

INSTYTUT BADAWCZY LEŚNICTWA
Zakład Ochrony Lasu

UKD 630*4
PKT 60.29.23
LKO 453

POSTĘPOWANIE OCHRONNE W UPRAWACH I MŁODNIKACH
ZAGROŻONYCH PRZEZ SMOLIKA ZNACZONEGO *PISSODES NOTATUS*

Rodzaj sprawozdania: dokumentacja końcowa

Zlecniodawca: DGLP

Nr tematu: BLP-362

Główni autorzy: dr hab. Iwona Skrzecz, mgr inż. Robert Wolski,
dr inż. Robert Kuźmiński, dr inż. Alicja Sowińska

Osoby współpracujące: dr inż. Cezary Bystrowski, dr inż. Grzegorz Tarwacki,
mgr inż. Sławomir Lipiński, mgr inż. Radosław Plewa,
Wojciech Janiszewski, Danuta Smyklińska

Kierownik Zakładu Wiodącego

Dr hab. Jacek Hilszczański

Dyrektor Instytutu

Dr hab. Janusz Czerepko

Sękocin Stary, grudzień 2013

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	3
2. CEL I ZAKRES PRAC	4
3. MATERIAŁY I METODY	5
3.1. Lokalizacja i charakterystyka terenu badań	5
3.2. Badanie udziału smolika znaczonego w procesie zamierania upraw i młodników osłabionych działaniem czynników biotycznych i hodowlanych	6
3.2.1. Ocena stanu zdrowotnego upraw i młodników sosnowych zagrożonych przez smolika znaczonego	6
3.2.2. Określenie związków między osłabieniem drzew przez czynniki biotyczne a szkodami powodowanymi przez smolika znaczonego	6
3.2.3. Określenie związków między osłabieniem drzew przez czynniki hodowlane a szkodami powodowanymi przez smolika znaczonego	7
3.3. Obserwacje rozwoju smolika znaczonego	8
3.4. Poszukiwanie związków chemicznych o właściwościach wabiących chrząszcze smolika znaczonego	8
3.4.1. Doświadczenia z pułapkami IBL-4	8
3.4.2. Synteza feromonów agregacyjnych	9
3.4.3. Porównanie skuteczności działania atraktantów	9
3.4.4. Porównanie skuteczności działania różnego typu pułapek	11
3.5. Próby redukcji liczebności smolika znaczonego przy użyciu preparatów biologicznych i chemicznych	14
3.5.1. Ocena aktywności owadobójczej grzyba <i>Beauveria bassiana</i>	14
3.5.2. Próby użycia alfacypermetryny w ochronie drzewek przed smolikiem znaczonego – zabiegi terenowe	16
4. WYNIKI	18
4.1. Udział smolika znaczonego w procesie zamierania upraw i młodników	18
4.1.1. Stan zdrowotny upraw i młodników sosnowych	18
4.1.2. Związki między osłabieniem drzew przez czynniki biotyczne a szkodami powodowanymi przez smolika znaczonego	21
4.1.3. Związki między osłabieniem drzew przez czynniki hodowlane a szkodami powodowanymi przez smolika znaczonego	30
4.2. Rozwój smolika znaczonego	33
4.3. Redukcja liczebności smolika znaczonego przy użyciu pułapek z atraktantami	42
4.3.1. Skuteczność działania pułapek IBL-4	42
4.3.2. Skuteczność działania feromonów agregacyjnych i atraktantów	42
4.3.3. Skuteczność działania różnego typu pułapek	43
4.4. Redukcja liczebności smolika znaczonego przy użyciu insektycydów	48
4.4.1. Ocena aktywności owadobójczej grzyba <i>Beauveria bassiana</i>	48
4.4.2. Skuteczność działania alfacypermetryny – zabiegi terenowe	50
5. PODSUMOWANIE	50
6. WNIOSKI	53
7. UWAGI KOŃCOWE	54
8. LITERATURA	55

1. WSTĘP

Smolik znaczony *Pissodes castaneus* (De Geer..) (= *P. notatus*) jest jednym z najgroźniejszych szkodników upraw i młodnikach sosnowych, opanowanych przez grzyby korzeniowe lub/i uszkodzonych przez zwierzynę oraz inne gatunki owadów, a także osłabionych przez czynniki abiotyczne, np.: suszę, mróz, grad, niedobory składników mineralnych w glebie, niewłaściwe sadzenie. Szczególnie narażone na uszkodzenia ze strony smolika są uprawy zakładane na pożarzyskach i gruntach porolnych.

Przy masowym występowaniu chrząszczy smolika znaczonego może dochodzić do zahamowania przyrostu pędów i osłabienia drzewek. Bardziej szkodliwy dla drzewek jest żer larw, które w krótkim czasie powodują zamieranie zaatakowanych drzewek przyczyniając się tym samym do dużych strat gospodarczych.

Smolik znaczony jest gatunkiem powszechnie występującym w całej Europie, zwłaszcza w północnych Włoszech, Austrii, Niemczech, w azjatyckiej części Rosji i w Turcji oraz w północnej Afryce. W 2001 r. zawleczony został do Ameryki Południowej, gdzie początkowo został opisany w Brazylii, a następnie w 2003 r. w Argentynie, Urugwaju i Chile.

W Europie, oprócz sosny zwyczajnej *Pinus sylvestris* L., szkodnik ten występuje na innych gatunkach sosen, m.in. na sośnie śródziemnomorskiej *P. pinaster*, czarnej *P. pinea*, kalabryjskiej *P. brutia*, alepskiej *P. halepensis* i sośnie pinia *P. pinea*. Natomiast w Ameryce Południowej uszkadza sosnę teda *P. taeda* i dagleżję zieloną *Pseudotsuga menziesii*.

Oprócz wyrządzania znacznych szkód w uprawach i młodnikach, smolik znaczony jest wektorem chorób grzybowych, w tym opieniek *Armillaria* spp., grzybów z rodzaju *Ophiostoma*, grzyba *Leptographium serpens* powodującego choroby korzeni sosen i często współwystępującego z *Phytophthora cinnamomi* oraz grzybów z rodzajów *Cronatium* i *Peridermium* - powodujących rdze kory sosny zwyczajnej.

Również w Polsce smolik znaczony jest gatunkiem coraz powszechniej występującym w uprawach i młodnikach sosnowych. W latach 90-tych XX wieku powierzchnia jego występowania wzrosła do 10 tys. ha rocznie, a w ciągu ostatniego dziesięciolecia oscyluje w granicach kilku tys. ha.

W Polsce od 50 lat nie prowadzono badań dotyczących biologii, ekologii, czy możliwości ograniczania liczebności populacji smolika znaczonego, ze względu na to, że przez szereg dziesięcioleci gatunek ten nie stanowił problemu gospodarczego. Brak jest więc metod ochrony drzewostanów przed tym gatunkiem, poza wyrywaniem i paleniem drzewek zasiedlonych przez szkodnika.

Opisany wyżej wzrost powierzchni zagrożonych masowym występowaniem smolika znaczonego oraz intensyfikacja szkód wyrządzanych przez ten gatunek, a także brak skutecznych metod ochronnych uzasadnił podjęcie badań nad biologią i ekologią smolika znaczonego w celu optymalizacji postępowania ochronnego w uprawach oraz młodnikach leśnych.

2. CEL I ZAKRES PRAC

Celem badań było opracowanie metod postępowania ochronnego prowadzącego do ograniczenia szkód powodowanych przez smolika znaczonego w młodych drzewostanach sosnowych. Aby zrealizować postawiony cel wykonano 4 zadania badawcze obejmujące następujący zakres prac:

Zadanie nr 1: Badanie udziału smolika znaczonego w procesie zamierania upraw i młodników osłabionych działaniem czynników biotycznych i abiotycznych:

- ocena frekwencji występowania drzewek uszkodzonych przez smolika,
- ocena frekwencji występowania drzewek uszkodzonych przez czynniki biotyczne (patogeny grzybowe, zwierzyzna, inne gatunki owadów) i hodowlane (sadzenie, przygotowanie gleby),
- określenie zależności między uszkodzeniami drzewek przez ww. czynniki a ich zasiedleniem przez smolika znaczonego.

Zadanie nr 1 wykonane zostało we współpracy z dr. inż. Robertem Kuźmińskim - pracownikiem Katedry Entomologii Leśnej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.

Zadanie nr 2. Obserwacje cyklu rozwojowego smolika znaczonego w celu optymalizacji terminów wykonywania zabiegów ochronnych:

- laboratoryjne obserwacje rozwoju smolika, w tym ocena czasu trwania poszczególnych stadiów rozwojowych oraz tempa wylęgania się chrząszczy,
- obserwacje rozwoju smolika w warunkach naturalnych.

Zadanie nr 3. Poszukiwanie związków chemicznych o właściwościach wabiących chrząszcze smolika znaczonego:

- laboratoryjne badania olfaktometryczne z użyciem atraktantów oraz wytypowanie do doświadczeń terenowych związków najbardziej aktywnych,
- badania terenowe oceniające efektywność odłowów chrząszczy smolika do różnego typu pułapek ze związkami wabiącymi.

Zadanie nr 4. Próby redukcji liczebności smolika znaczonego przy użyciu preparatów biologicznych i chemicznych:

- wykonanie doświadczalnych zabiegów opryskiwania drzewek przy użyciu grzyba *Beauveria bassiana*,
- wykonanie doświadczalnych zabiegów ochrony drzewek przy użyciu preparatów chemicznych,
- ocena skuteczności zabiegów na podstawie śmiertelności smolika oraz stopnia zasiedlenia traktowanych drzewek.

3. MATERIAŁY I METODY

3.1. Lokalizacja i charakterystyka terenu badań

Powierzchnie doświadczalne zlokalizowano w następujących nadleśnictwach:

Bierzwnik (RDLP w Szczecinie):

Leśnictwo Chojnowo: oddz. 89g; Bśw; pow. 1,44 ha; sosna 2-letnia.

Borne Sulinowo (RDLP w Szczecinku):

Leśnictwo Dobrzyca: oddz. 367h; Bśw; pow. 2,08 ha; sosna 8-letnia;
oddz. 254d; BMśw; pow. 3,48 ha; sosna 7-letnia;
oddz. 256b; Bśw; pow. 2,65 ha; sosna 7-letnia;
oddz. 430b; Bśw; pow. 2,36 ha; sosna 7-letnia;
oddz. 457c; Bśw; pow. 3,26 ha; sosna 7-letnia;
oddz. 232h; Bśw; pow. 2,14 ha; sosna 6-letnia;
oddz. 439h; Bśw; pow. 2,94 ha; sosna 6-letnia;
oddz. 450b; BMśw; pow. 3,88 ha; sosna 7-letnia;
oddz. 333a; Bśw; pow. 3,91 ha; sosna 5-letnia;
oddz. 296c; Bśw; pow. 2,94 ha; sosna 4-letnia;

Celestynów (RDLP w Warszawie):

Leśnictwo Celestynów: oddz. 326c; BMw; pow. 4,18 ha; sosna 4-letnia;
Leśnictwo Czarci Dół: oddz. 67l; BMśw; pow. 2,28 ha; sosna 3-letnia;
Leśnictwo Otwock: oddz. 192b; Bśw; pow. 3 ha; sosna 5 lat;
Leśnictwo Zbójna Góra: oddz. 164c; Bśw; pow. 2,5 ha; sosna 3-letnia.

Janów Lubelski (RDLP w Lublinie):

Leśnictwo Pikule: oddz. 107h; BMw; pow. 2,6 ha; sosna 5-letnia.

Łochów (RDLP w Warszawie):

Leśnictwo Węgrów: oddz. 146g; Bśw; pow. 2,5 ha; sosna 5-letnia.

Mielec (RDLP w Krośnie):

Leśnictwo Pateraki: oddz. 196a; BMśw; pow. 2,9 ha; sosna 4-letnia;
oddz. 199a; BMśw; pow. 2,4 ha; sosna 4-letnia;
oddz. 124p; BMśw; pow. 2,2 ha; sosna 5-letnia.

Oborniki (RDLP w Poznaniu):

Leśnictwo Niemieczkowo: oddz. 883d; BMśw; pow. 1 ha; sosna 4-letnia.
Leśnictwo Kiszewko: oddz. 505j; BMśw; pow. 2,48 ha; sosna 3-letnia.

Tychowo (RDLP w Szczecinku):

Leśnictwo Rosnowo: oddz. 27i; BMśw; pow. 2,67 ha; sosna 7-letnia;
oddz. 45h; Bśw; pow. 2,92 ha; sosna 6-letnia;
oddz. 61b; BMśw; pow. 2,95 ha; sosna 7-letnia;
oddz. 119b; BMśw; pow. 3,03 ha; sosna 8-letnia;
oddz. 119i; Bśw; pow. 0,95 ha; sosna 7-letnia;
oddz. 120i; Bśw; pow. 2,60 ha; sosna 9-letnia;
oddz. 121p; LMśw; pow. 1,37 ha; sosna 5-letnia;
oddz. 122g; BMśw; pow. 2,07 ha; sosna 4-letnia;
oddz. 143g; LMśw; pow. 4,12 ha; sosna 4-letnia.

Zwierzyniec (RDLP w Lublinie):

Leśnictwo Bukownica: oddz. 21a; Bśw; pow. 5 ha; sosna 5-letnia.
oddz. 44a, Bśw, pow. 3,1 ha, sosna 7-letnia.

W nadleśnictwach Bierzwnik, Borne Sulinowo, Oborniki i Tychowo obserwacje prowadzone były przez dr. inż. Roberta Kuźmińskiego z UP w Poznaniu, natomiast w pozostałych nadleśnictwach znajdowały się powierzchnie obserwacyjne Instytutu Badawczego Leśnictwa.

Wyboru powierzchni doświadczalnych dokonano we współpracy z pracownikami nadleśnictw, którzy wskazali uprawy zasiedlone przez smolika znaczonego. O ostatecznym wyborze decydowała wykonana w pierwszej połowie kwietnia każdego roku lustracja upraw, potwierdzająca obecność szkodnika na minimum 10% drzewek. Ponadto powierzchnie badawcze dobierano tak, aby różniły się między sobą wiekiem, sposobem przygotowania gleby, rodzajem materiału odnowieniowego oraz stopniem uszkodzenia przez zwierzynę.

3.2. Badanie udziału smolika znaczonego w procesie zamierania upraw i młodników osłabionych działaniem czynników biotycznych i hodowlanych

3.2.1. Ocena stanu zdrowotnego upraw i młodników sosnowych zagrożonych przez smolika znaczonego

Obserwacje stanu zdrowotnego upraw i młodników wykonywano w latach 2011-2013 we wszystkich nadleśnictwach wymienionych w pkt. 3.1, z wyjątkiem Nadl. Łochów.

We wrześniu i październiku, na każdej z wybranych powierzchni wykonano analizę 100-150 losowo wybranych drzewek zwracając uwagę na ślady żerowania owadów, występowanie grzybów patogenicznych i ślady uszkodzeń powodowanych przez zwierzynę. W przypadku martwych drzewek, wyrwano je i oceniono stan systemów korzeniowych.

3.2.2. Określenie związków między osłabieniem drzew przez czynniki biotyczne a szkodami powodowanymi przez smolika znaczonego

Do analiz wykonanych we wrześniu/październiku 2011 i 2013 r. wykorzystano wyniki oceny współwystępowania smolika znaczonego i innych czynników biotycznych w uprawach w nadleśnictwach Oborniki (Leśnictwo Niemiechkowo, oddz. 883d) i Borne Sulinowo (wszystkie powierzchnie wymienione w pkt. 3.1). W obu nadleśnictwach ocenie poddano wyłącznie drzewka zamierające i martwe. Każde kontrolowane drzewko wykopano, okorowano i określono obecność smolika, a także zwrócono uwagę na występowanie żerów innych gatunków owadów m.in. szeliniaka sosnowca, choinka szarego, zwójek. Zwracano również uwagę na stan systemów korzeniowych i ślady uszkodzeń powodowanych przez zwierzynę.

W Nadl. Oborniki analizie poddano 145 drzewek, gdyż tyle zamierających i martwych drzewek stwierdzono na uprawie, na której wskutek sukcesywnego wypadania sosenek znajdowały się liczne luki (fot 1). Również pod względem

wysokości uprawa ta była mocno zróżnicowana, na co miały wpływ wprowadzane poprawki i uzupełnienia.



Fot. 1. Powierzchnia obserwacyjna w N-ctwie Oborniki, 2011

Natomiast w Nadl. Borne Sulinowo obserwacjom poddano po 100 drzewek na 10 powierzchniach (wymienionych w pkt. 3.1), łącznie 1000 drzewek.

Uzyskane dane poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem rozkładu Chi-kwadrat, w którym analizowano zależności między liczbami drzewek uszkodzonych przez:

- smolika znaczonego i grzyby korzeniowe,
- smolika znaczonego i zwierzyńę,
- smolika znaczonego i inne gatunków owadów.

Analizy statystyczne wykonano przy użyciu programu Statistica 10.0 (StatSoft, Inc., 2011).

3.2.3. Określenie związków między osłabieniem drzew przez czynniki hodowlane a szkodami powodowanymi przez smolika znaczonego

Obserwacje wykonano w 2011 r. W Nadl. Celestynów (Leśnictwo Czarci Dół, oddz. 671) porównywano stopień uszkodzenia przez smolika znaczonego 3-letnich sadzonek **z zakrytym i odkrytym systemem korzeniowym**. Podobne obserwacje wykonano również w Nadl. Oborniki (Leśnictwo Kiszewko, oddz. 505 j) na 3 letniej uprawie odnowionej sadzonkami z zakrytym i odkrytym systemem korzeniowym, na

której zastosowano 3 warianty przygotowania gleby: orkę przy użyciu pługa LPz-75 i pługa aktywnego oraz przygotowanie gleby frezem leśnym.

Natomiast w Nadl. Bierzwnik (Leśnictwo Chojnowo, oddz. 89 g) oceniano **wpływ sposobu przygotowania gleby na rozmiar szkód powodowanych przez smolika** w 2-letniej uprawie sosnowej odnowionej sadzonkami z odkrytym systemem korzeniowym. O wyborze tej powierzchni zdecydował również fakt, że była ona ogrodzona, przez co wyeliminowano wpływ zwierzyny na kondycję zdrowotną drzewek. Analizowano 3 warianty przygotowania gleby: orkę LPz-75, frez leśny i naorywanie wałków.

