

DONIESIENIA, ANALIZY

**Masa oraz żywotność nasion jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.)
w zależności od regionu pochodzenia w Polsce***Marek Bodyl**Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Genetyki i Fizjologii Drzew Leśnych,
Sękocin Las, 05-090 Raszyn, e-mail: M.Bodyl@ibles.waw.pl**Wstęp*

Jodła pospolita (*Abies alba* Mill.) osiąga w Polsce północną granicę zasięgu, przebiegającą wzdłuż linii: Żary, następnie na południe od Kalisza, przez Łódź, Siedlce, Lublin, Zamość, dalej ku Karpatom Wschodnim i Południowym. Na terenie Polski występuje na wyżynach i w górach środkowej oraz południowej części kraju, obejmującej krainy: Śląską, Małopolską, Sudecką i Karpacką, przy czym w trzech pierwszych jej udział jest nieznaczny. Głównym ośrodkiem rozsiedlenia jodły w Polsce są Karpaty. Optymalne warunki znajduje na Pogórzu Karpackim, w Beskidzie Sądeckim i Niskim. Jest drzewem charakterystycznym dla piętra dolnoregłowego, występując na wysokości od około 500 do 1100 m n.p.m. (Jaworski 1995).

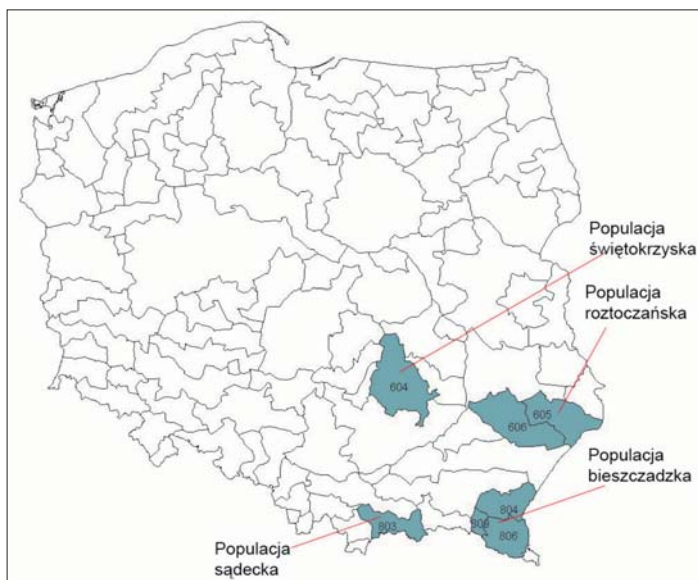
W celu zapobieżenia negatywnym skutkom niekontrolowanego przemieszczania różnych populacji drzew, na terenie Lasów Państwowych wprowadzono w 1994 r. regionalizację rozprzestrzeniania nasion i sadzonek. W ramach regionalizacji wyróżniono m. in. tzw. regiony mateczne, w których w celu stworzenia optymalnych warunków wykorzystania najcenniejszych baz nasiennej zostanie zahamowany dopływ nasion z zewnątrz, o znacznie gorszej jakości. Lokalizacja regionów matecznych pokrywa się zwykle ze zwartym obszarem występowania określonego gatunku.

W ramach regionalizacji nasiennej na terenie Polski wyodrębniono 7 matecznych

regionów nasiennych jodły pospolitej. Są to: regiony jodły bieszczadzkiej – nr 804, 806, 809, region jodły sądeckiej – nr 803, regiony jodły roztoczańskiej – nr 605, 606 oraz region jodły świętokrzyskiej – nr 604 (Załęski i inni, 2000b) (ryc. 1). Od roku 2004, zgodnie z nową regionalizacją, wyróżnia się 2 regiony jodły bieszczadzkiej – region 809 został przyłączony do regionu 806 (Rozp. Min. Środ. z dnia 9 marca 2004).

Zadawalający urodzaj jodły, wystarczający na pokrycie bieżącego zapotrzebowania na nasiona, występuje już przy obradzeniu 14–16% drzew. Przeciętny udział drzew owocujących wynosi 15%. Przerwy między latami zadawalającego obradzenia jodły w skali kraju są dość krótkie i wynoszą 1–3 lat. Obfity urodzaj występuje często, zazwyczaj co 2–5 lat (Załęski, Kantorowicz 1993).

Na terenie Polski funkcjonuje siedem terenowych Stacji Oceny Nasion (SON) podległych administracyjnie odpowiedniej Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych i oceniających próbki nasion w swoim regionie, oraz Laboratorium Oceny Nasion w Zakładzie Genetyki i Fizjologii Drzew Leśnych IBL oceniające próbki z terenu całej Polski. Zakład Genetyki i Fizjologii Drzew Leśnych na zlecenie Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych sprawuje merytoryczny nadzór nad wszystkimi Stacjami Oceny Nasion. Charakterystyka ocenianych zapasów nasion i wyniki oceny wprowadzane są do komputerowej bazy danych każdej stacji,



Ryc. 1. Regiony macieczne jodły pospolitej

według jednakowej metodyki opracowanej w IBL. Stacje terenowe przesyłają co kwartał sprawozdanie z oceny nasion do IBL, gdzie sporządza się zestawienia zbiorcze.

Wewnątrzgatunkowa zmienność genotypowa jodły pospolitej jest poznana w niewystarczającym stopniu. Dotychczasowe badania w tym zakresie były prowadzone w ramach całego zasięgu występowania tego gatunku w Europie, z udziałem pojedynczych populacji z Polski. W związku z tym, dane o zmienności tego gatunku w granicach zasięgu w Polsce były bardzo ogólnikowe. Dopiero ogólnopolskie doświadczenie proveniencyjne Jd PL 86/90, założone w 1990 roku, umożliwiło badanie zmienności oraz ocenę wartości genetyczno-hodowlanej różnych pochodzeń jodły pospolitej z naturalnego zasięgu jej występowania w Polsce (Skrzyszevska 1999). Dotychczasowe doświadczenia proveniencyjne wykazały m.in. zróżnicowanie masy nasion pochodzących z różnych populacji jodły (Laffers 1979). Masa nasion jodły wpływała istotnie na ich zdolność kiełkowania; istniały również określone zależności pomiędzy masą nasion a prawdopodobieństwem ich kiełkowania (Sabor 1984). W niniejszym opracowaniu porównano masę oraz żywotność

nasion jodły pospolitej, pochodzących z czterech populacji: świętokrzyskiej, roztoczańskiej, sądeckiej i bieszczadzkiej.

Metodyka badań

Do przeanalizowania masy oraz żywotności nasion jodły pospolitej najcenniejszych polskich pochodzeń autor wykorzystał wyniki oceny próbek nasion świeżo pozyskanych dla celów gospodarczych przez Lasy Państwowe w okresie 1995–2004. Na ocenę każdej próbki nasion składa się między innymi określenie masy 1000 nasion i procentowego udziału nasion zdolnych do skielkowania.

Próbki nasion jodły do oceny pobierane były przez pracowników nadleśnictw z jednorodnych partii wyjściowych materiału siewnego (pozyskanego w jednej bazie rozmnożeniowej i w tym samym czasie). Z badanej wyjściowej partii nasion pobierano losowo z różnych jej warstw i miejsc kilka lub kilkanaście próbek pierwotnych, a następnie z zsyпки próbek pierwotnych pobierano próbkę ogólną. Z próbki ogólnej nasion wydzielano próbkę średnią o masie minimalnej 50 g, która była wysyłana do właściwej Stacji Oceny Nasion. Próbka średnia reprezentowała nie więcej niż 100 kg

nasion partii wyjściowej. W Stacji Oceny Nasion z próbki średniej pracownicy laboratoryjni wyodrębniali próbkę ścisłą nie mniejszą niż 20 g. Nasiona z takich próbek użyto do analiz.

Określanie masy oraz żywotności nasion jodły przeprowadzano w stacjach terenowych zgodnie z zasadami oceny nasion obowiązującymi w Lasach Państwowych (Załęski A. i in. 2000a). Masę 1000 nasion (*M₁₀₀₀*) określano na podstawie średniej arytmetycznej z trzech powtórzeń masy 100 sztuk (lub masy czterech powtórzeń po 50 sztuk, pomnożonej przez 2) pobranych z frakcji nasion czystych, która została wydzielona po analizie czystości. Wilgotność ocenianych nasion wahała się w granicach 7~9%. Żywotność nasion określono metodą tetrazolinową lub indygokarminową (przy ocenie uproszczonej), bądź też metodą kiełkowania (przy ocenie kwalifikacyjnej). Ocena żywotności nasion jodły za pomocą metody kiełkowania była stosowana bardzo rzadko.

