

Procesy odnowieniowe w reglu górnym Gorczańskiego Parku Narodowego

Regeneration processes in the subalpine forest of Gorce National Park

Krystyna Przybylska, Leszek Bujoczek

Abstract: The main goal of the research was an inventory of young generation trees and attempting it to find relations between regeneration and various factors presented in the subalpine forest of the Gorce National Park. For data collection and monitoring of forest processes the statistic-mathematical control inventory method was used. On this basic three inventory units were distinguished and comprehensive results for subalpine forest were made. Spruce *Picea abies* dominates on the forest floor with participation 88% of all the number of seedlings. Participation of rowan *Sorbus aucuparia* upgrowth is 45.6% in the all research area of upper subalpine forest, spruce 33.1%, beech 11.7% and fir 6%. Light determine the development of new generation trees in the upper subalpine forest. The influence of others factors like: soil quality classes, exposure, land slope, soil subtype have a little impact on the intensity of these processes. Lack of decomposing-wood microhabitats in the large areas of initial phase, what is a result of the mismanagement, slow down the spontaneous regeneration processes of these plant associations.

Key words: stand developmental phase, seedlings, saplings, upgrowth, undergrowth, subalpine forest, control sample plot, seed tree method

Katedra Urządzania Lasu AR Kraków, al. 29-go Listopada 46, 31-425 Kraków
e-mail: lkul@arkrakow.pl; bujo5@poczta.onet.pl

WSTĘP

Procesy odnowienia łączą się nierozzerwalnie z naturalnym cyklem rozwoju lasu a od ich przebiegu zależy postać i stabilność drzewostanów. Wiedza o zjawiskach pojawiających się młodego pokolenia, o warunkach jego przeżywania i wzrostu jest ciągle niewystarczająca i bardzo potrzebna. Dotyczy to zwłaszcza terenów górskich gdzie nieprzemysłana, niezgodna z zamysłem natury ingerencja w substancję leśną może być szczególnie szkodliwa.

Celem niniejszej pracy była inwentaryzacja młodej generacji drzew w drzewostanach regła górnego Gorczańskiego Parku Narodowego oraz próba znalezienia powiązań pomiędzy odnowieniem a różnorodnymi

czynnikami zewnętrznymi wywierającymi wpływ na trwający nieprzerwanie proces wymiany pokoleń. Główne zainteresowanie skierowano na dwa gatunki: świerka oraz jarzębinę, które zasadniczo kształtują przemianę pokoleń w tej strefie wysokościowej. W przypadku świerka podjęto próbę określenia roli mikrosiedlisk, na których występowały młode osobniki.

Badaniami objęto młode pokolenie wzrastające zarówno na otwartych przestrzeniach po rozpadzie drzewostanu (faza inicjalna), jak też pod okapem drzewostanów w optymalnej i terminalnej fazie rozwoju. Nadmienić tu trzeba, że pozbawione lasu obszary po gradacji zasnui wysokogórskiej, odnawiane były początkowo (lata 1983–1999) jodłą, bukiem, modrzewiem i jaworem.

Zabieg okazał się nieskuteczny, a wprowadzone sztucznie gatunki, choć pielęgnowane, nie wytrzymały konkurencji ekspansywnej jarzębiny i świerka.

Do zobrazowania okresowej dynamiki procesów zachodzących w dolnej warstwie lasu uzyskane w latach 2002–2003 wyniki pomiarów odniesiono do danych z poprzednich inwentaryzacji tj. z roku 1992 i 1997 (Chwistek 2001).

OBIEKT I METODA BADAŃ

Obiektem badań były lasy górnoreglowe Gorczańskiego Parku Narodowego o łącznej powierzchni 1083 ha, położone powyżej warstwy ok. 1050 m n.p.m. Najwyższe szczyty górskie i łączące je linie grzbietowe o generalnym przebiegu ze wschodu na zachód nie przekraczają 1300 m n.p.m. sprawiając, że w strefie regla górnego przeważają wystawy północne i południowe a lasy wykazują cechy pasa boru zwartego (Myczkowski 1964).

