyrost, niż wyciągi alkoholowe. Natomiast w innych, np. w odniesieniu do morwy białej czy jasnoty purpurowej, znacznie wyższe zużycie pokarmu na przyrost masy ciała wywoływały wyciągi alkoholowe.

1.2. Wpływ wyciągów roślinnych na rozwój jaj i przeżywalność larw bielinka kapustnika

W przeprowadzonych doświadczeniach zostały wykorzystane alkoholowe i wodne wyciągi z 40 roślin.

1.2.1. Działanie wyciągów na jaja

Analizowane wyciągi roślinne wywierały zróżnicowany wpływ na jaja bielinka kapustnika. W przypadku aktywnego redukującego działania, obserwowano na ogół zamieranie jaj (objawiające się ich zbrunatnieniem i zasychaniem) lub larw w trakcie opuszczania osłon jajowych. Uzyskane wyniki przedstawiono na rysunkach 1-6.

A. Wyciągi alkoholowe

Całkowite zamieranie jaj powodowały wszystkie testowane wyciągi z roślin z rodziny Psiankowatych (rys.3) i Wilczomleczowatych (rys.5). Bardzo wysoką śmiertelność jaj (od 80 do 86 %), obserwowano po zastosowaniu wyciągów z nagietka (rys.6) i kolendry (rys.1). Natomiast wyciągi z ziela krwawnika (rys.6), arcydzięgla (rys.1), liści brzozy i wiesiołka (rys.2), redukowały liczbę rozwijających się jaj w granicach od 46 do 76 %.

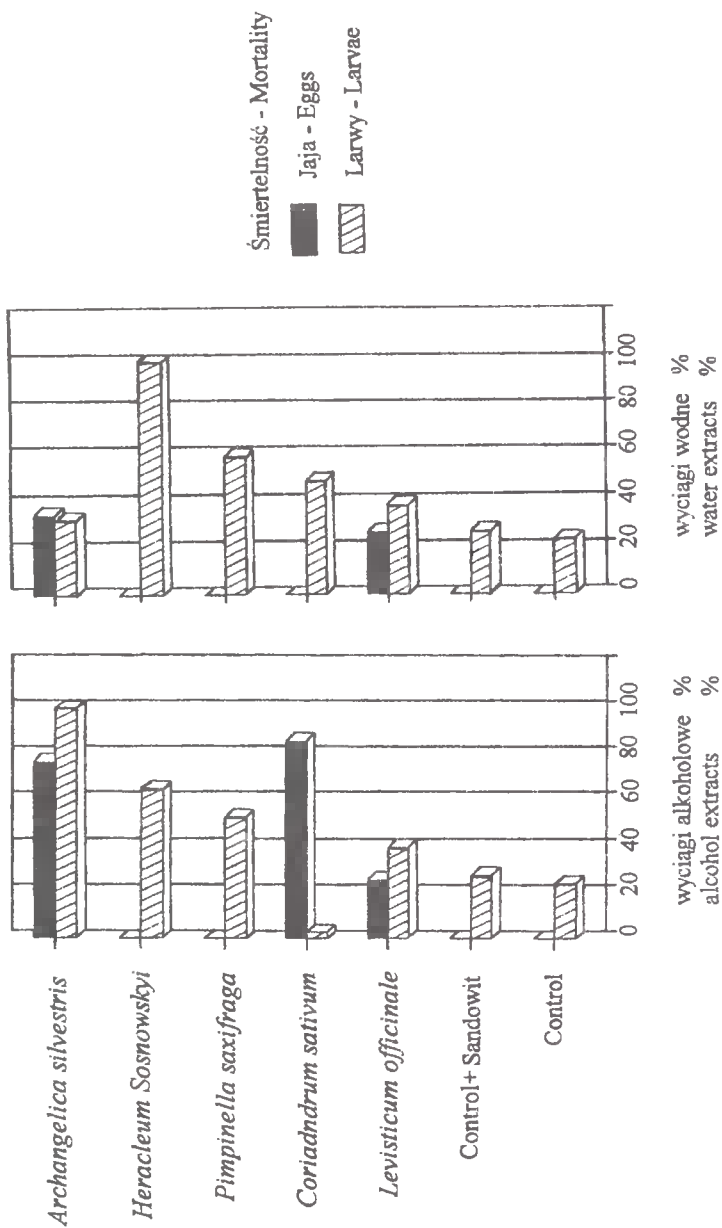
W przypadku pozostałych wyciągów, a więc wszystkich roślin rdestowatych i skalnicowatych, większości roślin złożonych, huby brzozowej, ruty, barszczu i biedrzyca - nie obserwowano istotnie ujemnego wpływu na rozwój jaj (śmiertelność od 0 do 30 %).

B. Wyciągi wodne

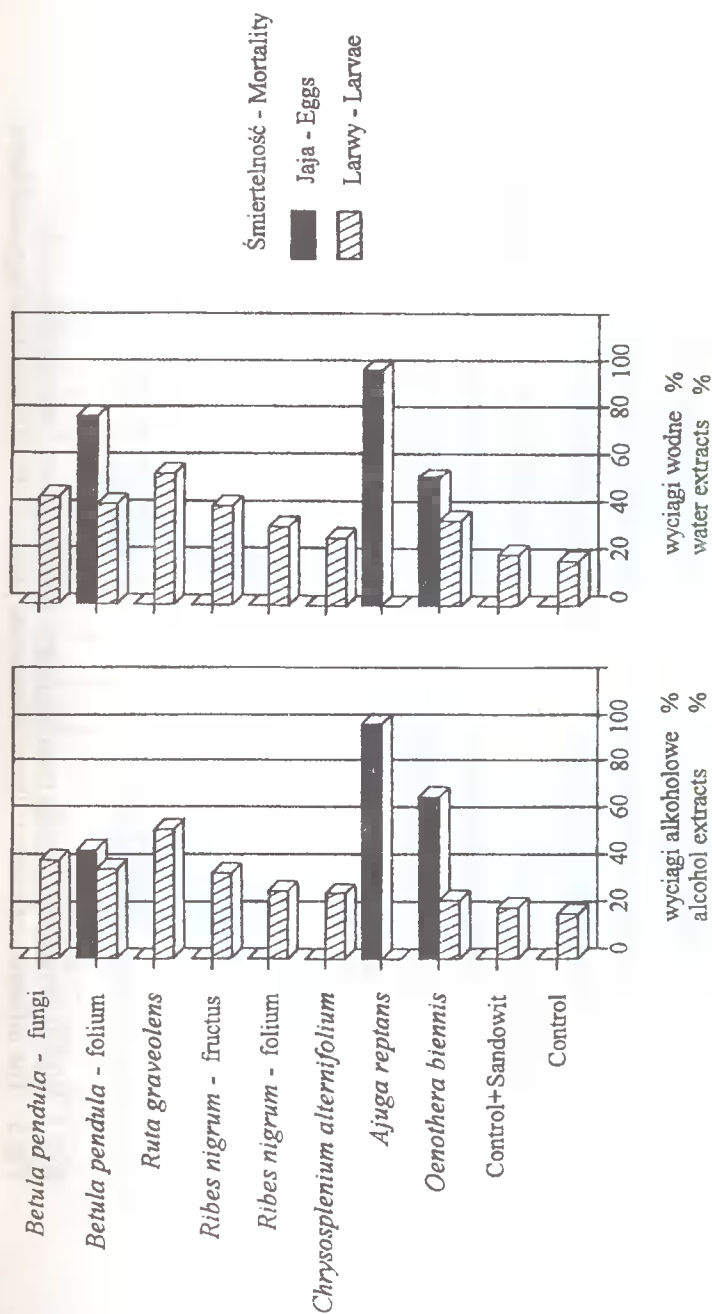
W kombinacjach, w których stosowano wodne wyciągi z roślin psiankowatych (rys.3) i wilczomleczowatych (rys.5) notowano 100 % zamieranie jaj. Również bardzo dużo zamierających jaj (80 do 89 %), obserwowano po zastosowaniu wyciągu z liści brzozy (rys.2) i nagietka (rys.6). W testach, w których stosowano wyciągi z łopianu, cykorii i ziela krwawnika, śmiertelność jaj kształtowała się w granicach od 52 do 68 % (rys.6). W większości pozostałych testów nie stwierdzono zamierających jaj. Wylęgały się z nich larwy, których dalszy rozwój obserwowano.

W przypadkach stosowania alkoholowego i wodnego wyciągu z dąbrówki rozłogowej, zamierały wszystkie jaja bielinka.

W kombinacjach kontrolnych z Sandowitem i w kontroli suchej, nie obserwowano martwych jaj.

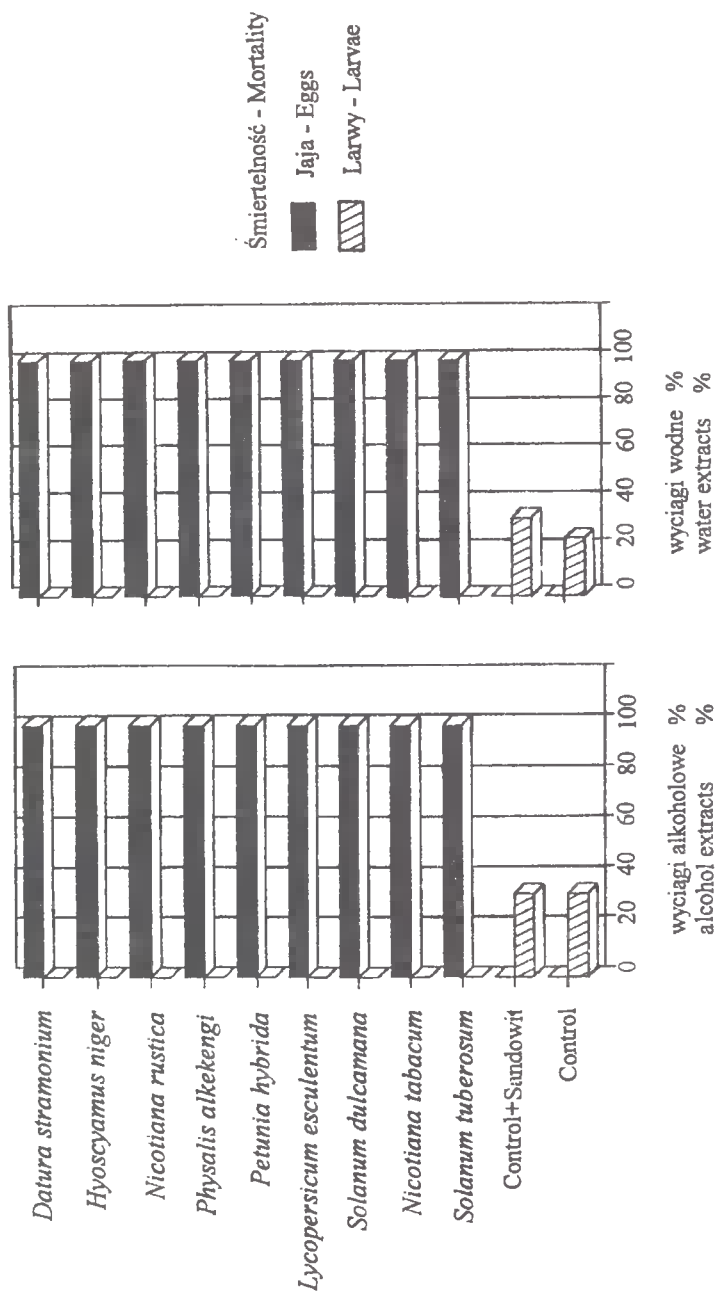


Rys. 1. Wpływ wyciągów z roślin baldaszkowatych na jaja i larwy bielinka kapustnika
 Fig. 1. The influence of extracts from *Umbelliferae* plants on *Pieris brassicae* eggs and larvae