Na wszystkich powierzchniach oceniono stan zdrowotny drzewek zgodnie z metodyką opisaną w pkt. 3.2.1.

3.3. Obserwacje rozwoju smolika znaczonego

Obserwacje wykonano w 2011 i 2012 r. w Nadl. Mielec (Leśnictwo Pateraki, oddz. 196a i 199a) oraz w 2013 r. w Nadl. Celestynów. (Leśnictwo Zbójna Góra, oddz. 164c). Każdego roku od początku kwietnia do końca października, co 2-3 tygodnie pobierano po 10 drzewek, które przewożono do laboratorium Instytutu.

W 2011 r. wykonano wstępne obserwacje polegające na okorowaniu strzałek przywiezionych drzewek od szyi korzeniowej do 3 okółka i określeniu obecności lub braku poszczególnych stadiów rozwojowych szkodnika w analizowanych drzewkach.

Natomiast w latach 2012-2013 oceniano rozwój smolika zgodnie ze zmodyfikowaną metodyką Langora i Williams'a (1998) polegającą na okorowaniu i zmierzeniu średnicy dolnego fragmentu strzałki, tj. od szyi korzeniowej do wysokości 10 cm, następnie policzeniu stadiów rozwojowych smolika i przeliczeniu uzyskanych wyników na 10 cm² powierzchni strzałki.

Na podstawie analizy stadiów rozwojowych smolika w zebranych drzewkach opisano dynamikę rozwoju szkodnika z uwzględnieniem czasu rozwoju poszczególnych stadiów.

3.4. Poszukiwanie związków chemicznych o właściwościach wabiących chrząszcze smolika znaczonego

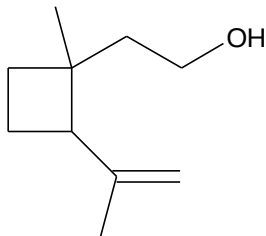
3.4.1. Doświadczenia z pułapkami IBL-4

W 2011 r. w nadleśnictwach Janów Lubelski (Leśnictwo Pikule, oddz. 107h), Zwierzyniec (Leśnictwo Bukownica, oddz. 21a) i Mielec (Leśnictwo Pateraki, oddz. 199a) wykonano wstępne badania terenowe z użyciem pułapek IBL-4 z różnymi atraktantami potencjalnie wabiącymi chrząszcze smolika. W pierwszej dekadzie kwietnia, na 3 uprawach wyłożono po 5 pułapek zawierających Hylodor, terpentynę, świeże gałązki sosnowe oraz puste pułapki stanowiące kontrolę doświadczenia (łącznie 20 pułapek/uprawę). Następnie do końca września, co 3-4 tygodnie wymieniano gałązki oraz 2 razy Hylodor i terpentynę, każdym razem notując liczby owadów odławiających się do pułapek.

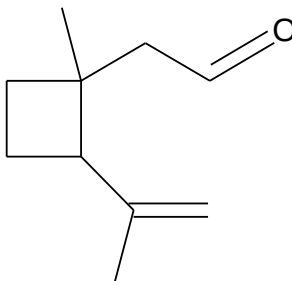
3.4.2. Synteza feromonów agregacyjnych

Na podstawie danych literaturowych w 2012 r. w Z.D. Chemipan Instytutu Chemii Fizycznej PAN przygotowano feromony agregacyjne smolików będące kompozycjami:

grandisolu - *cis*-1-metylo-2-izopropenylocyklobutanoetanolu



i grandisalu - *cis*-1-metylo-2-izopropenylocyklobutanoetanalu



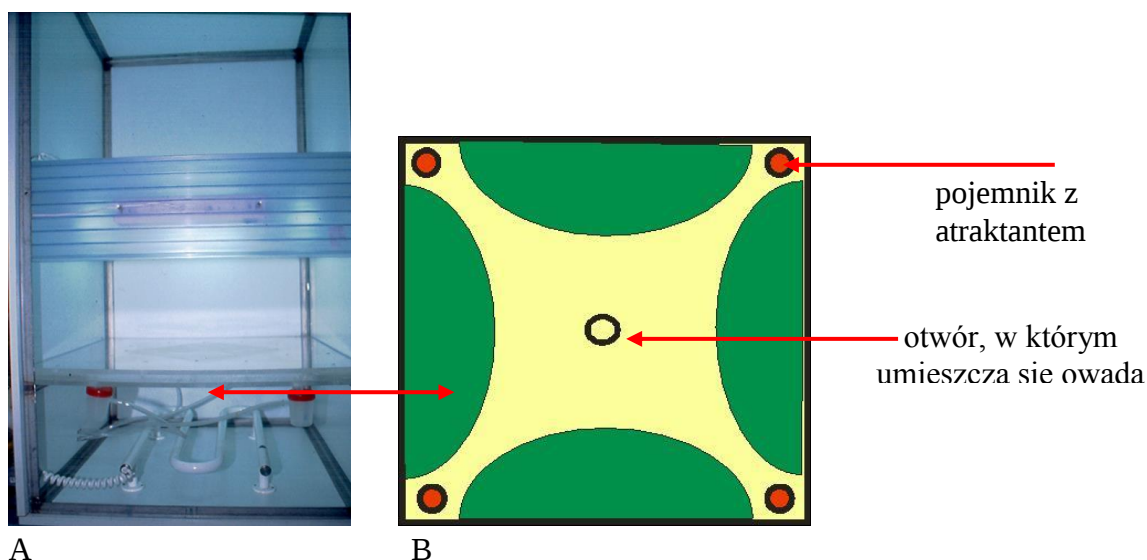
Obydwa związki otrzymano syntetycznie w postaci mieszaniny enancjomerów wykorzystując handlowo dostępne półprodukty: 1,4-dimetoksy-2-oxo-butan i aldehyd izobutyrowy. Ze związków tych otrzymuje się w czterech etapach syntezy grandisol racemiczny, utleniany następnie do grandisalu. Ponadto w doświadczeniach wykorzystano etanol i α -pinen występujące w żywicy sosnowej.

Zarówno feromony agregacyjne smolików (grandisol i grandisal), jak i etanol oraz α -pinen zostały przygotowane w postaci płynnej i zastosowane w 3 formach użytkowych (dyspenserach): otwarta buteleczka, nasączona celuloza w torebce foliowej, zamknięty wężyk polipropylenowy.

3.4.3. Porównanie skuteczności działania atraktantów

Laboratoryjne obserwacje olfaktometryczne

W doświadczeniach wykonanych w 2012 i 2013 r. wykorzystano 4-ramienny olfaktometr składający się z centralnie położonej płaskiej komory szklanej w kształcie kwadratu oraz odchodzących od niej 4 kanałów zakończonych pojemnikami z nośnikami substancji zapachowych. Do pojemników tłoczono czyste powietrze, które tam miesza się z substancjami zapachowymi. Wymieszane powietrze wędruje do komory głównej, gdzie centralnie umieszcza się badanego chrząszcza (Fot.2).



Fot. 2. Olfaktometr (A) wraz z komorą główną (B - schemat) do badania reakcji motorycznych owada na zapach

Całość urządzenia znajduje się w zamykanym boksie izolującym olfaktometr od warunków zewnętrznych. Po rozpoczęciu doświadczenia i zamknięciu olfaktometru przebieg eksperymentu rejestruje kamera znajdująca się nad główną komorą olfaktometru. W jednym z pojemników umieszczono gałązki sosnowe, a w drugim - przeciwnym grandisol i grandisal w stosunku 1:1. Test uważano za zakończony, kiedy chrząszcz wchodził do pojemnika z wybranym atraktantem i przebywał tam 10 s.

W doświadczeniu wykorzystano chrząszcze smolika wylęgające się w laboratorium z drzewek sosnowych zebranych na przełomie marca i kwietnia. Pozyskane w ten sposób chrząszcze podzielono na 2 grupy liczące po 40 osobników. Pierwsza grupa obejmowała chrząszcze nie żerujące, które po wylęgnięciu głodzono przez 24 godziny i następnie badano olfaktometrycznie. Druga grupa to chrząszcze żerujące na gałązkach sosnowych przez 48 godzin po wylęgnięciu, następnie głodzone przez 24 godziny i po tym czasie badane olfaktometrycznie.

Doświadczenia terenowe

Doświadczenia założono w pierwszej dekadzie kwietnia 2012 r. w nadleśnictwach Łochów (Leśnictwo Węgrów, oddz. 146g) i Mielec (oddz. 199a). Na obu powierzchniach zastosowano pułapki krzyżakowe, w których umieszczono różne atraktanty (fot. 3). W Nadl. Łochów zastosowano następujące warianty doświadczenia:

1. α -pinen i etanol (buteleczka),
2. grandisol (torebka foliowa z celulozą),
3. grandisal (torebka foliowa z celulozą),
4. α -pinen, etanol, grandisol i grandisal (buteleczka i 2 torebki foliowe z celulozą)
5. pułapki bez atraktantów - kontrola doświadczenia.

Natomiast w Nadl. Mielec testowano poniższe kombinacje atraktantów (warianty):

1. α -pinen i etanol
2. grandisol i grandisal
3. α -pinen, etanol, grandisol i grandisal,
4. α -pinen, etanol, 2 $\times$ grandisol i 2 $\times$ grandisal,
5. pułapki bez atraktantów - kontrola doświadczenia.

We wszystkich wariantach testowano po 6 pułapek, łącznie 30 pułapek na 1 doświadczenie. Pułapki zawieszono losowo na drzewkach (na wysokości około 1 m) w uprawach zaatakowanych przez smolika znaczonego. Ocenę skuteczności działania pułapek wykonano po 6 tygodniach, tj. w końcu maja.



Fot. 3. Pułapki krzyżakowe z atraktantami w formie butelkowej (A) i torebki foliowej z celulozą (B), Nadl. Łochów, kwiecień 2012

3.4.4. Porównanie skuteczności działania różnych pułapek

W pierwszej dekadzie kwietnia 2012, w Nadl. Mielec (Leśnictwo Pateraki, oddz. 124p) założono doświadczenie oceniające przydatność 3 typów pułapek do odłowu chrząszczy smolika: pułapki krzyżakowej zielonej, krzyżakowej białej i kubelkowej (fot.4). W każdej z pułapek umieszczono α -pinen, etanol, grandisol i grandisal. Testowano po 5 pułapek każdego typu, łącznie 15 sztuk. Kontrolę pułapek wykonano po 6 tygodniach notując liczby odłowionych owadów.



krzyżakowa zielona



krzyżakowa biała



kubelkowa zielona

Fot. 4. Pułapki do odłowu chrząszczy smolika znaczonego,
Nadl. Mielec, kwiecień 2012

Na początku lipca 2012, w nadleśnictwach Mielec (ponownie na powierzchni w oddz. 124p) i Celestynów (Leśnictwo Otwock, oddz. 164c) testowano 2 nowe typy pułapek opracowanych w Zakładzie Ochrony Lasu IBL. Pułapki te zostały wykonane z rur PCV (długość 50 cm, średnica 7,5 cm) pokrytych piaskiem gruboziarnistym lub trocinami (fot. 5). W górnej części pułapki, na całym obwodzie wywiercono otwory (średnica 1cm) wejściowe dla chrząszczy smolika. W pułapkach pokrytych piaskiem zamocowano w dolnych częściach pojemnik pełniący funkcję fotoeklektora do zbioru chrząszczy. Natomiast w pułapkach pokrytych trocinami zamonotowano podwójne dno będące pojemnikiem na odławiane owady. Do pułapek tych przymocowano drewniany palik umożliwiający ich wbicie w glebę. Pułapki ustawiono w pobliżu drzewek. W doświadczeniu zastosowano również pułapki kubelkowe (wariant porównawczy), które zawieszono na gałązkach do wysokości 1 m.



pułapka rurowa z piaskiem



pułapka rurowa z trocinami



pułapka kubelkowa

Fot. 5. Pułapki rurowe i kubelkowe do odłowu chrząszczy smolika znaczonego,
nadleśnictwa Mielec i Celestynów, lipiec 2012

Na obu powierzchniach zastosowano po 5 pułapek rurowych pokrytych piaskiem i trocinami oraz kubelkowych, łącznie 15 pułapek w badaniu. We wszystkich pułapkach umieszczono α -pinen, etanol, grandisol i grandisal. Kontrolę doświadczenia polegającą na policzeniu owadów odławiających się do pułapek wykonano w końcu sierpnia.

Dodatkowo w Nadl. Celestynów (Leśnictwo Otwock, oddz.192b), również w lipcu 2012 r. badano skrócone wersje 2 nowych typów pułapek o długości 15 cm i takiej samej konstrukcji, jak opisane wyżej pułapki rurowe. W pułapkach krótkich zamiast palika do wbijania w glebę, wykorzystano sznurek umożliwiający ich wieszanie na drzewkach (fot. 6).

Oprócz krótkich pułapek rurowych użyto także pułapek kubelkowych zielonych, zgodnie z ww. metodyką.



Fot. 6. Krótkie pułapki rurowe do odłowu chrząszczy smolika znaczonego, Nadl. Celestynów, lipiec 2012

W pierwszej dekadzie kwietnia 2013 r. w nadleśnictwach Mielec (Leśnictwo Pateraki, oddz. 124p) i Celestynów (Leśnictwo Zbójna Góra, oddz. 164c) zastosowano opracowaną w IBL pułapkę kubelkową brązową wykonaną z kominka wentylacyjnego przykrytego daszkiem i zamkniętego w dolnej części zaślepką. Wewnątrz pułapki znajdował się lejek kierujący wabione chrząszcze do wnętrza pułapki i jednocześnie zapobiegający uwalnianiu się odławianych owadów. Zastosowano także pułapkę rurową pokrytą trocinami, którą zmodyfikowano poprzez wywiercenie dodatkowych otworów wzdłuż pułapki (fot. 7). Jako wariant porównawczy użyto pułapek kubelkowych zielonych. We wszystkich pułapkach umieszczono dyspenser o roboczej nazwie „Smolik Mega”, nadanej przez producenta ZD Chemipan (fot. 7). Dyspenser ten zawierał 4 badane składniki, tj. α -pinen, etanol, grandisol i grandisal, które umieszczono w foliowej torebce z otworami o średnicy 0,5 cm umożliwiającymi uwalnianie związków. W końcu maja wykonano kontrolę doświadczenia polegającą na policzeniu owadów odłowionych do pułapek.



Fot. 7. Pułapka kubelkowa brązowa i zmodyfikowana rurowa oraz dyspenser Smolik Mega, Nadl. Mielec, kwiecień 2013

3.5. Próby redukcji liczebności smolika znaczonego przy użyciu preparatów biologicznych i chemicznych

3.5.1. Ocena aktywności owadobójczej grzyba *Beauveria bassiana*

Badania laboratoryjne

W doświadczeniu wykonanym w pierwszej dekadzie kwietnia 2012 r. wykorzystano chrząszcze smolika znaczonego zbierane w kwietniu w Nadl. Mielec, które po przewiezieniu do laboratorium umieszczano w szklanych kloszach i przetrzymywano bez pokarmu przez 24 godziny.

Jako materiału infekcyjnego użyto zawiesiny zarodników *B. bassiana* (szczep WG) przygotowanej w warunkach laboratoryjnych przez dr Elżbietę Popowską-Nowak z Wydziału Biologii i Nauk o Środowisku Uniwersytetu Kardynała Stefana Wyszyńskiego.

Doświadczenie polegało na hodowli chrząszczy na pokarmie traktowanym zawiesiną zarodników grzyba *B. bassiana*. Hodowlę prowadzono przez 3 tygodnie w szalkach Petriego, w których umieszczono po jednym odcinku świeżej gałązki sosnowej o długości 2 cm i średnicy około 1 cm oraz po jednym chrząszczu (fot. 8). Na każdy odcinek gałęzi naniesiono 200 μ l zawiesiny zarodników grzyba *B. bassiana*. Zawiesinę badano w 2 koncentracjach zawierających 1×10^6 i 1×10^7 zarodników/ml. Kontrolę doświadczenia stanowiły chrząszcze żerujące również na 2-centymetrowych odcinkach gałązek sosnowych, traktowanych taką samą objętością wody destylowanej. W każdym z wariantów testowano 40 chrząszczy, łącznie 120 osobników.

Hodowlę prowadzono przez 4 tygodnie w temperaturze 20-22°C i wilgotności 75%. Raz w tygodniu zmieniano pokarm. Co 2 dni określano śmiertelność chrząszczy we wszystkich wariantach doświadczenia. Martwe chrząszcze przekazywano na Wydział Biologii i Nauk o Środowisku Uniwersytetu Kardynała Stefana Wyszyńskiego, w celu określenia przyczyn śmierci.



Fot. 8. Hodowla smolika znaczonego na gałązkach sosnowych traktowanych grzybem *B. bassiana*

Badania terenowe

Doświadczenia zlokalizowano na terenie Nadl. Celestynów (leśnictwa Celestynów – oddz. 326 c i Zbójna Góra – oddz. 164c) w 3-4-letnich uprawach, gdzie stwierdzono liczne uszkodzenia drzewek sosnowych przez smolika znaczonego. Zabieg wykonano w końcu kwietnia 2011 i 2012 r., kiedy chrząszcze przeprowadzały żer uzupełniający na sadzonkach. Wykorzystano 2 formułacje grzyba *B. bassiana*:

- Badany w laboratorium szczep WG zawierający 1×10^8 zarodników w 1 ml cieczy użytkowej.
- Preparat „BoVeril” będący formułacją proszkową zawierającą w 1 g 5×10^8 zarodników szczepu BB1 (producent Bioved 2005 Kft., Słowacja). Ciecz roboczą biopreparatu przygotowano na powierzchni doświadczalnej mieszając 1 g preparatu z 1 litrem wody, co odpowiadało koncentracji 5×10^8 zarodników w 1 ml cieczy użytkowej.

W 2011 r. drzewka opryskano zawiesiną szczepu WG, natomiast w 2012 ww. formułacjami. Zabiegi wykonano przy użyciu opryskiwacza ogrodowego o pojemności 0,8 l (Apollo 0,8L; producent: Kwazar), opryskując okolice szyi korzeniowej i strzałki drzewek do 2 dolnego okółka (fot. 9). Każdym z preparatów opryskano po 200 drzewek, w 4 powtórzeniach po 50 sztuk. Zużycie cieczy użytkowej obu formułacji wyniosło po 2 l na 200 sadzonek, tj. 10 ml na 1 drzewko.