Do zrealizowania celu badawczego, tj. oceny procesów odnowieniowych w lasach górnoreglowych posłużono się statystyczno-matematycznym systemem inwentaryzacji i kontroli lasu (Rutkowski 1989). Metoda ta coraz częściej wykorzystywana jest w lasach doświadczalnych i parkach narodowych, ze względu na możliwość uzyskania większej ilości informacji oraz obiektywnego śledzenia zachodzących zmian na obszarach badanych obiektów.

Do opracowania wyników badań wykorzystano pomiary na 231 kołowych powierzchniach próbnych założonych w węzłach siatki kwadratów o boku 200 m. Taką gęstość próby uzyskano zagęszczając istniejącą w Parku sieć powierzchni o wymiarach 400 x 400 m. Wielkość powierzchni próbnych wynosiła 0,05 ha. Powierzchnie reprezentowały drzewostany dwóch kategorii składu gatunkowego tj.: świerczyno-jarzębin i litych świerczyn górnoreglowych oraz trzech faz rozwojowych: inicjalnej, optymalnej dojrzałej i terminalnej. Wyróżniono na tej podstawie trzy jednostki obliczeniowo-interpretacyjne tj.: świerczyno-jarzębiny w inicjalnej fazie rozwoju (43 p.p.); świerczyny w fazie optymalnej (107 p.p.) i świerczyny w fazie terminalnej (81 p.p.). Inwentaryzację młodego pokolenia wykonano w podziale na dwie warstwy, tj. podrost i nalot.

Podrost (osobniki powyżej 0,5 m wysokości, o pierśnicy poniżej 7 cm) był inwentaryzowany na współśrodkowym kole o powierzchni 0,01 ha. W zależności od wymiaru pierśnicy był zaliczany do jednej z ośmiu klas w przedziałach jednocentymetrowych. W każdej klasie

grubości mierzono po dwie wysokości dla każdego gatunku, z dokładnością do 10 cm. Dodatkowo świerk (o wymiarach $h \geq 0,5$ m i $d_{1,3} < 4$ cm) klasyfikowano ze względu na podłoże, na jakim wzrastał:

- Św (G) – osobniki występujące na glebie
- Św (P) – osobniki występujące na pniakach
- Św (K) – osobniki występujące na rozkładających się kłodach
- Św (W) – osobniki występujące na pagórkach wykotów.

Nalot – tj. osobniki gatunków drzewiastych do 0,5 m wysokości – mierzono na 4 kołach o promieniu 63 cm, w dwóch klasach wysokości (nalot niski do 25 cm i nalot wysoki 26–50 cm wysokości), z pominięciem siewek jednorocznych. Środki kół do pomiaru nalotu znajdowały się na kierunkach N, E, S, W w odległości 3 m od środka powierzchni kołowych. Dodatkowo nalot świerkowy klasyfikowano do 2 kategorii w zależności od rodzaju podłoża, na jakim rośnie:

- Św (G) osobniki występujące na glebie
- Św (D) osobniki występujące na rozkładającym się drewnie (pniaki, leżące kłody).

Na powierzchniach określano także stopień pokrycia przez gatunki zielne, formę typu lasu, nachylenie terenu, ekspozycję i zwarcie drzewostanu, a zebrane informacje wykorzystano do analizy zagęszczenia i prawdopodobieństwa wystąpienia podrostu świerkowego i jarzębinowego w zależności od różnych czynników otoczenia.

Ze względu na nierówną liczebność próby w klasach wymiarowych założono, że w każdej klasie liczba powierzchni wynosi 100, standaryzując jednocześnie rzeczywistą liczbę wystąpień danego gatunku w każdej klasie również dla 100 powierzchni. Następnie obliczono frekwencję oczekiwaną. Otrzymane wartości porównano z hipotetycznym rozkładem prostokątnym (równomiernym). Hipoteza zerowa zakłada, że przy równej liczbie powierzchni próbnych w klasach, prawdopodobieństwo wystąpienia podrostów jarzębinowych jest jednakowe w każdej klasie. Wartość tego prawdopodobieństwa została na wykresie oznaczona poziomą linią jako wartość oczekiwana i zależna jest od ilości klas. Za pomocą testów zgodności: Kołgomorowa-Smirnowa oraz testu Chi-kwadrat zamieszczonych nad analizowanymi rozkładami badano istotność odchyień od rozkładu prostokątnego. Każde znaczące odchylenie prawdopodobieństwa wystąpienia gatunku w klasie od wartości oczekiwanej świadczy o preferowaniu lub unikaniu danej klasy (wg Różańskiego za Lochem 1999).