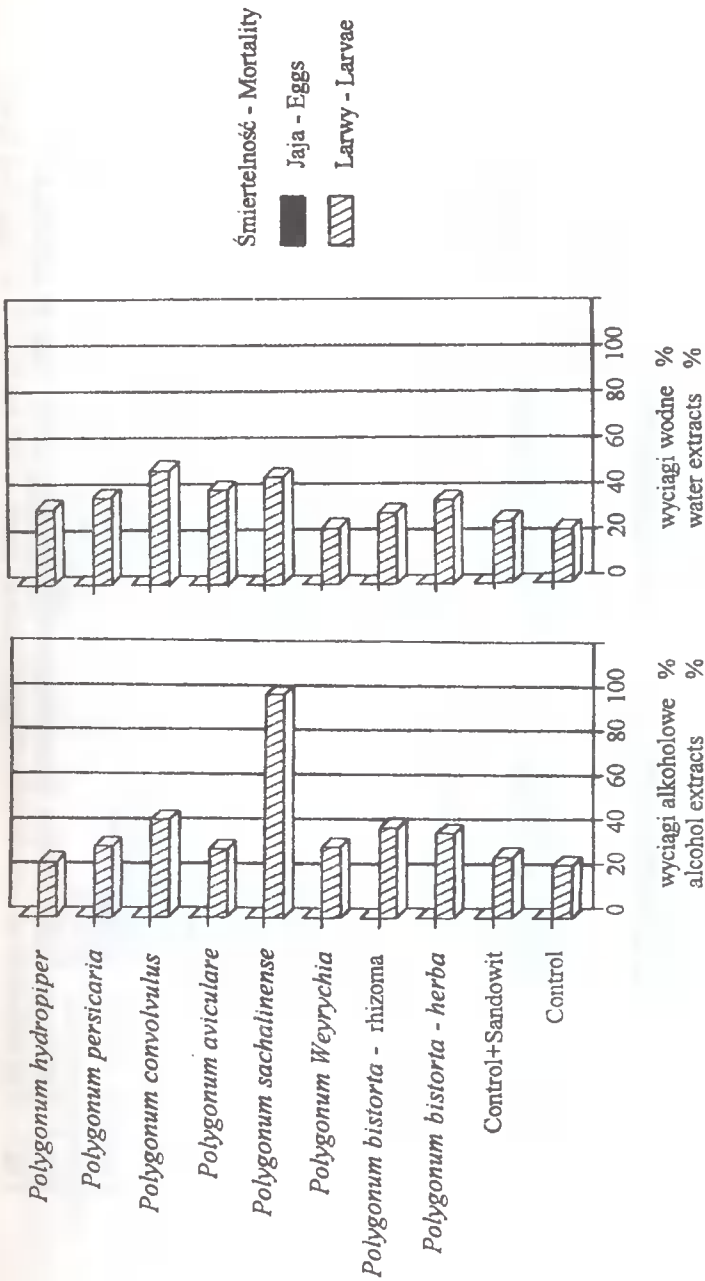


Rys.2. Wpływ wyciągów z roślin brzoźowatych, rutowatych, skalnicowatych, wargowych i wiesiotkowatych na jaja i larwy bielinka kapustnika

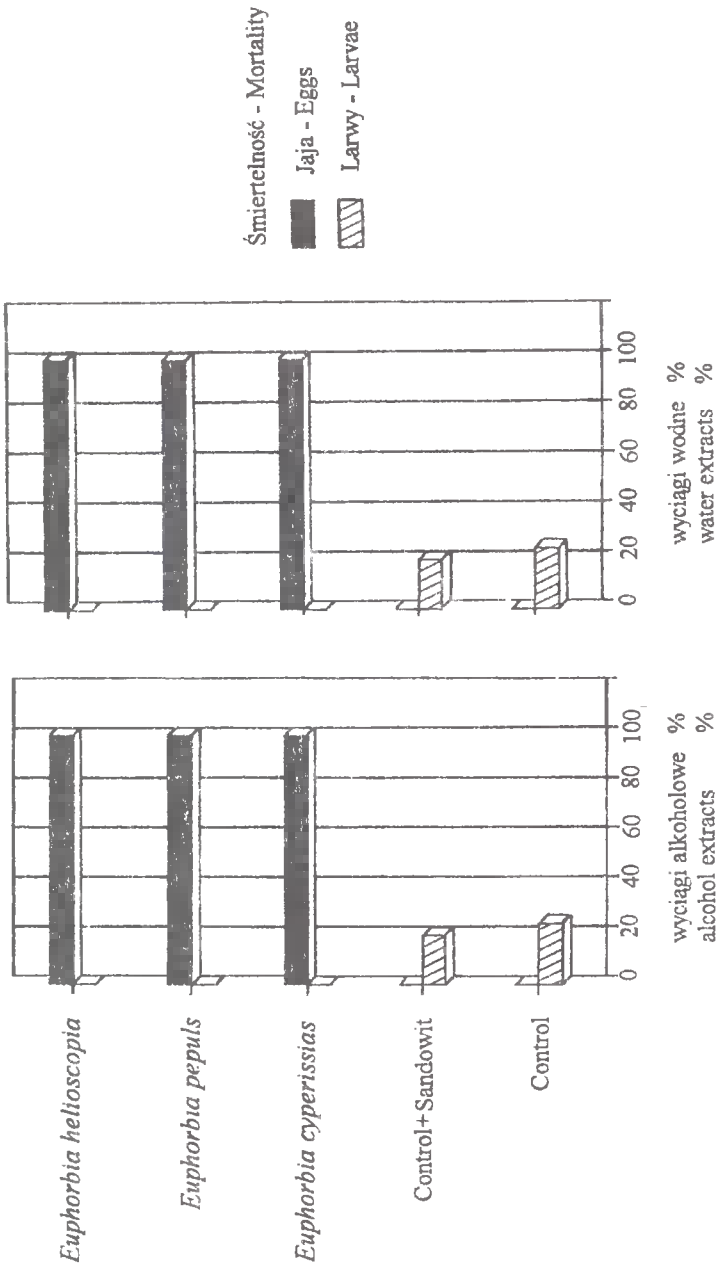
Fig.2. The influence of extracts from *Betulaceae*, *Rutaceae*, *Saxifragaceae*, *Labiatae* and *Onagraceae* plants on *Pieris brassicae* eggs and larvae



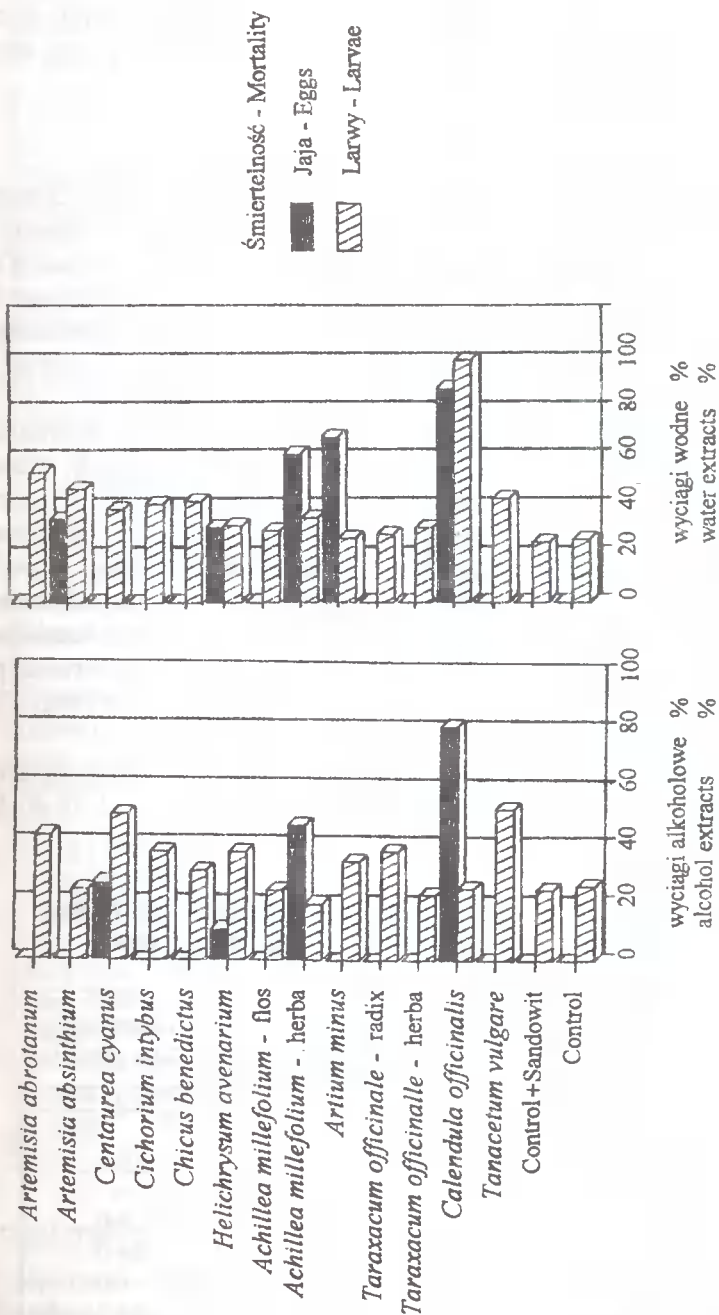
Rys.3. Wpływ wyciągów z roślin psiankowatych na jaja i larwy bielinka kapustnika
Fig.3. The influence of extracts from *Solanaceae* plants on *Pieris brassicae* eggs and larve



Rys. 4. Wpływ wyciągów z roślin rdestowatych na jaja i larwy bielinka kapustnika
 Fig. 4. The influence of extracts from *Polygonaceae* plants on *Pieris brassicae* eggs and larvae



Rys. 5. Wpływ wyciągów z roślin wilczomleczowatych na jaja i larwy bielinka kapustnika
 Fig. 5. The influence of extracts from *Euphorbiaceae* plants on *Pieris brassicae* eggs and larvae



Rys.6. Wpływ wyciągów z roślin ziołowych na jaja i larwy bielinka kapustnika
 Fig. 6. The influence of extracts from *Asteraceae* plants on *Pieris brassicae* eggs and larvae

1.2.2. Działanie wyciągów na żywotność larw

Gąsienice bielinka wylęte z jaj traktowanych wyciągami, karmiono przez 6 dni liśćmi kapusty, pokrytymi identycznymi wyciągami roślinnymi. Następnie przeprowadzono analizę ich śmiertelności (rys. 1-6) oraz wartości masy ciała pozostałych żywych larw (tab. 5).

A. Wyciągi alkoholowe

Podczas przeprowadzonej obserwacji, we wszystkich testach dostrzeżono martwe gąsienice. Najmniej było ich po zastosowaniu wyciągu z kolendry siewnej (3 %), najwięcej - wrotyczu pospolitego, ruty zwyczajnej, biedrzeńca mniejszego i barszczu Sosnowskiego (52 - 68 %) oraz rdestu sachalińskiego i arcydzięgla litwor (100 %). W kombinacjach kontrolnych z liśćmi nietraktowanymi (w kontroli suchej), śmiertelność gąsienic kształtowała się w granicach od 19 do 25 %, a z liśćmi traktowanymi wodą z Sandowitem od 21 do 27 %.

