

WYKORZYSTANIE SKOCZOGONKÓW DO OCENY RÓŻNYCH METOD DOSKONALENIA GOSPODARKI ZRĘBOWEJ W LKP LASY MAZURSKIE¹

Małgorzata Sławska, Marek Sławski

Streszczenie

Do oceny zmian zachodzących w ekosystemach leśnych od wielu lat z powodzeniem stosowane są metody zoindykacyjne. Wykorzystują one wiedzę na temat leśnych bezkręgowców oraz ich wysoką wrażliwość na różnego typu zaburzenia. W doświadczeniu założonym w borach sosnowych LKP „Lasy Mazurskie” podjęto próbę oceny różnych metod doskonalenia gospodarki zrębowej a jako grupę testową wybrano skoczogonki. W pracy wykazano, że skutkiem usunięcia drzewostanu i przygotowania gleby jest zmniejszenie liczby gatunków oraz spadek liczebności zgrupowań. Najmniej skoczogonków odnotowano na zrębach z przygotowaniem gleby w pasy pługiem dwuodkładnicowym. Silną redukcję stwierdzono również w wariancie z frezem i pługiem aktywnym. Natomiast na zrębach z talerzami liczebność została zredukowana w niewielkim stopniu w porównaniu do dojrzałych drzewostanów kontrolnych. We wszystkich wariantach przygotowania gleby dodanie zrębków wyraźnie złagodziło redukcję bogactwa gatunkowego zgrupowań i spowodowało znaczny wzrost liczebności zgrupowań. Pozytywnie ocenione zostały pozostawione na zrębach kępy starodrzewia. Bogactwo gatunkowe i liczebność zgrupowań kęp było wyższe niż dojrzałych drzewostanów kontrolnych, a w składzie zgrupowań bardzo licznie wystąpiły gatunki sporadyczne. W pracy wykazano również, że sposób przygotowania gleby ma wpływ na udatność upraw oraz ich wzrost w pierwszych latach.

Słowa kluczowe: zoindykacja, skoczogonki, zręby zupełne, przygotowanie gleby, zrębki, kępy starodrzewia

USE OF COLLEMBOLA TO EVALUATE METHODS OF CLEARCUT IMPROVEMENT IN FOREST PROMOTIONAL COMPLEX “LASY MAZURSKIE”

Abstract

Zoindication-based methods have been used successfully to evaluate changes undergoing in forest ecosystems for many years. Those methods base on knowledge on forest invertebrates and their sensibility to different kinds of disturbances. In the experiment established in pine forest of FPC „Lasy Mazurskie”, the attempts of clearcut silviculture improvement were evaluated and springtails were used as an index group. It was proved that the logging of a whole stand and soil scarification caused decrease in number of species and their abundance. The highest reduction was recorded in logged areas where stripes were ploughed using forest reversible plough. Regressive changes in the communities were also observed on sites prepared by an active plough and rotary cultivator. On logged area with spot tillage, springtails abundance was little lower than in mature forest. The addition of wood chips on logged areas mitigated reduction of species richness and caused increase of community abundance in case of all site preparation variants. The residual patches of old growth left on logged areas had distinctly positive effect on Collembola communi-

¹ Badania finansowane przez Dyрекcyję Generalną Lasów Państwowych (DGLP)

ties. Species richness and abundance of communities in residual patches exceed the value of these parameters in mature forest and the share of sporadic species in communities was particularly large.

Keywords: zooindeication, Collembola, clear cut, soil scarification, wood chips, residual patches of old forest

Wstęp

Zooindeikacja to metoda diagnozowania środowiska o dużym potencjale poznawczym i szerokim spektrum zastosowań. Wysoki walor poznawczy zooindeikacji wynika z faktu, że jest ona syntezą wiedzy z wielu dziedzin nauk przyrodniczych. Do opisu zgrupowań grup wskaźnikowych wykorzystywana jest wiedza z zakresu systematyki, zoogeografii oraz ekologii. Stale doskonalona metodyka badań zooindeikacyjnych oraz nowe wskaźniki i algorytmy pozwalają na wielopłaszczyznową ocenę przekształceń ekosystemów leśnych.

Zrębowy sposób zagospodarowania jest powszechnie stosowany w lasach gospodarczych Polski, zwłaszcza na siedliskach borowych. Ten sposób zagospodarowania ma szereg negatywnych skutków dla ekosystemów leśnych. Wyraźnie uszczupla różnorodność biologiczną lasów a jednocześnie zwiększa zagrożenie ze strony szkodliwych owadów oraz podatność drzewostanów na patogeny grzybowe. W poszukiwaniu kompromisu podejmowane są różne próby doskonalenia gospodarki zębowej, dla których ramy prawne stworzyło Zarządzenie nr 11 oraz nowa Instrukcja Ochrony Lasu. W ten nurt działań wpisuje się doświadczenie założone w borach sosnowych LKP Lasy Mazurskie. Eksperyment polegał na zastosowaniu różnych metod przygotowania gleby oraz wykorzystaniu na zrębach zupełnych odpadów w postaci zrębków i przym gałęzi. Badaniami objęto również kępy starodrzewia pozostawione kilka lat temu na zrębach zupełnych oraz otaczające je młodniki. Celem pracy jest zooindeikacyjna ocena skuteczności testowanych rozwiązań przy wykorzystaniu ściółkowo-glebowych zgrupowań skoczogonków oraz analiza wpływu różnych metod prac zrębowych na udatność upraw i ich wzrost w pierwszych latach po posadzeniu.