W najczęściej stosowanej metodzie tetrazolinowej wypreparowane nasiona traktowano jednoprocetowym wodnym roztworem chlorku (lub bromku) 2,3,5-trójfenylo-tetrazoliny, o kwasowości od 6,5 do 7,5 pH, zwanego potocznie tetrazoliną. Wodór pochodzący z oddychania żywych komórek łączy się z absorbowanym przez tkanki nasion bezbarwnym roztworem tetrazoliny, redukując go do czerwonego związku 2,3,5-trójfenyloformazanu. Powoduje on trwałe zabarwienie żywych tkanek na czerwono, natomiast tkanki martwe pozostają niezabarwione. Ocena żywotności nasion dokonywano na podstawie topografii zabarwienia tkanek zarodka.

Ocenę wykonywano na 3 powtórzeniach po 100 nasion (ewentualnie na 4 powtórzeniach po 50 nasion), reprezentujących jedną próbkę nasion. Dla każdego powtórzenia obliczono udział nasion żywych w stosunku do wszystkich nasion w powtórzeniu. Ostateczny wynik analizy dla całej próbki obliczono jako średnią arytmetyczną z 3 lub 4 powtórzeń.

W metodzie indygokarminowej wypreparowane zarodki traktowano wodnym roztworem sodowej soli kwasu indygodwusulfonowego o stężeniu 1:2000, którego pH utrzymywało się na poziomie ok. 5,5. Indygokarmin nie barwi tkanki żywej, która zachowuje swój naturalny kolor. Barwi natomiast na niebiesko, z różną intensywnością, tkankę martwą, zamierającą lub uszkodzoną mechanicznie. Podobnie jak w przypadku metody tetrazolinowej, ocenę żywotności nasion dokonywano na podstawie topografii zabarwienia tkanek zarodka, przy zachowaniu takich samych zasad pobierania próbek i kalkulacji wyniku.

Ocenę żywotności metodą kiełkowania stosowano bardzo rzadko, jedynie w przypadku konieczności wykonania oceny kwalifikacyjnej. Do próby kiełkowania pobierano 400 oczyszczonych nasion w 4 powtórzeniach po 100 sztuk w każdym. Kiełkowanie przeprowadzono na kiełkowniku Jacobsena, w temperaturze zmiennej 20°~30 °C, przy ośmiogodzinnym oświetleniu na dobę. Przed próbą kiełkowania nasiona poddawano 21-dniowej chłodnej stratyfikacji bez podłoża. Oceny żywotności dokonano po 28 dniach na podstawie udziału liczby nasion prawidłowo skiełkowanych w stosunku do wszystkich nasion wysianych w powtórzeniu. Ostateczny wynik (procent prawidłowo skiełkowanych nasion) dla próbki obliczono jako średnią arytmetyczną z 4 powtórzeń.

Próbki nasion zostały pogrupowane w IBL według regionu pochodzenia. Na tej podstawie wyodrębniono dane dotyczące nasion z regionów matecznych jodły: 604, 605, 606, 803, 804, 806 i 809. Próbki z regionów matecznych pogrupowano w zbiory reprezentujące cztery populacje jodły: bieszczadzką (804, 806, 809), sądecką (803), roztoczańską (605, 606) i świętokrzyską (604). Następnie porównano masę i żywotność nasion jodły pospolitej poszczególnych populacji z uwzględnieniem kolejnych lat zbioru w analizowanym okresie. W analizach nie uwzględniono roku 1996 ze względu na znikomą ilość próbek nasion

Tabela 1. Liczba próbek nasion w poszczególnych latach zbioru dla 7 regionów matecznych jodły pospolitej *Abies alba* Mill.

Rok zbioru nasion	Populacja świętokrzyska	Populacja roztoczańska		Populacja sądecka	Populacja bieszczadzka			Razem
	Regiony mateczne							
	604	605	606	803	804	806	809	
1995	27	7	21	24	31	20	5	135
1997	24	5	16	29	4	19	1	98
1998	16	3	4	20	6	12	1	62
1999	15	1	4	30	9	16	1	76
2000	28	8	10	26	1	6	3	82
2001	30	3	6	34	16	19	5	113
2002	8	4	9	15	2	10	0	48
2003	50	2	3	14	7	8	0	84
2004	10	4	6	12	5	3	2	42
Razem	208	116		204	212			740

jodły z tego roku. Za pomocą analizy wariancji w klasyfikacji pojedynczej, a następnie testu Tukeya, zbadano istotność różnic żywotności i ciężaru nasion jodły pospolitej, zarówno pomiędzy pochodzeniami, jak i w kolejnych latach zbioru. W pierwszym etapie analizy wariancji przeprowadzono test Levene'a, w celu sprawdzenia jednorodności wariancji. Wszystkie testy statystyczne wykonano przy poziomie istotności $p=0,05$. Wartości procentowych żywotności nie przekształcono za pomocą wzoru: $y = \arcsin \sqrt{\%}$, ponieważ nie skupiały się one ani na prawym, ani na lewym skrajnym przedziale [0, 100] (Kala R. 2002).

Wyniki i dyskusja

Liczba przebadanych przez Stacje Oceny Nasion próbek nasion jodły pospolitej, pochodzących z regionów 604, 605, 606, 803, 804, 806 i 809 była różna w poszczególnych latach i wahała się od 135 w roku 1995 do 42 w roku 2004. Ogółem we wszystkich stacjach terenowych oceniono 740 próbek z siedmiu regionów matecznych, w tym 208 próbek nasion jodły populacji świętokrzyskiej, 116 roztoczańskiej, 204 sądeckiej i 212 bieszczadzkiej (tab. 1). Według Antosiewicza (1970) średnia *Mtn* jodły w

Polsce wynosi 50,3 g. W prezentowanych analizach średnia wartość tego wskaźnika w latach 1995 – 2004 dla nasion pozyskanych w regionach matecznych jodły była wyższa i wyniosła 55,5 g. Również żywotność badanych nasion była wyższa od średniej krajowej wynoszącej 43,6% (Antosiewicz 1970), osiągając poziom 53,7% (tab. 2).

W latach 1995–2004 nasiona jodły pochodzące z różnych populacji charakteryzowały się odmienną *Mtn* oraz żywotnością

Tabela 2. Masa 1000 nasion oraz żywotność nasion jodły pospolitej *Abies alba* Mill. w różnych latach zbioru (1995 oraz 1997–2004)

Rok zbioru nasion	Masa 1000 nasion (g)	Żywotność nasion (%)
1995	51,5	58,3
1997	59,7	65,6
1998	56,4	52,1
1999	54,1	54,4
2000	54,7	45,5
2001	58,1	56,8
2002	60,9	41,8
2003	50,1	56,5
2004	54,4	51,9
Średnia	55,5	53,7

Tabela 3. Masa 1000 nasion oraz żywotność nasion jodły pospolitej *Abies alba* Mill. czterech badanych populacji

Populacje	Masa 1000 nasion (g)	Żywotność nasion (%)
roztoczańska	57,5	59,3
świętokrzyska	56,6	56,5
sądecka	54,5	53,6
bieszczadzka	53,3	52,7

(tab. 3). Test Levene'a wykazał, że nasiona jodły pochodzące z różnych grup regionów matecznych różniły się pomiędzy sobą istotnie pod względem obu analizowanych wskaźników. Za pomocą testu Tukeya uszeregowano rozpatrywane populacje w jednorodne grupy. Układ tych grup był jednakowy zarówno w przypadku *Mtn*, jak i żywotności (tab. 4). Potwierdziło to istnienie dodatniej korelacji między ciężarem tysiąca nasion a prawdopodobieństwem ich skielkowania (Sabor 1984).

Testem Tukeya wykazano istotne statystycznie różnice pomiędzy populacją bieszczadzką (wartości najniższe) a roztoczańską i świętokrzyską (wartości najwyższe), a także pomiędzy populacją sądecką i roztoczańską. Nie stwierdzono takich różnic pomiędzy populacją sądecką i świętokrzyską. Wyniki te są zbieżne z rezultatami ogólnopolskiego doświadczenia provenien-

cyjnego Jd PL 86/90 (Sabor 1999; Skrzyżewska 1999). W doświadczeniu tym dla głównych regionów występowania jodły w Polsce, na podstawie przeżywalności i przyrostu rocznego wysokości drzew w okresie juvenilnym, obliczono tzw. indeksy selekcyjne, które określają wartość genetyczno-hodowlaną badanych pochodzeń. Ze wszystkich pochodzeń najwyższą ocenę wartości genetyczno-hodowlanej uzyskała jodła z Roztocza i Wyżyny Biłgorajskiej. Natomiast jodła pochodząca z Bieszczadów i Gór Słonnych była oceniana negatywnie.