Najniższą masę ciała gąsienic (do 10 mg), stwierdzono po stosowaniu wyciągów z ruty zwyczajnej, liści czarnej porzeczki, kolendry siewnej, rdestu ptasiego i powojowego, biedrzeńca mniejszego, lubczyku ogrodowego i chabru bławatka (tab. 5). Znacznie więcej (30 - 36 mg), ważyły gąsienice w kombinacjach, w których larwom podawano pokarm z wyciągami z liści brzozy i większości testowanych roślin złożonych. Uzyskane wyniki różniły się istotnie od kontroli.

Najwyższą natomiast masą ciała wyróżniały się gąsienice w kombinacjach, w których stosowano wyciągi z rdestu sachalińskiego, kwiatu krwawnika pospolitego, owocu czarnej porzeczki i śledziennicy skrętołistej (39 - 53 mg). Dane te nie różniły się istotnie od uzyskanych w kontroli.

W kombinacjach kontrolnych w tym czasie masa ciała gąsienic kształtowała się w granicach od 39 do 60 mg (kontrola z Sandowitem) i od 38 do 69 mg (kontrola sucha).

Tabela 5. Masa ciała 1 gąsienicy (w mg) po 6 dniach od wylęgu
Table 5. Weight of the 1 larvae body (in mg) after 6 days
from the hatching

Roślina - Plant	Wyciągi alkoholowe Alcohol extracts	Wyciągi wodne Water extracts
1	2	3
<i>UMBELLIFERAE</i>		
<i>Archangelica officinalis</i>	-	16.4
<i>Heracleum Sosnowski</i>	16.6	-
<i>Pimpinella saxifraga</i>	3.8	6.6
<i>Coriandrum sativum</i>	3.7	24.0
<i>Levisticum officinale</i>	9.3	6.6
Control + Sandowit	39.3	39.3
Control	38.5	38.5
NUR	18.771	18.344

1	2	3
POLYGONACEAE		
<i>Polygonum hydropiper</i>	22.6	16.6
<i>Polygonum persicaria</i>	20.4	27.6
<i>Polygonum convolvulus</i>	3.3	6.2
<i>Polygonum aviculare</i>	3.3	15.3
<i>Polygonum sachalinense</i>	39.5	-
<i>Polygonum Weyrychia</i>	23.1	15.7
<i>Polygonum bistorta</i> - rhizoma	29.7	15.3
<i>Polygonum bistorta</i> - herba	26.4	17.8
Control + Sandowit	39.3	39.3
Control	38.5	38.5
NUR	15.279	13.357
ASTERACEAE		
<i>Artemisia abrotanum</i>	33.8	37.7
<i>Artemisia absinthium</i>	41.4	15.7
<i>Centaurea cyanus</i>	10.2	35.3
<i>Cichorium intybus</i>	34.6	21.4
<i>Chicus benedictus</i>	31.7	31.1
<i>Helichrysum avenarium</i>	31.3	51.3
<i>Achillea millefolium</i> - flos	48.2	46.5
<i>Achillea millefolium</i> - herba	36.4	29.7
<i>Artium minus</i>	30.5	18.2
<i>Taraxacum officinale</i> - radix	21.8	14.3
<i>Taraxacum officinale</i> - herba	25.7	18.0
<i>Calendula officinalis</i>	17.2	-
<i>Tanacetum vulgare</i>	41.9	25.1
Control + Sandowit	49.2	49.2
Control	56.2	56.2
NUR	18.258	16.326
Różne - Differentis		
<i>Betula pendula</i> - fungi	14.3	20.2
<i>Betula pendula</i> - folium	30.2	2.3
<i>Ribes nigrum</i> - folium	4.8	10.6
<i>Ribes nigrum</i> - fructus	45.2	48.6
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	53.7	53.4
<i>Ruta graveolens</i>	2.0	8.2
<i>Oenothera biennis</i>	11.5	6.6
Control + Sandowit	60.0	60.0
Control	69.2	69.2
NUR	38.881	27.729

B. Wyciągi wodne

Występowanie martwych larw stwierdzono we wszystkich testach. Najniższą śmiertelność notowano po stosowaniu wyciągów ze śledziennicy skrętolistnej, rdestu Weyrycha, korzenia mniszka pospolitego i kwiatu krwawnika pospolitego (16 - 29 %). Najwięcej martwych gąsienic było w testach z wyciągami z bylicy,

ruty i biedrzeńca (54 - 59 %) oraz barszczu i nagietka (100 %). W kombinacjach kontrolnych w tym czasie, śmiertelność kształtowała się w granicach 21 - 32 % (kontrola z Sandowitem) i 19 - 25 % (kontrola sucha).

Gąsienice o najniższej masie ciała (poniżej 10 mg) występowały po stosowaniu wyciągów z liści brzozy zwisłej, wiesiołka dwuletniego, ruty zwyczajnej, rdestu powojowego, biedrzeńca mniejszego i lubczyku ogrodowego (tab.5). Uzyskane dane różniły się istotnie od kontroli.

Wysoką masę ciała gąsienic (31 - 48 mg) stwierdzono w kombinacjach, w których stosowano wyciągi z owocu czarnej porzeczki, kwiatu krwawnika, chabru, bylicy i drapacza (31 - 48 mg). Najwyższą - w testach z wyciągami z kocanek i śledziennicy (51 - 53 mg). Wyniki te w większości przypadków nie różniły się istotnie od kontroli.

W tym czasie w kombinacjach kontrolnych, ciała gąsienic osiągały masę w granicach od 39 do 60 mg (kontrola z Sandowitem) i od 38 do 69 mg (kontrola sucha).

1.2.3. Wpływ wyciągów na zdolność przepoczwarzzenia

Obserwowano zdolność do przepoczwarzzenia się gąsienic, pochodzących z jaj traktowanych wyciągami roślinnymi i karmionych przez cały okres rozwoju larwalnego pokarmem z wyciągami. Liczono poczwarki, uzyskane w poszczególnych kombinacjach doświadczalnych. Wyniki podano w procentach w stosunku do liczby gąsienic, które osiągnęły stadium L5 (tab. 6).

A. Wyciągi alkoholowe

Obserwacji nad procesem przepoczwarzzenia nie prowadzono w kombinacjach, w których stosowano ekstrakty z roślin wilczomleczowatych, psiankowatych i dąbrowki rozłogowej (uzyskano w nich 100 % śmiertelność jaj) oraz w przypadku wyciągów z arcydzięgla litwor, barszczu Sosnowskiego, rdestu sachalińskiego, chabru bławatka i ziela mniszka pospolitego (100 % śmiertelność larw).

Najwięcej nie przepoczwarzających się gąsienic stwierdzono w testach, w których karmiono je wyciągami z biedrzeńca (80 %) i piołunu (66 %). Stosunkowo dużo nie kończących rozwoju larw obserwowano też po stosowaniu wyciągów z wrotyczu pospolitego, kolendry siewnej i bylicy bozego drzewka (30 - 39 %) oraz nagietka lekarskiego, lubczyku ogrodowego i kłącza rdestu.

B. Wyciągi wodne

Podobnie jak w testach z wyciągami alkoholowymi, nie prowadzono obserwacji w przypadkach stosowania wyciągów z roślin psiankowatych, wilczomleczowatych i dąbrowki (100 % śmiertelność jaj) oraz barszczu Sosnowskiego, nagietka lekarskiego i rdestu powojowego (100 % śmiertelność larw).

Najwięcej gąsienic nie osiagających stadium poczwarki obserwowano w testach, w których stosowano wyciągi z biedrzeńca mniejszego (72 %) i wrotyczu pospolitego (42 %) oraz lubczyku ogrodowego (31 %), ruty zwyczajnej (27 %) i kolendry siewnej (26%).

Tabela 6. Procent gąsienic stadium L5 nie ulegających przepoczwarzaniu
Table 6. The percent of larvae stage L5 which did not become puparies

Roślina - Plant	Wyciągi alkoholowe Alcohol extracts	Wyciągi wodne Water extracts
1	2	3
UMBELLIFERAE		
<i>Archangelica officinalis</i>	0	12
<i>Heracleum Sosnowski</i>	0	-
<i>Pimpinella saxifraga</i>	80	72
<i>Coriandrum sativum</i>	37	26
<i>Levisticum officinale</i>	28	34
Control + Sandowit	0	0
Control	0	0
POLYGONACEAE		
<i>Polygonum hydropiper</i>	12	0
<i>Polygonum persicaria</i>	0	0
<i>Polygonum convolvulus</i>	23	-
<i>Polygonum aviculare</i>	0	18
<i>Polygonum sachalinense</i>	-	9
<i>Polygonum Weyrychia</i>	0	3
<i>Polygonum bistorta</i> - rhizoma	28	6
<i>Polygonum bistorta</i> - herba	10	8
Control + Sandowit	0	0
Control	4	4
ASTERACEAE		
<i>Artemisia abrotanum</i>	39	0
<i>Artemisia absinthium</i>	66	0
<i>Centaurea cyanus</i>	-	0
<i>Cichorium intybus</i>	0	0
<i>Chicus benedictus</i>	0	0
<i>Helichrysum avenarium</i>	9	0
<i>Achillea millefolium</i> - flos	13	0
<i>Achillea millefolium</i> - herba	0	6
<i>Artium minus</i>	0	13
<i>Taraxacum officinale</i> - radix	0	7
<i>Taraxacum officinale</i> - herba	-	11
<i>Calendula officinalis</i>	24	-
<i>Tanacetum vulgare</i>	30	42
Control + Sandowit	2	2
Control	0	0

1	2	3
Różne - Differents		
<i>Betula pendula</i> - fungi	0	0
<i>Betula pendula</i> - folium	0	0
<i>Ribes nigrum</i> - folium	10	0
<i>Ribes nigrum</i> - fructus	0	0
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	22	11
<i>Ruta graveolens</i>	18	27
<i>Oenothera biennis</i>	0	0
<i>Ajuga reptans</i>	-	-
Control + Sandowit	0	0
Control	0	0

1.2.4. Porównanie działania wyciągów alkoholowych i wodnych

Podsumowując, można uznać, że nie widać znaczących różnic między działaniem wyciągów alkoholowych, a wodnych pod względem ich wpływu na rozwój jaj i larw bielinka kapustnika. Pewne różnice jednak występowały. I tak, alkoholowy wyciąg z arcydzięgla powodował bardzo wysoką śmiertelność jaj i larw bielinka, natomiast wodny wyciąg działał znacznie słabiej (rys.1). W przypadku kolendry, bardzo wysoką śmiertelność jaj bielinka notowano po stosowaniu wyciągu alkoholowego, a nie obserwowano zamierających jaj po zastosowaniu wyciągu wodnego. Natomiast w stosunku do larw, stwierdzono zdecydowanie silniejsze działanie wyciągu wodnego (rys.1). Wodny wyciąg z nagietka powodował 100 % śmiertelność gąsienic, już po 6 dniach od wylęgu. W przypadku wyciągu alkoholowego, przez cały okres obserwacji, notowano niewiele martwych gąsienic i na końcu wykształcone poczwarki (rys.6). Również w przypadku barszczu i liści brzozy, stwierdzano silniejsze działanie wyciągów wodnych (rys.2).

2. Badania polowe

Przeprowadzono trzy doświadczenia polowe, badając wpływ wyciągów na przebieg składania jaj przez samice bielinka, na żywotność jaj oraz na zachowanie się larw na roślinach traktowanych wyciągami.

Testowano wyciągi wodne z 28 roślin, należących do rodzin: Baldaszkowate (4), Rdestowate (7), Psiankowate (4) i Złożone (11) oraz z ruty zwyczajnej (Rutowate) i dąbrówki rozłogowej (Wargowe).