W październiku 2011 i 2012 r. wykonano kontrolę doświadczenia, w której analizowano liczby drzewek zasiedlonych przez smolika w poszczególnych wariantach doświadczenia. Martwe drzewka pobrano z uprawy i przewieziono do laboratorium w celu określenia przyczyn ich zamarcia.



Fot. 9. Zabiegi opryskiwania drzewek preparatami z grzybem *B. bassiana*

3.5.2. Próby użycia alfacypermetryny w ochronie drzewek przed smolikiem znacznym – zabiegi terenowe

Owijanie drzewek siatką Storanet®

W pierwszej dekadzie kwietnia 2011- 2013 r. w nadleśnictwach Zwierzyniec (Lesnictwo Bukownica, oddz. 44a – 2011 r.), Łochów (Leśnictwo Węgrów, oddz. 146g – 2012 r.), Mielec (Leśnictwo Pateraki, oddz. 199a – 2012 r.; 124p – 2013 r.) i Celestynów (Leśnictwo Zbójna Góra, oddz. 164c – 2013 r.) wykonano zabiegi owijania siatką Storanet® (producent BASF SE, Niemcy) dolnych części strzałek drzewek sosnowych. Siatka ta jest wykonana z tworzywa sztucznego i w swojej strukturze zawiera 100 mg alfa-cypermetryny w 1 m² siatki. Przez pół roku insektycyd jest stopniowo uwalniany na powierzchnię siatki, która w tym czasie zabezpiecza drzewka przed owadami. Siatka ta ma powierzchnię 160 m² więc na potrzeby doświadczenia pocięta została na paski o szerokości około 10 cm i długości 0,5 m, którymi owinięto dolne części strzałek od szyi korzeniowej do wysokości około 15 cm (fot. 10). W Nadl. Zwierzyniec drzewka zabezpieczono wyłącznie siatką, natomiast w pozostałych nadleśnictwach na siatkę zakładano plastikowe obejmy uniemożliwiające jej odwiniecie. Na 4 powierzchniach zabezpieczono po 100 drzewek, 400 sztuk łącznie. Na wszystkich powierzchniach kontrolę stanowiły drzewka niezabezpieczane siatką.

Ocenę skuteczności zabiegu wykonano po 6 miesiącach, tj. we wrześniu każdego roku. Polegała ona na ocenie zasiedlenia przez smolika drzewek zabezpieczanych siatką i kontrolnych.



Nadl. Zwierzyniec, 2011 r.



Nadl. Mielec, 2012 r.

Fot. 10. Drzewka zabezpieczone siatką Storanet[®]

Opryskiwanie drzewek preparatem Fastac Las 15 SC

W pierwszej dekadzie kwietnia 2013 r. w Nadl. Celestynów (Leśnictwo Otwock, oddz. 192b) wykonano zabiegi opryskiwania dolnych 2 okółków drzewek sosnowych wodną emulsją preparatu Fastac Las 15 SC w koncentracji 4%. Preparat w tym stężeniu jest zarejestrowana do zabezpieczania upraw leśnych przed szeliniakiem sosnowcem. Zabiegi wykonano przy użyciu opryskiwacza plecakowego SOLO 473D z pompą membranową (producent SOLO[®]). Preparat aplikowano pod ciśnieniem 0,4 MPa w dawce około 100 ml/drzewko. Drzewka opryskane wodą stanowiły kontrolę doświadczenia. W każdym wariancie opryskano po 100 drzewek w 5 powtórzeniach po 20 sztuk. Po 6 miesiącach wykonano ocenę skuteczności zabiegu polegającą na porównaniu liczby drzewek zasiedlonych przez szkodnika w obu wariantach doświadczenia.

4. Wyniki

4.1. Udział smolika znaczonego w procesie zamierania upraw i młodników

4.1.1. Stan zdrowotny upraw i młodników sosnowych

W tabeli 1. przedstawiono ocenę stanu zdrowotnego na podstawie występowania smolika znaczonego i innych czynników biotycznych w różnowiekowych uprawach leśnych w latach 2011-2013.

W 2011 r. czynnikiem biotycznym występującym w największym nasileniu w uprawach i powodującym ich osłabienie był zespół osutek (grzyby z rodzaju *Lophodermium* i *Sclerphoma pythiophila*). Smolik znaczony zasiedlił drzewka osłabione nie tylko przez grzyba, ale również przez zwierzynę i inne owady, głównie przez szeliniaka sosnowca. Pomimo uszkodzenia przez osutkę ponad 60% drzewek, nie wszystkie zostały one zasiedlone przez smolika. Najwięcej (50%) drzewek zaatakowanych przez smolika znajdowało się w Nadl. Mielec, najmniej w Nadl. Janów Lubelski – 15%.

W 2012 r., ponownie czynnikiem biotycznym występującym we wszystkich badanych uprawach w nadleśnictwach Celestynów, Łochów i Mielec była osutka (fot. 11). Od 24 do 45% drzewek zostało zaatakowanych przez szeliniaka sosnowca, a 30% drzewek było uszkodzonych przez zwierzynę. Analizując uszkodzenia upraw przez szeliniaka brano pod uwagę tylko drzewka z licznymi wgryzami na strzałce i pędach bocznych. Pomimo znacznego uszkodzenia ww. upraw przez osutkę i inne czynniki biotyczne, tylko do 25% drzewek zostało zasiedlonych przez smolika.

Odmienne wyniki uzyskano po analizie stanu zdrowotnego drzewek pobranych z 10 powierzchni w Nadl. Tychowo w 2012 r. Na uprawie w oddz. 61b prawie wszystkie drzewka sosnowe zostały zasiedlone przez smolika (99%) (fot. 12). Tylko w jednym przypadku, na drzewku porażonym przez patogeny korzeni i posiadającym ślady żeru szeliniaka sosnowca nie stwierdzono obecności smolika. Ponadto wykazano duże zagrożenie ze strony grzybów korzeniowych (83% analizowanych drzewek), zwierzyny (78%), szeliniaka sosnowca (63%) i choinka szarego na 58% drzewek. Na żadnym z ocenianych drzewek nie stwierdzono samodzielnego występowania smolika znaczonego, w większości przypadków współwystępował z innymi sprawcami osłabienia drzewek. Tylko w 3 przypadkach występował wyłącznie z grzybami korzeniowymi. Na 5 martwych drzewkach oprócz smolika stwierdzono wyłącznie szkody od zwierzyny.

Po skontrolowaniu pozostałych powierzchni w Nadl. Tychowo stwierdzono zasiedlenie przez smolika od 6 do 33% drzewek. W żadnym z przypadków gatunek ten nie był jedynym sprawcą zamarcia drzewka. Wszystkie drzewka zasiedlone przez smolika znaczonego było także porażone przez grzyby korzeniowe, chociaż nie każde drzewko zaatakowane przez grzyby wykazywało ślady obecności smolika znaczonego. Oprócz grzybów, które zaatakowały blisko 90% drzewek, drugim sprawcą osłabienia drzewek (około 85%) była zwierzyna. Ponadto od 20 do blisko 70% drzewek uszkodzonych było przez szeliniaka sosnowca. Na szczególną uwagę zasługuje zwiększone występowanie choinka szarego, którego ślady żerowania wykazano na

około 30-80% drzewek. Ponadto nie stwierdzono występowania smolika na drzewkach, na których były wyłącznie ślady żeru choinka szarego.



Fot. 11. Uprawa uszkodzona przez smolika znaczonego i osutkę, Nadl. Celestynów, 2012



Fot. 12. Zamierająca uprawa sosnowa – 99% drzewek zasiedlonych przez smolika znaczonego, Nad. Tychowo, 2012

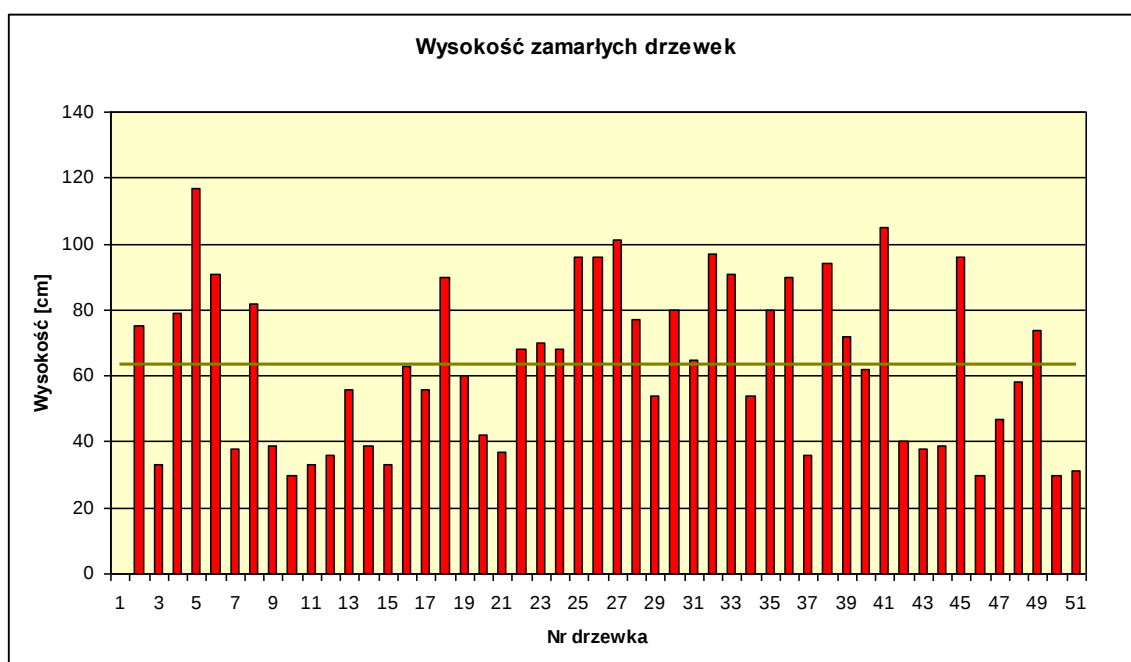
Tabela 1. Ocena stanu zdrowotnego badanych upraw i młodników sosnowych

Rok badań	Nadleśnictwo	Leśnictwo	oddział / wiek sosny (lata)	% drzewek uszkodzonych przez czynniki biotyczne					
				owady			grzyby patogeniczne		zwierzyna
				smolik znaczony	szeliniak sosnowiec	inne*	osutka	korzeniowe	
2011	Celestynów	Zbójna Góra	164c / 3	30	10	-	62	-	7
	Janów Lub.	Pikule	170h / 5	15	77	4	77	-	19
	Mielec	Pateraki	196a / 4	50	41	24	65	-	3
	Zwierzyniec	Bukownica	44a / 7	20	29	27	88	-	33
2012	Celestynów	Czarci Dół	67l / 3	25	32	15	100	-	33
	Łochów	Węgrów	146g / 5	18	45	17	100	-	35
	Mielec	Pateraki	199a / 4	22	24	11	100	-	29
	Tychowo	Rosnowo	27i / 7	20	0	83	-	79	63
			45h / 6	33	23	68	-	80	68
			61b / 7	99	63	58	-	83	78
			119b / 7	23	40	51	-	84	71
			119i / 7	21	36	46	-	89	78
			120i / 9	9	0	64	-	74	83
			121p / 5	27	21	47	-	67	73
			122g / 4	6	69	30	-	86	64
			143g / 4	18	20	42	-	32	64

* choinek szary, osnuja sadzonkowa, rytownik dwuzębny, zwójki, mszyce

4.1.2. Związki między osłabieniem drzew przez czynniki biotyczne a szkodami powodowanymi przez smolika znaczonego

W Nadl. Oborniki średnia wysokość poddanych ocenie drzewek (zamierających i martwych), obliczona na podstawie pierwszych 50 skontrolowanych drzewek, wynosiła od 30 do 117 cm, średnio ok. 63 cm (ryc. 1).



Rycina 1. Wysokość drzewek na uprawie w N-ctwie Oborniki, 2011

W wyniku przeprowadzonej kontroli stwierdzono, że na 80% drzewek występowały ślady żerowania owadów. Na 52% drzewek widoczne były uszkodzenia spowodowane przez zwierzynę, a 24% sosenek zostało porażonych przez grzyby patogeniczne – opieńki (tab. 2).

Smolik znaczony wystąpił na 68% drzewek, a na 20% występowały ślady żerowania szeliniaka sosnowca – niewielkie i nieistotne z punktu widzenia przeżywalności drzewek. Stwierdzono ponadto sporadyczne występowanie (2%) zwójek, drobne żery choinka szarego (4%) i na części drzewek rytownika dwuzębego (8%). Jedynie w przypadku 2% kontrolowanych drzewek stwierdzono na korzeniach ślady żerowania ryzofagów.

Z wyjątkiem 1 analizowanego drzewka, wszystkie sosny zasiedlone przez smolika znaczonego zamarły (fot.13). Ta wyjątkowa sytuacja wystąpiła w przypadku uszkodzonej przez zwierzynę sosny o wysokości 90 cm, na której między 2. i 3. dolnym okółkiem (25-50 cm od szyi korzeniowej) znajdowały się liczne otwory wylotowe smolika (fot. 14). Pod korą stwierdzono 12 kolebek poczwarkowych tego gatunku. Cała część drzewka od wysokości 25 cm do wierzchołka była martwa, natomiast dolna część strzałki (silnie przeżywiczona) żywa – łącznie z dwoma dolnymi okółkami. Był to jedyny zaobserwowany przypadek, w którym drzewko zasiedlone przez smolika

przeżyło. Ponadto nie stwierdzono innych uszkodzeń. Świadczy to o tym, że w tym przypadku smolik zachował się jak szkodnik pierwotny - atakując starsze drzewko, które było na tyle vitalne by przeżyć.

Tabela 2. Ocena stanu zdrowotnego drzewek sosnowych w Nadl. Oborniki, 2011

Czynnik uszkodzający	Ujęcie ogólne	Ujęcie szczegółowe	
		Procent drzewek zasiedlonych [%]	
Owady	80%	Smolik znaczony	68%
		Szeliniak sosnowiec	20%
		Choiniek szary	4%
		Rytownik dwuzębny	8%
		Zwójki sosnowe	2%
		Ryzofagi	2%
Grzyby patogeniczne	24%	grzyby korzeniowe	24%
Zwierzyzna	52%	spalowanie	18%
		zgryzanie	38%



Fot. 13. Drzewka zabite przez smolika znaczonego. Na zdjęciu po prawej widoczny chrząszcz w wierzchołkowej części strzałki 3-letniego drzewka, N-ctwo Oborniki, 2011



Fot. 14. Drzewko, które przeżyło atak smolika znaczonego, N-ctwo Oborniki, 2011

Analiza współwystępowania smolika znaczonego i innych czynników biotycznych na uprawie wykazała, że na 22% drzewek smolik był jedynym czynnikiem biotycznym występującym na drzewku (tab. 3). Ocena makroskopowa tych drzewek nie wykazała uszkodzeń spowodowanych przez inne owady oraz grzyby patogeniczne lub zwierzynę. Ponadto wysokość zasiedlonych drzewek wynosiła 84 ± 20 cm i była zbliżona do wysokości drzewek nieosłabionych: 87 ± 14 cm.

W 46% przypadków smolik znaczony współwystępował będąc jednym z czynników powodujących zamieranie sosenek. Z kolei w 32% przypadków zamieranie drzewek nie wiązało się z obecnością smolika znaczonego, a podyktowane było innymi przyczynami. W tej grupie na 87% drzewek występowały uszkodzenia od zwierzyny (zgryzanie i bardzo silne spałowanie) (fot. 15).

Tabela 3. Czynniki biotyczne powodujące śmiertelność drzewek na uprawie w N-ctwie Oborniki, 2011

Czynnik	Procent śmiertelności		
Smolik znaczony [samodzielnie]	22%		
Smolik znaczony + 1 czynnik biotyczny	26%		
Smolik znaczony + 2 czynniki biotyczne	20%		
Czynniki biotyczne bez smolika	32%	w tym:	
		uszkodzenia od zwierzyny	87%
		minimum 2 czynniki	44%



Fot. 15. Drzewko uszkodzone przez zwierzynę i smolika, Nadl. Oborniki, 2011

Analiza statystyczna wykazała brak związku między współwystępowaniem smolika znaczonego i innych gatunków owadów (tab. 4). Jak wyżej wspomniano, uszkodzenia spowodowane przez szeliniaka były niewielkie i nie miały wpływu na przeżywalność drzewek. Również znikome występowanie zwójek i choinka szarego nie było bezpośrednią przyczyną zasiedlania drzewek przez smolika znaczonego. Liczniejsze występowanie rytownika dwuzębego było natomiast wynikiem osłabienia drzewek i ich zamierania.

Z testu wynika, że nie ma istotnego statystycznie związku między występowaniem smolika znaczonego i grzybów patogenicznych. Statystycznie istotny

związek stwierdzono jedynie między częstością pojawiania się smolika a występowaniem uszkodzeń od zwierzyny.

Tabela 4. Zależność między występowaniem smolika znaczonego i innych czynników biotycznych, N-ctwo Oborniki, 2011

Rodzaj zależności	Chi-kwadrat* (df=1)	V-kwadrat (df=1)	Chi-kwadrat skoryg. Yatesa	dokł. p Fishera, jednostr.	dokł. p Fishera, dwustr.
Smolik znaczony/ pozostałe gatunki owadów	p= ,5674	p= ,5713	p= ,8049	p= ,3975	p= ,7462
Smolik znaczony/ zwierzyna	p= ,0011	p= ,0012	p= ,0031	p= ,0011	p= ,0019
Smolik znaczony/ grzyby patogeniczne	p= ,5510	p= ,5550	p= ,8093	p= ,4138	p= ,7278

* Różnice istotne statystycznie przy **p ≤ 0,05**

Wykonana w 2013 r. ocena zdrowotności drzewek na uprawach w Nadl. Borne Sulinowo wykazała, że smolik zasiedlił do 75% drzewek osłabionych najczęściej przez zwierzynę (do 80% drzewek) i grzyby korzeniowe, głównie opieńkę (do 68%). Ponadto drzewka były uszkodzone przez choinka szarego i zwójkę odrośleczkę – do 22%. Frekwencja występowania szeliniaka sosnowca była stosunkowo niska, ponieważ ślady żerowania chrząszczy stwierdzono na 2-12% drzewek (tab. 5).