Metodyka

Powierzchnie badawcze założono w drzewostanach sosnowych Nadleśnictwa Spychowo, wchodzącego w skład LKP „Lasy Mazurskie”. Wykaz powierzchni zawiera tabela 1.

Do odłowu skoczogonków przyjęto metodę zbioru polegającą na pobraniu prób ściółkowo-glebowych o nienaruszonej strukturze. Do tego celu użyto metalowej armatki glebowej o średnicy 5 cm i długości 15 cm. Na wszystkich powierzchniach próby glebowe zbierane były przez dwa sezony wegetacyjne.

W 2007 r. próby pobrano 19-20 VI i 12-13 IX a w 2008 6-7 VI i 28-29 VIII. Na każdej powierzchni każdorazowo pobrano po 5 próbek, przy czym wierzchnia warstwa ściółki i roślinność runa nie były usuwane. Zebrane próby glebowe poddano wypłaszaniu w uproszczonym aparacie Tullghena. Materiał po posortowaniu, na podstawie sporządzonych preparatów, został oznaczony do gatunku i policzony. Do opisu i porównania zgrupowań skoczogonków wykorzystano wskaźniki przetestowane wielokrotnie w badaniach zooindeikacyjnych (Sławska 2005). Przydatność tych wskaźników została pozytywnie zweryfikowana między innymi do oceny antropogenicznych odkształceń Puszczy Białowieskiej i monitoringu pohuraganowych zniszczeń Puszczy Piskiej (Sławska 2006; Sławska i Sławski 2007).

Analizę udatności upraw przeprowadzono w 2007 r. na 23 powierzchniach eksperymentalnych zlokalizowanych na trzech uprawach. Na każdej takiej powierzchni założono 10 powierzchni próbnych obejmujących jeden rząd sadzonek o długości odpowiadającej 10 miejscom sadzenia wynikającym z zastosowanej więźby lub 10 kolejnych talerzy.

Tab. 1. Wykaz powierzchni badawczych założonych w drzewostanach sosnowych Nadleśnictwa Sychowo

Table 1. Location of study plots in pine forests of Sychowo Forest District

Lp.	Warianty doświadczenia	Symbol i lokalizacja powierzchni (nr oddziału)
1.	Dojrzały drzewostan sosnowy – kontrolna	K – 111, 237, 223*
2.	Zrąb zupełny zimowy	O – 150, 117, 95
3.	Zrąb zupełny letni	OL – 130, 134, 256
4.	Pryzma gałęzi na zrębnie zupełnym zimowym	G – 150, 117, 95
5.	Pryzma gałęzi na zrębnie zupełnym letnim	GL – 130, 134, 256
6.	Zrąb zupełny z wykonanymi talerzami	T – 185, 111, 111a
7.	Zrąb zupełny – przygotowanie gleby frezem leśnym	F – 185, 111, 111a
8.	Zrąb zupełny – przygotowanie gleby pługiem aktywnym; tzw. słoneczkiem	S – 188, 111, 111a
9.	Zrąb zupełny – wyoranie pasów pługiem leśnym dwuodkładnicowym	P – 188, 111, 111a
10.	Zrąb zupełny z wykonanymi talerzami + zrębki	TZ – 185, 111, 111a
11.	Zrąb zupełny – przygotowanie gleby frezem leśnym + zrębki	FZ – 185, 111, 111a
12.	Zrąb zupełny – przygotowanie gleby pługiem aktywnym; tzw. słoneczkiem + zrębki	SZ – 188, 111, 111a
13.	Zrąb zupełny – wyoranie pasów pługiem leśnym dwuodkładnicowym + zrębki	PZ – 188, 111, 111a
14.	Wyspa starodrzewia	W – 179, 237, 167
15.	Młodnik w otoczeniu wyspy starodrzewia	M – 179, 237, 167

*powierzchnia zlokalizowana w Nadleśnictwie Maskulińskie

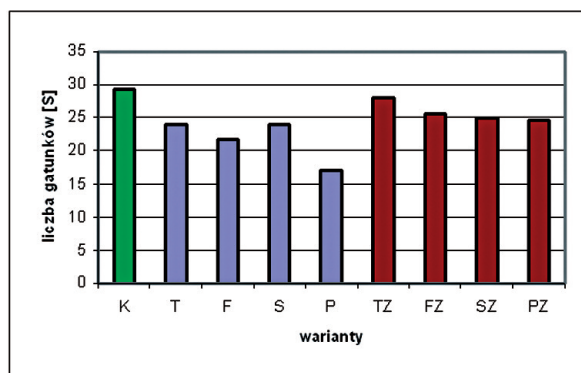
Na powierzchniach próbnych policzono liczbę żywych sadzonek i pomnożono przez 10 uzyskując udatność w procentach. Analizę wzrostu drzewek przeprowadzono w 2008 r. Celem odrzucenia lokalnych różnic żyzności czy wilgotności gleby pomiary ograniczono do jednej uprawy położonej w oddziale 111, w którym wystąpiły po dwa powtórzenia każdego z wariantów. Obserwacje polegały na pomiarze wysokości kolejnych sadzonek w rzędzie w losowo wybranych punktach powierzchni eksperymentalnej. Tak uzyskany materiał poddano analizie statystycznej stosując test określenia różnic między średnimi i analizę wariancji. Ze względu na to, że dane dotyczące udatności odbiegały od rozkładu normalnego do porównani średnich zastosowano test Manna-Witneya a do analizy wariancji test Kruskala – Wallisa. Tam gdzie rozkład był normalny zastosowano test t.