2.1. Wpływ wyciągów na składanie jaj przez samice bielinka kapustnika

Po opryskaniu roślin kapusty testowanymi wyciągami, po 2 i 6 dniach od zabiegu, notowano liczbę złożów jaj na poszczególnych roślinach (tab.7).

Większość testowanych wyciągów wykazała korzystne działanie ochronne. Wyciągi z roślin psiankowatych, baldaszkowatych i rdestowatych (z wyjątkiem rdestu Weyrycha), całkowicie chroniły rośliny kapusty przed składaniem jaj.

biegu, nie stwierdzano złożeń jaj bielinka. Po stosowaniu wyciągów z drapacza, kwiatu i ziela krwawnika, ziela i korzenia mniszka, bylicy, cykorii oraz wrotczy (Złożone), obserwowano pojedyncze złoża jaj na roślinach.

W tym czasie na roślinach stanowiących kontrole, obserwowano składanie jaj przez motyle. Obecność nielicznych złożeń stwierdzono również na roślinach traktowanych wyciągiem z dąbrówki.

Tabela 7. Wpływ wodnych wyciągów roślinnych na składanie jaj przez motyle bielinka kapustnika, w warunkach polowych

Table 7. The influence of the water plant extracts on the laying eggs by cabbage butterflies in the field conditions

Roślina - Plant	Liczba złożeń jaj po 2 dniach Number of eggs laid after 2 days	Liczba złożeń jaj po 6 dniach Number of eggs laid after 6 days
1	2	3
<i>UMBELLIFERAE</i>		
<i>Archangelica officinalis</i>	0	0
<i>Heracleum Sosnowski</i>	0	0
<i>Coriandrum sativum</i>	0	0
<i>Levisticum officinale - radix</i>	0	0
<i>Levisticum officinale - herba</i>	0	0
Control + Sandowit	3	4
Control	3	5
<i>POLYGONACEAE</i>		
<i>Polygonum hydropiper</i>	0	0
<i>Polygonum persicaria</i>	0	0
<i>Polygonum convolvulus</i>	0	0
<i>Polygonum aviculare</i>	0	0
<i>Polygonum sachalinense</i>	0	0
<i>Polygonum Weyrychia</i>	4	2
<i>Polygonum bistorta - rhizoma</i>	0	0
Control + Sandowit	3	4
Control	2	5
<i>ASTERACEAE</i>		
<i>Artemisia abrotanum</i>	0	1
<i>Artemisia absinthium</i>	0	0
<i>Centaurea cyanus</i>	0	0
<i>Cichorium intybus</i>	0	1
<i>Chicus benedictus</i>	2	2
<i>Helichrysum avenarium</i>	0	0
<i>Achillea millefolium - flos</i>	0	1
<i>Achillea millefolium - herba</i>	3	3
<i>Artium minus</i>	0	0
<i>Taraxacum officinale - radix</i>	1	2
<i>Taraxacum officinale - herba</i>	1	1
<i>Calendula officinalis</i>	0	0
<i>Tanacetum vulgare</i>	1	1
Control + Sandowit	0	5
Control	6	7

1	2	3
RUTACEAE		
<i>Ruta graveolens</i>	0	0
Control + Sandowit	4	8
Control	1	2
SOLANACEAE		
<i>Nicotiana rustica</i>	0	0
<i>Physalis alkekengi</i>	0	0
<i>Solanum dulcamara</i>	0	0
<i>Nicotiana tabacum</i>	0	0
Control + Sandowit	4	8
Control	1	2
LABIATAE		
<i>Ajuga reptans</i>	1	2
Control + Sandowit	0	5
Control	6	7

2.2. Wpływ wyciągów na śmiertelność jaj na roślinach traktowanych

Bezpośrednio przed zastosowaniem wyciągów, policzono złoża jaj bielinka na roślinach kapusty i znajdujące się w nich jaja. Liczba złożów jaj na 5 oznakowanych roślinach, stanowiących kolejne powtórzenia doświadczalne, kształtowała się w granicach od 5 do 12, a ogólna liczba jaj - od 120 do 400. Po upływie 2 i 4 dni od zabiegu, wykonano obserwacje polegające na liczeniu martwych jaj (nie rozwijających się, ściemniałych, zasuszonych). Uzyskane wyniki przedstawiono w tabeli 8.

Podczas obserwacji przeprowadzonej po 2 dniach, w większości kombinacji, tj. na roślinach, na których stosowano wyciągi z wszystkich testowanych roślin złożonych, baldaszkowatych, rdestowatych (z wyjątkiem rdestu Weyrycha), miechunki i ruty, nie notowano martwych jaj. W kontroli z Sandowitem nie stwierdzono zamierających jaj, natomiast w kontroli suchej, w jednym przypadku, stwierdzono śmiertelność 3 %.

Natomiast po 4 dniach, wysoką śmiertelność (w granicach 56 - 91 %), notowano po zastosowaniu wyciągów z tytoniu, wrotyczu, ziela lubczyku, psianki, arcydzięgla, barszczu i machorki. Na roślinach, które stanowiły kontrolę z Sandowitem, śmiertelność jaj kształtowała się w granicach od 0 do 19 %, a w kontroli suchej od 0 do 9 %.

Na roślinach, na których stosowano wyciąg z dąbrówki, po 2 dniach od zabiegu nie notowano martwych jaj, po 4 dniach natomiast stwierdzono śmiertelność 100 %.

Tabela 8. Wpływ wodnych wyciągów roślinnych na żywotność jaj bielinka kapustnika w warunkach polowych

Table 8. The influence of the water plant extracts on vitality of eggs of cabbage butterflies in the field conditions

Roślina - Plant	Liczba złoż jaj - Liczba jaj przed zabiegiem Number of eggs laid - Number of eggs before treatment	Śmiertelność jaj (%) Mortality of eggs (%)	
		po 2 dniach after 2 days	po 4 dniach after 4 days
1	2	3	4
UMBELLIFERAE			
<i>Archangelica officinalis</i>	6-314	0	69
<i>Heracleum Sosnowski</i>	5-206	0	86
<i>Coriandrum sativum</i>	7-324	0	0
<i>Levisticum officinale - radix</i>	8-374	0	26
<i>Levisticum officinale - herba</i>	6-288	0	64
Control + Sandowit	7-346	0	0
Control	5-270	0	0
POLYGONACEAE			
<i>Polygonum hydropiper</i>	8-380	0	0
<i>Polygonum persicaria</i>	6-325	0	22
<i>Polygonum convolvulus</i>	6-258	0	38
<i>Polygonum aviculare</i>	5-190	0	32
<i>Polygonum sachalinense</i>	7-290	0	0
<i>Polygonum Weyrychia</i>	5-210	0	0
<i>Polygonum bistorta - rhizoma</i>	9-346	23	39
Control + Sandowit	7-308	0	0
Control	6-312	0	0
ASTERACEAE			
<i>Artemisia abrotanum</i>	6-264	0	0
<i>Artemisia absinthium</i>	5-180	0	29
<i>Centaurea cyanus</i>	8-290	0	10
<i>Cichorium intybus</i>	8-330	0	31
<i>Chicus benedictus</i>	10-362	0	0
<i>Helichrysum avenarium</i>	6-242	0	0
<i>Achillea millefolium - flos</i>	8-313	0	0
<i>Achillea millefolium - herba</i>	9-330	0	0
<i>Artium minus</i>	10-324	0	0
<i>Taraxacum officinale - radix</i>	8-296	0	0
<i>Taraxacum officinale - herba</i>	7-260	0	32
<i>Calendula officinalis</i>	6-250	0	58
<i>Tanacetum vulgare</i>	6-284	0	0
Control + Sandowit	7-296	0	0
Control	8-322	0	0

1	2	3	4
<i>RUTACEAE</i>			
<i>Ruta graveolens</i>	12-400	0	44
Control + Sandowit	8-286	0	10
Control	10-345	3	9
<i>SOLANACEAE</i>			
<i>Nicotiana rustica</i>	9-362	18	91
<i>Physalis alkekengi</i>	7-320	0	8
<i>Solanum dulcamara</i>	5-284	29	67
<i>Nicotiana tabacum</i>	5-120	10	56
Control + Sandowit	8-290	0	19
Control	7-282	3	9
<i>LABIATAE</i>			
<i>Ajuga reptans</i>	8-326	0	100
Control + Sandowit	9-316	0	0
Control	8-340	0	0

2.3. Reakcja gąsienic na traktowanie roślin wyciągami

Obserwacje prowadzono na roślinach, na których żerowały gromadnie gąsienice stadium L2/L3. Przeprowadzone przed zabiegiem obliczenia wykazały, że liczba larw na 5 roślinach w poszczególnych kombinacjach doświadczalnych kształtowała się w granicach od 190 do 390. Bezpośrednio po zabiegu - po 2 godzinach i po 2 dniach od traktowania roślin wyciągami, analizowano zachowanie się gąsienic.

Niektóre larwy bezpośrednio po wykonaniu opryskiwania wykazywały oznaki zaniepokojenia, wykonywały gwałtowne ruchy i opuszczały miejsce żerowania. W celu określenia rezultatu działania wyciągów roślinnych w stosunku do gąsienic bielinka kapustnika (tab.9), ustalano liczbę larw, ulegających rozproszeniu po stosowaniu wyciągów. Uzyskiwano ją z różnicy między liczbą larw traktowanych wyciągami a pozostałymi na miejscu żeru po zabiegu.

Podczas obserwacji przeprowadzonej po 2 godzinach od zabiegu, najwięcej opuszczających miejsce żerowania larw, notowano na roślinach traktowanych wyciągami z barszczu Sosnowskiego (79 %), kolendry siewnej (44 %), rdestu Weyrycha (32 %) i tytoniu szlachetnego (28 %).

Po 2 dniach od zabiegu, najlepsze wyniki notowano na roślinach traktowanych wyciągami uzyskanymi z barszczu (82 % rozchodzących się larw), kolendry (68 %), kwiatu krwawnika i machorki (52 %) oraz tytoniu (51 %).

Na roślinach, na których zastosowano wyciąg z dąbrówki, po 2 godzinach od zabiegu, obserwowano 50 % rozpierzchających się larw. Po upływie 2 dni, liczba ta wzrosła do 58 %.

Podsumowując, można stwierdzić, że testowane wyciągi wodne działały korzystnie, chroniąc rośliny kapusty przed składaniem na nie jaj przez bielinka kapustnika. Wyciągi uzyskane z machorki, barszczu, arcydzięgla, psianki, ziela lubczyku i tytoniu, powodowały wysoką śmiertelność jaj na roślinach, na których

je stosowano. W stosunku do żerujących larw, najwyższą skuteczność działania wykazały wyciągi z barszczu i kolendry.