Tabela 5. Występowanie czynników biotycznych w uprawach, Nadl. Borne Sulinowo, 2013

Nr pow.	oddz. / wiek sosny (lata)	% drzewek uszkodzonych przez czynniki biotyczne					
		owady				grzyby korzeniowe	zwierzyna
		smolik znaczony	szeliniak sosnowiec	choinek szary	zwójka odrośleczka		
1	367h/8	46	4	22	22	66	68
2	254d/7	78	2	22	22	56	74
3	256b/9	72	6	10	26	68	60
4	430b/9	58	12	20	26	62	62
5	457c/7	75	5	14	19	45	77
6	232h/6	64	8	14	12	38	74
7	439h/6	46	4	12	22	64	58
8	450b/6	73	8	17	19	36	71
9	333a/5	74	4	22	8	22	80
10	296c/4	74	6	8	2	16	74

Powierzchnia nr 1: Uprawa ta znajdowała się pod dużą presją ze strony zwierzyny i grzybów patogenicznych. Zamarłe drzewka w większości były zasiedlone przez smolika i uszkodzone przez grzyby korzeniowe i zwierzynę. Tylko na jednym zamarłym drzewku oprócz żerów smolika znaleziono żery szeliniaka i choinka. Nie stwierdzono, aby smolik znaczone był jedynym czynnikiem powodującym zamieranie drzewek na tej uprawie.

Przeprowadzona analiza korelacji dla testów nieparametrycznych nie wykazała zależności między występowaniem smolika znaczonego, a uszkodzeniami ze strony innych czynników biotycznych.

Powierzchnia nr 2: Podobnie, jak na poprzedniej powierzchni, dominującym czynnikiem biotycznym osłabiającymi uprawę był smolik znaczone, zwierzyna i grzyby patogeniczne (tab. 5). Wpływ pozostałych gatunków owadów był niewielki.

Nie stwierdzono korelacji między występowaniem smolika znaczonego, a uszkodzeniami ze strony innych czynników.

Powierzchnia nr 3: Ponownie największy wpływ na zdrowotność uprawy miały grzyby patogeniczne, zwierzyna i smolik znaczone (tab. 5).

Nie wykazano korelacji między występowaniem smolika znaczonego, a uszkodzeniami ze strony innych czynników.

Powierzchnia nr 4: Stwierdzono ten sam udział czynników powodujących zamieranie upraw. Za proces ten odpowiadały głównie grzyby patogeniczne, zwierzyna i smolik znaczone, przy czym frekwencja występowania tych czynników na analizowanych drzewkach była porównywalna (24 i 26%). Wykazano obecność drzewek, które oprócz symptomów zasiedlenia przez smolika znaczonego nie wykazywały śladów uszkodzenia przez inne czynniki biotyczne.

Nie wykazano korelacji między występowaniem smolika znaczonego, a uszkodzeniami ze strony innych czynników.

Powierzchnia nr 5: Najważniejszymi czynnikami osłabiającymi uprawę były zwierzyna i smolik znaczone, w mniejszym stopniu grzyby korzeniowe (opieńka i korzeniowiec). Presja ze strony pozostałych gatunków owadów była niewielka. W wielu przypadkach na zamierających/zamarłych drzewkach występowały ślady oddziaływania kilku czynników sprawczych. Samodzielne występowanie smolika znaczonego stwierdzono w 7 przypadkach. Smolik łącznie z szeliniakiem wystąpił 1 raz, podobnie ze zwójką odrosleczką i choinkiem szarym.

Nie stwierdzono korelacji między występowaniem smolika znaczonego, a uszkodzeniami ze strony innych czynników.

Powierzchnia nr 6: Podobnie jak na powierzchni nr 5, zwierzyna i smolik znaczone odgrywają decydującą rolę w zamieraniu drzewek. Mniejsza jest natomiast rola grzybów korzeniowych. W przypadku niektórych martwych drzewek smolik najprawdopodobniej był jedynym sprawcą ich zamarcia. Wśród zamarłych drzewek, część nie wykazywała oprócz smolika znaczonego innych czynników sprawczych.

Nie wykazano korelacji między występowaniem smolika znaczonego, a uszkodzeniami ze strony innych czynników.

Powierzchnia nr 7: Wśród czynników osłabiających uprawę dominowały grzyby korzeniowe, zwierzyna i smolik znaczony. Stwierdzono martwe drzewka, na których oprócz żerowisk smolika nie zaobserwowano żadnych innych uszkodzeń, bądź występowania grzybów patogenicznych.

W przypadku tej powierzchni wykazano korelację między występowaniem grzybów korzeniowych a smolikiem znaczącym.

Powierzchnia nr 8 i 9: Na obu powierzchniach czynnikami decydującymi o zamieraniu drzewek były: zwierzyna i smolik znaczony. Znacznie mniejsza okazała się presja ze strony grzybów korzeniowych. Pozostałe (analizowane) gatunki owadów, podobnie jak na ww. powierzchniach, nie odgrywały istotnej roli.

Stwierdzono korelację między występowaniem smolika znaczonego, a uszkodzeniami od zwierzyny.

Powierzchnia nr 10: W tym przypadku udział grzybów korzeniowych w zamieraniu drzewek był najniższy z wszystkich badanych powierzchni. Równocześnie zaznaczyła się największa ze wszystkich presja zwierzyny i smolika znaczonego.

Stwierdzono korelację między zasiedlaniem drzewek przez smolika znaczonego a występowaniem grzybów patogenicznych.

Szczegółowe wartości statystyk podano w tabeli 6.

Tabela 6. Zależność między występowaniem smolika znaczonego i innych czynników biotycznych, Nadl. Borne Sulimowo, 2013

Nr powierzchni	Wartości statystyk	Zależność między występowaniem smolika znaczonego i szkód powodowanych przez:				
		szeliniaka sosnowca	choinka szarego	zwójkę odrośleczkę	grzyby korzeniowe	zwierzynę
1	Chi-kwadrat* (df=1)	p=,90778	p=,46779	p=,96722	p=,05681	p=,82666
	V-kwadrat (df=1)	p=,90792	p=,46495	p=,96721	p=,05932	p=,82653
	Chi-kwadrat skoryg. Yatesa	p=,54308	p=,70128	p=,76311	p=,10845	p=,93213
	dokł. p Fishera, jednostr.	p=,71347	p=,35306	p=,61971	p=,05404	p=,53502
	dokł. p Fishera, dwustr.	p=1,0000	p=,51518	p=1,0000	p=,07611	p=1,0000
2	Chi-kwadrat* (df=1)	p=,59163	p=,63265	p=,72924	p=,20570	p=,91323
	V-kwadrat (df=1)	p=,47834	p=,63881	p=,72494	p=,19731	p=,91355
	Chi-kwadrat skoryg. Yatesa	p=,49474	p=,94743	p=,94743	p=,35674	p=,77933
	dokł. p Fishera, jednostr.	p=,78000	p=,45589	p=,54411	p=,17916	p=,59611
	dokł. p Fishera, dwustr.	p=1,0000	p=,68797	p=1,0000	p=,30622	p=1,0000
3	Chi-kwadrat* (df=1)	p=,83195	p=,52873	p=,32878	p=,72551	p=,12282
	V-kwadrat (df=1)	p=,83465	p=,54146	p=,33809	p=,72700	p=,12523
	Chi-kwadrat skoryg. Yatesa	p=,65204	p=,91638	p=,53688	p=,98923	p=,22187
	dokł. p Fishera, jednostr.	p=,63571	p=,43285	p=,26374	p=,48722	p=,11146
	dokł. p Fishera, dwustr.	p=1,0000	p=,61078	p=,47370	p=,74553	p=,19810
4	Chi-kwadrat* (df=1)	p=,60572	p=,22982	p=,36644	p=,12812	p=,34596
	V-kwadrat (df=1)	p=,60168	p=,23165	p=,36810	p=,12450	p=,34373
	Chi-kwadrat skoryg. Yatesa	p=,93828	p=,39824	p=,56273	p=,21795	p=,51382
	dokł. p Fishera, jednostr.	p=,47609	p=,19880	p=,28024	p=,10852	p=,25779
	dokł. p Fishera, dwustr.	p=,68754	p=,29521	p=,51815	p=,15657	p=,39696
5	Chi-kwadrat* (df=1)	p=,79108	p=,22982	p=,36644	p=,41658	p=,89088
	V-kwadrat (df=1)	p=,78628	p=,23165	p=,36810	p=,41744	p=,89124
	Chi-kwadrat skoryg. Yatesa	p=,79108	p=,39824	p=,56273	p=,56174	p=,89088
	dokł. p Fishera, jednostr.	p=,63285	p=,19880	p=,28024	p=,28026	p=,54443
	dokł. p Fishera, dwustr.	p=1,0000	p=,29521	p=,51815	p=,48916	p=1,0000

6	Chi-kwadrat* (df=1)	p=,63276	p=,65883	p=,88466	p=,18982	p=,25913
	V-kwadrat (df=1)	p=,62382	p=,65402	p=,88409	p=,19182	p=,24775
	Chi-kwadrat skoryg. Yatesa	p=,94805	p=,98645	p=,75788	p=,31364	p=,42801
	dokł. p Fishera, jednostr.	p=,54381	p=,50546	p=,63137	p=,15686	p=,21641
	dokł. p Fishera, dwustr.	p=1,0000	p=1,0000	p=1,0000	p=,23306	p=,32809
7	Chi-kwadrat* (df=1)	p=,18280	p=,50693	p=,51965	p=,00072	p=,33991
	V-kwadrat (df=1)	p=,11130	p=,50224	p=,52021	p=,00056	p=,33849
	Chi-kwadrat skoryg. Yatesa	p=,54308	p=,82040	p=,76311	p=,00203	p=,50484
	dokł. p Fishera, jednostr.	p=,28653	p=,41489	p=,38029	p=,00088	p=,25293
	dokł. p Fishera, dwustr.	p=,49306	p=,67401	p=,73335	p=,00107	p=,39804
8	Chi-kwadrat* (df=1)	p=,12659	p=,72350	p=,94050	p=,05413	p=,03845
	V-kwadrat (df=1)	p=,14810	p=,72042	p=,94038	p=,06258	p=,04299
	Chi-kwadrat skoryg. Yatesa	p=,26590	p=,95696	p=,83176	p=,11917	p=,06849
	dokł. p Fishera, jednostr.	p=,13417	p=,49112	p=,59421	p=,06275	p=,03625
	dokł. p Fishera, dwustr.	p=,20641	p=1,0000	p=1,0000	p=,07279	p=,04874
9	Chi-kwadrat* (df=1)	p=,39224	p=,09580	p=,96209	p=,09580	p=,00613
	V-kwadrat (df=1)	p=,26674	p=,10905	p=,96194	p=,10905	p=,00939
	Chi-kwadrat skoryg. Yatesa	p=,97375	p=,20180	p=,58460	p=,20180	p=,01941
	dokł. p Fishera, jednostr.	p=,54367	p=,10344	p=,72538	p=,10344	p=,01242
	dokł. p Fishera, dwustr.	p=1,0000	p=,12633	p=1,0000	p=,12633	p=,01242
10	Chi-kwadrat* (df=1)	p=,09767	p=,25391	p=,08835	p=,00002	p=,05413
	V-kwadrat (df=1)	p=,12611	p=,28280	p=,09707	p=,00004	p=,06258
	Chi-kwadrat skoryg. Yatesa	p=,32833	p=,58460	p=,58046	p=,00010	p=,11917
	dokł. p Fishera, jednostr.	p=,16184	p=,27462	p=,26000	p=,00012	p=,06275
	dokł. p Fishera, dwustr.	p=,16184	p=,27462	p=,26000	p=,00012	p=,07279

* Różnice istotne statystycznie przy $p \leq 0,05$

4.1.3. Związki między osłabieniem drzew przez czynniki hodowlane a szkodami powodowanymi przez smolika znaczonego

Wykonane we wrześniu 2011 r. w Nadl. Celestynów porównanie stopnia zasiedlenia przez smolika drzewek z zakrytym i odkrytym systemem korzeniowym wykazało 2-krotnie więcej zaatakowanych przez szkodnika drzewek pochodzących ze szkółki kontenerowej (tab. 7).

Tabela 7. Występowanie czynników biotycznych w uprawach odnowionych sadzonkami z zakrytym i odkrytym systemem korzeniowym, Nadl. Celestynów, 2011

Rodzaj systemu korzeniowego sadzonki	% sadzonek uszkodzonych przez czynniki biotyczne				
	owady			osutka	zwierzyna
	smolik znaczony	szeliniak sosnowiec	inne		
odkryty	14	11	-	46	-
zakryty	29	34	-	52	-

Najprawdopodobniej przyczyną osłabienia, a przez to zwiększonej podatności tych drzewek na zasiedlenie przez smolika był nieprawidłowo wykształcony system korzeniowy. Po wyrwaniu kilkudziesięciu martwych drzewek okazało się, że ich korzenie były słabo rozwinięte i skupione wyłącznie w obrębie grudki torfu, z którą zostały posadzone lub rosły w kierunku powierzchni gleby. Na uwagę zasługuje również fakt, że sadzonki z zakrytym systemem korzeniowym częściej były atakowane przez szeliniaka sosnowca. Natomiast wszystkie drzewka były w podobnym stopniu zainfekowane przez osutkę. Nie stwierdzono uszkodzeń drzewek od zwierzyny.

Zbliżone wyniki uzyskano w Nadl. Oborniki, gdzie również stwierdzono, że niezależnie od sposobu przygotowania gleby, smolik częściej atakował sadzonki kontenerowe (tab. 8, fot. 16). Ponadto sadzonki z zakrytym systemem korzeniowym były znacznie silniej uszkodzone przez zwierzynę niż sadzonki z odkrytym systemem korzeniowym. Różnice w ramach poszczególnych wariantów sięgały 30%. Najczęściej zgryzane przez zwierzynę były drzewka na powierzchni przygotowanej frezem leśnym: blisko 80% sadzonek kontenerowych i 50% sadzonek z odkrytym systemem korzeniowym.

Oprócz smolika znaczonego i szeliniaka sosnowca, na uprawie występowały również ślady uszkodzeń ze strony osnui sadzonkowej i zwójek sosnowych.

Tabela 8. Uszkodzenia drzewek przez smolika znaczonego i inne czynniki biotyczne w zależności od sposobu przygotowania gleby i rodzaju materiału odnowieniowego, Nadl. Oborniki, 2011

Sposób przygotowania gleby	Rodzaj systemu korzeniowego sadzonki	% sadzonek uszkodzonych przez czynniki biotyczne		
		smolik znaczony	zwierzyna	pozostałe czynniki biotyczne
LPz 75	zakryty	2%	29%	29%
	odkryty	0%	7%	24%
Frez leśny	zakryty	4%	77%	26%
	odkryty	2%	48%	27%
Pług aktywny	zakryty	6%	50%	8%
	odkryty	2%	20%	6%



Fot. 16. Sadzonka sosnowa uszkodzona przez smolika znaczonego – widoczna larwa szkodnika w żerowisku

Na ogrodzonej uprawie w Nadl. Bierzwnik stwierdzono, że sposób przygotowania gleby miał wpływ na rozmiar szkód powodowanych przez smolika znaczonego (tab. 9). Najmniej uszkodzeń od tego gatunku wystąpiło na powierzchni przygotowanej pługiem LPz-75, a największe na powierzchni, na której zastosowano naorywacz wałków.

Tabela 9. Uszkodzenia drzewek przez smolika znaczonego i inne czynniki biotyczne w zależności od sposobu przygotowania gleby, Nadl. Bierzwnik, 2011

Sposób przygotowania gleby	% sadzonek uszkodzonych przez owady	
	smolik znaczony	inne*
Frez leśny	7	77
LPz 75	1	36
Naorywacz wałków	14	81

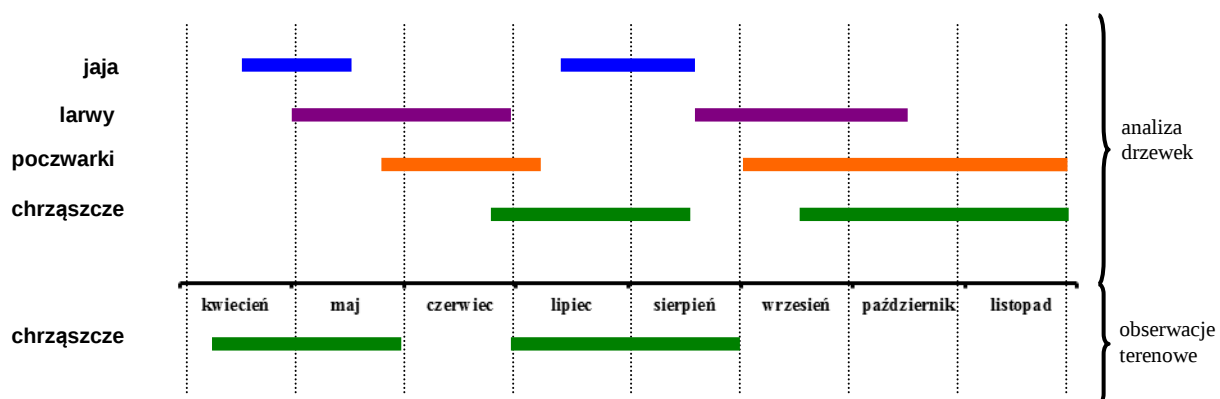
* szeliniak sosnowiec, choinek szary, zwójki, rytownik dwuzębny

Podobnie rozkładały się również uszkodzenia od pozostałych czynników biotycznych – w tym przypadku owadów, a głównie szeliniaka sosnowca. Inne gatunki, takie jak choinek szary lub osnuja sadzonkowa nie występowały licznie i uszkodzenia z ich strony były niewielkie. Obecność rytownika dwuzębnego należy rozpatrywać w charakterze czynnika wtórnego zasiedlającego zamierające sadzonki. W nielicznych przypadkach zaobserwowano współwystępowanie smolika i zwójek.