Wyniki

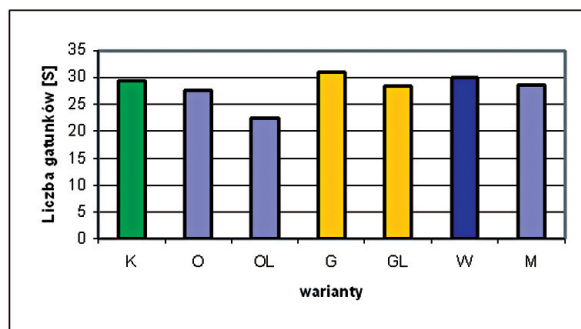
Bogactwo gatunkowe zgrupowań

Średnia liczba gatunków skoczogonków odłowionych na powierzchniach badawczych wahała się w granicach 17-31. Największe bogactwo gatunkowe zgrupowań stwierdzono w przyzmacz gałęzi na zrębach letnich (31), kępacz starodrzewia (30) i otaczających je młodnikach (29) oraz

dojrzałych drzewostanach kontrolnych (29). Najmniej gatunków (średnio 17) odnotowano na powierzchniach zrębowych, na których wyorano pasy pługiem dwuokładnicowym. W pozostałych wariantach doświadczenia odłowiono od 22 do 28 gatunków (ryc. 1). Z danych tych wynika, że skutkiem usunięcia drzewostanu i przygotowania gleby jest spadek bogactwa gatunkowego zgrupowań skoczogonków. Natomiast pozostawienie na powierzchni odpadów zrębowych w postaci zrębków lub pryzm gałęzi pozwala na przetrwanie większej liczby gatunków. Świadczą o tym następujące wyniki uzyskane dla różnych wariantów przygotowania gleby: 17 gatunków na zrębie z pasami wyoranymi pługiem dwuokładnicowym (P) i 25 na tym samym zrębie w miejscach gdzie rozsypano zrębki (PZ); 22 gatunki na zrębie, na którym glebę przygotowano frezem (F) i 26 w miejscach ze zrębkami (FZ); 24 gatunki na zrębie, na którym glebę przygotowano tzw. słoneczkiem (S) i 25 w miejscach ze zrębkami (SZ); 24 gatunki na zrębie, na którym przygotowano talerze (T) i 28 w miejscach ze zrębkami (TZ).



Warianty doświadczenia:
 K – dojrzały drzewostan,
 T – talerze,
 F – frez leśny,
 S – pług aktywny,
 P – pług dwuokładnicowy,
 TZ – talerze + zrębki,
 FZ – frez leśny + zrębki,
 SZ – pług aktywny + zrębki,
 PZ – pług dwuokładnicowy + zrębki



Warianty doświadczenia:
 K – dojrzały drzewostan,
 O – otwarta powierzchnia, zręb zimowy,
 G – pryzma gałęzi na zrębie zimowym,
 OL – otwarta powierzchnia, zręb letni,
 GL – pryzma gałęzi na zrębie letnim,
 W – kępa starodrzewia,
 M – młodnik

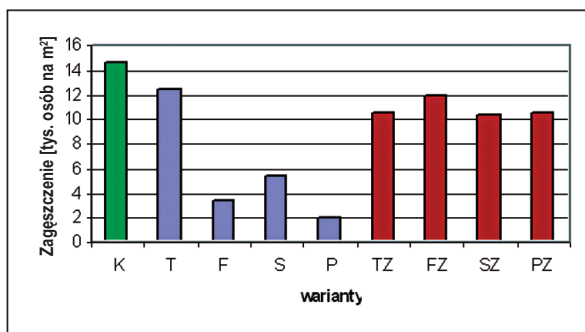
Ryc. 1. Liczba gatunków skoczogonków na zrębach różniących się sposobem przygotowania gleby i użyciem odpadów zrębowych, na otwartych powierzchniach zrębowych i w pryzmach gałęzi oraz kępach drzew pozostawionych na zrębach i otaczających je młodnikach
Fig. 1. Number of species of springtails on clearcuts differing in the soil scarification and usage of wood chips, on open clearcut areas, in piles of branches and residual patches of trees left on clearcuts and surrounding young stands

W przypadku zrębów z pryzmami gałęzi uzyskano następujące wyniki: otwarta powierzchnia zrębów zimowych (O) – 28 gatunków a w pryzmach gałęzi na tych zrębach (G) – 31; otwarta powierzchnia zrębów letnich (OL) – 22 gatunki a w pryzmach gałęzi na tych zrębach (GL) – 28.