Tabela 9. Efektywność działania wodnych wyciągów roślinnych na larwy bielinka kapustnika w warunkach polowych

Table 9. Effectiveness of the water plant extracts on the cabbage worm in the field conditions

Roślina - Plant	Gąsienice reagujące rozproszeniem (%) Larvae reacting of dispersion (%)	
	po 2 godzinach after 2 hours	po 2 dniach after 2 days
1	2	3
UMBELLIFERAE		
<i>Archangelica officinalis</i>	9	11
<i>Heracleum Sosnowski</i>	79	82
<i>Coriandrum sativum</i>	44	68
<i>Levisticum officinale</i> - radix	0	4
<i>Levisticum officinale</i> - herba	0	10
Control + Sandowit	9	11
Control	0	10
POLYGONACEAE		
<i>Polygonum hydropiper</i>	18	20
<i>Polygonum persicaria</i>	16	39
<i>Polygonum convolvulus</i>	8	22
<i>Polygonum aviculare</i>	0	12
<i>Polygonum sachalinense</i>	0	8
<i>Polygonum Weyrychia</i>	32	36
<i>Polygonum bistorta</i> - rhizoma	11	11
Control + Sandowit	9	11
Control	0	10
ASTERACEAE		
<i>Artemisia abrotanum</i>	6	11
<i>Artemisia absinthium</i>	6	17
<i>Centaurea cyanus</i>	4	11
<i>Cichorium intybus</i>	7	11
<i>Chicus benedictus</i>	10	18
<i>Helichrysum avenarium</i>	16	26
<i>Achillea millefolium</i> - flos	13	52
<i>Achillea millefolium</i> - herba	16	39
<i>Artium minus</i>	0	2
<i>Taraxacum officinale</i> - radix	0	5
<i>Taraxacum officinale</i> - herba	0	14
<i>Calendula officinalis</i>	0	12
<i>Tanacetum vulgare</i>	0	9
Control + Sandowit	0	3
Control	0	3

1	2	3
<i>RUTACEAE</i>		
<i>Ruta graveolens</i>	0	8
Control + Sandowit	0	7
Control	0	9
<i>SOLANACEAE</i>		
<i>Nicotiana rustica</i>	18	52
<i>Physalis alkekengi</i>	6	8
<i>Solanum dulcamana</i>	7	36
<i>Nicotiana tabacum</i>	28	51
Control + Sandowit	0	7
Control	0	9
<i>LABIATAE</i>		
<i>Ajuga reptans</i>	50	58
Control + Sandowit	0	3
Control	1	5

V. PODSUMOWANIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

Ujemne skutki stosowania zoocydów w ochronie roślin spowodowały powstanie alternatywnych koncepcji ograniczania populacji szkodliwych owadów, a przede wszystkim wzrost zainteresowania nowymi proekologicznymi metodami walki ze szkodnikami. Jedną z ważnych grup substancji, z którymi wiąże się szerokie nadzieje na możliwość wykorzystania, stanowią wtórne metabolity roślin.

Przedstawione badania, których celem była analiza wpływu ekstraktów z wybranych roślin na żerowanie i rozwój bielinka kapustnika, stanowią etap na drodze do ich praktycznego poznania i wykorzystania. Stosowanie ich w praktyce powinno być jednak poprzedzone określeniem i wyizolowaniem zawartych w nich substancji aktywnych.

Wykonane testy pozwoliły na wyłonienie grupy roślin, których wyciągi wykazały działanie aktywne, w stosunku do bielinka kapustnika. Aktywność ta charakteryzowała się silnym działaniem, ograniczającym żerowanie i rozwój tego szkodnika.

Z przeprowadzonych badań wynika, że szerokie spektrum działania, w stosunku do bielinka kapustnika, wykazał nagietek lekarski (Złożone). Jego alkoholowy wyciąg wyróżniał się wysoką aktywnością antyfidantną (bwd = 61,25 - tab.2). Po zastosowaniu wodnego wyciągu z nagietka, obserwowano bardzo wysokie zużycie pokarmu na przyrost masy ciała, wskazujące na możliwość wystąpienia zaburzeń w procesach metabolicznych gąsienic (tab.4). Oba rodzaje wyciągów z nagietka powodowały wysoką śmiertelność jaj bielinka, natomiast wyciąg wodny zastosowany na wylęgające się z nich larwy - 100 % ich śmiertelność w ciągu 6 dni (rys.6). W warunkach polowych, wodny wyciąg z nagietka chronił rośliny przed składaniem na nie jaj przez motyle bielinka (tab.7).

Wyniki wskazujące na antyfidantne działanie nagietka, w stosunku do stonki ziemniaczanej, uzyskał Brickij [18] stosując wywary, wyciągi acetonowe, wyciągi alkoholowe i zawiesiny, oraz Wyrostkiewicz [98] oceniając wyciąg wodny w stosunku do stonki i bielinka kapustnika. W kwiatach nagietka występuje mieszanina saponin trójterpenowych, pochodnych kwasu oleanolowego (np. kaledulozydy), oraz alkoholi trójterpenowych (np. armidiol, faradiol i kalenduladiol). Występuje także mieszanina karotenoidów, flawonoidy i wiele innych związków jak śluz, gorycze, olejki eteryczne, fitosterole, seskwiterpeny (np. kalendyna), pochodne fenolowe i sole mineralne [46,71]. Saponiny, które są rozpuszczalne w wodzie, najprawdopodobniej powodują zahamowanie wzrostu zwierząt [31].

W przeprowadzonych badaniach, aktywne działanie wykazywały również inne wyciągi z roślin złożonych. Wysokie wartości bwd (42 - 30) uzyskano dla alkoholowego wyciągu z kocanek piaskowych oraz dla alkoholowego i wodnego wyciągu z wrotyczu pospolitego. Większość testowanych wyciągów z roślin złożonych wpływała na ograniczenie zdolności przyswajania pokarmu. Najwyższe zużycie pokarmu na przyrost 1 mg masy ciała gąsienic (3 - 7 razy więcej niż w kontroli) powodowały alkoholowe wyciągi z ziela krwawnika pospolitego

i chabru bławatka oraz wyciągi wodne z łopianu mniejszego i bylicy piołunu (tab.4). Ponadto wyciąg alkoholowy z krwawnika w warunkach laboratoryjnych powodował znaczną redukcję jaj bielinka (rys.6).

Wysoką aktywność tych roślin w stosunku do owadów potwierdza Jermy [37], który w przeprowadzonym teście kanapkowym, stwierdził brak akceptacji larw stonki ziemniaczanej i bielinka kapustnika dla nawłoci, bylicy, starca, łopianu i ostrożeńca. Względną aktywność absyntów zawartych w piołunie, przeciwko szkodnikom z rodzaju *Spodoptera*, wykazali Munakata [58], Vigneron [91] oraz Wada i Munakata [94].

Ziele krwawnika zawiera znaczne ilości olejków eterycznych (jego głównymi składnikami są między innymi: azulen, cyneol, borneol, pinen), ponadto glikozyd cyjanogeny, zwany achilleiną, flawonoidy, furanole, furanokumaryny [71]. Prawdopodobnie główne aktywne działanie należy tu przypisać seskwiterpenowi - achilleinie. Stwierdzono, że seskwiterpeny i laktony seskwiterpenowe, wykazują w stosunku do owadów aktywność fizjologiczną. Laktony seskwiterpenowe zawarte między innymi w roślinach z rodzaju bylica (*Artemisia*) i krwawnik (*Achillea*), mają działanie kancerostatyczne.

Do wykazujących najsilniejsze działanie deterrentne, należy także zaliczyć analizowane rośliny psiankowate. Alkoholowy wyciąg z psianki i tytoniu oraz wyciąg wodny z machorki wykazały wysoką aktywność w stosunku do gąsienic bielinka. Uzyskane dla nich wartości bwd kształtowały się w granicach 55 - 58 (tab.2).

Wyciągi z wszystkich stosowanych roślin psiankowatych powodowały w warunkach laboratoryjnych 100 % śmiertelność jaj bielinka (rys.3). Wyciągi wodne, zastosowane w teście skringowym w uprawie polowej, całkowicie chroniły rośliny przed składaniem na nie jaj przez motyle (tab.7). Zastosowane na złoża jaj, powodowały wysoką ich śmiertelność (tab.8). Wykazywały też wysoką efektywność, w stosunku do larw L2/L3 żerujących gromadnie na roślinach (tab.9).

Wg Wasiny [96], wyciągi z roślin psiankowatych można stosować przeciwko mszycom, miódówkom, wciornastkom, gąsienicom zwójek i tantnisia oraz larwom gnatarza rzepakowca. Nawrot [62], zwraca uwagę na możliwość praktycznego wykorzystania nikotyny i anabazyny, wyizolowanych z liści tytoniu, do zwalczania różnych szkodników. Stwierdził ponadto, że bardzo niskie dawki solaniny zawarte w pokarmie gąsienic bielinka kapustnika, całkowicie hamują ich żerowanie. Tomatyna również hamuje żerowanie gąsienic tego gatunku, lecz w obecności synigriny, jest stymulatorem pokarmowym. Vigneron [91] donosi o hamującym działaniu solaniny i tomatyny na rozwój larw bielinka. Właściwości antyfidantne psiankowatych potwierdzają również badania Aschera [5], Jermy [37] i Lundgren [49].

Według biochemików, alkaloidy sterydowe, których głównymi przedstawicielami są: tomatyna, zawarta w pomidorach, solanina, w ziemniakach i solasonina, w innych gatunkach roślin psiankowatych, wyróżniają się zawartością azotu

w układzie heterocyklicznym. Wszystkie związki tego typu gromadzą się w zielonych częściach roślin i przypuszczalnie pełnią tam funkcje obronne przeciwko zwierzętom roślinożernym, ze względu na gorzki smak i działanie toksyn. Hamują również rozwój różnego typu patogenów (odznaczają się w stosunku do nich właściwościami antybiotycznymi).

Interesującą rośliną okazał się lubczyk ogrodowy (Baldaszkowate). Alkoholowe wyciągi z jego ziela i korzenia wykazywały silne właściwości deterentne w stosunku do gąsienic bielinka kapustnika (tab.2). Natomiast alkoholowy wyciąg z arcydzięgla należącego do tej samej rodziny, powodował znaczną redukcję jaj bielinka w warunkach laboratoryjnych oraz 100 % śmiertelność larw w ciągu 6 dni od wylęgu (rys.1). W warunkach polowych, na roślinach traktowanych wodnymi wyciągami z roślin baldaszkowatych, motyle nie składały jaj (tab.7). Wyciągi zastosowane na złoża jaj na roślinach, powodowały ich wysoką śmiertelność (tab.8).

Silne właściwości antyfidantne arcydzięgla litwor i kopru włoskiego, w stosunku do gąsienic bielinka kapustnika, wykazali Abivardi i Benz [1]. Toksyczne właściwości lubczyku potwierdzają: Ożarowski i Jaroniewski [71] w stosunku do mikroorganizmów oraz Nawrot [61] - do szkodników magazynowych. Stwierdzono wysoką aktywność bisabolangelonu wyizolowanego z nasion *Angelica silvestris*, w odniesieniu do szkodników magazynowych [63,64,65,66], stonki ziemniaczanej [56], larw sówkowatych [75], larw bielinka kapustnika [11].

Z poznanych dotychczas składników farmakologicznych, czynnie oddziaływać mogą także kumaryny: w przypadku lubczyku, takie jak psoralen i bergapten, a arcydzięgla - angelicyna, ostol, ostenol, bergapten, umbeliferon, umbeliprenina [71]. Struktury te wchodzi w skład bardziej złożonych substancji roślinnych, określanych jako furokumaryny. Przeważnie są to pochodne umbeliferonu. Substancje te są silnymi inhibitorami kiełkowania nasion.

Na uwagę zasługuje także bodzisek cuchnący (Bodziszkowate), którego wyciągi wykazały silne działanie antyfidantne, w stosunku do gąsienic bielinka. Znaczną antyfidantną aktywność stwierdzono również dla obu rodzajów wyciągów z iglicy pospolitej oraz alkoholowego wyciągu z pelargonii (tab.2).

Wyrostkiewicz [99], stwierdziła, że wyciągi z tych roślin, ograniczają żerowanie, powodują zaburzenia w przyswajaniu pokarmu i wpływają ujemnie na rozwój stonki ziemniaczanej. Skład chemiczny bodziszkowatych jest słabo poznany. Wiadomo, że zawierają garbniki oraz flawonoidy (kwercetynę i kamferol), kwas elagowy i galusowy [17]. Kwas galusowy jest substratem, uczestniczącym w różnego typu kondensacjach, w wyniku których tworzą się taniny albo garbniki. Są to substancje wielkocząsteczkowe, które dzięki zawartości licznych grup fenolowych, są zdolne do tworzenia kompleksów z białkami. Badania Dąbrowskiego [22] wyraźnie wykazały istnienie zależności między zawartością związków fenolowych w pokarmie a intensywnością żerowania roztoczy.