W obrębie naturalnego zasięgu jodły pospolitej w Europie *Mtn* rośnie klinalnie z zachodu na wschód w przybliżeniu ok. 2 g na 5° długości geograficznej wschodniej, a maleje z południa na północ mniej więcej o 1 g na 1° zmodyfikowanej (przez uwzględnienie wysokości n.p.m.) szerokości geograficznej północnej (Laffers 1979). Prawidłowość ta potwierdziła się w przypadku zależności pomiędzy populacją świętokrzyską a roztoczańską, gdyż *Mtn* populacji roztoczańskiej była o około 1 g większa od *Mtn* populacji świętokrzyskiej, przy średniej różnicy długości geograficznej między środkami porównywanych obszarów rzędu 2°. Natomiast w przypadku porównania *Mtn* jodły populacji sądeckiej i bieszczadzkiej zależność ta była odwrotna, podobnie jak w

Tabela 4. Wyniki analizy statystycznej masy 1000 nasion oraz żywotności nasion jodły pospolitej *Abies alba* Mill. zebranych z czterech badanych populacji

Przedmiot analizy	źródło zmienności	Badanie istotności różnic za pomocą testu Tukeya pomiędzy średnimi uszeregowanymi od najmniejszej do największej*
Masa 1000 nasion	populacje	IV III I II
	lata zbioru	03 95 99 04 00 98 01 97 02
Żywotność nasion	populacje	IV III I II
	lata zbioru	02 00 04 98 99 03 01 95 97

* odcinkami połączono wartości nie różniące się istotnie między sobą; I – populacja świętokrzyska, II – populacja roztoczańska, III – populacja sądecka, IV – populacja bieszczadzka

przypadku porównania populacji „północnych” i „południowych” (ryc. 1). Może to wynikać z faktu, że jodła pospolita z analizowanych pochodzeń należy do trzech różnych ras: populacja świętokrzyska i roztoczańska należą do jednej rasy – polskiej, natomiast populacja sądecka do rasy śląskiej, a populacja bieszczadzka do rasy wschodnio-karpackiej.

Według testu Levene’a różnice w *Mtn* oraz żywotności nasion w poszczególnych latach w rozpatrywanym okresie były statystycznie istotne. Za pomocą testu Tukeya wyznaczono jednorodną grupę lat zbioru, jednak odmienne dla analizowanych wskaźników (tab. 4). Korelacja pomiędzy *Mtn* a żywotnością nasion w kolejnych latach zbioru nie była już tak wyraźna jak w przypadku podobnego porównania pomiędzy regionami pochodzenia nasion. Nasiona z roku 1997 charakteryzowały się bardzo wysoką *Mtn* i osiągnęły najwyższą żywotność w całym analizowanym okresie (różniącą się istotnie od wszystkich innych lat). Jednak nasiona z roku 2002 odznaczające się najwyższą *Mtn* uzyskały najniższą żywotność w całym okresie. Sytuacja taka spowodowana była bardzo dużym udziałem nasion zakwalifikowanych do klasy „pustych i bez zarodka”. Tymczasem nasiona z lat 1995 i 2003 – mimo najmniejszej masy – wyróżniały się wysoką żywotnością.

Podsumowanie

Wyniki analiz danych dotyczących cech nasion jodły pospolitej, zebranych z siedmiu regionów matecznych w latach 1995–2004,

wskazują na istotne różnice masy tysiąca nasion i żywotności pomiędzy populacjami występującymi na terenie Polski w granicach naturalnego zasięgu tego gatunku. Najwyższymi wartościami analizowanych cech charakteryzowały się nasiona pochodzące z populacji roztoczańskiej (regiony mateczne 605 i 606). Najniższą *Mtn* i żywotnością odznaczały się nasiona z Gór Słonnych i Bieszczadów (regiony mateczne 804, 806 i 809), czyli z populacji bieszczadzkiej. Jakość nasion jodły pochodzących z populacji świętokrzyskiej (region mateczny 604) i sądeckiej (region mateczny 803) utrzymywała się na średnim poziomie.

Średnia masa i żywotność nasion jodły pochodzących z regionów matecznych była znacznie wyższa od średniej dla całego obszaru występowania tego gatunku w Polsce (masa 1000 nasion wyższa o ok. 5 g, żywotność o ok. 10%). Przeprowadzone analizy potwierdzają bardzo dobrą kondycję tych drzewostanów. Analiza zależności pomiędzy *Mtn* a żywotnością nasion potwierdziła istnienie dodatniej korelacji między powyższymi cechami.

System długookresowych periodycznych badań jakości nasion drzew leśnych przez Stację Oceny Nasion dostarcza wielu informacji o zmianach jakości nasion w czasie oraz jej przestrzennego zróżnicowania. Na przykładzie jodły pospolitej pokazano, że szersza analiza tych danych dostarcza informacji, które mogą być wykorzystywane przez jednostki administracyjne Lasów Państwowych przy podejmowaniu decyzji hodowlanych i gospodarczych.

Literatura

- Antosiewicz Z. 1970: Nasiennictwo. Poradnik leśnika. SITLiD, PWRiL, Warszawa.
- Jaworski A. 1995: Charakterystyka hodowlana drzew leśnych. Gutenberg, Kraków: 52.
- Kala R. 2002: Statystyka dla przyrodników. Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, Poznań: 158.
- Laffers A. 1979: Zhodnotenie hmotnosti semen našich a cudzich proveniencii jedle na modyfikovanej zemepisnej širke, na zemepisnej dižke na jednotlivých pohoriach Európy. Lesnícky Časopis, 2: 111-125.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 marca 2004 r. w sprawie wykazu, obszarów i mapy regionów pochodzenia leśnego materiału podstawowego (Dz. U. nr 67, poz. 621).

- Sabor J. 1984: Zależność między ciężarem a zdolnością kiełkowania nasion jodły pospolitej. Sylwan, 4: 59-69.
- Sabor J. 1999: Wartość genetyczna jodły karpackiej. Zesz. Nauk. AR Krak., 61: 29-41.
- Skrzyszevska K. 1999: Wartość genetyczno-hodowlana jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) reprezentowanej w Ogólnopolskim Doświadczeniu Proweniencyjnym Jd PL 86/90. Zesz. Nauk. AR Krak., 61: 43-66.
- Załęski A., Kantorowicz W. 1993: Obradzanie najważniejszych gatunków drzew leśnych w latach 1957–1991. Not. Nauk. Inst. Bad. Leś., 2 (21): 1-7.
- Załęski A., Aniśko E., Kantorowicz W., Sobczak H. 2000a: Zasady i metodyka oceny nasion w Lasach Państwowych. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa: 18-130.
- Załęski A., Matras J., Sabor J., Zajączkowska B. 2000b: Leśna regionalizacja dla nasion i sadzonek w Polsce. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa: 5, 41-43.

Działanie insektycydu botanicznego azadyrachtyny na chrząszcze szeliniaka sosnowca (*Hylobius abietis* L.)

Henryk Malinowski

*Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Ochrony Lasu, Sękocin Las, 05-090 Raszyn,
e-mail: H.Malinowski@ibles.waw.pl*

Wstęp

Szeliniak sosnowiec (*Hylobius abietis* L.) należy do najgroźniejszych szkodników upraw drzew iglastych, zwłaszcza sosny, powodujących duże straty gospodarcze. Do zabezpieczania upraw przed tym szkodnikiem stosuje się obecnie głównie syntetyczne insektycydy chemiczne, które mogą negatywnie wpływać na środowisko, m.in. powodując wykształcenie odpornych populacji owadów. Poszukuje się więc bezpiecznych dla środowiska metod zabezpieczenia upraw przed tym szkodnikiem. Jedną z takich metod jest stosowanie środków pochodzenia naturalnego, tzw. insektycydów botanicznych (wytwarzanych przez rośliny), do których należy azadyrachtyna, triterpenoid będący wtórnym metabolitem rośliny drzewiastej, miodły indyjskiej (*Azadirachta indica* A. Juss).