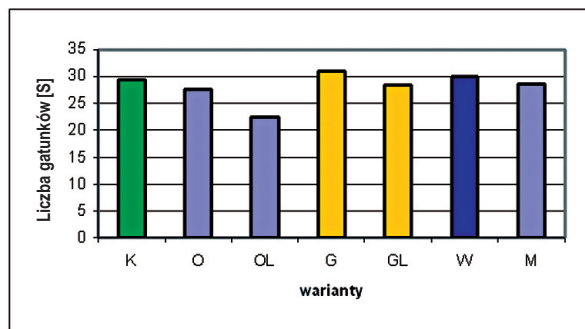
Ze względu na bardzo duży rozrzut wyników, zwłaszcza na powierzchniach O, OL, F, P i FZ, różnice między średnimi liczbami gatunków w poszczególnych wariantów doświadczenia są nieistotne statystyczne (ryc. 1).

Zagęszczenie zgrupowań

W zgrupowaniach skoczogonków dojrzałych drzewostanów sosnowych, będących kontrolą w niniejszym doświadczeniu, wystąpiło przeciętnie ponad 14,6 tys. osobników na 1 m². W założonym doświadczeniu tylko w jednym wariantcie – w glebie wysp starodrzewia stwierdzono wyższą liczebność zgrupowań wynoszącą aż 19,4 tys. Pozostałe warianty pod względem wartości tego parametru można podzielić na dwie grupy (ryc. 2):



Warianty doświadczenia:
 K – dojrzały drzewostan,
 T – talerze,
 F – frez leśny,
 S – pług aktywny,
 P – pług dwuokładnicowy,
 TZ – talerze + zrębki,
 FZ – frez leśny + zrębki,
 SZ – pług aktywny + zrębki,
 PZ – pług dwuokładnicowy + zrębki



Warianty doświadczenia:
 K – dojrzały drzewostan,
 O – otwarta powierzchnia, zręb zimowy,
 G – pryzma gałęzi na zręb zimowym,
 OL – otwarta powierzchnia, zręb letni,
 GL – pryzma gałęzi na zręb letnim,
 W – kępa starodrzewia,
 M – młodnik

Ryc. 2. Zagęszczenie skoczogonków (tys. osobn./m kw na zrębach różniących się sposobem przygotowania gleby i użyciem odpadów zrębowych, na otwartych powierzchniach zrębowych i w pryzmach gałęzi oraz kępach drzew pozostawionych na zrębach i otaczających je młodnikach

Fig. 2. Density of springtails (thousand specimen / Sq m) on clearcuts differing in the soil scarification and usage of wood chips, on open clearcut areas, in piles of branches and residual patches of trees left on clearcuts, and surrounding young stands

A. zręby letnie i zimowe zaraz po usunięciu drzewostanu oraz zręby, na których wykonano przygotowanie gleby. Stwierdzono tutaj drastyczny spadek liczebności skoczogonków do zaledwie kilku tysięcy osobników (wyjątek w tej grupie stanowi zrąb z talerzami, na którym liczebność została zredukowana w niewielkim stopniu),

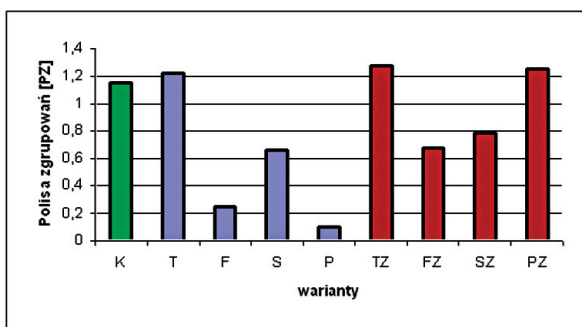
B. powierzchnie wzbogacone w odpady zrębowe w postaci zrębków lub przyzmy gałęzi, na których liczebność zgrupowań spadła tylko do około 10 tys. osobników na 1m².

W całym doświadczeniu najniższą liczebność zgrupowań odnotowano na zrębach z przygotowaniem gleby w pasy pługiem dwuodkładnicowym (P), na których stwierdzono tylko 1,98 tys. osobników. Silną redukcję skoczogonków odnotowano również w wariantach z frezem (F – 3,41 tys.) i pługiem aktywnym (S-5,39 tys.) (ryc. 2). Różnice w wartości średniego zagęszczenia zgrupowań tych wariantów w porównaniu z kontrolą są istotne statystycznie (test Fishera: najmniejsza istotna różnica (LSD) – 8,72; P – 12,65; S – 9,23; F – 11,22). Warto zwrócić uwagę na fakt, że wzbogacenie tych powierzchni w zrębki w każdym przypadku miało wyraźny pozytywny wpływ na liczebność zgrupowań (FZ, SZ, PZ na ryc. 2). Również liczebność skoczogonków w pozostawionych na zrębach przyzmych gałęzi była wyższa niż na otwartej powierzchni zrębu (zręby zimowe odpowiednio 9,49 i 6,23 a zręby letnie 12,73 i 8,50 tys. osobników).