Ruta zwyczajna (Rutowate) wykazała również silne właściwości antyfidantne w stosunku do gąsienic bielinka kapustnika (bwd dla wyciągu alkoholowego

wynosi 43,9). Po zastosowaniu zarówno jej wyciągu alkoholowego, jak i wodnego, obserwowano spadek masy ciała testowanych gąsienic (tab.3). Roślina ta charakteryzuje się bardzo złożonym składem chemicznym. Zawiera glikozydy flawonoidowe (rutynę i kwercetynę) wykazujące silne działanie fizjologiczne na organizm zwierzęcy [71]. Aktywne działanie ruty w stosunku do stonki ziemniaczanej stwierdziła Wyrostkiewicz [99]. Działanie antyfidantne roślin cytrusowych, które należą do rutowatych, również w stosunku do stonki, wykazał Alford [4].

Do wykazujących silne działanie antyfidantne należy także alkoholowy wyciąg z poziewnika szorstkiego (Wargowe), dla którego uzyskana wartość bwd wynosiła 41,93. Spośród pozostałych wyciągów z testowanych roślin wargowych, słabą przyswajalnością traktowanego nimi pokarmu dla gąsienic wyróżniały się alkoholowe wyciągi z jasnoty purpurowej i macierzanki zwyczajnej oraz wyciągi wodne z serdecznika pospolitego i lebiodki pospolitej (tab.4). Wyciągi z analizowanych roślin wargowych (z wyjątkiem dąbrówki) nie wpływały w sposób znaczący na ograniczenie rozwoju bielinka kapustnika.

Jermy [37] badając preferencje pokarmowe gąsienic bielinka kapustnika stwierdził, że głowienka pospolita, jasnota purpurowa i szalwia łąkowa były niechętnie przez nie żądane (były żądane w ilości mniejszej, niż 10 % w porównaniu do kontroli). Dover zaś [25] wykazał, że wyciągi i olejki eteryczne z szalwii łąkowej i macierzanki zwyczajnej, ograniczały składanie jaj przez tantsia krzyżowiaczka. Pokrycie liści kapusty tymi wyciągami powodowało, że były one mniej chętnie żądane przez gąsienic tantsia i bielinka kapustnika.

Interesujące wyniki uzyskano dla badanych roślin rdestowatych. Alkoholowy i wodny wyciąg z rdestu powojowego silnie ograniczały żerowanie gąsienic. Wyciągi z rdestu Weyrycha, rdestu ostrogorzkiego, ziela rdestu wężownika, stymulowały żerowanie gąsienic (tab.2). Alkoholowy wyciąg z rdestu sachalińskiego powodował zaburzenia w przyswajaniu pokarmu (tab.4). W warunkach polowych, wodne wyciągi z testowanych roślin rdestowatych, chroniły rośliny przed składaniem jaj przez bielinka (tab.7).

Vigneron [91] wymienia rdest ostrogorzki wśród roślin, zawierających substancje antyfidantne. Wg Dąbrowskiego [23], przyczyną zakłóceń w procesach wzrostu i rozwoju owadów są pochodne związków fenolowych występujące w wielu gatunkach roślin rdestowatych. Na podstawie uzyskanych wyników można przypuszczać, że w testowanych wyciągach znajdują się również substancje, wpływające ujemnie na proces przyswajania pokarmu. Mogłyby być one powodem większego zużycia energii w procesie trawienia, co objawiło się ubytkiem masy ciała przy jednoczesnym wysokim zużyciu pokarmu na przyrost 1 mg masy ciała gąsienic. Toksyczne działanie rdestów potwierdza Wasina [96].

Na podstawie zebranych danych można stwierdzić, że wyciągi dla których uzyskano ujemne wartości bwd, stymulowały w pewnym stopniu żerowanie gąsienic. Należy do nich wodny wyciąg z liści ziemniaka (Psiankowate) oraz oba rodzaje wyciągów z liści brzozy i huby brzozowej (Brzozowate), alkoholowy

wyciąg z gajowca i wodny z poziewnika (Wargowe), a także wodne wyciągi z rdestu ostrogorzkiego i rdestu ptasiego (Rdestowate). Zawierają one prawdopodobnie związki, wpływające na zwiększenie atrakcyjności pokarmu dla gąsienic.

W badaniach polowych uzyskano interesujące dane, dotyczące przebiegu składania jaj przez samice bielinka, na roślinach traktowanych wodnymi wyciągami. Całkowicie chroniły rośliny przed składaniem jaj wyciągi z testowanych roślin psiankowatych, baldaszkowatych, rdestowatych (z wyjątkiem rdestu Weyrycha), ruty (Rutowate), chabru, kocanek, nagietka i piołunu (Złożone), (tab.7). Na zachowanie się motyli wpłynęły zapewne wtórne metabolity roślinne, które spowodowały ograniczenie składania jaj. Potwierdzają to badania licznych autorów [49,55,73,85,89]. Jednocześnie Gupta i Thorsteinson [30], Rodman i Chew [76] oraz Renwick i Radke [72] wykazali, że wtórne metabolity roślinne (allelowzwiązki), charakterystyczne dla danych roślin, mogą być stymulatorami składania jaj dla owadów, które żerują na tych roślinach. O zdolności motyli do rozpoznawania stanu fizjologicznego rośliny i składania większej liczby jaj na roślinach, które są lepsze dla rozwoju larw, pisali m.in. Ives [36], Mattson [53], Miller i Strickler [54], Myers [59], Root i Careiva [77]. Ograniczenie składania jaj przez szkodniki może mieć znaczące skutki w ochronie roślin przed ich masowymi pojawami.

Aktywne działanie w stosunku do bielinka kapustnika wykazała dąbrówka rozłogowa (Wargowe), zastosowana jako roślina porównawcza. Jej alkoholowe i wodne wyciągi powodowały 100 % zamieranie jaj bielinka zarówno w warunkach laboratoryjnych, jak i polowych. Natomiast zastosowane na gąsienice, hamowały ich żerowanie najsilniej spośród testowanych wyciągów (rys.2, tab.2, tab.8).

Aktywność nieokreślonej gatunkowo *Ajuga* i *Ajuga remota* w stosunku do owadów (również bielinka) została stwierdzona w badaniach prowadzonych przez Aschera i wsp. [7], Bellesa i wsp. [10], Nakanishi [60], Shoonchovena [79] i Vignerona [91]. Van Beck i de Groot [9] opisali 18 diterpenowych związków chemicznych typu klerodanu wyizolowanych z *A. chamaeptyis*, *A. pseudoiva*, *A. reptans*, *A. remota* oraz otrzymanych syntetycznie i podali ich aktywność w stosunku do *Spodoptera ssp.* Próby syntezy ajugarinów [39,48] oraz łatwość uzyskania wyciągów z roślin, wskazują na potencjalne możliwości zdobycia na tej drodze środków chroniących rośliny przed szkodnikami.

Na obecnym etapie badań można sugerować, że antyfidanty nie stanowią skutecznej broni, za pomocą której można w pełni kontrolować populacje szkodliwych owadów. Mogą jednak w pewnych sytuacjach służyć jako środki pomocnicze. Szukając skutecznych związków roślinnych, badacze mają nadzieję odkrycia substancji o szerokim spektrum aktywności. Jednak jest mało prawdopodobne, że istnieją naturalne substancje, które będą prawdziwie uniwersalnymi antyfidantami. Nawet sławne drzewo miodla indyjska, z którego uzyskuje się azadirachtin i inne pokrewne substancje, będące najbardziej obecnie znanymi skutecznymi antyfidantami, jest także pokarmem dla różnych owadów m.in. chrząszczy,

motyli, pluskwiaków różnoskrzydłych, mszyc oraz roztoczy [95]. Związki te wymagają takich samych gruntownych badań, jak pestycydy. Należy przeprowadzić bardziej szczegółowe badania nad chemią roślin i zachowaniem się owadów. Z powodu złożoności związków obecnych w roślinach, żadne końcowe wnioski nie mogą być wyciągnięte przed izolacją i identyfikacją substancji aktywnych, pozwalającą w przyszłości na ich syntetyzowanie [40]. Negatywny wynik testów z wykorzystaniem ekstraktów nie musi oznaczać, że dana roślina nie posiada związków, działających na fitofaga. Woda czy etanol mogły nie wyekstrahować związku czynnego. Jego stężenie w wyciągu mogło być za niskie, aby wykazać istotne różnice w porównaniu z kontrolą. Wyciąg roślinny, w zależności od tego czy wykorzystywano surowiec wysuszony, czy świeży, jak długo go ekstrahowano, ma często bardzo różne ilości substancji aktywnych w przeliczeniu na suchą masę. Również warunki, w których roślina rosła, mogły determinować jej skład biochemiczny. Obliczanie suchej masy substancji aktywnych w ekstraktach, wiąże się z dużymi trudnościami, stąd w dyskusji na seminarium nt: "Substancje naturalne pochodzenia roślinnego w aspekcie zastosowania w ochronie roślin" (Pszczyna, 29-30.06.1995 r.) ustalono, że można uznać za wystarczające określenie proporcji wagowych materiału roślinnego w poszczególnych wyciągach. Tak więc zastosowanie ekstraktów roślinnych na szerszą skalę będzie możliwe tylko wtedy, gdy zostanie rozwiązanych wiele problemów zarówno biologicznych jak i technologicznych.

VI. WNIOSKI

Przeprowadzone badania pozwoliły na wytypowanie roślin, których wyciągi wykazują zróżnicowaną aktywność w stosunku do bielinka kapustnika. Wyrażała się ona działaniem antyfidantnym i stymulującym żerowanie. Powodowała zaburzenia w metabolizmie, a także wykazywała toksyczność w stosunku do jaj i larw:

1. Stwierdzono szerokie spektrum aktywności wyciągów z nagietka lekarskiego, powodującego bardzo silne ograniczenie żerowania gąsienic i zaburzenia w ich metabolizmie oraz wysoką śmiertelność jaj i larw bielinka.
2. Bardzo silnym działaniem deterentnym charakteryzowały się wyciągi uzyskane z psianki słodkogórz, tytoniu szlachetnego, machorki, lubczyku ogrodowego, bodziszka cuchnącego, ruty zwyczajnej i rdestu powojowego.
3. Rozwój bielinka kapustnika najsilniej ograniczały (wykazując toksyczne działanie w stosunku do jaj) wyciągi z testowanych roślin psiankowatych i wilczomleczowatych oraz z baldaszkowatych (z arcydzięgla litwor i kolendry siewnej).
4. W warunkach polowych, wyciągi wodne z roślin baldaszkowatych, psiankowatych, rdestowatych oraz ruta zwyczajna (Rutowate), a także chaber bławatek, kocanki piaskowe, nagietek lekarski i bylica piołun (Złożone), wykazywały działanie repelentne w stosunku do samic bielinka kapustnika, chroniąc całkowicie rośliny kapusty przed składaniem na nie jaj.
5. W przeprowadzonych badaniach uzyskano potwierdzenie silnego działania dąbrówki rozłogowej, którą zastosowano jako roślinę porównawczą. Jej wyciągi wyróżniały się najsilniejszym działaniem antyfidantnym. Wykazały również wysoką toksyczność w stosunku do jaj bielinka, powodując całkowitą ich śmiertelność zarówno w warunkach laboratoryjnych, jak i polowych.
6. Ekstrakty alkoholowe z większości badanych roślin wykazały silniejsze działanie antyfidante w stosunku do gąsienic bielinka kapustnika.
7. Przedstawione wyniki mogą być przydatne do dalszych badań, zwłaszcza nad izolacją i identyfikacją substancji aktywnych, zawartych w najsilniej działających wyciągach roślinnych, pozwalających w przyszłości na ich syntetyzowanie na skalę przemysłową.