W przypadku naorania wałków, przyczyną zwiększonej podatności drzewek na zasiedlenie przez smolika znaczonego może być brak wody odbijający się na kondycji zdrowotnej sadzonek. Z kolei najlepsze warunki do rozwoju drzewek, a przez to ich większej odporności, stworzyła powierzchnia przygotowana pługiem LPz-75. Wynika to z faktu mniejszego zachwaszczenia w porównaniu z powierzchnią przygotowaną frezem, a przez to lepszymi warunkami do rozwoju drzewek.

4.2. Rozwój smolika znaczonego

Na rycinie 2. przedstawiono **cykl rozwojowy smolika** na podstawie analizy jego stadiów rozwojowych w drzewkach pobieranych w **2011 r.** w Nadl Mielec.



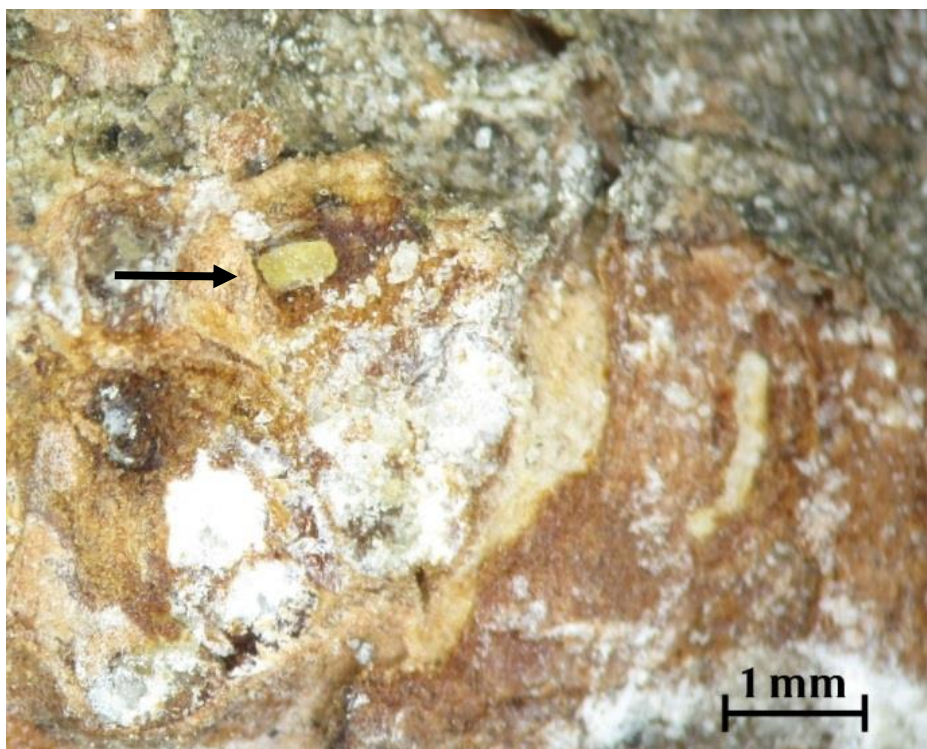
Rycina 2. Cykl rozwojowy smolika znaczonego, Nadl. Mielec, 2011 r.

Chrząszcze smolika znaczonego pojawiły się w uprawach w pierwszej połowie kwietnia i odbyły żer uzupełniający na szczytowych pędach (pączki i kora) sosen (Fot. 17).



Fot. 17. Chrząszcz smolika znaczonego w trakcie żeru uzupełniającego

Po kopulacji, od drugiej połowy kwietnia do połowy maja samice złożyły jaja na młodych sosnach (najczęściej na 3-5 letnich). Najwięcej jaj składanych było na strzałkach od szyi korzeniowej do 2 okółka (około 30 cm). Jaja składane były najczęściej pojedynczo, rzadziej po 2-4 sztuki, do nyz jajowych wygryzionych w spękaniach kory (fot. 18).



Fot. 18. Jajo smolika znaczonego złożone na korze

Na przełomie kwietnia i maja pojawiły się larwy (fot. 19). Przypuszczalnie rozwój stadiów L_1 - L_2 trwał około 2 tygodni, natomiast larwy L_3 - L_4 rozwijały się znacznie dłużej (do 4 tygodni). Skutkiem żerowania larw tegoroczne pędy więdły, żółkły i zwisały.



Fot. 19. Larwa smolika znaczonego: po lewej w żerowisku, po prawej w kolebce

Larwy drążyły chodniki, których długość dochodziła do 50 cm, a na ich końcach przygotowały zagłębione w drewnie kolebki poczwarkowe (około 1 cm długie $\times$ 0,5 cm szerokie) (fot. 20).



Fot. 20. Kolebki poczwarkowe smolika znaczonego

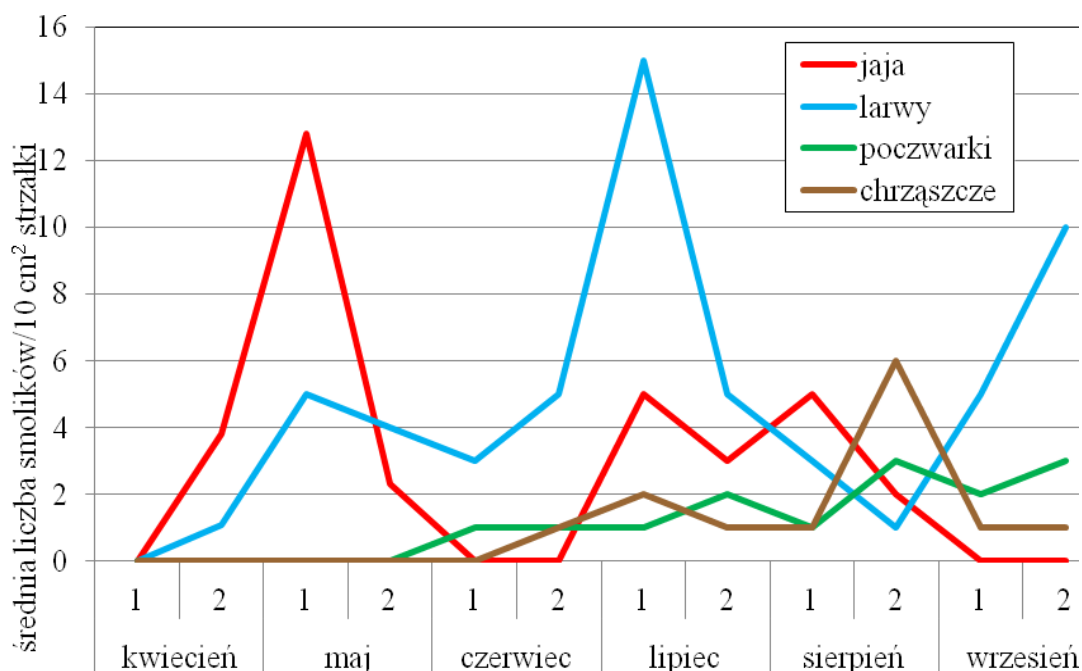
Począwszy od końca maja do początku lipca w drzewkach znajdowały się głównie poczwarki smolika, które rozwijały się około 2 tygodni. Po tym czasie następowało przepoczwarczenie i chrząszcze w kolebkach spotykane były od końca czerwca do pierwszych dni sierpnia. Następnie chrząszcze wygryzały otworki o średnicy około 2 mm, przez które wychodziły na zewnątrz (fot. 21).



Fot. 21. Chrząszcz smolika znaczonego po opuszczeniu kolebki poczwarkowej

Przez około 2 tygodnie chrząszcze odbywały żer dojrzewający na drzewkach, potem kopulowały i składały jaja na przełomie lipca i sierpnia. Pierwsze larwy znajdowano już od drugiej połowy sierpnia. Część larw przechodziła w stadium poczwarki (od początku września), niektóre z nich kolejno w stadium chrząszcza (połowa września). Jak wskazują analizy stadiów rozwojowych smolika znalezionych w sadzonkach pobranych w końcu października, szkodnik mógł zimować w stadium larwy, poczwarki lub chrząszcza. Obserwacje terenowe wykazały, że chrząszcze żerujące w uprawach spotyka się w kwietniu-maju oraz lipcu-sierpniu.

Na rycinie 3 przedstawiono **cykl rozwojowy smolika znaczonego** na podstawie analiz laboratoryjnych drzewek pobranych w **2012 r.** w Nadl. Mielec.

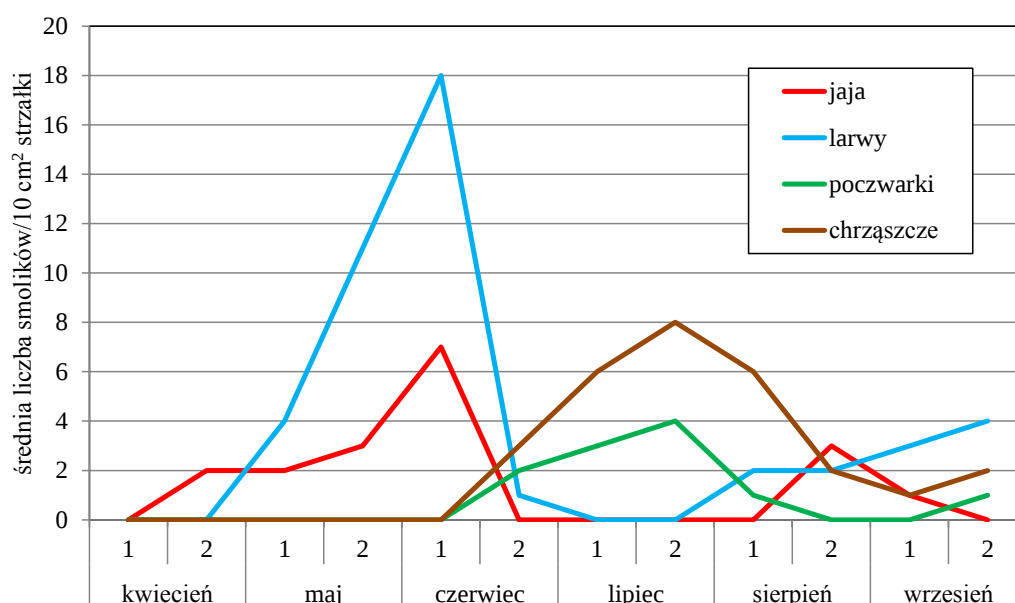


Rycina 3. Cykl rozwojowy smolika znaczonego, Nadl. Mielec, 2012 r.,
cyfry 1 i 2 pod osią poziomą oznaczają pierwszą i drugą połowę miesiąca

Chrząszcze smolika znaczonego I. generacji pojawiły się w uprawach w pierwszej połowie kwietnia i odbyły żer uzupełniający na szczytowych pędach sosen. Okres składania jaj był znacznie wydłużony i trwał od drugiej dekady kwietnia do końca maja. W końcu maja pojawiły się pierwsze larwy, które w czerwcu i lipcu przeszły w stadium poczwarki trwające około 2 tygodni. Po tym czasie nastąpiło przepoczwarczenie i chrząszcze II. generacji wyszły z kolebek poczwarkowych w lipcu. Po odbyciu żeru, samice rozpoczęły składanie jaj. W 2012 r. roku okres składania jaj trwał do pierwszych dni września. Pierwsze larwy 2. generacji pojawiły się w końcu sierpnia. Jak wskazują analizy stadiów rozwojowych smolika znalezionych w sadzonkach pobranych w końcu września, smolik zimował w stadium larwy, poczwarki i chrząszcza. Jak zaznaczono na rycinie 3, larwy smolika obserwowano przez cały sezon wegetacyjny. Wynikało to z wydłużonego rozwoju larw I. generacji, co skutkowało współwystępowaniem na sadzonkach larw wylęgłych z jaj złożonych wiosną oraz latem.

Obserwacje terenowe wykazały, że chrząszcze żerujące w uprawach spotykane były głównie w kwietniu-maju oraz lipcu-sierpniu.

Na rycinie 4 przedstawiono **cykl rozwojowy smolika znaczonego** na podstawie na podstawie analiz laboratoryjnych drzewek pobranych w **2013 r.** w Nadl. Celestynów.



Rycina 4. Cykl rozwojowy smolika znaczonego, Nadl. Celestynów, 2013 r., cyfry 1 i 2 pod osią poziomą oznaczają pierwszą i drugą połowę miesiąca

Obserwacje terenowe wykonane w pierwszych dniach kwietnia wykazały obecność chrząszczy smolika znaczonego żerujących na szczytowych pędach drzewek. Nieliczne jaja złożone przez samice na drzewkach znajdowano już w pierwszej połowie kwietnia. Najwięcej jaj na strzałkach znajdowano w na przełomie maja i kwietnia (ponad 6 sztuk/10 cm² strzałki). Od pierwszych dni kwietnia znajdowano również na strzałkach larwy smolika. Apogeum ich występowania stwierdzono w pierwszej połowie czerwca – do 18 sztuk/10 cm² strzałki. Od czerwca do połowy sierpnia w drzewkach znajdowano poczwarki – najwięcej (4 sztuki/10 cm² strzałki) w drugiej połowie lipca. Równolegle z poczwarkami znajdowano chrząszcze – do 8 sztuk/10 cm² strzałki na przełomie lipca i sierpnia. W drugiej połowie sierpnia stwierdzano również znacznie mniejsze liczby, w porównaniu z wiosną, jaj i larw smolika II generacji – do 2 osobników/10 cm² strzałki. Szkodnik zimował w stadium larwy, poczwarki lub chrząszcza.

Obserwacje terenowe wykazały, że chrząszcze żerujące w uprawach spotyka się w kwietniu-maju oraz lipcu-sierpniu.

Porównanie tempa rozwoju smolika (ryc. 2-4) oraz warunków pogodowych w kolejnych latach obserwacji (ryc. 5-7) wykazało, że w 2011 r. ciepły początek wiosny (temperatury powietrza powyżej 10°C w pierwszej połowie kwietnia) i ciepłe, ale bez ekstremalnych wahań temperatury, lato sprzyjały dynamicznemu i zsynchronizowanemu rozwojowi I i II generacji smolika. Ciepły wrzesień (temperatury

powyżej 20⁰C) pozwoliły na zakończenie rozwoju larw i szkodnik zimował w stadium poczwarki i chrząszcza.

W 2012 r. roku, ze względu na chłodną i wilgotną wiosnę nastąpiło opóźnienie rójki smolika, a także wydłużył się okres składania jaj przez samice oraz rozwój larw smolika. Z kolei wydłużony rozwój larw I generacji skutkował współwystępowaniem na drzewkach larw wylęgłych z jaj złożonych wiosną oraz latem. Z tych względów nastąpiło opóźnienie rozwoju II generacji i smolik zimował głównie w stadium larwy i poczwarki.

W 2013 r. chłodna pierwsza połowa wiosny (temperatury powietrza powyżej 10⁰C w pierwszej połowie kwietnia) przyczyniła się do znacznego opóźnienia rójki szkodnika, wydłużenia okresu składania jaj przez samice (do drugiej połowy czerwca!) i konsekwentnie rozciągnięcia rozwoju kolejnych stadiów obu generacji smolika. Dodatkowo, chłodny wrzesień (temperatury powietrza poniżej 10⁰C) wydłużył rozwój II generacji i szkodnik zimował głównie w stadium larwy.

Obserwując rozwój smolika znaczonego w pobranych z uprawy drzewkach wyizolowano i opisano **zespół wrogów naturalnych** ograniczających jego liczebność, najczęściej w stadium larwy (tab. 10, fot. 22, 23, 24, 25, 26). Do najważniejszych należały parazytoidy, które poraziły do 15% larw. Z pozostałych organizmów należy wymienić grzyby infekujące łącznie do 5% larw, poczwarek lub chrząszczy smolika. Ponadto w drzewkach zasiedlonych przez smolika znaleziono chrząszcze (fot. 27):

- kozulki sosnowej *Pogonocherus fasciculatus*,
- walczyka fioletowego *Magdalis violacea*,
- rytownika dwuzębego *Pityogenes bidentatus*.