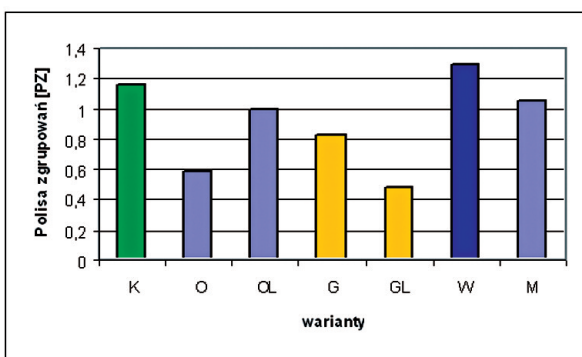
Zdecydowanie najlepsze warunki zapewniają skoczogonom pozostawione na zrębach wyspy starodrzewia. Różnica między średnim zagęszczeniem zgrupowań wysp starodrzewia a otaczającymi je młodnikami wyniosła ponad 10 tys. i okazała się być istotna statystycznie (ryc. 4) (test Fishera: najmniejsza istotna różnica (LSD) – 8,72; różnica między M i W – 10,66). Również zagęszczenie zgrupowań otwartych powierzchni zrębowych (O i OL) różniło się istotnie od wartości tego parametru dla wysp starodrzewia (rys. 2) (test Fishera: najmniejsza istotna różnica (LSD) – 8,72; różnica między O i W – 13,23; OL i W – 10,96).

Polisa zgrupowań

Zgrupowania skoczogonków dojrzałych drzewostanów cechuje duża ilość gatunków sporadycznych, czyli takich których udział w liczebności jest mniejszy niż 1%. Cechę tę opisuje wskaźnik zwany polisą zgrupowań PZ, będący ilorazem liczby gatunków sporadycznych i liczby gatunków liczniejszych (o udziale powyżej 1%) (Sławska 2005). Wskaźnik ten w dojrzałych drzewostanach przyjmuje zwykle wartość powyżej 1. W założonym doświadczeniu najwyższe wartości polisy zgrupowań odnotowano dla następujących wariantów: wyspa starodrzewia (1,30), zrąb z talerzami wzbogacony zrębkami (1,28), zrąb z wyoranymi pasami pługiem dwuodkładnicowym wzbogacony zrębkami (1,25), zrąb z talerzami (1,22), kontrola (1,16) oraz młodnik (1,06) i zrąb letni (1,0). Na pozostałych 10 powierzchniach wartość wskaźnika PZ była niższa niż 1. Oznacza to, że w większości analizowanych wariantów odnotowano spadek udziału gatunków sporadycznych, co świadczy o silnym zaburzeniu struktury zgrupowań (ryc. 3). W skrajnym przypadku powierzchni z wyoranymi pasami pługiem dwuodkładnicowym polisa wyniosła zaledwie 0,10 a na zrębie z przygotowaniem gleby frezem 0,24. Różnice między średnią wartością polisy zgrupowań tych dwóch wariantów a dojrzałym drzewostanem kontrolnym są istotne statystycznie (test Fishera: najmniejsza istotna różnica (LSD) – 0,66; różnica między P i K – 1,06; F i K – 0,91). Bardzo niska wartość tego parametru na zrębie z wyoranymi pasami (P) istotnie różni tę powierzchnię również od kilku innych wariantów doświadczenia – wyspa starodrzewia (W – 1,20), młodników (M – 0,96), zrębów z talerzami (T – 1,12) a także dwóch zrębów wzbogaconych zrębkami (TZ – 1,18 i PZ – 1,15). Pozostawienie na zrębach odpadów zrębowych w tej właśnie postaci w przypadku wszystkich czterech wariantów przygotowania gleby dało pozytywny efekt wyrażony wzrostem wartości polisy zgrupowań (ryc. 3).



Warianty doświadczenia:
 K – dojrzały drzewostan,
 T – talerze,
 F – frez leśny,
 S – pług aktywny,
 P – pług dwuokładnicowy,
 TZ – talerze + zębki,
 FZ – frez leśny + zębki,
 SZ – pług aktywny + zębki,
 PZ – pług dwuokładnicowy + zębki



Warianty doświadczenia:
 K – dojrzały drzewostan,
 O – otwarta powierzchnia, zrąb zimowy,
 G – pryzma gałęzi na zrubie zimowym,
 OL – otwarta powierzchnia, zrąb letni,
 GL – pryzma gałęzi na zrubie letnim,
 W – kępa starodrzewia,
 M – młodnik

Ryc. 3. Polisa zgrupowań skoczogonków zrębów różniących się sposobem przygotowania gleby i użyciem odpadów zrębowych, otwartych powierzchni zrębowych i pryzm gałęzi oraz kęp starodrzewia pozostawionych na zrębach i otaczających je młodników

Fig. 3. Policy of springtails communities on clearcuts differing in the soil scarification and usage of wood chips, on open clearcut areas, in piles of branches and residual patches of trees left on clearcuts, and surrounding young stands