WYNIKI BADAŃ

Uzyskane w toku badań rezultaty oceny procesu odnowienia lasu wykazują wyraźne zróżnicowanie w zależności od fazy rozwoju i kategorii składu gatunkowego. Opisano je więc niezależnie dla trzech jednostek obliczeniowych. W kolejnych podrodziałach znajdują się wyniki inwentaryzacji podrostu i nalotu w: świerczyno-jarzębinach w inicyjalnej fazie rozwoju oraz w litych świerczynach górnoreglowych w optymalnej i terminalnej fazie rozwoju. Dalej, w odniesieniu do całego regla, przedstawiono współczynniki korelacji rang Spearmana pomiędzy wybranymi gatunkami oraz analizę zagęszczenia i prawdopodobieństwo wystąpienia podrostu świerkowego i jarzębinowego w zależności od różnych czynników.

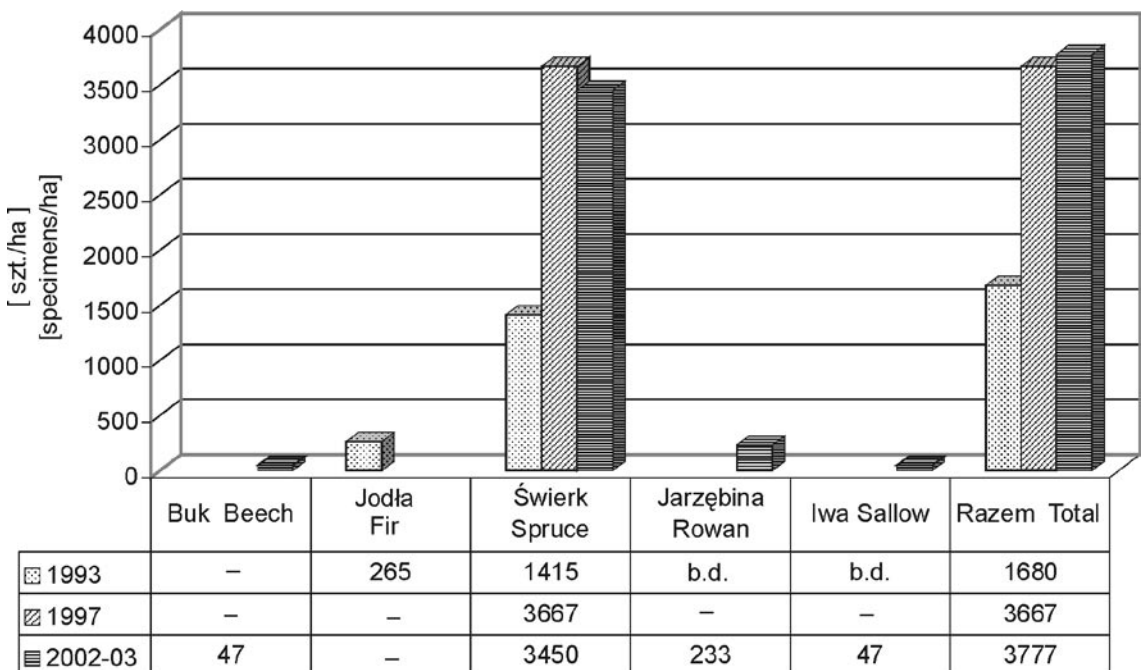
ŚWIERCZYNO-JARZĘBINY REGŁA GÓRNEGO W INICYJALNEJ FAZIE ROZWOJU

Świerczyno-jarzębiny w inicyjalnej fazie rozwoju pokrywają łącznie ponad 168 ha, co stanowi 15,6% obszaru regla górnego. Zlokalizowane są w trzech pogradacyjnych centrach na zboczach masywów: Mostownicy (ok. 29 ha),

masywu Kudłonia (ok. 56 ha) i Jaworzyny Kamienickiej (ok. 77 ha). Są typowym przykładem regeneracji lasu na otwartych przestrzeniach powstałych po rozpadzie dojrzałego drzewostanu. Zasadnicze tło stanowi warstwa młodego pokolenia drzewek o parametrach podrostu i nalotu, nad którymi górują pojedyncze osobniki, lub rzadziej niewielkie grupy drzew starszych generacji.