Tabela 10. Zespół wrogów naturalnych smolika znaczonego

Wrogowie naturalni	Szacunkowy % porażenia smolika
Parazytoidy:	
– Bleskotkowate (Chalcididae)	10 – 15
– Męczelkowate (Braconidae)	< 5
Drapieżcy:	
– Roztocza (Acari)	<1
– Muchówki (Diptera)	<1
– Kusakowate (Staphylinidae)	<1
Inne	
– Grzyby,	1 – 5
– Niezidentyfikowane (bakterie?)	< 1



Fot. 22. Parazytoid smolika z rodziny Braconidae



Fot. 23. Parazytoid smolika z rodziny Chalcididae



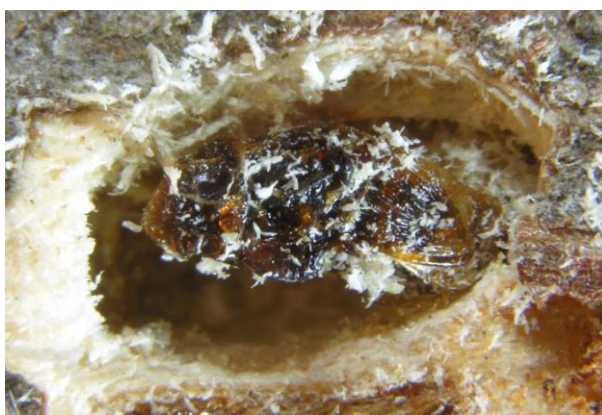
Fot. 24. Liczne otworki wylotowe parazytoidów z korze drzewka zasiedlonego przez smolika znaczonego



Fot. 25. Roztocza w kolebce poczwarkowej (z lewej) i na larwie smolika (z prawej)



Fot. 26. Martwa larwa smolika w kolebce – niezidentyfikowana przyczyna śmierci

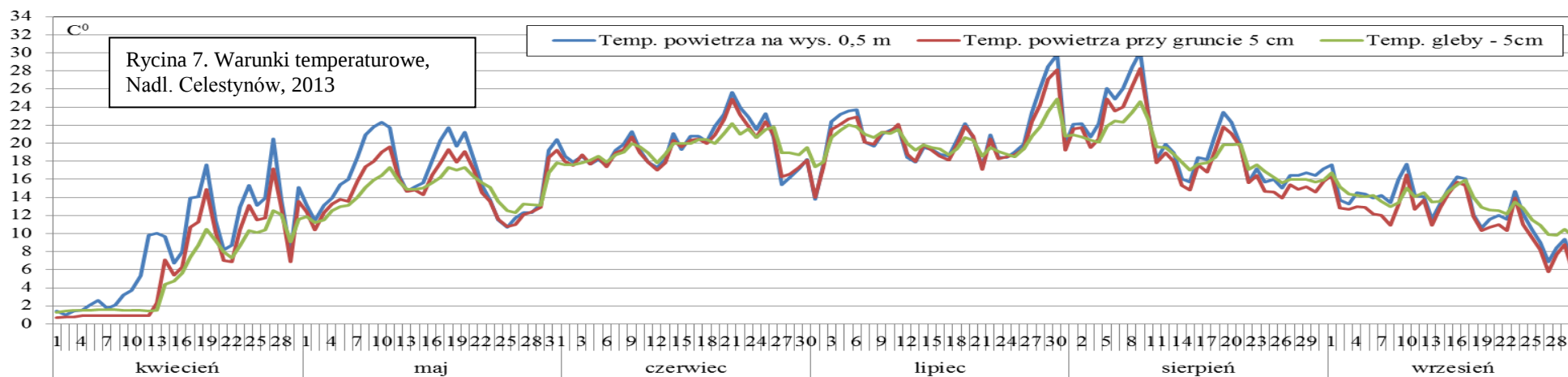
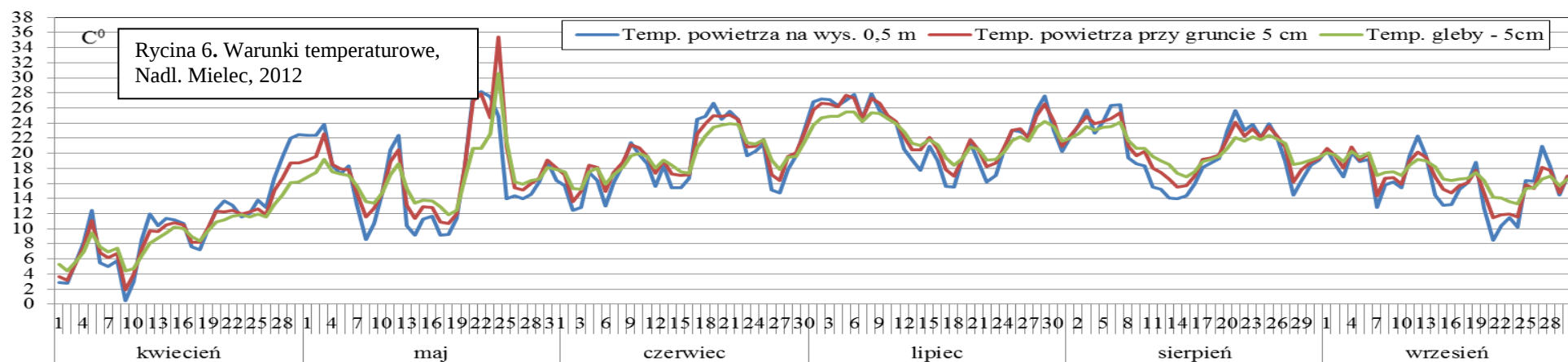
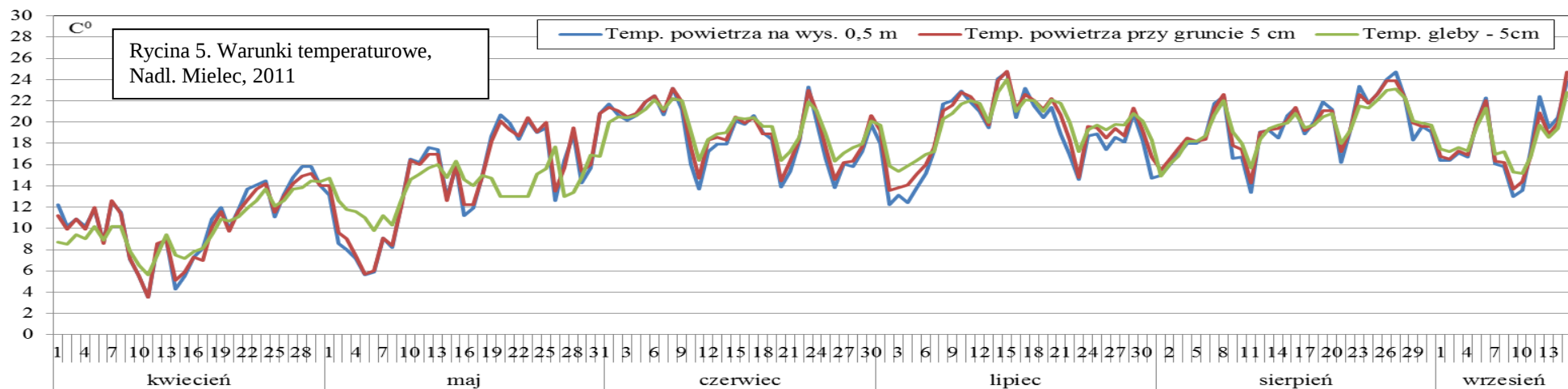


A

Fot. 27. Owady współwystępujące: walczyk fioletowy (A), kozulka sosnowa (B)



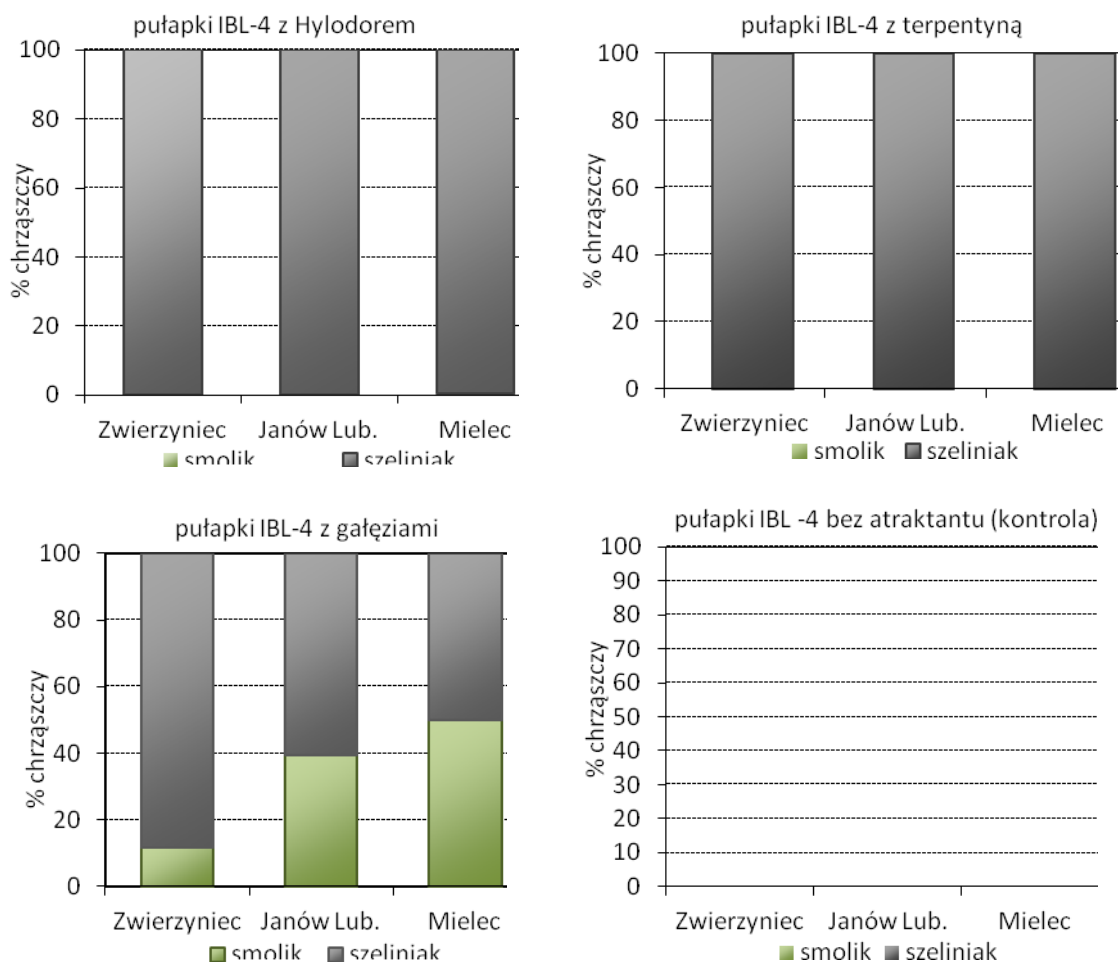
B



4.3. Redukcja liczebności smolika znaczonego przy użyciu pułapek z atraktantami

4.3.1. Skuteczność działania pułapek IBL-4

Analiza owadów odławiających się **od kwietnia do września 2011 r.** wykazała, że najczęściej spotykanym gatunkiem był szeliniak sosnowiec, powszechnie znajdowany we wszystkich pułapkach IBL-4 z atraktantami. Smolik znaczony odłowić się wyłącznie do pułapek z gałązkami sosnowymi, gdzie stanowił do 50% chrząszczy (ryc. 8).



Rycina 8. Odłowy chrząszczy smolika znaczonego i szeliniaka sosnowca do pułapek IBL- 4 z różnymi atraktantami; nadleśnictwa Zwierzyniec, Janów Lubelski i Mielec; 2011

4.3.2. Skuteczność działania feromonów agregacyjnych i atraktantów

Laboratoryjne obserwacje olfaktometryczne

W przypadku chrząszczy nieżerujących, najwięcej z nich zanęconych zostało przez feromon agregacyjny, tj. mieszaninę grandisolu i grandisalu (tab. 11). Natomiast w grupie chrząszczy żerujących, połowa została zanęcona przez zapach świeżych gałązek sosnowych.

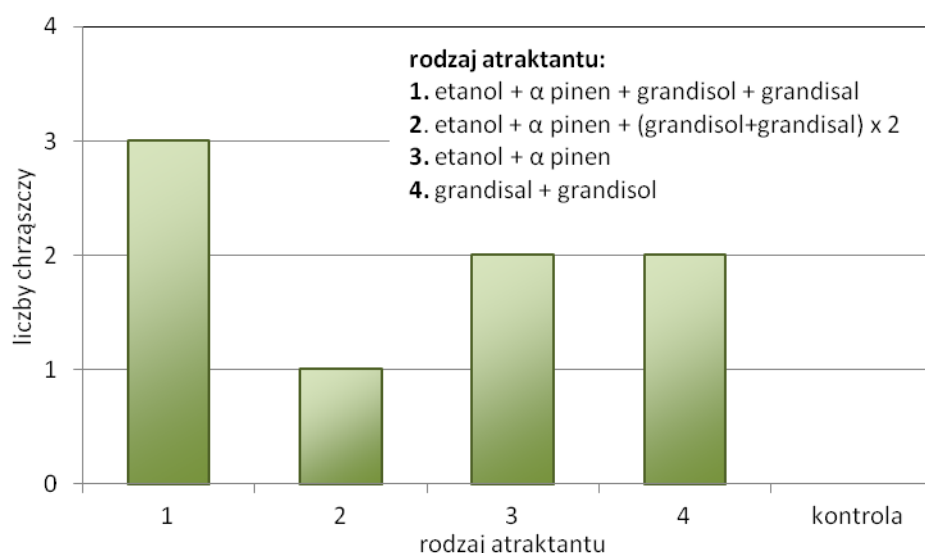
Tabela 11. Olfaktometryczne reakcje chrząszczy *P. castaneus* na atraktanty

Rodzaj chrząszczy	% chrząszczy zanęconych do pojemników z:			
	gałązkami sosnowymi	grandisolem i grandisalem	powietrzem (kontrola)	bez wyboru*
nieżerujące	15	65	10	10
żerujące	51	11	22	16

* „bez wyboru” oznacza chrząszcze, które nie opuściły komory centralnej

Doświadczenia terenowe

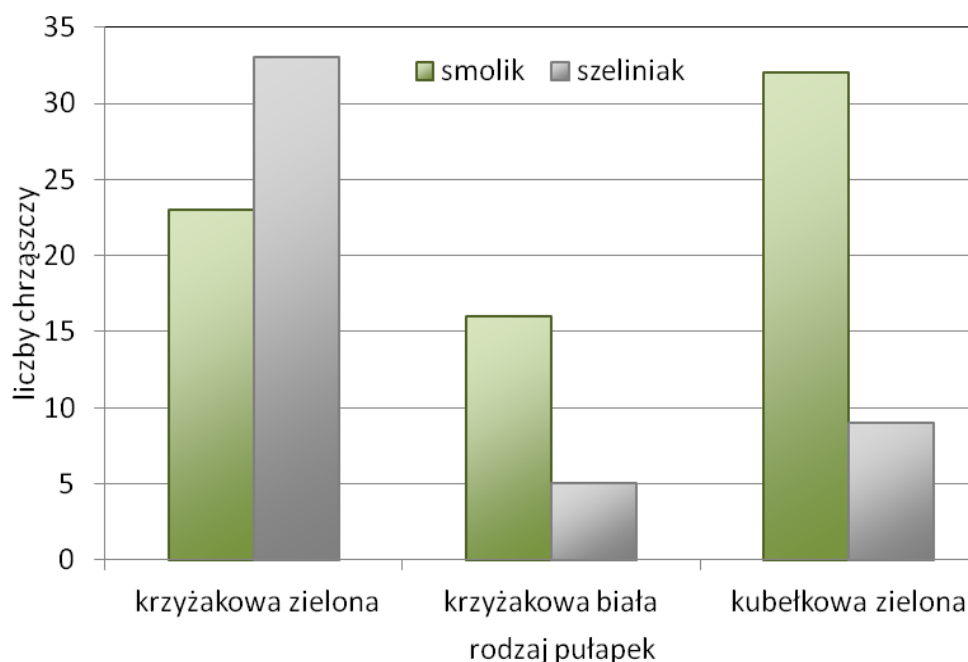
Wykonana w końcu maja 2012 r. kontrola doświadczenia wykazała bardzo niską skuteczność pułapek krzyżakowych. W Nadl. Łochów nie odłowił się żaden chrząszcz smolika, natomiast w Nadl. Miechów tylko pojedyncze osobniki (ryc. 9). Najwięcej chrząszczy znaleziono w pułapkach zawierających łącznie po jednej sztuce każdego z atraktantów, tj. etanolu, α -pinenu, grandisolu i grandisalu.



Rycina 9. Odłowu chrząszczy smolika znaczonego do pułapek krzyżakowych z różnymi atraktantami, wiosna 2012, Nadl. Mielec

4.3.3. Skuteczność działania różnego typu pułapek

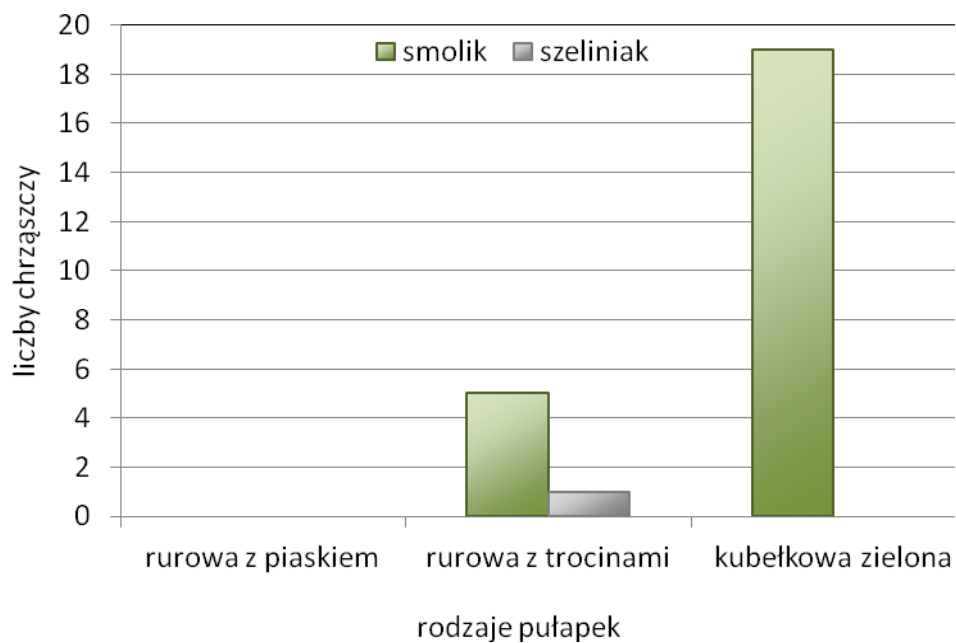
Wykonana w Nadl. Mielec w **końcu maja 2012 r.** ocena przydatności 3 typów pułapek do odłowu smolika wykazała obecność chrząszczy tego gatunku oraz szeliniaka sosnowca we wszystkich pułapkach (ryc. 10). Najwięcej smolików odłowiono do pułapek kubelkowych, a szeliniaków do pułapek krzyżakowych zielonych, natomiast najmniej chrząszczy obu gatunków stwierdzono w pułapkach krzyżakowych białych.