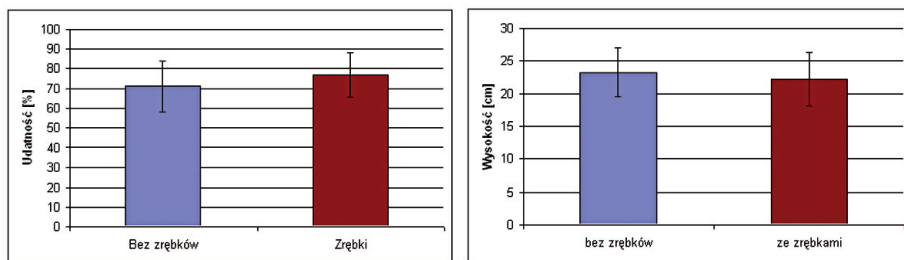
Udatność upraw i wzrost sadzonek w pierwszych latach uprawy

Analiza stanu upraw wskazuje, że aplikacja zrębków nie miała wpływu ani na udatność upraw (test Manna-Witneya $p=0,0801$) ani na wzrost sadzonek w pierwszych latach uprawy (test $tp=0,118$). Średnia udatność upraw wyniosła 71%, wysokość sadzonek na uprawach bez zrębów równała się 23 cm a w wariancie ze zrębkami była niższa tylko o 1 cm (ryc. 4).

Na udatność upraw oraz ich wzrost w pierwszych latach miał wpływ sposób przygotowania gleby. Najwyższą udatnością cechowały się uprawy z przygotowaniem gleby w talerze (80%), następnie pługiem aktywnym (75%), frezem (71,3%) i pługiem dwuokładnicowym (71,0%) (ryc. 5). Różnice te jednak nie były istotne statystycznie (test Kruskala-Wallisa $p=0,3368$).

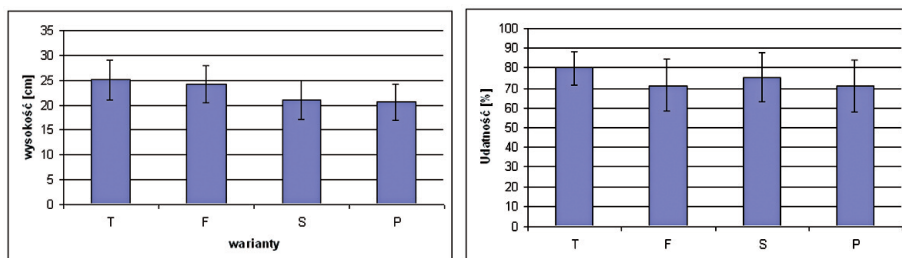
Zastosowane metody przygotowania gleby miały natomiast wyraźny wpływ na przyrost sadzonek. Analiza wariancji wydzieliła dwie rozłączne grupy (ryc. 5). Pierwsza, cechująca się lepszym

wzrostem, obejmuje przygotowanie gleby frezem glebowym i talerze. Druga grupa o słabszym wzroście to powierzchnie przygotowane w pługiem aktywnym i tradycyjnym pługiem dwuokładnicowym. Stwierdzone różnice są jednak niewielkie rzędu 4-5 cm.



Ryc. 4. Zastosowanie zrębków a udatność upraw i wzrost sosny w pierwszych trzech latach

Fig. 4. Usage of wood chips versus success of cultivation and growth of pines in the first three years



Ryc. 5. Wpływ różnych metod przygotowania gleby na udatność upraw i wzrost sosny w pierwszych trzech latach. Warianty doświadczenia: T – talerze, F – frez leśny, S – pług aktywny, P – pług dwuokładnicowy

Fig. 5. Influence of different methods of soil scarification for success of cultivation and growth of pines in the first three years

Dyskusja

Doświadczenie założone w LKP „Lasy Mazurskie” składa się z bardzo wielu wariantów odnoszących się do różnych aspektów gospodarki zrębowej. Z tego względu uzyskane wyniki dotyczą szerokiego spektrum problemów.

Pierwszy z nich to wpływ zrębów zupełnych a zwłaszcza różnych metod przygotowania gleby na zgrupowania leśnych bezkręgowców. Problem ten był przedmiotem licznych badań, w tym pionierskich prac zoindykacyjnych prowadzonych przez skandynawskich uczonych już w latach 60 ubiegłego wieku (Huhta i in. 1967). Również w krajowej literaturze ilość publikacji poświęconych temu zagadnieniu jest znacząca. Podsumowanie tego problemu zawiera opracowanie Szujeckiego (1995) a w odniesieniu do skoczogonków rozprawa Sławskiej (2005). Negatywne skutki zrębów zupełnych w odniesieniu do fauny epigeiczno-glebowej zostały zatem dobrze poznane i udokumentowane. Na tym tle wartość wyników uzyskanych w niniejszym doświadczeniu polega przede wszystkim na uwzględnieniu czterech różnych metod przygotowania gleby. Dzięki temu wiadomo,

że oba rodzaje pługów oraz frez glebowy powodują silne zaburzenie środowiska glebowego i w konsekwencji drastyczną redukcję liczebności zgrupowań. Natomiast przygotowanie powierzchni zrębowej w talerze pozwala na przetrwanie znacznie większej liczby osobników na terenie zrębu. Wynik ten pozostaje w zgodności z wcześniejszymi badaniami, które udowodniły, że skoczogonki są grupą bardzo wrażliwą na spowodowane orką zaburzenia środowiska glebowego i zwykle pozytywnie reagują na zmniejszenie intensywności zbiegów agrotechnicznych (Filser i in. 2002, Sławska 2002a, Sławska i Sławski 2006).