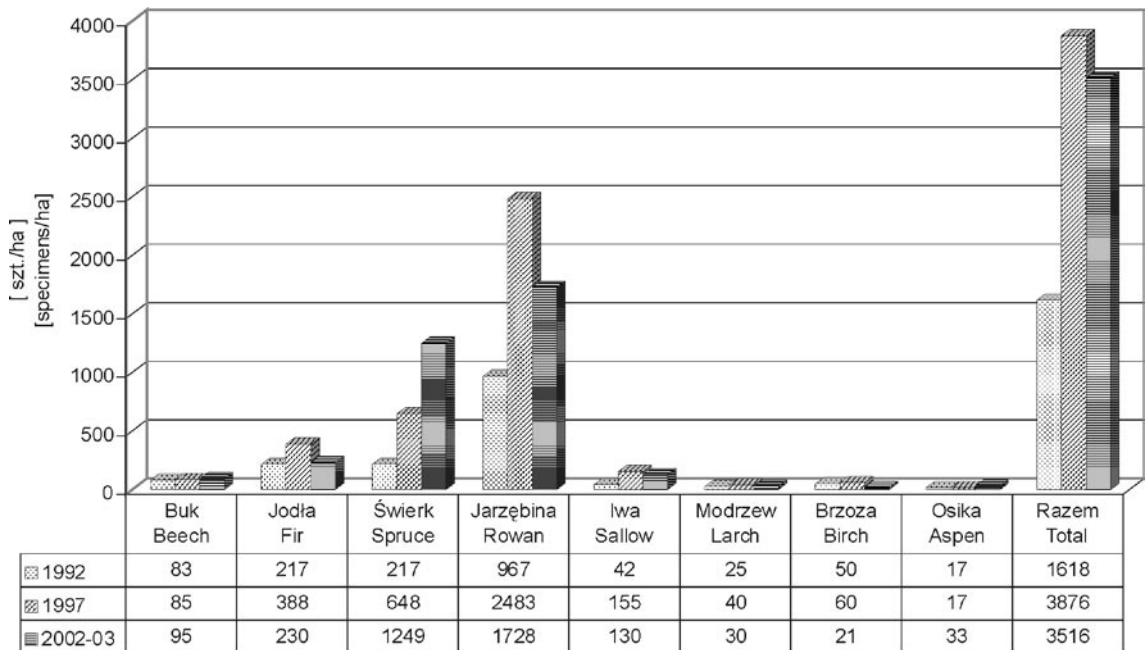
Obfita warstwa runa leśnego zdominowana przez borówkę czernicę w znacznym stopniu hamuje pojawienie się nalotu. Świadczy o tym jego zagęszczenie wynoszące w 2003 roku zaledwie 3777 szt./ha, będące nieco wyższe niż w roku 1997 (3667 szt./ha) (Ryc. 1). Dominuje świerk 91,4%, jarzębina posiada 6,2% udziału, a na pozostałe dwa gatunki, tj.: buka i iwę przypada 2,4%. Zauważalny w tej warstwie jest udział nalotu wysokiego wynoszący 41,0%, co wskazuje na wysoką przeżywalność najmłodszych osobników, pomimo konkurencji runa.