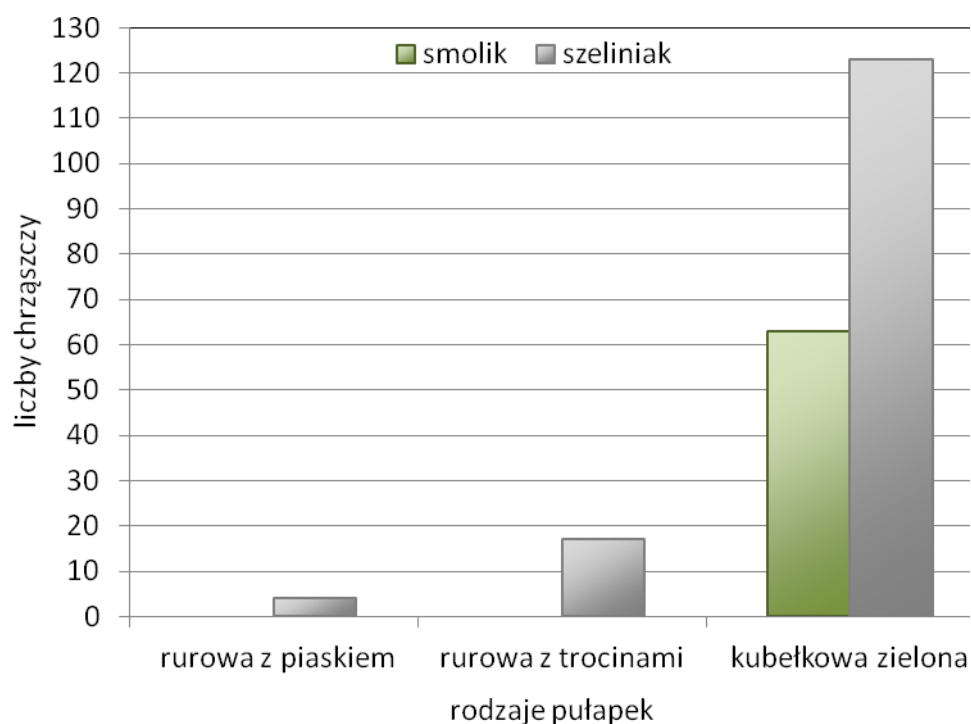
Rycina 10. Odłowu chrząszczy smolika znaczonego do różnego typu pułapek z α -pinenem, etanolem, grandisolem i grandisalem; wiosna 2012; Nadl. Mielec

Wykonane w końcu sierpnia 2012 w nadleśnictwach Mielec i Celestynów porównanie odłowów smolika do pułapek rurowych i kubelkowych wykazało na obu powierzchniach najwięcej chrząszczy w pułapkach kubelkowych (ryc. 11 i 12). W Nadl. Mielec znaleziono również pojedyncze chrząszcze w pułapkach rurowych pokrytych trocinami. Natomiast w Nadl. Celestynów, pułapki kubelkowe odłowiły jednocześnie najwięcej chrząszczy szeliniaka.

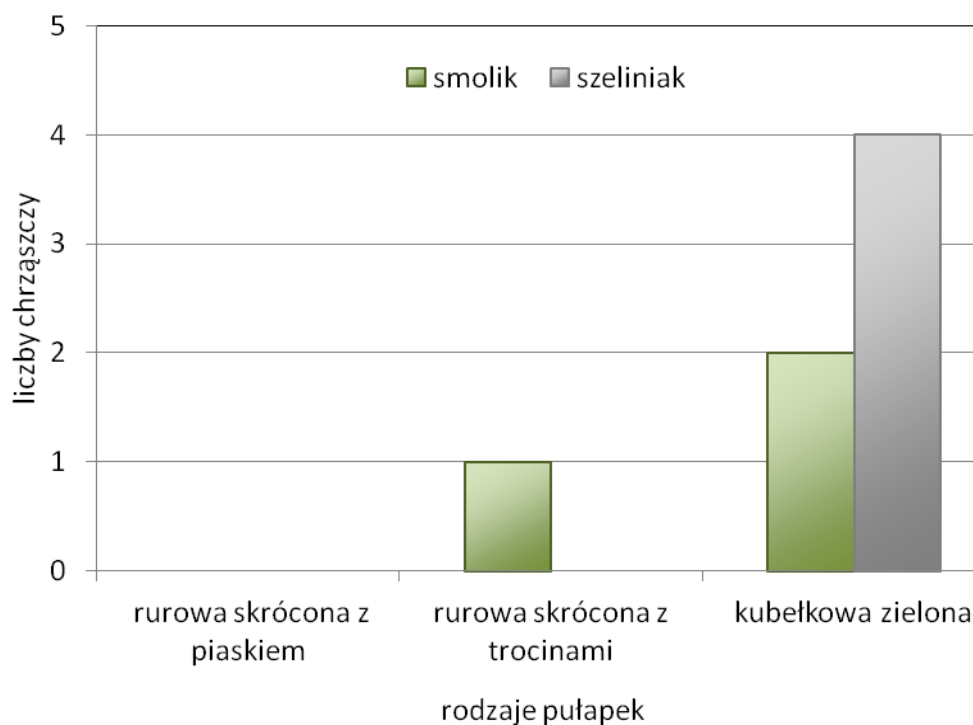
Również w **końcu sierpnia 2012** w Nadl. Celestynów porównano odłowu badanych owadów do skróconych pułapek rurowych i pułapek kubelkowych. W doświadczeniu tym zanotowano znacznie niższe odłowu chrząszczy do wszystkich rodzajów pułapek, prawdopodobnie wskutek mniejszej liczebności populacji smolika znaczonego na powierzchni doświadczałnej. Jednak najwięcej chrząszczy smolika oraz szeliniaka sosnowca stwierdzono ponownie w pułapkach kubelkowych (ryc. 13).



Rycina 11. Odłow smolika znaczonego do pułapek rurowych i kubelkowych z α -pinenem, etanolem, grandisolem i grandisalem; Nadl. Mielec; lato 2012

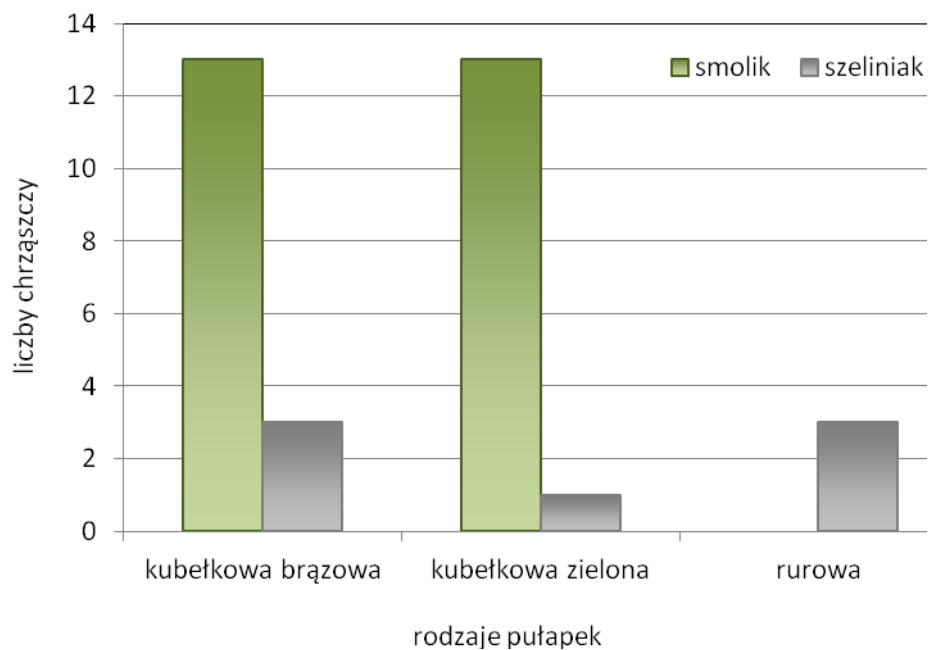


Rycina 12. Odłow smolika znaczonego do pułapek rurowych i kubelkowych z α -pinenem, etanolem, grandisolem i grandisalem; Nadl. Celestynów; lato 2012

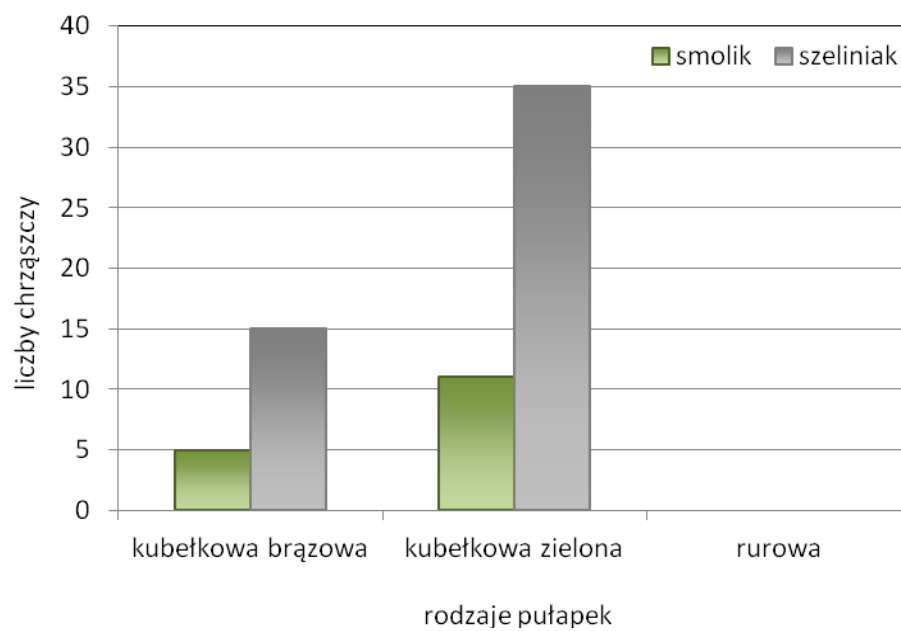


Rycina 13. Odłowby chrząszczy smolika znaczonego do skróconych pułapek rurowych i pułapek kubłkowych zawierających α -pinen, etanol, grandisol i grandisal; Nadl. Celestynów; lato 2012

Wykonane w końcu maja 2013 r. w nadleśnictwach Mielec i Celestynów porównanie odłowów smolika do pułapek rurowych i kubłkowych wykazało na obu powierzchniach najwięcej chrząszczy w pułapkach kubłkowych zielonych (ryc. 14 i 15). Mniej licznie odławiały się chrząszcze smolika do pułapek kubłkowych brązowych. Do obu typów pułapek kubłkowych odłowily się również chrząszcze szeliniaka sosnowca. Nie stwierdzono owadów w pułapkach rurowych.



Rycina 14. Odłowy chrząszczy smolika znaczonego do pułapek rurowych i kubatkowych z dyspenserem Smolik Mega, wiosna 2013, Nadl. Mielec,



Rycina 15. Odłowy chrząszczy smolika znaczonego do pułapek rurowych i kubatkowych z dyspenserem Smolik Mega, wiosna 2013, Nadl. Celestynów

4.4. Redukcja liczebności smolika znaczonego przy użyciu insektycydów

4.4.1. Ocena aktywności owadobójczej grzyba *Beauveria bassiana*

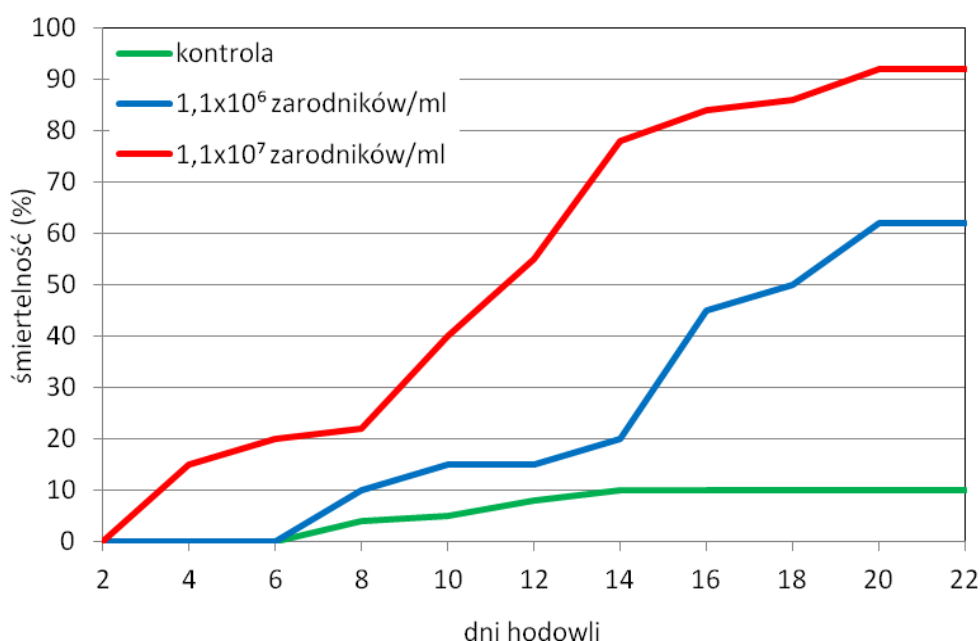
Badania laboratoryjne

W ciągu 3 tygodni hodowli chrząszczy smolika na gałązkach traktowanych zawiesiną grzyba *B. bassiana* obserwowano systematyczny wzrost ich śmiertelności (ryc. 16).

Po pierwszym tygodniu hodowli śmiertelność chrząszczy żerujących na gałązkach traktowanych grzybem w koncentracji $1,1 \times 10^6$ zarodników/ml wzrosła do około 10%, a w drugim do 20%. Najwyższy wzrost zanotowano w 3 tygodniu hodowli, kiedy śmiertelność chrząszczy infekowanych grzybem w ww. koncentracji zwiększyła się do 60%.

W przypadku chrząszczy żerujących na odcinkach gałęzi infekowanych grzybem *B. bassiana* w stężeniu $1,1 \times 10^7$ zarodników/ml, śmiertelność po pierwszym tygodniu hodowli wzrosła do około 20%. Najwięcej chrząszczy zmarło w drugim tygodniu doświadczenia – do blisko 80%. Po 3 tygodniach hodowli śmiertelność owadów w tym wariancie doświadczenia wyniosła 92%.

W wariancie kontrolnym zamieranie chrząszczy obserwowano wyłącznie w drugim tygodniu hodowli, kiedy śmiertelność zwiększyła się do 8%. Przez kolejne dni obserwacji, aż do zakończenia doświadczenia, śmiertelność smolika w wariancie kontrolnym utrzymywała się na poziomie 8%.



Rycina 16. Śmiertelność smolika znaczonego żerującego na odcinkach gałęzi traktowanych grzybem *B. bassiana*

Badania terenowe

Wykonana w **październiku 2011 r.** ocena skuteczności zabiegu opryskiwania drzewek sosnowych zawiesiną szczepu WG grzyba *B. bassiana* wykazała, że w grupie drzew opryskanych patogenem zamarło 8% drzew. We wszystkich martwych drzewkach zaobserwowano obecność licznych żerowisk szkodnika zakończonych kolebkami poczwarkowymi z otworami wylotowymi chrząszczy. W nielicznych kolebkach (około 5%) znajdowały się martwe larwy porażone przez parazytoidy, natomiast w pozostałych żywe poczwarki, a także żywe i martwe (około 15%) chrząszcze smolika. Przyczyną śmierci chrząszczy była infekcja grzybem *B. bassiana*.

W wariancie kontrolnym zamarło również 8% drzewek, które zasiedlone były przez szkodnika. W kolebkach poczwarkowych znaleziono żywe larwy i chrząszcze smolika, natomiast nie stwierdzono stadium poczwarki.

Ocena skuteczności **zabiegu wykonanego w 2012 r.**, wykazała brak symptomów zasiedlenia przez szkodnika drzewek traktowanych szczepem WG oraz preparatem Boveril. W kontroli doświadczenia (nietraktowanej) zamarło 10% drzewek. Przyczyną śmierci 6% drzewek był smolik znaczony. We wszystkich sadzonkach zaobserwowano obecność licznych żerowisk szkodnika zakończonych kolebkami zasiedlonymi przez poczwarki oraz chrząszcze smolika znaczonego. Zaobserwowano także liczne otwory wylotowe chrząszczy w kolebkach poczwarkowych. Przyczyną śmierci pozostałych 4% drzewek była opieńka.

4.4.2. Skuteczność działania alfacypermetryny – zabiegi terenowe

Ocena skuteczności **zabiegu owijania siatką Storanet® dolnych części strzałek** łącznie 400 drzewek wykazała brak symptomów ich zasiedlenia przez smolika. W grupie tej, drzewka były osłabione przez osutkę i głównie szeliniaka sosnowca, natomiast nie stwierdzono obecności smolika. Natomiast sadzonki kontrolne były zasiedlone przez szkodnika; najwięcej w Nadl. Mielec: do 40% (tab. 12).

Tabela 12. Zasiedlenie przez smolika znaczonego drzewek owijanych siatką Storanet®

Lokalizacja powierzchni	% drzewek zasiedlonych	
	owinięte	nieowinięte
Zwierzyniec	0	18
Mielec (oddz. 199a)	0	27
Mielec (oddz. 124p)	0	40
Celestynów	0	8

Wykonana w 2013 r. Nadl. Celestynów ocena zabiegu opryskiwania drzewek preparatem Fastac Las 15 SC wykazała zasiedlenie przez smolika 3% drzewek traktowanych insektycydem i 13% drzewek nietraktowanych – kontrolnych.

5. PODSUMOWANIE

Udział smolika znaczonego w procesie zamierania upraw i młodników

Obserwacje stanu zdrowotnego upraw i młodników sosnowych wykazały, że smolik znaczony występował na powierzchniach osłabionych przez czynniki biotyczne i abiotyczne. Smolik atakował 3-9-letnie uprawy, przy czym nasilenie jego występowania było zróżnicowane: od 6 do 99% zasiedlonych drzew. Z wyjątkiem pojedynczych okazów, wszystkie drzewka zasiedlone przez smolika zamarły.

Czynnikiem biotycznym występującym w największym nasileniu w uprawach i powodującym ich osłabienie były choroby grzybowe, w tym osutka, która poraziła od 62 do 100% drzewek oraz patogeny korzeni (zwłaszcza opieńki) infekujące do 90% sosen (tab. 1). Drugim czynnikiem biotycznym przyczyniającym się do osłabienia kondycji zdrowotnej upraw była zwierzyna, która uszkodziła od 30 do około 80% drzewek. W znacznie mniejszym stopniu, uprawy były uszkodzone przez inne gatunki owadów, w tym: szeliniaka sosnowca, choinka szarego, osnuję sadzonkową, zwójki i mszyce. Pomimo, że ślady żerowania wymienionych owadów spotykano na 11-83% drzewek, nie były one znaczące i najprawdopodobniej przyczyniły się do osłabienia drzewek tylko w niewielkim stopniu.