Kolejnym aspektem założonego doświadczenia jest odpowiedź na pytanie, czy podejmowane próby doskonalenia gospodarki zrębowej mają wpływ na skład i strukturę leśnych zgrupowań bezkręgowców. W przypadku skoczogonków, jak dotąd nie prowadzono tego typu badań, ale znając plastyczność ekologiczną gatunków występujących w lasach oraz ich wrażliwość na zmiany środowiskowe można się było spodziewać, że pozostawienie na zrębach zupełnych odpadów w postaci zrębków czy gałęzi będzie sprzyjać liczniejszemu występowaniu skoczogonków. Przesłanki ku temu daje też praca dokumentująca bardzo wysokie zagęszczenia skoczogonków w miejscach naturalnego gromadzenia się ściółki leśnej w wyniku nawiewania lub zsuwania po stoku (Kopeszki 1995).

Wyniki doświadczenia założonego w LKP Lasy Mazurskie to pierwsze doniesienie o pozytywnej reakcji skoczogonków na celowe działania nastawione na poprawę warunków bytowania leśnej fauny ściółkowo-glebowej. Zestawienie wyników uzyskanych dla wariantów ze zrębkami i pozbawionych tych odpadów ujawnia, że liczebność zgrupowań na zrębach zupełnych wzbogaconych w zrębki była dwukrotnie większa w przypadku zrębu z przygotowaniem gleby pługiem aktywnym i trzykrotnie większa w przypadku zrębu, na którym użyto frezu leśnego. Natomiast na powierzchni z wyoranymi pasami pługiem dwuodkładnicowym dodanie zrębków spowodowało aż pięciokrotny wzrost liczebności skoczogonków. Średnia wartość tego parametru uzyskana dla wariantów ze zrębkami w każdym z tych przypadków przekroczyła 10 tys. osobników na 1 m². Na tej podstawie można postawić tezę, że pozostawienie zrębków na powierzchni zrębowej wydaje się rekompensować straty w faunie spowodowane mechanicznym przygotowaniem gleby.

W założonym doświadczeniu na kilku zrębach pozostawiono przymy gałęzi. Zgrupowania skoczogonków zasiedlające te przymy składają się, co prawda, z większej liczby gatunków niż otwarta powierzchnia zrębu, ale nie stwierdzono tak spektakularnego pozytywnego wpływu gałęzi na liczebność zgrupowań jak ma to miejsce w przypadku zrębków.

Stosunkowo nowym pomysłem na udoskonalenie zrębowego sposobu zagospodarowania lasu jest pozostawianie na zrębach zupełnych kilkuarowych kęp dojrzałego drzewostanu (Zarządzenie nr 11, 1995). W badaniach prowadzonych na terenie RDLP Szczecinek, w pierwszych latach po złożeniu zrębu, w pozostawionych kępach starodrzewia obserwowano większe bogactwo gatunkowe i liczebność skoczogonków niż na otwartej powierzchni zrębowej (Sławska 2002b). Aby ocenić czy pozytywny wpływ kęp utrzymuje się w kolejnych latach do badań włączono istniejące już od kilku lat na terenie Nadleśnictwa Spychowo kępy starodrzewia i otaczające je młodniki. Dane uzyskane dla zgrupowań wysp upoważniają do stwierdzenia, że pozostawienie na zrębach zupełnych fragmentów drzewostanu z nienaruszoną powierzchnią gleby tworzy swojego rodzaju ostoje, w których wiele gatunków występuje bardzo licznie.

Wnioski

Różne sposoby przygotowania gleby na zrębach zupełnych

1. Zręby zupełne mają wyraźny negatywny wpływ na leśne zgrupowania skoczogonków. Usunięcie drzewostanu i przygotowanie gleby powoduje redukcję bogactwa gatunkowego oraz drastyczny spadek liczebności zgrupowań.

2. Na większości zrębów odnotowano zmniejszenie udziału gatunków sporadycznych, co świadczy o silnym zaburzeniu struktury zgrupowań.
3. Redukcja liczebności zgrupowań na zrębach zupełnych zależy od sposobu wykonania przygotowania gleby.
4. Drastyczny spadek liczebności skoczogonków do zaledwie kilku tysięcy osobników odnotowano na zrębach z pasami wyoranyimi pługiem dwuodkładnicowym. Silną redukcję stwierdzono również na powierzchniach z przygotowaniem gleby frezem leśnym i pługiem aktywnym.
5. Na zrębach z talerzami liczebność skoczogonków została zredukowana w niewielkim stopniu w porównaniu do dojrzałych drzewostanów kontrolnych.