LITERATURA

- [1] Abivardi C., Benz G., 1984, Tests with the extracts of 21 medicinal plants for antifeedant activity against larvae of *Pieris brassicae* L. (*Lep., Pieridae*). Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 57, 383-392.
- [2] Achremowicz J., Cież W., 1988, Doświadczenia nad skutecznością działania wyciągów z roślin stosowanych jako aficydy. Zesz. Probl. PNR, 353, 53-66.
- [3] Achremowicz J., Cież W., 1992, Ekstrakty roślinne jako naturalne pestycydy do zwalczania mszyc. Mat. XXXII Sesji Nauk. IOR, cz.II, 242-247.
- [4] Alford A.R., Cullen J.A., Storch R.H., Bentley M.D., 1987, Antifeedant activity of limonin against the Colorado potato beetle (*Coleoptera Chrysomelidae*). J. Econ. Entom. 80, 3, 575-578.
- [5] Ascher K.R.S., 1983, Withanolides and related steroids from *Solanaceae* as insect antifeedants. 10th Int. Congr. Plant prot., Brighton, vol.1, 39-46.
- [6] Ascher K.R.S., Nemny N.E., Eliyhu M., Kirson I., Abraham A., Glotter E., 1980, Insect antifeedant properties of withanolides and related steroids from *Solanaceae*. Experientia, 36, 8, 998-999.
- [7] Ascher K.R.S., Eliychu M., Glotter E., Kirson I., Abraham A., 1984, Distribution of the chemotypes of *Withania somnifera* in some areas of Israel: Feeding studies with *Spodoptera littoralis* larvae and chemical examination of withanolide content. Phytoparasitica, 12 (3-4), 147-155.
- [8] Beck S.D., 1965, Resistance of plants to insects. Ann. Rev. Ent. 10, 207-232.
- [9] Beek van T.A., de Groot Ae., 1986, Terpenoid antifeedants. Part.I, An overview of terpenoid antifeedants of natural origin. Rec. Trav. Chim. Pays-Bas, 105, 513.
- [10] Belles X., Camps F., Coll J., Piulachs M.D., 1985, Insect antifeedant of clerodane diterpenoids against larvae of *Spodoptera littoralis* (*Boisd., Lepidoptera*). J. Chem. Ecol. 11, 10, 1439-1445.
- [11] Benz G., Abivardi C., Muckensturm B., 1989, Antifeedant activity of bisabolangelone and its analogs against larvae of *Pieris brassicae*. Entomol. exp. appl. 53, 257-265.
- [12] Blaney W.M., Simmonds, M.S.J., 1986, Learning in larval food selection: the role of plant surfaces. Insect and Plant Surface. 342-344.
- [13] Boczek J., 1977, Typy powiązań między owadami a roślinami. Post. Nauk. Roln. 1, 35-52.

- [14] Boczek J., 1983, Antyfidanty i możliwość ich wykorzystania w walce ze szkodnikami roślin. *Ochrona Roślin*, 6, 3-4.
- [15] Boczek J., 1992, Niechemiczne metody zwalczania szkodników roślin, Wyd. SGGW, Warszawa.
- [16] Boczek J., Dąbrowski Z.T., 1972, Wartość i metodyka badań nad zachowaniem się roztoczy i owadów w entomologii stosowanej. *Biul. IOR*, 52, 289-317.
- [17] Broda B., Mowszowicz J., 1985, Przewodnik do oznaczania roślin leczniczych, trujących i użytecznych. PZWŁ, Warszawa.
- [18] Brickij J.W., 1982, Antyfidanty przeciw koloradskiego zuka. *Zasz. Rast.* 2, 38-39.
- [19] Butterworth J.H., Morgan E. D., 1971, Investigation of the locust feeding inhibition of the seeds of the neem tree *Azadirachta indica*. *J. Insect Physiol.* 17, 969-977.
- [20] Chapman R.F., 1974, The chemical inhibition of feeding by phytophagous insects: a review. *Bull. ent. Res.* 64, 339-363.
- [21] Chapman R.F., Bernays E.A., 1977, The chemical resistance of plants to insect attack, *Pont. Acad. Sci. Scripta Varia, Vaticana*, 41, 600-643.
- [22] Dąbrowski Z.T., 1971, Zasady wyboru i akceptacji roślin żywicielskich przez przędziorka chmielowca - *Tetranychus urticae* Koch. (*Acarina, Tetranychidae*).
- [23] Dąbrowski Z.T., 1988, Podstawy odporności roślin na szkodniki. PWRiL Warszawa.
- [24] Dethier V.G., 1953, Host plant perception in phytophagous insects. *Trans. Intern. Congr. Ent.* 9th, Amsterdam, 2, 81-88.
- [25] Dover J.W., 1985, The responses of some *Lepidoptera* to labiate herb and white clover extracts. *Entomol. exp. et appl.* 39, 2, 177-182.
- [26] Fraenkel G., 1958, The chemistry of host-specificity of phytophagous insects. *Pro. 4th Intern. Congr. Biochem.* Vienna, 12, 1-14.
- [27] Franz J.M., Krieg A., 1975, Biologiczne zwalczanie szkodników. PWRiL Warszawa, 161.
- [28] Georgiew C., 1982, Antyfidanty sresztu nasiekamite fitifagi. *Priroda*, 31, 4, 75-77.
- [29] Groot de Ae., van Beek T.A., 1987, The synthesis of drimane and clerodane insect antifeedants. *Rec. Trav. Chim. Pays-Bas.* 106, 1.

- [30] Gupta P.D., Thorsteinson A.J., 1960, Food plant relationships of the diamond-back moth *Plutella maculipennis* (Curt.). II, Sensory regulation of oviposition of the adult female. Ent. exp. et appl. 3, 305-314.
- [31] Hańczakowski B., 1988, Substancje antyżywniowe występujące w roślinach. Wszechświat, 89, 6, 139-143.
- [32] Hsiao T.H., Fraenkel G., 1968a, Isolation of Phagostimulative substances from the host plant of the Colorado potato beetle. Ann. Ecol. Soc. Amer., 61, 2, 476-484.
- [33] Hsiao T.H., Fraenkel G., 1968b, The role of secondary plant substances in the food specificity of the Colorado potato beetle. Ann. Entomol. Soc. Amer., 61, 2, 485-493.
- [34] Hsiao T.H., Fraenkel G., 1968c, The selection and specificity of the Colorado potato beetle for solanaceous and non solanaceous plants. Ann. Entomol. Soc. Amer., 61, 2, 493-503.
- [35] Ignatowicz S., 1980, Wpływ chormonów juwenilnych i ich analogów na pasożyty owadów. Wiad. Entomol., t. 1, nr 4, 267-269.
- [36] Ives P.M., 1978, How discriminating are cabbage butterflies? Aust. J. Ecol. 3, 261-276.
- [37] Jermy T., 1966, Feeding inhibitors and food preference in chewing phytophagous insects. Ent. exp. appl. 9, 1-12.
- [38] Jermy T., 1971, Biological background and outlook of antifeedant approach to insect control. Acta Phytopathol. Acad. Sci. Hung., 6, 253-260.
- [39] Jones P.S., Ley S.V., Simpkins N.S., Whittle A.J., 1987, Total synthesis of the insect antifeedant ajugarin and degradation studies of related clerodane diterpenes. Tetrahedron, 42, 23, 6519-6534.
- [40] Karrer W., 1976, Konstitution und Vorkommen der organischen Pflanzenstoffe [exclusive Alkaloide]. Zweite Auflage. Birkhauser Verlag, Basel.
- [41] Kennedy C. H., 1927, Some non-nervous factors that condition the sensitivity of insects to moisture, temperature, light and odors. Ann. ent. Soc. Amer., 20, 87-106.
- [42] Kennedy J.S., 1958, Physiological condition of the host plant and susceptibility to aphid attack. Ent. exp. app. 1, 50-65.
- [43] Kennedy J.S., Booth C.O., 1951, Host alternation in *Aphis fabae* Scop. I. Feeding preferences and fecundity in relation to age and kind of leaves. Ann. appl. Biol. 38, 25-64.

- [44] Kielczewski M., Drożdż B., Nawrot J., 1979, Badania nad repelentami pokarmowymi trojszyka ulca (*Tribolium confusum* Duv.). Mat. XIX Sesji Nauk. IOR., 367-376.
- [45] Klocke I.A., Kubo I., 1982, Citrus limonoid by products as insect control agents. Entomol exp. et appl. 3, 299-301.
- [46] Kohlmunzer S., 1985, Farmakognozja. PZWL. Warszawa.
- [47] Kubo I., Miura I., Pettei M.J., Lee Y.W., Pilkiewicz F., Nakanishi K., 1977, Muzigadial and warburganal, potent antifungal antiyeast and African army antifeedant agents. Tetrahedron Lett., 52, 4553-4556.
- [48] Ley S.V., 1984, Synthesis of some insect antifeedants. Recent Adv. Chem. Insect Contr. Proc. Symp., Cambridge, 307-322.
- [49] Lundgren L., 1975, Natural plant chemicals acting as - 42 -oviposition deterrents on cabbage butterflies (*Pieris brassicae* L., *P. rapae* L., *P. napi* L.). Zool. Scr. 4, 253-258.
- [50] Ma W.C., 1969, Some properties of gustation in the larva of *Pieris brassicae*. Ent. exp. and appl. 12, 584-590.
- [51] Ma W.C., 1972, Dynamics of feeding responses in *Pieris brassicae* Linn. as a function of chemosensory input: a behavioural, ultrastructural and electrophysiological study. Meded Landbouwhogeschool Wageningen 72/11, 162 pp.
- [52] Malinowski H., 1992, Obecne trendy w ograniczaniu liczebności populacji szkodliwych stawonogów. Sylwan, 6.
- [53] Mattson W.J., 1980, Herbivory in relation to plant nitrogen content. Annual Review of Ecol. and Syst., 11, 119-162.
- [54] Miller J.R., Strickler K.L., 1984, Finding and accepting host plants. pp. 127-157, in W.J. Bell, R.T. Carde [eds.]. Chemical Ecology of Insects. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- [55] Mitchell E.R., Heath R.R., 1985, Influence of *Amaranthus hybridus* L. allelochemics on oviposition behavior of *Spodoptera exigua* and *Seridania* (*Lepidoptera: Noctuidae*). J. Chem. Ecol. 11, 600-617.
- [56] Muckensturm B., Duplay D., Robert P.C., Simonis M.T., Kienlen J.C., 1981, Substances antiappetantes pour insects phytophages presentes dans *Angelica silvestris* et *Heracleum sphodylium*. Biochem. Syst. and Ecol. 9, 4, 289-292.
- [57] Muckensturm B., Riss B., Robert P.C., Simonis M.T., Kienlen J.C., 1986, Substances antiappetantes pour insects phytophages. Biochem. Syst. and Ecol. 14, 1, 123-127.