Warstwę podrostu tworzy osiem gatunków, tj.: jarzębina, świerk, jodła, iwa, buk, osika, modrzew i brzoza brodawkowata. To nietypowe dla regla górnego bogactwo gatunkowe jest następstwem prowadzonych wcześniej sztucznych odnowień. Udział gatunków sztucznie wprowadzonych jest jednakże niewielki. Podrost zdominowały



Ryc. 1. Skład gatunkowy oraz zagęszczenie nalotu w kolejnych inwentaryzacjach (faza inicyjalna); b.d. – brak danych

Fig. 1. Species composition and density of seedlings in the three successive forest inventories (initial phase); b.d. – missing data



Ryc. 2. Skład gatunkowy oraz zagęszczenie podrostu w kolejnych inwentaryzacjach (faza inicjalna)

Fig. 2. Species composition and density of undergrowth in the three successive forest inventories (initial phase)

dwa gatunki, tj. jarzębina 49,1% i świerk 35,5%. Zagęszczenie drzewek wyniosło w 2003 roku średnio 3516 szt./ha (Ryc. 2) i w porównaniu z rokiem 1997 nieznacznie wzrosło (o 9%) na skutek przemieszczania się osobników z warstwy nalotu wysokiego do podrostu.

Zjawiskiem niezmiernie interesującym jest dynamiczny wzrost liczebności świerka z 648 szt./ha w 1997 roku do 1249 szt./ha w 2002–03, przy równoczesnym spadku liczby jarzębin z 2483 szt./ha do 1728 szt./ha. Podrost świerkowy występuje głównie bezpośrednio na glebie (66,7%). Stosunkowo licznie (25,1%) porasta pniaki po wyciętych drzewach, natomiast nieliczne na tym obszarze leżące kłody powodują, że z tym mikrosiedliskiem związało się tylko 4,2% młodych świerków. Na pagórkach wykrotów wyrosło 4,0% osobników.

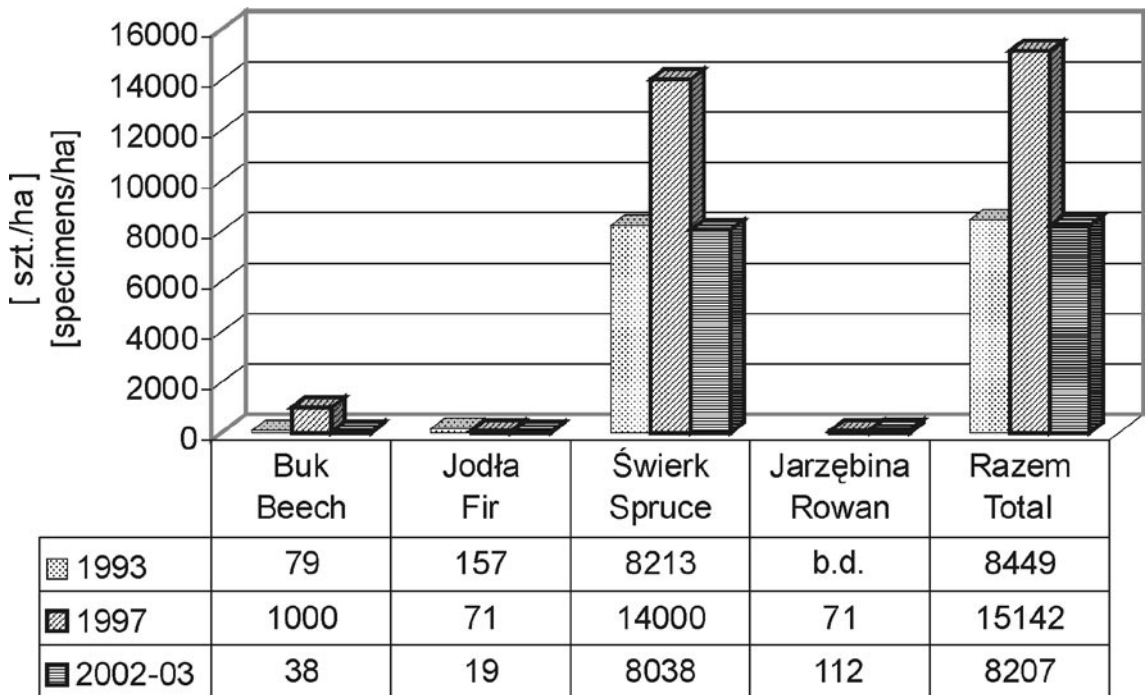
ŚWIERCZYNY GÓRNOREGŁOWE W OPTIMALNEJ FAZIE ROZWOJU

Górnoreglowe świerczyny w fazie optymalnej dojrzałej zajmują powierzchnię 510,1 ha, co stanowi 47,1% powierzchni regla górnego. Występują głównie na północnych stokach Turbacza, Kiczory, Jaworzyny Kamienieckiej ciągnąc się pasem przygrzbietowym przez Średniak, Przysłop, aż do Gorca.