Wykorzystanie odpadów zrębowych

1. Pozostawienie na zrębach zupełnych odpadów zrębowych postaci zrębów lub przyzmy gałęzi ma pozytywny wpływ na zgrupowania skoczogonków.
2. We wszystkich wariantach przygotowania gleby dodanie zrębków wyraźnie złagodziło redukcję bogactwa gatunkowego zgrupowań.
3. Wzbogacenie w zrębki powierzchni, na których przygotowano glebę pługiem dwuodkładnicowym, pługiem aktywnym i frezem spowodowało znaczny wzrost liczebności zgrupowań w porównaniu do powierzchni pozbawionych zrębków. Pozostawienie na zębie odpadów zrębowych w postaci zrębków w przypadku wszystkich czterech wariantów przygotowania gleby dało pozytywny efekt w postaci wzrostu wartości polisy zgrupowań
4. Liczebność skoczogonków w pozostawionych na zrębach przyzmych gałęzi była wyższa niż na otwartej powierzchni zrębu.

Wyspy starodrzewia

1. Pozytywnie ocenione zostały pozostawione na zrębach wyspy starodrzewia. Bogactwo gatunkowe kęp starodrzewia było wyższe niż dojrzałych drzewostanów kontrolnych, a w składzie zgrupowań bardzo licznie wystąpiły gatunki sporadyczne.
2. Średnie zagęszczenie zgrupowań skoczogonków wysp starodrzewia było bardzo wysokie i znacznie przewyższało wartości tego parametru w dojrzałych drzewostanach kontrolnych.
3. Biorąc pod uwagę wszystkie warianty doświadczenia można stwierdzić, że zdecydowanie najlepsze warunki zapewniają skoczogonom pozostawione na zrębach wyspy starodrzewia.

Analiza stanu upraw

1. Aplikacja zrębków nie miała wpływu na udatność upraw i wzrost sadzonek w pierwszych latach uprawy.
2. Zastosowane na zrębach zupełnych metody przygotowania gleby miały wyraźny wpływ na przyrost sadzonek w pierwszych trzech latach po posadzeniu. Lepszym wzrostem cechowały się drzewka na zrębach, na których glebę przygotowano frezem glebowym lub wykonano talerze.

Literatura

- Centrum Informacyjne Lasów Państwowych. 2007. Lasy w Polsce 2007. Warszawa.
- Filser J., Mebes K.H., Winter K., Lang A., Kampichler C. 2002. Long-term dynamics and interrelationship of soil *Collembola* and microorganisms in an arable landscape following land use change. *Geoderma* 105: 201–222.
- Huhta V., Karpinen E., Nurminen M., Valpas A. 1967. Effect of silvicultural practices upon arthropod, annelid and nematode populations in coniferous forest soil. *Ann. Zool. Fenn.* 4: 87-135.
- Kopeszki H. 1995. Collembolan Fauna, in Vienna Beech Wood in Relation to Litter Accumulation and Depletion. *Polskie Pismo Entomologiczne* 64: 357-362.
- Sławska M. 2000. Możliwości zastosowania fauny glebowej do oceny efektywności zabiegów gospodarczych. *Sylwan*. 3: 93-100.
- Sławska M. 2002a. Wpływ sposobu przygotowania gleby na zgrupowania skoczogonków (*Collembola*, *Apterygota*) boru sosnowego. *Sylwan* 11: 63-72.
- Sławska M. 2002b. *Collembola* responses to silviculture practices – communities of stand patches retained on logging area. *Annals of Warsaw Agricultural University. Forestry and Wood Technology*. No. 52: 3-15.
- Sławska M. 2005. Propozycja metody waloryzacji ekosystemów leśnych wykorzystującej epigeiczno-glebowe zgrupowania skoczogonków (*Collembola*, *Hexapoda*). Wydawnictwo SGGW.
- Sławska M. 2006. Monitoring of antropogenic changes in Białowieża Primeval Forest: epigeic and soil-dwelling communities of springtails (*Collembola*, *Hexapoda*). W: Zoindycation-based monitoring of antropogenic transformations in Białowieża Primeval Forest. Warsaw Agricultural University Press. Warszawa. 65-108.
- Sławska M., Sławski M. 2006. Wpływ sposobu przygotowania gleby i składu gatunkowego uprawy na tempo regeneracji zgrupowań *Collembola* na gruntach porolnych. *Sylwan*. 3: 57-65.
- Sławska M., Sławski M. 2007. Zmiany w składzie i strukturze epigeiczno-glebowych zgrupowań *Collembola* w drzewostanach Puszczy Piskiej zniszczonych przez huragan. W: Skłodowski J. (red.) *Monitoring zoindycacyjny pohuraganowych zniszczeń ekosystemów leśnych Puszczy Piskiej*. Wydawnictwo SGGW: 53-95.
- Szujecki A. 1995. Antropogeniczne przeobrażenia epigeicznej i glebowej entomofauny borów sosnowych. Fundacja „Rozwój SGGW”.
- Zarządzenie Nr 11 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 14 lutego 1995 roku w sprawie doskonalenia gospodarki leśnej na podstawach ekologicznych.

Małgorzata Sławska

Katedra Ochrony Lasu i Ekologii SGGW
slawska@poczta.onet.pl

Marek Sławski

Katedra Ochrony Lasu i Ekologii SGGW
mstawski@poczta.onet.pl