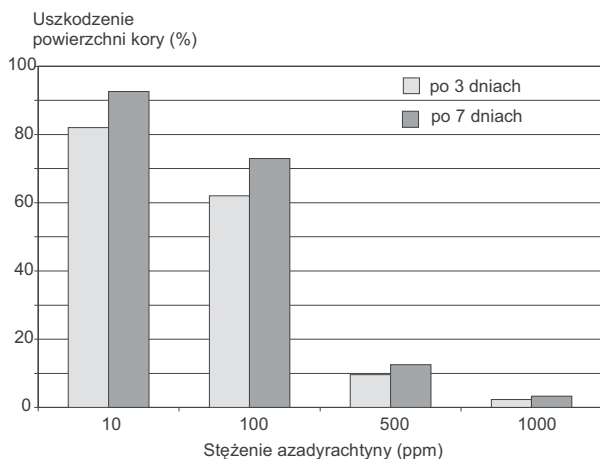
Azadyrachtyna odznacza się specyficznym mechanizmem działania na owady: w wyższych dawkach działa jako repelent i antyfidant oraz deterent składania jaj, w niż-

szych – jako regulator wzrostu oraz rozwoju i ma działanie sterylizujące. Efekt antyfidantny jest zróżnicowany w zależności od gatunku owada, natomiast jej działanie jako regulatora wzrostu i rozwoju oraz sterylizujące jest zbliżone dla różnych gatunków [Mordue (Luntz), Blackwell 1993]. Azadyrachtyna charakteryzuje się przy tym małą toksycznością dla zwierząt stałocieplnych i małą trwałością w środowisku [Koul i in. 1990; Mordue (Luntz) 1997] oraz wykazuje małą toksyczność dla organizmów nie będących celem zabiegów ochronnych, włączając wrogów naturalnych szkodników [Hoelmer i in. 1990; Stark 1992; McCloskey i in. 1993].

Celem badań było określenie antyfidantnego i deterencyjnego działania azadyrachtyny na chrząszcze szeliniaka sosnowca.

Material i metodyka badań

Materiał biologiczny stanowiły chrząszcze szeliniaka sosnowca (*Hylobius abietis* L.) (samce + samice) pozyskane do badań z



Ryc. 1. Antyfidantne działanie azadyrachtyny po trzech i siedmiu dniach żerowania szeliniaka sosnowca

terenu Nadleśnictwa Wyszków. W badaniach stosowano insektycyd botaniczny – azadyrachtynę w postaci koncentratu do emulgowania (EC), otrzymanego od niemieckiego producenta preparatu, zawierającego 10 g/l wymienionej substancji aktywnej.

Preparat rozcieńczano wodą destylowaną, uzyskując emulsje o następujących stężeniach (w przeliczeniu na substancje aktywne): 1000, 500, 100, 10 ppm. W emulsjach tych zanurzano przez 20 sekund gałązki sosnowe długości 10 cm i średnicy 0,7 cm, które umieszczano w płytkach Petriego o średnicy 20 cm. Po odparowaniu wody, na gałązki наносono chrząszcze szeliniaka sosnowca w liczbie 20 na każde stężenie. Kontrolę stanowiły gałązki sosnowe moczone przez 20 sekund w wodzie destylowanej, na które наносono chrząszcze szeliniaka sosnowca.

Obserwacje zjedzonej przez szeliniaka sosnowca powierzchni kory przeprowadzono po 3 i 7 dniach. Wyniki działania antyfidantnego preparatu wyrażono w procentach zjedzonej powierzchni kory na traktowanych preparatem gałązkach sosnowych w stosunku do kontroli nietraktowanej (zjedzona przez szeliniaka powierzchnia kory na gałązkach sosnowych zanurzanych w wodzie destylowanej = 100%). Następnie usunięto traktowane preparatem gałązki sosnowe, płytki Petriego wyłożono kilkoma warstwami bibuły filtracyjnej i podawano

owadom świeże, wolne od preparatu gałązki sosnowe, prowadząc obserwacje przez 7 dni i odnotowując żerowanie oraz składanie jaj.

Wyniki i dyskusja

Wyniki antyfidantnego działania azadyrachtyny na chrząszcze szeliniaka sosnowca po trzech i siedmiu dniach żerowania ilustruje rycina 1. Z danych tych wynika, że po trzech dniach żerowania chrząszczy na traktowanych najwyższym stężeniem (1000 ppm) gałązkach sosny stwierdzono minimalne uszkodzenie powierzchni kory (2,3% w stosunku do kontroli; kontrola = 100%), a przy stężeniu 500 ppm – około 10%. Przy dwu niższych stężeniach 100 i 10 ppm wielkość zjedzonej przez chrząszcze powierzchni kory wynosiła odpowiednio 62 i 82 % kontroli. Po siedmiu dniach żerowania na traktowanych gałązkach sosny, uszkodzenie kory przy najwyższym stężeniu (1000 ppm) było w dalszym ciągu minimalne, przy 500 ppm wynosiło około 13% w stosunku do kontroli, a przy stężeniach 100 i 10 ppm – odpowiednio 73 i 93% w stosunku kontroli nietraktowanej. Z badań wynika, że azadyrachtyna wykazuje w stosunku do chrząszczy szeliniaka sosnowca praktyczne działanie antyfidantne przy stężeniach 500 i 1000 ppm.

Umieszczone na wolnym od preparatu pokarmie (gałązkach sosny) owady, żeru-

Tabela 1. Wyniki obserwacji żerowania i składania jaj przez samice szeliniaka sosnowca

Stężenie azadyrachtyny (ppm)	Obserwacje	
	żerowania*	składania jaj
1000	brak żerowania	brak jaj
500	brak lub słaby żer	brak jaj
100	ograniczony żer	brak jaj
10	ograniczony żer	nieliczne jaja
Kontrola	normalny żer	liczne jaja

*szeliniaki najpierw żerowały 7 dni na traktowanych preparatem gałązkach sosny, a następnie 7 dni na gałązkach nietraktowanych

jące wcześniej na gałązkach sosny traktowanych różnymi stężeniami azadyrachtyny, podjęły w różnym stopniu żerowanie (tab. 1). Przeprowadzone po siedmiu dniach obserwacje wykazały, że przy najwyższym stężeniu (1000 ppm) owady praktycznie zaprzestały żerowania, przy stężeniu 500 ppm stwierdzono brak lub bardzo słabe żerowanie, przy stężeniach 100 i 10 ppm – żerowanie było również ograniczone, chociaż w mniejszym stopniu.

Obserwacje wykazały, że w kombinacji kontrolnej miało miejsce składanie jaj przez samice szeliniaka sosnowca (tab. 1). Natomiast w przypadku samic odżywiających się uprzednio korą gałązek sosnowych traktowanych azadyrachtyną w stężeniach 1000, 500 i 100 ppm nie zaobserwowano składania jaj, a w stężeniu 10 ppm stwierdzono nieliczne jaja.

Przeprowadzone obserwacje na chrząszczach szeliniaka sosnowca potwierdziły antyfidantne działanie azadyrachtyny, uzyskane w badaniach krajowych na innych gatunkach szkodliwych owadów leśnych, jak brudnica mniszka (Malinowski 2002a), barczatka sosnowka (Dobrowolski 2002) i boreczniki (Malinowski 2002b). Jednakże stężenia azadyrachtyny wywołujące antyfidantne działanie na chrząszcze szeliniaka sosnowca były dużo większe w porównaniu ze stężeniami tego insektycydu dającymi taki efekt w odniesieniu do gąsienic motyli i larw boreczników. Jest to zgodne z wcześ-

niejszymi ustaleniami [Mordue (Luntz) 1997], z których wynika, że najbardziej wrażliwe pod tym względem są owady z rzędu Lepidoptera, a w następnej kolejności odpowiednio owady z rzędów: Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera i Orthoptera.

Wyniki prezentowanych badań są – ogólnie biorąc – zgodne z wynikami badań innych autorów, z tym, że omawiane tu wyniki doświadczenia dotyczą łącznej reakcji samic i samców szeliniaka sosnowca. Natomiast w doświadczeniu Luik [2000] przeprowadzono badania oddzielnie na samcach i samicach szeliniaka sosnowca, stwierdzając lepsze działanie atyfidantne preparatu w odniesieniu do samców. Antyfidantne działanie azadyrachtyny stwierdzono wcześniej w odniesieniu do szeliniaka *Hylobius pales* (Herbst) (Salom i in. 1994). We wszystkich zbadanych przypadkach antyfidantne działanie azadyrachtyny zależało od stężenia: efekt antyfidantny był lepszy w wyższych stężeniach.

Mechanizm antyfidantnego działania azadyrachtyny na owady polega na tym, że substancja jest rozpoznawana przez receptory smakowe, umiejscowione na wargach i stopach, następnie stymuluje ona komórki deteryncyjne i blokuje komórki fagostymulatorowe w tych receptorach, co prowadzi do zaprzestania pobierania pokarmu traktowanego insektycydem [Simmonds, Blanney 1994; Mordue (Luntz) 1997]. Mniejsze pobieranie przez samce szeliniaka pokarmu

traktowanego preparatem wynika prawdopodobnie z tego, że mają one bardziej wrażliwe receptory smakowe niż samice.