Spotkać je można także na południowych stokach Kudłonia i na zachodnich zboczach Kiczory. Charakteryzują się bardzo ubogim składem gatunkowym drzewostanu, w którym poza świerkiem (97,5% udziału miąższościowego) zdarzają się pojedynczo i sporadycznie buk, jodła, jarzębina i jawor (Chwistek 2001). Są to lasy stosunkowo zasobne o średniej zasobności 355,7 m³/ha, wysokim zagęszczeniu drzew – średnio 640 szt./ha. Cechuje je też zasadniczo umiarkowane zwarcie koron drzew (stąd niedobór światła na dnie lasu) i stosunkowo ubogie runo z dominacją borówki i płonnika.

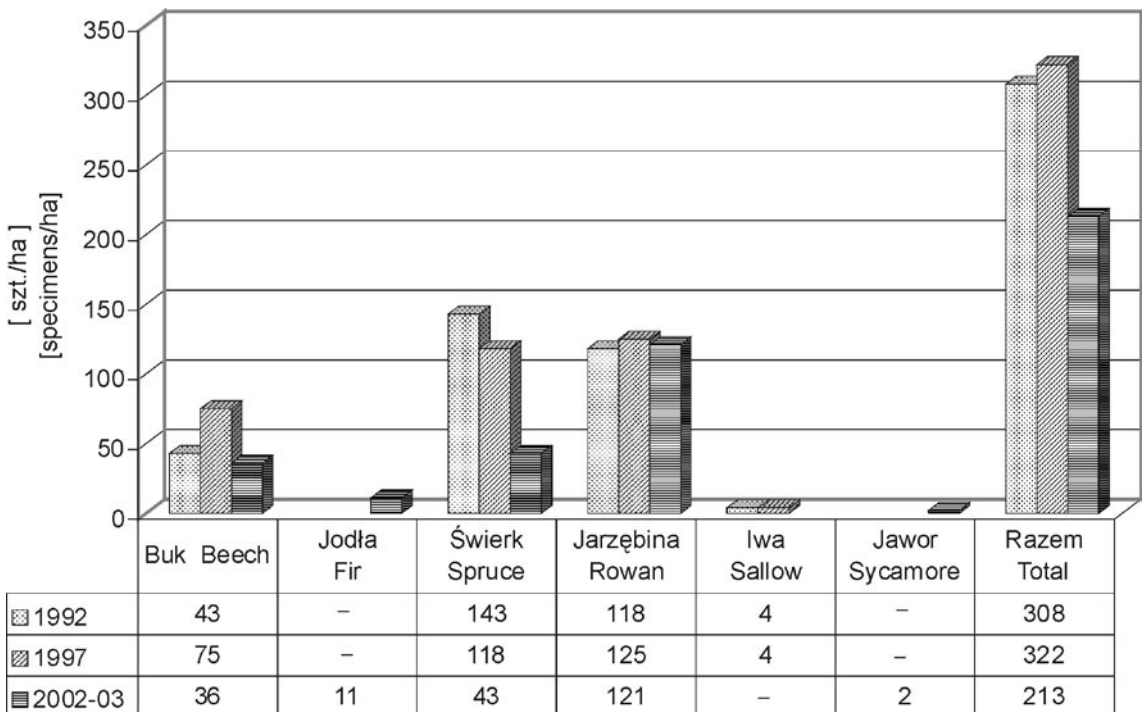
Pod okapem drzewostanu pojawia się młode pokolenie, choć zgodnie z naturalną postacą górnoreglowych świerczyn w fazie optymalnej, nie jest ono obfite.