Nie wszystkie drzewka osłabione działaniem czynników biotycznych były zasiedlone przez smolika. Natomiast na większości drzewek, na których szkodnik występował, stwierdzono również obecność innych czynników biotycznych, głównie grzybów korzeniowych. W tych przypadkach smolik znaczony zachowywał się jak szkodnik wtórny zasiedlający wyłącznie drzewka osłabione przez inne czynniki. Jednakże na jednej z upraw stwierdzono około 20% drzewek zasiedlonych wyłącznie przez smolika, co oznacza, że w przypadkach wysokiej liczebności populacji, może zachowywać się jak szkodnik pierwotny zabijający drzewka (tab. 3). Potwierdzenie tej tezy wymaga jednak dalszych badań.

Analizy statystyczne wyników współwystępowania smolika znaczonego i innych czynników biotycznych w 11 analizowanych uprawach nie wykazały związku między frekwencją występowania smolika znaczonego i innych gatunków owadów (tab. 4 i 6). Natomiast w 3 uprawach wykazano statystyczną zależność między frekwencją pojawiania się smolika a występowaniem uszkodzeń od zwierzyny, a w 2 uprawach zależność od występowania grzybów korzeniowych.

Porównanie stopnia zasiedlenia przez smolika drzewek z zakrytym i odkrytym systemem korzeniowym wykazało 2-krotnie więcej zaatakowanych przez szkodnika (również przez szeliniaka sosnowca) sadzonek pochodzących ze szkółek kontenerowych. Drzewka te miały korzenie skupione w grudce torfu, z którą zostały posadzone, co mogło być przyczyną ich osłabienia, a przez to zwiększonej podatności na atak smolika znaczonego.

Na rozmiar szkód powodowanych przez smolika miał wpływ sposób przygotowania gleby. Najmniej zasiedlonych drzewek (1%) stwierdzono na powierzchni przygotowanej pługiem LPz-75, około 7% na powierzchni przygotowanej frezem leśnym, a najczęściej (14%) na powierzchni, na której zastosowano naorywacz wałków. Przyczyną zwiększonej intensywności zasiedlenia przez smolika drzewek rosnących na wałkach może być brak wody osłabiający kondycję sadzonek. Natomiast najlepsze warunki do wzrostu drzewek stwarza powierzchnia przygotowana pługiem LPz-75. Może to wynikać z mniejszego zachwaszczenia, w porównaniu z powierzchnią przygotowaną frezem.

Rozwój smolika znaczonego

W przypadku ciepłej wiosny, chrząszcze smolika znaczonego pojawiają się w uprawach w pierwszej połowie kwietnia i odbywają żer uzupełniający na szczytowych pędach sosen (ryc. 2,3,4). Po kopulacji, od drugiej połowy kwietnia do połowy maja samice składają jaja najczęściej na 3-5 letnich sosnach. Najwięcej jaj składanych jest w okolicy szyi korzeniowej i na strzałce do 2 okółka. Na przełomie kwietnia i maja pojawiają się larwy. Prawdopodobnie rozwój stadiów L1-L2 trwa do 2 tygodni, natomiast larw L3-L4 do 4 tygodni. Larwy drążą chodniki zakończone kolebkami poczwarkowymi. Od końca maja do początku lipca w drzewkach znajdują się głównie poczwarki smolika, ich rozwój trwa około 2 tygodni. Po tym czasie następuje przepoczwarczenie i chrząszcze w kolebkach spotyka się od końca czerwca do pierwszych dni sierpnia. Następnie chrząszcze wygryzają otwory, przez które opuszczają kolebki.

Chrząszcze II generacji odbywają żer dojrzewający na drzewkach, potem samice składają jaja na przełomie lipca i sierpnia. Pierwsze larwy spotyka się już od drugiej połowy sierpnia. Część larw przechodzi w stadium poczwarki, niektóre z nich kolejno w stadium chrząszcza. W takich przypadkach smolik zimuje głównie w stadium poczwarki lub chrząszcza.

W czasie chłodnej wiosny rozwój I i w konsekwencji II generacji smolika ulega wydłużeniu. Dotyczy to zwłaszcza rozwoju larw, które wtedy spotyka się w drzewkach przez cały sezon wegetacyjny. W takich przypadkach szkodnik zimuje głównie w stadium larwy, rzadziej poczwarki lub chrząszcza.

Na podstawie 3-letnich obserwacji rozwoju smolika w różnych regionach kraju i odmiennych warunkach pogodowych można wnioskować, że najdogodniejszym terminem do przeprowadzenia zabiegów ochronnych w postaci opryskiwania drzewek preparatami chemicznymi jest pierwsza połowa kwietnia, czyli okres żerowania chrząszczy przed złożeniem jaj przez samice. Po tym czasie następuje wyląg larw żerujących pod korą, których zwalczanie jest praktycznie niemożliwe.

Najważniejszymi wrogami naturalnymi smolika, przede wszystkim w stadium larwy i poczwarki, są parazytoidy z rodziny Chalcididae i Braconidae porażające do 15% osobników.

Redukcja liczebności smolika znaczonego przy użyciu pułapek z atraktantami

W ramach badań związanych z poszukiwaniem atraktantów smolika znaczonego podjęto współpracę z ZD Chemipan, w wyniku której opracowano dyspensery zawierające atraktanty pokarmowe imitujące związki wydzielane przez sosnę (α -pinen i etanol) oraz feromony agregacyjne smolika znaczonego: grandisol i grandisal.

Olfaktometryczne badania wykazały, że najwięcej chrząszczy nieżerujących (pozyskiwanych do obserwacji bezpośrednio po wylęgu z kolebek) zostało zanęconych przez feromon agregacyjny, tj. mieszaninę grandisolu i grandisalu (tab. 11). Natomiast w grupie chrząszczy żerujących po wylęgu, połowa została zanęcona przez zapach świeżych gałązek sosnowych. Uzyskane wyniki wskazały na konieczność stosowania w pułapkach dyspensera 4-składnikowego zawierającego α -pinen, etanol, grandisol i grandisal.

W badaniach terenowych przebadano łącznie 10 typów pułapek do odłowu chrząszczy smolika znaczonego (fot. 3-7). W pierwszych obserwacjach użyto pułapek IBL-4 zawierających świeże gałązki sosnowe, Hylodor lub terpentynę. Na podstawie wyników wykazano, że jedynym atraktantem dla szkodnika były związki wydzielane przez świeże gałązki sosnowe. W kolejnych latach testowano różnego typu pułapki krzyżakowe, rurowe i kubelkowe, wszystkie zawierające łącznie α -pinen, etanol, grandisol i grandisal. Najniższą efektywnością charakteryzowały się pułapki krzyżakowe białe i rurowe, najwyższą kubelkowe zielone odławiające do kilkudziesięciu chrząszczy smolika (ryc. 27-32). Do wszystkich ww. pułapek odławiały się także z różną intensywnością chrząszcze szeliniaka sosnowca.

W 3. roku badań rozpoczęto prace nad opracowaniem nowego dyspensera do odłowu smolika znaczonego o nazwie Smolik Mega – badania wymagają kontynuacji.

Próby redukcji liczebności smolika znaczonego przy użyciu preparatów biologicznych i chemicznych

W warunkach laboratoryjnych stwierdzono wysoką aktywność owadobójczą grzyba *Beauveria bassiana* wobec chrząszczy smolika znaczonego. Patogen zastosowany w koncentracji $1,1 \times 10^7$ zarodników/ml spowodował infekcję i śmierć ponad 90% badanych chrząszczy. Terenowe zabiegi opryskiwania drzewek 2 formulacjami grzyba *B. bassiana* (szczepem WG w koncentracji 1×10^7 zarodników/ml i preparatem Boveril zawierającym 5×10^8 zarodników/ml) nie spowodowały redukcji uszkodzeń sadzonek przez smolika znaczonego.

Wykonane wczesną wiosną zabezpieczanie siatką z insektycydem (alfacypermetryna) strzałek od szyi korzeniowej do 1. okółka ochroniło drzewka w 100% przed smolikiem znaczoną. Wykonane w tym samym czasie zabiegi opryskiwania drzewek preparatem Fastac Las 15 SC w koncentracji 4% spowodowały 4-krotną redukcję ich zasiedlenia przez smolika.

6. WNIOSKI

1. Smolik znaczony występuje w uprawach i młodnikach sosnowych osłabionych przez grzyby patogeniczne, zwierzynę, inne gatunki owadów lub nieprawidłowo wykształcony system korzeniowy drzewek.
2. Nie wszystkie osłabione drzewka są zasiedlane przez smolika, natomiast te zaatakowane zamierają w ciągu sezonu wegetacyjnego.
3. Czynnikiem w największym stopniu predysponującym uprawy do zasiedlenia przez smolika są uszkodzenia drzewek powodowane przez zwierzynę i grzyby patogeniczne. Uszkodzenia powodowane przez inne gatunki owadów, w tym przez: szeliniaka sosnowca, choinka szarego, rytownika dwuzębego, osnuję sadzonkową, zwójki i mszyce nie mają statystycznie istotnego wpływu na zasiedlenie drzewek przez smolika znaczonego.
4. Przygotowanie gleby pod uprawę pługiem LPz75 zapewnia najkorzystniejsze warunki do rozwoju drzewek, co zwiększa ich odporność na zasiedlenie przez smolika znaczonego.
5. Rozwój I (wiosennej) generacji smolika trwa 2-3 miesiące. Rozwój II (letniej) generacji może również trwać około 3 miesięcy lub wydłużyć się do wiosny następnego roku ze względu na zimową diapauzę. W niekorzystnych warunkach pogodowych rozwój obu generacji smolika może ulec znacznemu wydłużeniu.
6. W warunkach naturalnych na liczebność smolika mają wpływ parazytoidy z rodziny Chalcididae i Braconidae oraz entomopatogeniczne grzyby.
7. W Z.D. Chemipan opracowano dyspensery zawierające atraktanty pokarmowe (α -pinen i etanol) oraz feromony agregacyjne smolika znaczonego: grandisol i grandisal. Najwięcej chrząszczy smolika odławiało się do pułapek zawierających jednocześnie wszystkie badane związki: α -pinen, etanol, grandisol i grandisal.
8. Spośród przebadanych pułapek (IBL-4, krzyżakowych zielonych i białych, rurowych długich i krótkich, kubelkowych zielonych i brązowych), największą efektywnością odłowów chrząszczy smolika znaczonego charakteryzowały się pułapki kubelkowe zielone.
9. Pierwsza połowa kwietnia jest najkorzystniejszym terminem do wykonania zabiegów ochrony upraw i młodników przed smolikiem znaczoną z użyciem insektycydów.
10. Zabezpieczanie siatką z insektycydem strzałek od szyi korzeniowej do 1. okółka chroni drzewka przed smolikiem znaczoną.
11. Wykonane wczesną wiosną zabiegi opryskiwania dolnych okółków drzewek preparatem Fastac Las 15 SC w koncentracji 4% spowodowały redukcję zasiedlenia przez smolika.

7. UWAGI KOŃCOWE

Krótki czas realizacji tematu (lata 2011-2013) pozwolił na wykonanie wstępnych badań z użyciem pułapek feromonowych i stosowaniem insektycydów w ochronie upraw przed smolikiem. Nie umożliwił natomiast optymalizacji badanych metod, w tym:

- określenia terminu wyłożenia pułapek lub aplikacji insektycydu,
- liczby pułapek/ha, a w przypadku insektycydów - ich koncentracji oraz dawki/ha,
- wykonania badań rejestracyjnych preparatów do ochrony upraw przed smolikiem.

Stąd istnieje konieczność kontynuacji badań ukierunkowanych na racjonalizację metod ochronnych z użyciem pułapek feromonowych i środków ochrony roślin, w tym wykonanie badań rejestracyjnych umożliwiających wdrożenie nowych preparatów do praktyki ochrony upraw przed smolikiem znaczoną.

Autorzy tematu serdecznie dziękują za współpracę ZOL-om w Krakowie, Radomiu i Warszawie oraz nadleśnictwom zaangażowanym w badania. Szczególne podziękowania kierujemy również do pracowników ZD Chemipan, a zwłaszcza do mgr. Marka Cieślaka oraz dr. hab. Jerzego Raczko.

Autorami zdjęć zamieszczonych w dokumentacji są:

Bystrowski Cezary, IBL
Janiszewski Wojciech, IBL
Kuźmiński Robert, UP w Poznaniu
Łakomy Piotr, UP w Poznaniu
Skrzecz Iwona, IBL
Wolski Robert, IBL

Uzyskane wyniki zostały przedstawione w formie referatów:

Wolski R., Skrzecz I., Sowińska A., Tarwacki G., Janiszewski W., Bystrowski C. 2011. Smolik znaczony i jego tajemnice – próba określenia słabych stron szkodnika. Konferencja Komisji Ochrony Zasobów Leśnych PTL i Instytutu Badawczego Leśnictwa „Aktualne problemy ochrony lasu”. 24-27.10.2011, Jurata.

Wolski R., Sowińska A., Skrzecz I., Janiszewski W., Lipiński S., Bystrowski C. 2012. Smolik znaczony kontra nauka – raport z pola bitwy. Konferencja Komisji Ochrony Zasobów Leśnych PTL, RDLP w Zielonej Górze i Instytutu Badawczego Leśnictwa „Aktualne problemy ochrony lasu”. 15-18.10.2012, Łagów.

Skrzecz I., Sowińska A., Wolski R., Janiszewski W. 2013. Czy wszystko wiemy o smoliku znaczoną – podsumowanie i perspektywy dalszych badań. Konferencja Komisji Ochrony Zasobów Leśnych PTL, RDLP w Zielonej Górze i Instytutu Badawczego Leśnictwa „Aktualne problemy ochrony lasu”. 7-10.10.2013, Spała.

oraz stały się podstawą:

- pracy magisterskiej Aleksandry Kołakowskiej pt.: Rola grzyba *Beauveria bassiana* w ograniczaniu liczebności smolika znaczonego *Pissodes castaneus* w uprawach leśnych. SGGW, 2013.
- pracy magisterskiej Aleksandry Charzyńskiej pt.: Ograniczanie liczebności smolika znaczonego *Pissodes castaneus* (De Geer.) w uprawach leśnych przy użyciu chemicznych środków ochrony. SGGW. 2013.

- wszczęcia przewodu doktorskiego mgr. inż. Roberta Wolskiego pt.: Wpływ czynników biotycznych na rozwój i liczebność populacji smolika znaczonego (*Pissodes castaneus* De Geer) w uprawach leśnych. IBL, 2013.

8. LITERATURA WYKORZYSTANA W TRAKCIE REALIZACJI TEMATU

Alauzet C. 1990. Population Dynamics of the pine pest *Pissodes notatus* F. (Col.: Curculionidae). Entomophaga, 35, 36-42.

Bichão H., Borg-Karlson A.K., Araújo J. 2003. identification of plant odours activating receptor neuronem in the weevil *Pissodes notatus* F. (Coleoptera: Curculionidae). Journal Comprehensive Physiology A, 189, 203-212.

Brodziak Ł. 2011. Zagrożenie upraw i młodników sosnowych przez smolika znaczonego na obszarze RDLP w Lublinie i Radomiu. Postępy Techniki w Leśnictwie, 116, 46-51.

Głowacka B. 2012. Środki ochrony roślin oraz produkty do rozkładu pni drzew leśnych zalecane do stosowania w leśnictwie w roku 2013, Instytut Badawczy Leśnictwa Analizy i Raporty Nr 19.

Idee E.T., Filgo W.R., Penteadó S.R., Zaleski S.M. 2010. *Pissodes castaneus* (De Geer, 1775) (Coleoptera: Curculionidae), the bark pine weevil: a pest or a biological indicator? USDA Research Forum on Invasive Species, 95.

Kamiński K. 2009. Smolik zjada sosny. Echa Leśne, 10, 10-11.

Kapuściński S. 1950. Smoliki. PWRiL, Warszawa.

Kenis M. i in. 1996. Comparative developmental biology of populations of three European and one North American *Eubazus* spp. (Hymenoptera: Braconidae), parasitoids of *Pissodes* spp. weevils (Coleoptera: Curculionidae) Bulletin of Entomological Research, 86, 78-83.

Kozikowski A. 1922. Smoliki i korniki. Książnica Polska Towarzystwa Nauczycieli Szkół Wyższych, Lwów-Warszawa.

Król A. 2011. Smolik znaczony – groźny szkodnik upraw sosnowych. Las Polski, 18, 12-13.

Langor D.W., Williams D.J.M. 1998. Life cycle and mortality of *Pissodes terminalis* (Coleoptera: Curculionidae) in Lodgepole pine. Canadian Entomologist, 130 (4), 387-397.

Marques F.A., Zaleski S.M., Iazzari S.M.N., Frensch G., Senhorini G.A., Maia B.H.L.N.S., Tröger A., Francke W., Idee E.T., Mori K. 2011. Identification of (1R, 2S)-grandisal and (1R, 2S)-grandisol in *Pissodes castaneus* male-produced volatiles: evidence of a sex pheromone. Journal of Brazilian Chemical Society, 22 (6), 1050-1055.

Mokrzycki T. 2008. Rozpoznajemy smoliki. Las Polski, 8, 22-23.

Panzavolta T. Instar determination for *Pissodes castaneus* (Coleoptera: Curculionidae) using head capsule widths and lengths. Environmental Entomology, 36 (5), 1054-1058.

Panzavolta T., Tiberi R., 2010. Observations on the life cycle of *Pissodes castaneus* in central Italy. Bulletin of Insectology, 63 (1), 45-50.

Pissodes weevils. 1952. Forestry Commission leaflet, no. 29.

Phillips T.W i in. 1984. Aggregation pheromone of the deodar weevil, *Pissodes nemorensis* (Coleoptera: Curculionidae): isolation and activity of grandisol and grandisal. Journal of Chemical Ecology, 10 (10), 1417-1423.

Rieske K.L., Raffa K.F. 1993. Use of ethanol-and terpentine-baited flight traps to monitor *Pissodes* weevils (Coleoptera: Curculionidae) in Christmas tree plantations. The Great Lakes Entomologist, 26 (2), 155-160.

Trudel i in. 2007. Potential of *Beauveria bassiana* (Hyphomycetes: Moniliales) for controlling the white pine weevil, *Pissodes strobi* (Col., Curculionidae). Journal of Applied Entomology, 131 (2), 90–9.