Azadyrachtyna wywołuje u owadów – oprócz efektów behawioralnych – również efekty fizjologiczne, mające miejsce po pobraniu małych dawek tej substancji aktywnej. Obserwuje się dwa typy efektów fizjologicznych wywołanych azadyrachtyną: pośrednie i bezpośrednie [Mordue (Luntz), Blackwell 1993; Mordue (Luntz) 1997]. Pośrednie efekty są sterowane przez system endokrylny owada i wynikają z zablokowania wydzielania do hemolimfy neurosekrecyjnych hormonów z mózgu: juvenilnego i wylinkowego (ekdysonu). Wymienione systemy hormonalne współdziałając ze sobą indukują u larw owadów wylinkę i metamorfozę do stadium owada doskonałego, a u owadów dorosłych – rozwój jaj. Zakłócenie wydzielania wymienionych morfogenetycznych hormonów wywołuje u larw typowe objawy powodowane przez regulatory wzrostu i rozwoju owadów, jak zwolnienie rozwoju, opóźnienie wylinki i przepoczwarczenia, a także zamieranie owadów w trakcie wylinki. W przypadku osobników dorosłych uniemożliwia to rozwój owariów, powoduje resorpcję jaj, obniżoną płodność i sterylizację.

Literatura

- Dobrowolski M. 2002. Działanie azadyrachtyny na barczatkę sosnowkę. Prace Inst. Bad. Leśn., A, 3(940): 65-75.
- Hoelmer K. A., Osborne L. S., Yokomi R. H. 1990. Effects of neem extract on beneficial insects in greenhouse culture. [W:] Neem potential in pest management programs. J. C. Locke and R. H. Lawson (eds), US Dep. Res. Serv., 86: 100-105.
- Koul O., Isman M. B., Ketkar C. M. 1990. Properties and uses of neem, *Azadirachta indica*. Can. J. Bot. 68: 1-11.
- Luik A. 1998. Influence of NeemAzal T/S on the maturation feeding on the large pine weevil. Practice Oriented Results on Use and Production of Neem Ingredients and Pheromones. Proc of the 8 th workshop, Hohensolms, Germany, February 16 –18, 1998, H. Kleeberg, C.P.W. Zebitz (eds), 35-39.
- McCloskey C. J., Arnason J. T., Donskov N., Chenier R., Kaminski J., Philogene B. J. R. 1993. Third trophic level effects of Azadirachtin. Can. Entomol. 125: 163-165.
- Malinowski H. 2002a. Effect of azadirachtin on the nun moth (*Lymantria monacha* L.) larvae. Folia Forestalia Polonica, Serie A – Forestry, 44: 25-34.

Bezpośrednie efekty są widoczne w tkankach z szybko dzielącymi się komórkami (jak np. komórki reprodukcyjne), gdzie azadyrachtyna blokuje podział tych komórek; wywołuje ona także słaby paraliż mięśni oraz zahamowanie produkcji enzymów trawiennych w jelicie środkowym owadów [Mordue (Luntz) 1997].

Skuteczna ochrona roślin azadyrachtyną wynika ze współdziałania efektów antyfidantnych, repelencyjnych oraz fizjologicznych, prowadzących do zakłócenia metamorfozy i zmniejszenia płodności, które są zróżnicowane u różnych gatunków owadów. W doświadczeniu z chrząszczami szeliniaka sosnowca obserwowano głównie efekt antyfidantny, ale zaznaczył się również efekt fizjologiczny polegający na nieskładaniu lub ograniczeniu składnia jaj przez samice karmione pokarmem traktowanym azadyrachtyną.

Wnioski

1. Azadyrachtyna zastosowana w stężeniach 500 i 1000 ppm wykazuje w stosunku do chrząszczy szeliniaka sosnowca działanie antyfidantne.
2. Azadyrachtyna zastosowana w stężeniach w zakresie od 100 do 1000 ppm działa na samice szeliniaka sosnowca jako deterrent składania jaj.

- Malinowski H. 2002b. Działanie azadirachtyny na larwy boreczników (*Diprionidae*). *Sylvan*, 4: 17-24.
- Mordue (Luntz) A. J. 1997. Azadirachtin, a review of its mode of action in insects. [W:] *Pract. Oriented Results on Use and Product. of Neem Ingredients and Pheromones*. Proc. of the 7th Workshop, Wetzlar, Germany, June 20-21, 1997, H. Kleeberg (ed.), 1-4.
- Mordue (Luntz) A. J., Blackwell A. 1993. Azadirachtin: an update. *J. Insect Physiol.* 39: 903-924.
- Salom S. M., Carlson J. A., Ang B. N., Grosman D. M., Day E. R. 1994. Laboratory evaluation of biologically based compounds as antifeedants for the pales weevil, *Hylobius pales* (Herbst) (Coleoptera: Curculionidae). *J. Entomol. Sci.* 29: 407-417.
- Simmons M. S. J., Blanney W. M. 1984. Some neurophysiological effects of azadirachtin on lepidopterous larvae, [W:] *Proc. 2nd Int. Conf.* (H. Schmutterer, K.R.S. Ascher eds.), GTZ Eschborn, Germany, 163-180.
- Stark J. D. 1992. Comparison of the impact of a neem seed-kernel extract formulation, Margosan O and Chlorpyrifos, on non-target invertebrates inhabiting turf grass. *Pest. Sci.* 36: 293-300.

Lasy i leśnictwo w Rumunii ze szczególnym uwzględnieniem jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.)

Dorota Dobrowolska

*Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Ekologii Lasu i Łowiectwa,
Sękocin Las, 05-090 Raszyn, e-mail: D.Dobrowolska@ibles.waw.pl*

Wstęp

Rumunia jest krajem, który charakteryzuje się bardzo zróżnicowanymi warunkami geologicznymi i klimatycznymi. Nic dziwnego, że odznacza się jednym z najwyższych poziomów różnorodności biologicznej w Europie. Około 2/3 terytorium Rumunii zajmują góry i wyżyny. W środkowej części kraju znajduje się łańcuch młodych gór fałdowych – Karpaty Wschodnie i Południowe, ciągnący się łukiem z północy na południe, a następnie na zachód przez około 700 km. Karpaty Wschodnie składają się z wielu równoległych, głównie południkowych pasm górskich, zbudowanych w części zachodniej ze skał wulkanicznych, w środkowej części z granitów (G. Rodniańskie, szczyt Pietros, 2303 m), a na wschodzie (Karpaty Mołdawskie) ze skał osadowych. Na zachodzie od przełęczy Predeal ciągną się wysokie równoleżnikowe pasma Karpat Południowych (Góry Fogaraskie, z najwyższym szczytem w Rumunii

– Moldoveanu, 2543 m n.p.m.), które zbudowane są głównie ze skał krystalicznych.

Klimat Rumunii jest umiarkowany ciepły, w górach stosunkowo chłodny i wilgotny, na nizinach i w Dobrudży – kontynentalny suchy. Średnia temperatura w styczniu wynosi od minus 4–7 °C w Karpatach do 0 °C nad Morzem Czarnym, a w lipcu 15 °C w górach i 23 °C na nizinach. Średnia roczna suma opadów wynosi 350–400 mm nad Morzem Czarnym, 450–600 mm na nizinach i 1000–1400 mm w górach. Największe nasilenie opadów występuje w półroczu letnim. Na wyżynach i w górach pokrywa śnieżna utrzymuje się przez 50–100 dni.

Ogólna charakterystyka lasów w Rumunii

Lasy w Rumunii zajmują 6,4 mln ha i pełnią ważną rolę w gospodarce tego kraju. Lesistość wynosi tu 26,7%. W drzewostanach przeważają gatunki liściaste, których udział wynosi 69,3%. Do wysokości około 800 m n.p.m. rosną drzewostany dębowe

i bukowe, powyżej drzewostany mieszane, a od wysokości około 1000 m drzewostany świerkowe. Powyżej 1500 m w Karpatach Wschodnich i 1800 m w Karpatach Południowych występuje kosodrzewina. Głównym gatunkiem lasotwórczym jest buk zwyczajny (30,7%) oraz dęby: *Quercus petraea*, *Q. cerris*, *Q. robur*, *Q. frainetto*, *Q. pedunculiflora*, *Q. pubescens* (18,2%). Świerk pospolity zajmuje 22,9%, jodła – 5%, a sosny: *Pinus sylvestris*, *P. cembra* i *P. mugo* – 2,1%. Miąższość drzewostanów szacowana jest na 1,341 mln m³. Większość lasów stanowią drzewostany wysokopienne (91%), a tylko niewielką powierzchnię kraju pokrywają drzewostany odroślowe (5%). Lasy są nierównomiernie rozłożone na terenie kraju: 58,5% występuje w górach, 32,7% u podnóża gór i 8,8% na nizinach. Dominują drzewostany młodszych klas wieku (do 60 lat). Zbiorowiska roślinne w Rumunii poza lasami to przede wszystkim stepy. Roślinność stepowa zachowała się na niewielkich obszarach, głównie w Dobrudży. W delcie Dunaju występuje roślinność bagienna (trzcina i sitowie).