W wyniku prac inwentaryzacyjnych stwierdzono, iż w 2003 roku w warstwie nalotu było średnio 8207 szt./ha, z czego tylko 149 szt./ha, tj. 1,8% posiadało wymiary nalotu wysokiego (26–50 cm). Świadczy to o niewielkiej przeżywalności najmłodszych osobników i trudnym procesie przechodzenia nalotu do warstwy podrostu. Zauważyć wypada (Ryc. 3), że liczebność nalotu ulega wyraźnym wahaniom w zależności od obfitości lat nasiennych (od 8449 szt./ha w 1993 roku, 15142 szt./ha w 1997 do 8207 szt./ha w 2002–2003). W składzie nalotu dominuje świerk (97,9%



Ryc. 3. Skład gatunkowy oraz zagęszczenie nalotu w kolejnych inwentaryzacjach (faza optymalna)

Fig. 3. Species composition and density of seedlings in the three successive forest inventories (optimal mature phase)



Ryc. 4. Skład gatunkowy oraz zagęszczenie podrostu w kolejnych inwentaryzacjach (faza optymalna)

Fig. 4. Species composition and density of undergrowth in the three successive forest inventories (optimal mature phase)

w roku 2002–2003), a pozostałe gatunki, tj.: jarzębina, buk i jodła zdarzały się sporadycznie.

Warstwa podrostu różni się od nalotu zarówno składem gatunkowym, jak też intensywnością występowania. Tworzy ją 5 gatunków, z których najliczniejsza jest jarzębina (56,8%), następnie świerk (20,1%), buk (17%), na jodłę i jawora przypada już tylko 6,1% ogólnej liczby. Podrost jest zdecydowanie mniej liczny niż nalot. W roku 2003 było go średnio tylko 213 szt./ha i podobne wartości osiągał w czasie poprzednich inwentaryzacji, tj. w latach 1992 i 1997 (Ryc. 4). Ostatnie pomiary wykazały, że blisko 70% osobników z tej warstwy nie przekroczyło 1,3 m wysokości, co oznacza, iż najprawdopodobniej w najbliższej przyszłości nie zdołają dorosnąć do warstwy drzewostanu.

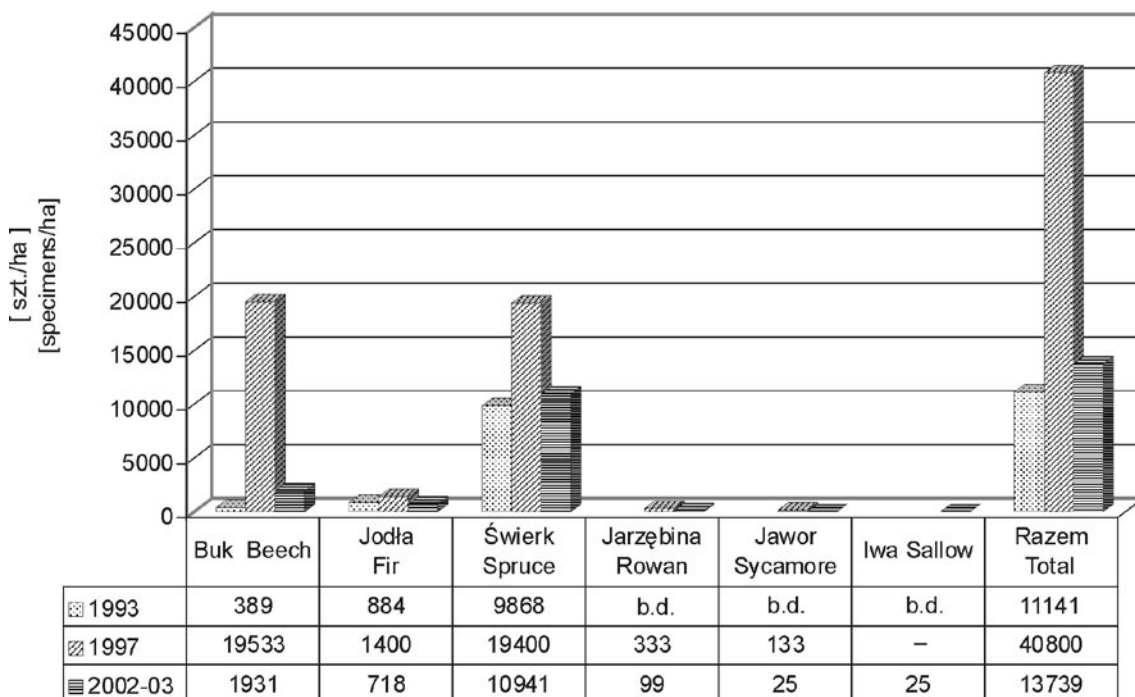
Podrost świerkowy występuje głównie na glebie 60,5%, w mniejszych ilościach porastał pniaki (23,3% i kłody (16,2%).