- [58] Munakata K., 1977, Insect feeding deterrents in plants. In H.H. Shorey and J.J. McKelvey (Eds.), Chemical control of insect behavior. Wiley, New York, 93-102.
- [59] Myers J.H., 1985, Effect of physiological condition of the host plant on the ovipositional choice of the cabbage white butterfly, *Pieris rapae*. J. of Anm. Ecol. 54, 193-204.
- [60] Nakanishi K., 1977, Insect growth regulators from plants. Pontif. acad. sci. scr. varia. 41, 185-198.
- [61] Nawrot J., 1983, Substancje naturalne w zwalczaniu szkodników produktów magazynowych. Ochrona Roślin 11/12, 34-36.
- [62] Nawrot J., 1984, Produkty naturalne w ochronie roślin. Pesticidy, 3/4, 1-31.
- [63] Nawrot J., Błoszyk E., Grabarczyk H., Drożdż B., 1982, Deterrent activity of the composite plant extracts on the selected storage pests. Prace Nauk. IOR, 24, 37-44.
- [64] Nawrot J., Smitalova Z., Holub M., 1983a, Deterrent activity of sesquiterpene lactones from the *Umbelliferae* against storage pests. Biochem. Syst. Ecol. 11, 243-245.
- [65] Nawrot J., Błoszyk E., Grabarczyk H., Drożdż B., Daniewski W.M., Holub M., 1983b, Further evaluation of feeding deterrency of sesquiterpene lactones to storage pests. Prace Nauk. IOR, 25, 91-98.
- [66] Nawrot J., Błoszyk E., Harmatha J., Novotny L., 1984, The effect of bisabolangelone, helenalin and bakkenolide A on development and behavior of some stored product beetles. Z. ang. Ent. 98, 394-398.
- [67] Nawrot J., Błoszyk E., Harmatha J., Novotny I., Drożdż B., 1986, Action of antifeedants of plant origin on beetles infesting stored products. Acta ent. bohemoslow. 83, 327-335.
- [68] Norris D.M., 1986, Anti-Feeding Compounds, in 'Chemistry of plant protection (1), Sterol biosynthesis inhibitors and anti-feeding compounds. Academic-Verlag, Berlin, pp.97.
- [69] Osman M.Z. 1993, Effects of neem seed extract on growth and development of larvae of *Pieris brassicae* L. (*Lepidoptera*, *Pieridae*). J. of applied entomol. 115, 3, 254-258.
- [70] Osman M.Z., Bradley J., 1993, Effects of neem seed extracts on *Pholeastor (Apanteles) glomeratus* L. (*Hym. Braconidae*), a parasitoid of *Pieris brassicae* L. (*Lep., Pieridae*). J. of applied entomol. 115, 3, 259-265.

- [71] Ożarowski A., Jaroniewski W., 1987, *Rośliny lecznicze i ich praktyczne zastosowanie*. IWZZaw. Warszawa.
- [72] Renwick J.A.A., Radke C.D., 1983, Chemical recognition of host plants for oviposition by the cabbage butterfly, *Pieris rapae* (Lepidoptera, Pieridae). Environ. Entomol. 12, 446-450.
- [73] Renwick J.A.A., Radke C.D., 1985, Constituents of host and nonhost plants deterring oviposition by the cabbage butterfly, *Pieris rapae*. Entomol. exp. et Appl. 39, 21-26.
- [74] Richardson C.H., 1925, The oviposition response of insects. USDA Bull. 1324, pp.17.
- [75] Robert P.C., Blaisinger P., Bouchery Y., Simonis M.T., Kienlen J.C., Muckensturm B., Riss B., Pflieger D., 1987, Influence de la bisabolangelone, un antiappétant sesquiterpénoïde, sur le développement des chenilles de *Mythimna (Pseudaletia) unipuncta* Haw. (Lepidoptera, Noctuidae) Agronomie, 7, 167-174.
- [76] Rodman J.E., Chew F.S., 1980, Phytochemical correlates of herbivory in a community of native and naturalized *Cruciferae*. Biochem Syst. Ecol. 8, 43-50.
- [77] Root R.B., Careiva P.M., 1984, The search for resources by cabbage butterflies (*Pieris rapae*): ecological consequences and adaptive significance of Markovian movements in a patchy environment. Ecology 65, 129-152.
- [78] Saxena R.C., Khan Z.R., 1988, New bioactive products: growth regulators, antifeedants, pheromones and other attractants. Rend. Accad. naz. sci. XL, 11, 2, 303-317.
- [79] Schoonhoven L.M., 1982, Biological aspects of antifeedants. Ent. exp. Appl. 31, 57-69.
- [80] Schulz W.D., 1985, Histologische Untersuchungen zur Wirkung von Extracten aus Samen des Neem - Baums *Azadirachta indica* auf weibliche Imagines von *Epilachna varivestris* (Coleoptera, Coccinellidae). II Schädigung von neuroendokrinen System und Corpora allata. Zool. Jahrb. Abt. Anat. und Ontog. Tiere, 113, 3, 267-287.
- [81] Swinger M., 1986, Insectenbekämpfung mit trassabschreckenden Stoffen. Umschau, 86, 3, 170-173.
- [82] Sobótka W., Nawrot J., 1988, Aktualny stan badań i perspektywy praktycznego wykorzystania substancji wpływających na zachowanie się i rozwój owadów. Mat. XXVIII Sesji Nauk. IOR, I, 263-275.

- [83] Su H., 1983, Laboratory studies on several plant materials as insect repellents for protection of cereal grains. *J. Econ. Entomol.*, 76, 1, 154-157
- [84] Su H., 1986, Laboratory evaluation of the toxicity and repellency of coriander seed to four species of stored - product insects. *J. Entomol. Sci.* 21, 2, 169-174.
- [85] Tabashnik B.E., 1987, Plant secondary compounds as oviposition deterrents for cabbage butterfly, *Pieris rapae* (*Lepidoptera: Pieridae*). *J. of Chem. Ecol.* 13, 2, 309-316.
- [86] Tang Keng-Hong, 1981, Antifeeding effect of cypermethrin and permethrin at sub-lethal levels against *Pieris brassicae* larvae, *Pestic. Sci.* 12, 6, 619-626.
- [87] Tewari G.C., Moorthy P.N.K., 1985, Plant extracts as antifeedants against *Henosepilachna vigintioctopunctata* (*Fabricius*) and their effect on its parasite. *Indian J. Agr. Sci.* 55, 2, 120-124.
- [88] Thorsteinson A.J., 1960, Host selection in phytophagous insects. *Ann. Rev. Ent.* 5, 193-218.
- [89] Tingle F.C., Mitchell E.R., 1984, Aqueous extracts from indigenous plants as oviposition deterrents for *Heliothis virescens* (F.). *J. Chem. Ecol.* 10, 101-113.
- [90] Verma S.K., Singh M.P., 1985, Antifeedant effects of some plant extracts on *Amsacta moorei* butler. *Indian J. Agr. Sci.* 55, 4, 298-299.
- [91] Vignerón J.P., 1978, Substances antiappetantes d'origine naturelle. *Ann. zool. Ecol. anim.* 10, 4, 663-694.
- [92] Visser J.H., 1976, The design of a low-speed wind tunnel as an instrument for the study of olfactory orientation in the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say.). *Entom. exp. et appl.*, 20, 275-288.
- [93] Visser J.H., Nielsen J.K., 1977, Specificity in the olfactory orientation of the Colorado beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say. *Entom. exp. et appl.* 21, 14-22.
- [94] Wada K., Munakata K., 1971, Insect feeding inhibitors in plants. Part III Feeding inhibitory activity of terpenoids in plants. *Agr. Biol. Chem.* 35, 115-118.
- [95] Warthen J.D., 1979, *Azadirachta indica*: a source of insect feeding inhibitors and growth regulators. *USDA Agric. Res. Man. Armane-4*; 21 pp.
- [96] Wasina A., 1987, Wykorzystanie roślin do zwalczania szkodników w sadach i ogrodach. PWRiL Warszawa.

- [97] Wyrostkiewicz K., 1988, Wpływ wybranych związków miedzi i cyny na stonkę ziemniaczaną (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz, Rolnictwo 26, 111-119.
- [98] Wyrostkiewicz K., 1989, Wpływ wyciągów wodnych z wybranych gatunków roślin na larwy L3 bielinka kapustnika (*Pieris brassicae* L.). Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz, Rolnictwo 29, 13-20.
- [99] Wyrostkiewicz K., 1992, Wpływ wyciągów z wybranych roślin na żerowanie i rozwój stonki ziemniaczanej - *Leptinotarsa decemlineata* Say. (*Coleoptera, Chrysomelidae*). ATR Bydgoszcz, Rozprawy 53.
- [100] Żemczuzina A.A., Jurewicz I.A., 1976, Wlijanie antyfydingow na powie-dzenie koloradskiego żuka (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) Sborn. trud po ekologii WIZR, 46, 91-101.

OCENA DZIAŁANIA WYBRANYCH EKSTRAKTÓW ROŚLINNYCH
NA BIELINKA KAPUSTNIKA
(*Pieris brassicae* L., *Lepidoptera*, *Pieridae*)

Streszczenie

Celem badań było określenie wpływu wyciągów roślinnych na żerowanie i rozwój bielinka kapustnika oraz jego zachowanie się po zastosowaniu w warunkach polowych.

Analizowano alkoholowe i wodne ekstrakty z 65 dziko rosnących roślin, należących do 21 rodzin. Zastosowano metodę pokrywania wyciągami liści kapusty.

Uzyskane wyniki pozwoliły na wyłonienie grupy roślin, których wyciągi wykazują działanie aktywne, w stosunku do bielinka kapustnika.

Najsilniejsze działanie antyfidantne oraz ograniczające rozwój szkodnika, wykazały wyciągi z: dąbrówki rozłogowej (*Ajuga reptans*), nagietka lekarskiego (*Calendula officinalis*), z wszystkich testowanych roślin psiankowatych (*Solanaceae*) i baldaszkowatych (*Umbelliferae*). Żerowanie gąsienic silnie hamowały także wyciągi z bodziszka cuchnącego (*Geranium robertianum*), ruty zwyczajnej (*Ruta graveolens*) i rdestu powojowego (*Polygonum convolvulus*).

Wodne wyciągi z roślin baldaszkowatych (*Umbelliferae*), psiankowatych (*Solanaceae*), rdestowatych (*Polygonaceae*) oraz chabru bławatka (*Centaurea cyanus*), kocanek piaskowych (*Helichrysum avenarium*), nagietka lekarskiego (*Calendula officinalis*), bylicy piołunu (*Artemisia absinthium*) z rodziny Złożonych (*Compositae*), chroniły kapustę przed składaniem jaj przez motyle bielinka w warunkach polowych.

THE ESTIMATION OF EFFECTIVENESS
OF THE SELECTED PLANT EXTRACTS ON THE LARGE WHITE
(*Pieris brassicae* L., *Lepidoptera*, *Pieridae*)

Summary

The aim of the investigation was to determine the influence of the plant extracts on feeding and development of the large white and its behaviour after use in the field conditions.

The alcohol and water extracts from 65 wild growing plant species from 21 families were analysed. The methods used here consist in covered the extracts to leaves of cabbage.

The investigations show the group of plants which extracts showed activity in relation to the large white. The extracts from *Ajuga reptans*, *Calendula officinalis* and all of the tested plant extracts from *Solanaceae* and *Umbelliferaeae* family showed the most antifeedant activity and restricted the development of the pest. The feeding of the cabbage worm were most inhibited by the extracts from *Geranium robertianum*, *Ruta graveolens* and *Polygonum convolvulus*. The tested water extracts of *Umbelliferaeae*, *Solanaceae*, *Polygonaceae* and *Centaurea cyanus*, *Helichrysum avenarium*, *Calendula officinalis*, *Artemisia absinthium* (*Compositae*) in field conditions protected the plants against eggs laid by the large white.

Biblioteka Główna UTP
w Bydgoszczy

S

23479/2