Naczelną zasadą gospodarki leśnej w Rumunii jest naśladowanie przyrody oparte na dobrej znajomości warunków naturalnych oraz wykorzystanie i rozwój technik hodowli lasu opartych na procesach naturalnych. W Rumunii rozwinięto własną szkołę hodowli lasu na podstawie typologii i taksonomii lasów na poziomie biotopu (siedlisko) i fitocenozy (typ lasu). Hodowla lasu uwzględnia między innymi następujące założenia:

– system hodowli lasu oparty jest na odnowieniu naturalnym, włącznie z gospodarką w drzewostanach różnowiekowych;

– tylko w wyjątkowych przypadkach wykorzystuje się obce gatunki drzew w zalesieniach; dzięki temu lasy „naturalne” pokrywają ponad 90% powierzchni leśnej;

– koncepcja praktycznej hodowli lasu została przystosowana do realiów leśnictwa rumuńskiego;

– w niektórych regionach (Bukowina) hodowla lasu opiera się na równowadze pomiędzy potrzebami ekonomicznymi i ekologicznymi z uwzględnieniem tradycyjnych, starodawnych metod zagospodarowania;

– wszystkie lasy, państwowe i prywatne, są zagospodarowane według tych samych założeń.

Departament Leśnictwa w Ministerstwie Rolnictwa, Leśnictwa i Rozwoju Wsi uczestniczy w prowadzeniu polityki leśnej w Rumunii. We współpracy z innymi ministerstwami, a także przy wykorzystaniu doświadczeń naukowych przygotowywane są przepisy i procedury dla administracji leśnej. Struktura własności lasów zmienia się w ostatnich latach. Zmiany struktury własnościowej lasów przedstawiono w tabeli 1.

Lasy państwowe są zarządzane przez państwową administrację leśną RNP – Romsilva. Administracja leśna składa się z 40 regionalnych dyrekcji lasów. RNP sprawuje nadzór i zarządza 17 parkami narodowymi. Na terenie Rumunii utworzono 10 parków narodowych, 6 parków przyrody i 1 rezerwat biosfery. Obszar parków narodowych, parków przyrody i rezerwatów biosfery zaj-

Tabela 1. Zmiany struktury własności w lasach Rumunii w latach 2000–2004

Rok	Powierzchnia lasów (tys. ha)	Lasy publiczne (%)		Lasy prywatne (%)
		lasy państwowe	lasy komunalne	
2000	6366,7	92,2	2,2	5,6
2001	6366,7	86,1	6,0	7,9
2002	6373,5	73,7	11,0	15,3
2003	6373,5	69,8	12,7	17,6
2004	6373,5	68,0	13,6	19,4

muje powierzchnię 1,132 mln ha, z czego 45% to parki narodowe i parki przyrody, w których dominują lasy. Ponad 54% lasów stanowią lasy ochronne (42% glebochronne, 31% wodochronne, 11% ochrona krajobrazu, 10% ochrona zasobów genowych, 6% ochrona klimatu, głównie na stepie i w górnej granicy lasu). Utworzono 330 rezerwatów leśnych, które zajmują powierzchnię 39 tys. ha. W rezerwach prowadzona jest ochrona ścisła zgodnie z europejskimi porozumieniami (Lupu, 2005).

W skład lasów niepaństwowych wchodzi lasy prywatne, komunalne i kościelne. W ostatnim okresie Parlament przyjął nowy pakiet praw dotyczących własności lasów. W najbliższym czasie zostanie przyjęty nowy system administrowania i zarządzania lasami.

W lasach państwowych zabiegi hodowlane obejmują: cięcia grupowe (55%), cięcia częściowe (13%), cięcia przerębowe (9%) (Maftai, 2005). Odnowienie naturalne występuje na powierzchni 8 tys. ha, z czego 4% to odnowienie jodły, a 16% – buka. Corocznie odnawia się powierzchnię 19–20 tys. ha, w tym odnowienia naturalne obejmują 40–42%. W odnowieniach gatunki liściaste stanowią 78%, a gatunki iglaste – 22%. Wśród gatunków iglastych dominuje świerk (69%), jodła stanowi 18%, a modrzew – 9% (Maftai, 2005).

Drzewostany jodłowe w Rumunii

Jodła występuje w Karpatach. Rośnie przede wszystkim w drzewostanach mieszanych z bukiem (Karpaty Południowe) i świerkiem (Karpaty Wschodnie) na powierzchni 0,9 mln ha (ryc. 1). Monokultury jodłowe zajmują powierzchnię 302 tys. ha (5%) i występują głównie w Karpatach Wschodnich. Drzewostany mieszane z bukiem występują na powierzchni 350 tys. ha, a ze świerkiem na powierzchni ponad 420 tys. ha. Szacuje się, że tylko w 9–10% drzewostanów udział jodły wynosi ponad 80%. W 45% drzewostanów mieszanych udział



Ryc. 1. Struktura piętrowa drzewostanów z udziałem jodły

jodły wynosi 40–70%. W pozostałych 45% drzewostanów udział jodły jest mniejszy niż 30%. Ponad 80% lasów to drzewostany wysoko i średnio produkcyjne ze średnią miąższością na pniu szacowaną na 300–420 m³/ha. Jodła uważana jest za gatunek o najwyższej produktywności wśród gatunków iglastych w Rumunii (ryc. 2). Miąższość drzewostanów jodłowych szacuje się na 110 mln m³, co stanowi 10% ogólnej miąższości lasów w Rumunii (Barbu i Barbu 2005).

W litych drzewostanach jodłowych obserwuje się wczesną kulminację bieżącego i rocznego przyrostu miąższości (40–50lat). Natomiast optimum przyrostu jodły osiąga w równowiekowych drzewostanach mieszanych. Wyniki badań miąższości litych drzewostanów jodłowych w Karpatach rumuńskich wskazują, że ich produktywność jest imponująca. W drzewostanach mieszanych z świerkiem i bukiem miąższość jodły jest wyższa niż miąższość litych drzewostanów świerkowych i bukowych.



Ryc. 2. Drzewostany jodłowe w Rumunii

Większość drzewostanów jodłowych to lasy naturalne (56–78% powierzchni), w niewielkim stopniu narażone na wpływ ludzi. Powierzchnia sztucznie założonych drzewostanów jodłowych wynosi 10–25%. Są to głównie drzewostany ze świerkiem, który sadzono zamiast jodły czy buka.

Wiek rębności dla jodły waha się od 100 do 180 lat. W najstłanniejszych rezerwach położonych na terenie Karpat rosną jodły o wysokości ponad 50 m, pierśnicy 1–2 m i miąższości 40 m³. Drzewa te są świadkami ok. 500-letniej historii minionego tysiąclecia.

Stan zdrowotny jodeł rosnących w Karpatach jest bardzo dobry, szczególnie na wysokości powyżej 800 m n.p.m. Zamieranie jodły obserwowano w długim okresie (1928, 1948, 1966). Podobnie jak w całej Europie w latach 80. ubiegłego wieku, zamieranie litych drzewostanów jodłowych zaobserwowano też w Karpatach Wschodnich oraz w Rumunii południowo-zachodniej. Symptomy zamierania jodły stwierdzono także w Karpatach Południowych. Na

niżej położonych stanowiskach, zwłaszcza w Karpatach Wschodnich i Południowych, wiele szkód powodowała jemiola (*Viscum album abietis*), która przyczyniła się do silnego zredukowania przyrostu. W litych, równoległych drzewostanach jodłowych oraz na granicy zasięgu także obserwowano szkody powodowane przez jemiolę.

W Rumunii, podobnie jak w całej Europie, prowadzony jest monitoring stanu zdrowotnego lasu na podstawie oceny defoliacji (Badea i in. 2005). Dotychczas najmniej uszkodzonych jodeł zanotowano w 1991 r. (9,0%), a najwięcej – w 1994 r. (22,3%). Od 1994 r. procent uszkodzonych jodeł zmalał do 10,7%. W 2004 r. procent uszkodzonych jodeł wynosił 11,6%.

Czynnikami zwiększającym podatność jodeł na zamieranie jest susza. Na stan odnowień naturalnych jodły wpływa również spalowanie, zgryzanie oraz nielegalne pozyskanie drzew na choinki. W Karpatach Wschodnich, na wysokości powyżej 800 m n.p.m., jodła charakteryzuje się bardzo dobrym wzrostem i w mniejszym stopniu jest narażona na różne szkody. Stare drzewa niekiedy zamierają wskutek uszkodzeń spowodowanych przez niedźwiedzie.

W okolicach Brasov (Karpaty Południowe) zjawisko zamierania jodły zaobserwowano w starych drzewostanach rosnących na glebach kredowych. Jodły cierpiały przede wszystkim z powodu suszy. Zamierały także drzewostany rosnące na słabo przepuszczalnych glebach gliniastych. Słabe odwodnienie powodowało stagnowanie wody opadowej (Chira i in. 2005).

Przyczyną zamierania jodły w Rumunii była też niska zdolność adaptacji do nowych warunków środowiska, które zostały silnie zmodyfikowane przez działalność człowieka (Baniu 2005). Wszystkie zamierające drzewa wykazywały podobne symptomy. Przede wszystkim miały niższą fotosyntezę, która była bezpośrednio skorelowana ze wzrostem zamierania. U drzew mocno osłabionych oddychanie (R) było wyższe niż fotosynteza (F). Stosunek R/F rósł od

0,40 do 2,39. Kolejnymi symptomami były: intensywna zmiana chloroplastów, zmniejszenie koncentracji barwników asymilujących, silne zmniejszenie aktywności enzymatycznej, wzmożenie transpiracji wraz z utratą wody w igłach i w pędach oraz zmniejszenie przyrostu grubości, które rozpoczęło się 10–15 lat wcześniej niż pojawiły się widoczne objawy zamierania. Wyróżniono specjalną kategorię drzew, które charakteryzowały się zmniejszeniem przyrostu grubości, gwałtownym zamieraniem (w ciągu 1–2 miesięcy), bez uprzedniej utraty aparatu asymilacyjnego. Wszystkie przedstawione uwagi prowadzą do konkluzji, że zamieranie jodły jest następstwem zaburzenia równowagi energetycznej. Drzewa są żywotne, kiedy F/R jest większy od 1, natomiast zamierają, kiedy ten stosunek jest mniejszy od 1, w związku z wykorzystaniem zapasów energetycznych (Baniu 2005).

Na terenie Rumunii prowadzona jest gospodarka nasienna. Pierwszego wyboru drzewostanów nasiennych dokonano w latach 1962–1965, a aktualizowano go w latach 1976–1978, wykorzystując osiągnięcia nowoczesnej genetyki oraz założenia ekologiczne zawarte w opracowaniu „Obszary zbioru nasion w Rumunii” (Enescu i in. 1976 cyt. przez Mihai, 2005). Katalog zbioru nasion aktualizowano w 1979 r. oraz w latach 1996–2001. Powierzchnia drzewostanów nasiennych jodły znacząco się wahała: w 1965 r. było ich 26400 ha, w 1986 r. – 13083 ha, a w 2001 r. – 7742 ha. Obecnie w Rumunii wyróżnia się 208 drzewostanów nasiennych jodły położonych w 31 regionach proveniencyjnych w naturalnym zasięgu występowania tego gatunku. Wybrane drzewostany nasienne są pochodzenia naturalnego (97%), charakteryzują się wysoką produktywnością (I i II klasa) i doskonałym fenotypem (proste, cylindryczne pnie, z prawidłowo rozłożonymi gałęziami), a także są dobrze przystosowane do warunków lokalnych. Spośród 208 drzewostanów nasiennych 124 (54%) to lite drzewostany jodłowe, 52 (30%) to drzewostany z udziałem

buka i 27 (12%) z udziałem świerka. Wybrano tylko 5 (4%) drzewostanów jodłowo-bukowo-świerkowych. Plantacje nasienne zakładano w latach 1968–1984. Najpierw wybrano ponad 800 drzew z 15 proveniencji. Następnie powstały plantacje klonów z tych drzew. W latach 1976–1984 założono 12 plantacji nasiennych na powierzchni 96,4 ha. Liczba klonów przypadających na plantacje wahała się od 22 do 53 (Parnuta 2005).

Badania zmienności genetycznej wykazały wielką genetyczną zmienność między populacjami skorelowaną z położeniem geograficznym. Największy wpływ na zmienność genetyczną populacji miały długość i szerokość geograficzna pochodzeń (Mihai 2005).

Odnowienie naturalne jodły

Liczne badania prowadzone w różnych drzewostanach z udziałem jodły wykazały, że głównym czynnikiem wpływającym na odnowienie naturalne jest światło (Barbu i Barbu, 2005). Uwzględniając wysokość nad poziomem morza i typ gleby stwierdzono, że optymalna ilość światła dla inicjowania odnowienia naturalnego wynosi od 6–7% w niższych położeniach do 14–16% w wyższych stanowiskach jodły na terenie Karpat. Testowano również wpływ na odnowienie naturalne takich czynników, jak: wilgotność gleb, zawartość toksycznego manganu, rodzaj próchnicy, warunki mikroklimatyczne oraz zabiegi hodowlane. Różne czynniki ekologiczne mają wpływ na odnowienie jodły w poszczególnych fazach jego rozwoju. W okresie kiełkowania nasion najistotniejsze znaczenie ma temperatura, światło i typ rozsiewania nasion. Na wzrost 1–3-letnich siewek największy wpływ mają światło, wilgotność gleby oraz zwarcie drzewostanu. Na rozwój odnowienia naturalnego (przyrost wysokości) przede wszystkim wpływa konkurencja z innymi gatunkami drzew (nad ziemią i w glebie), tolerancja na światło i zawartość toksycznych jonów w poziomie próchnicznym gleby. W celu określenia zależności konkurencyjnych opraco-

wano prosty wskaźnik zwany VID – indeks wartości gatunków drzew, który jest sumą udziału gatunku drzewa w liczebności drzew/ha (N%), udziału gatunku w powierzchni przekroju (G%, m²/ha) i w odnowieniu (R%). Wartość VID waha się od 0 do 300. Wysoka wartość N oznacza wysoką zdolność przeżycia w konkurencji z innymi gatunkami drzew; wysoka wartość G oznacza wysoką zdolność konkurencji i eliminacji innych gatunków drzew z dobrym przyrostem powierzchni przekroju; wysoka wartość R oznacza wysoką zdolność odnowieniową. Barbu i Cenusă (2001) badali zależność pomiędzy wartościami VID i zdolnością odnowieniową (R%) w drzewostanach mieszanych z udziałem jodły w Karpatach Wschodnich. Dla jodły średni udział w odnowieniu wynosił 5–25% przy 20–60 VID. W zależności od wysokości n.p.m. wartości VID i R były różne. Maksymalna wartość VID wynosiła 70–100 na wysokości 700–1000 m i malała do 20 na wysokości 1300 m. Odnowienie naturalne jodły występuje na wysokości od 700 do 1300 m. Udział jodły w odnowieniu w niższych położeniach wynosi 20–30% i maleje do 5–10% na wysokości 1200–1300 m.

Badania Stancioiu i O'Hara (2005) dotyczące odnowień naturalnych prowadzone w drzewostanach mieszanych z udziałem jodły wskazują, że utrzymanie wysokiego zwarcia (światło fotosyntetycznie czynne – PAR 20–35%; G=30 m²/ha) stwarza korzystne warunki dla gatunków cieniulubnych (jodła i buk). Natomiast zachowanie umiarkowanego zwarcia (PAR 35–70%; G=15–35 m²/ha) zapewnia korzystniejsze warunki dla jodły.

Badano wpływ trzebieży wczesnych na wzrost i rozwój jodły w litych drzewostanach jodłowych (Nicolescu i in. 2005). W czasie trzebieży usuwano najmniejsze i uszkodzone drzewa (z ranami, dwójki, złamane itp.). Liczba drzew oraz pierśnicowe pole przekroju było bardzo wysokie przed zabiegiem (N 6250–8850 szt./ha; G: 39,12–46,38 m²/ha). Usunięte drzewa charaktery-

zowały się dużą smukłością. Po ponownym zmierzeniu pierśnic, promienia korony i pędów świętojańskich stwierdzono, że na powierzchni kontrolnej z powodu braku zabiegów zaobserwowano wysoką śmiertelność drzew (32,2%). Na powierzchni z największą intensywnością cięć stwierdzono największy przyrost pierśnicowego pola przekroju. Dominujące drzewa miały największą koronę i najsilniej zareagowały na zabieg (największy przyrost grubości). Sporo drzew (34–57%) miało pędy świętojańskie. Najwięcej pędów występowało na wysokości 1,5–2,0 m. Około 99% pędów miało długość mniejszą od 10 cm.

Zalecenia dla trwałego i zrównoważonego zagospodarowania drzewostanów jodłowych w Rumunii

Główną zasadą trwałej i zrównoważonej gospodarki w drzewostanach mieszanych z udziałem jodły jest promowanie odnowienia naturalnego. Jodła rośnie najlepiej w drzewostanach złożonych z różnych gatunków drzew, różnowiekowych, o zróżnicowanej strukturze i z długim okresem odnowienia. W Rumunii wybrano drzewostany o naturalnym charakterze i bardzo ograniczonym wpływie antropogenicznym. Na tej podstawie stwierdzono, że ponad 250 tys. ha lasów, to obszary o szczególnym biotopie i wyjątkowych biocenozach, które są rezerwuarem różnorodności biologicznej.

W drzewostanach mieszanych z udziałem jodły zaleca się realizację niżej wymienionych celów półnaturalnej hodowli lasu (Barbu i Barbu 2005).

1. Promowanie roślinności naturalnej.

Drzewostany należy odnawiać w sposób naturalny, preferując jodłę – zwłaszcza na obszarach, gdzie jest mniej licznie reprezentowana. W drzewostanach uszkodzonych wskutek działania wiatru lub śniegu należy również wykorzystywać odnowienie naturalne. Drzewostany rosące na właściwych siedliskach powinny być odnawiane naturalnie.

2. Poprawa struktury drzewostanów.

Należy dążyć do kształtowania bardziej zróżnicowanej struktury drzewostanów, wykorzystując odnowienie naturalne oraz odpowiednie techniki pozyskania drewna. Zaleca się stosowanie cięć selekcyjnych, zwłaszcza w drzewostanach wielofunkcyjnych, dzięki którym powstanie struktura lasu zróżnicowana wiekowo.

3. Dostosowanie gospodarki łowieckiej do ekosystemu.

Uznano za konieczne zachowanie równowagi pomiędzy liczebnością zwierzyny (sarny, jelenie), a możliwością odnowienia naturalnego jodły. Preferuje się redukcję liczebności zwierzyny oraz ochronę młodego pokolenia jodły. Nie zaleca się groduzenia upraw (z wyjątkiem bardzo małych obszarów) na terenie Karpat, ze względu na wysokie opady śniegu. Postuluje się dokarmianie zwierzyny w sezonie zimowym. Uznano, że zachowanie pionierskich gatunków drzew w uprawach (*Salix caprea*, *Populus tremula*) może przyczynić się do zmniejszenia presji zwierzyny na gatunki odnowieniowe.

4. Stosowanie właściwej technologii leśnej.

Postuluje się zapewnienie odpowiedniej liczby dróg i linii transportowych. Transport drewna powinien być prowadzony poza obszarami odnowieniowymi. Za konieczne uznano naprawianie wszystkich uszkodzeń dróg wywozowych, aby zapobiec erozji. W celu uniknięcia szkód od wiatru i śniegu należy stosować specjalny schemat cięć.

5. Wykorzystanie miejscowych gatunków i proveniencji.

Na obszarach uszkodzonych, gdzie nie jest możliwe odnowienie naturalne, należy wykorzystywać proveniencje przystosowane do miejscowych warunków.

6. Stosowanie biologicznych metod ochrony roślin.

W leśnictwie rumuńskim propagowane jest stosowanie biologicznych metod ochrony przed szkodliwymi owadami. Ochrona upraw (naturalnych i sztucznych) przed szkodami od zwierzyny powinna być

prowadzona z wykorzystaniem miejscowych produktów i technik. Wykorzystanie pestycydów (herbicydów i insektycydów) ma być stopniowo ograniczane. Wprowadzono zakaz wypasu zwierząt hodowlanych na obszarach odnowień. Trzeba chronić drzewa przed uszkodzeniami powstałymi w czasie trzebieży w celu zmniejszenia zagrożenia przez opieńkę.

7. Realizacja funkcji produkcyjnych i pozaprodukcyjnych lasu.

Należy w taki sposób prowadzić gospodarkę leśną, żeby zapewnić ciągłość realizacji produkcyjnych i społecznych funkcji lasu. W drzewostanach zagospodarowanych wg zasad półnaturalnej hodowli lasu istnieje możliwość pozyskania wysokiej jakości drewna i innych produktów leśnych. Należy propagować możliwości wszechstronnego wykorzystania drewna jodłowego (klawiatura, drewno rezonansowe, drewno budowlane, meble itp.).

8. Doskonalenie jakości drzewostanów przy wykorzystaniu technik monitoringu.

Ocena stanu zdrowotnego lasów z wykorzystaniem kryteriów i wskaźników monitoringu lasu jest prowadzona co 10 lat. Przy ustalaniu stref uszkodzeń należy brać pod uwagę społeczne wartości lasu. Kluczowe biotopy oraz obszary o unikalnej wartości biologicznej powinny pozostać niezagospodarowane.

9. Zapobieganie degradacji drzew.

Jodła pospolita jest głównym drzewkiem choinkowym w Rumunii. Chaotyczne pozyskanie jodeł na choinki prowadzi do degradacji drzewostanów z udziałem tego gatunku. Należy prowadzić intensywną uprawę choinek na plantacjach, dzięki temu zapobiegnie się wycinaniu jodeł w lesie. Stosowanie trzebieży przed świętami Bożego Narodzenia uchroni drzewostany przed nielegalnym pozyskaniem stroiszu. Konieczne jest wprowadzenie zakazu ścinania wierzchołków jodeł, zwłaszcza w pobliżu osiedli ludzkich.

10. Szkolenie leśników i właścicieli lasów w celu poprawy zagospodarowania lasu.

Właściciele lasów oraz pracownicy leśni powinni zdobyć najlepszą wiedzę na temat trwałej i zrównoważonej gospodarki leśnej. Leśnicy powinni prowadzić dialog z miejscowymi władzami i miejscową ludnością w celu nawiązania współpracy w zakresie wielofunkcyjnego wykorzystania lasów. Plan zagospodarowania lasu powinien uwzględniać potrzeby lokalnej ludności w zakresie wykorzystania lasów (drewno opałowe, drewno konstrukcyjne, zbieranie płodów leśnych). Właściciele lasów nadzo-

rują i prowadzą gospodarkę leśną i muszą umożliwić realizację zadań zgodnie z prawem leśnym i „najlepszą praktyką” rekomendowaną przez Instytut Badań i Zagospodarowania Lasu.

Jodła pospolita jest bardzo wrażliwym gatunkiem, który niezwykle szybko reaguje na występowanie różnych czynników stresujących w naturalnym zasięgu występowania. Dlatego w Rumunii uważa się, że należy dołożyć wszelkich starań, żeby jodłę właściwie odnawiać, pielęgnować i chronić. Stosowanie się do powyższych reguł na pewno zminimalizuje ryzyko zmniejszenia udziału jodły w lasach tego kraju.

Literatura

- Badea O., Patrascoiu M., Tanase M., Neagu S., Robu D., 2005. Forest monitoring system in Romania, dynamics of the Romanian forest health status over the period 1990-2004. Abstracts of the lectures and posters of the 11th International silver fir Symposium on “Challenges for the management of European silver fir (*Abies alba* Mill.) under changing climatic and economic conditions”. Poiana Brasov, Romania, 04-09.09.2005.
- Bandu C., 2005. Survival crisis of the silver fir in Romania. Ecophysiological aspects. Ibidem.
- Barbu I., 2005. Silver fir in Romania. Ibidem.
- Barbu I., Barbu C., 2005. Silver fir (*Abies alba* Mill.) in Romania. Editura Tehnica Silvica.
- Chira D., Danescu F., Chira F., Mihalciuc V., Surdut A., 2005. Site influence on silver fir decline in the Brasov forest district. Abstracts of the lectures and posters of the 11th International silver fir Symposium on “Challenges for the management of European silver fir (*Abies alba* Mill.) under changing climatic and economic conditions”. Poiana Brasov, Romania, 04-09.09.2005.
- Lupu V., 2005. Challenges for forest politics in Romania. Ibidem.
- Maftai S., 2005. State administration of forestry and game management in Romania. Ibidem.
- Mihai G., 2005. Silver fir intrapopulational genetic variability in Romania. Ibidem.
- Nicolescu N. V., Stanhoiu P.T., Vasilescu M.M., Sinca I.T., Pauna A., 2005. Pre-commercial thinning in silver fir (*Abies alba* Mill.) stands: a case study. Ibidem.
- Parnuta G., 2005. New aspects concerning the silver fir selected and untested forest reproductive material in Romania. Ibidem.
- Stancioiu P.T., O'Hara K., 2005. Growth of the natural regeneration in mixed irregular stands of the Carpathians in relation with light conditions. Ibidem.