ŚWIERCZYN Y GÓRNOREGŁOWE W TERMINALNEJ FAZIE ROZWOJU

Górnoregłowe świerczyny w fazie terminalnej obejmują obszar 404,6 ha, stanowiąc 37,4% regła górnego. Spotkać je można głównie w szczytowych partiach

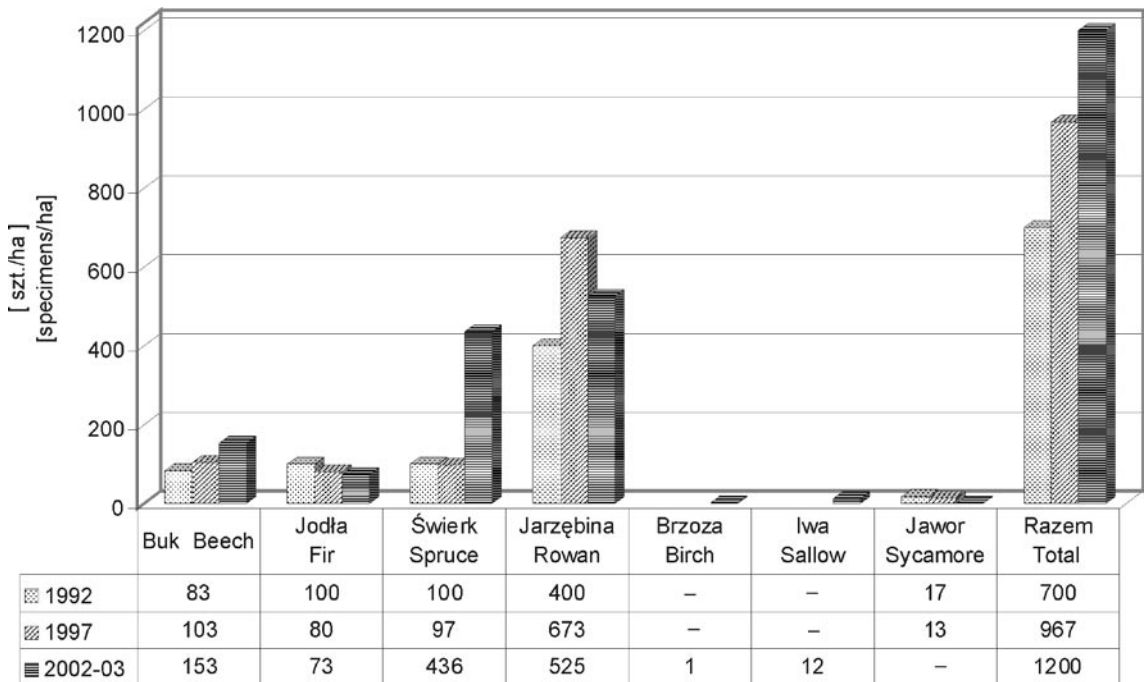
Kudłonia, na północnych i południowych stokach Jaworzyny Kamienickiej oraz na zachodnich zboczach Turbacza. Drzewostany te charakteryzują się wysoką zasobnością (447,9 m³/ha) przy zagęszczeniu wynoszącym 414 szt./ha. Są to lite świerczyny (89,3%) z niewielką domieszką buka, jodły i jarzębiny. Przeważają tu drzewostany z umiarkowanym zwarcie koron, jednak udział powierzchni ze zwarcie luźnym i przerywanym jest większy niż w fazie optymalnej. Częste jest też sąsiedztwo z obszarami fazy inicjalnej, co znacznie zwiększa ilość światła dochodzącego do dna lasu, w którym najbardziej rozpowszechnionymi gatunkami są borówka czarna i płonnik strojny.

Większe zróżnicowanie warunków zewnętrznych wpłynęło na największą liczebność nalotu (13739 szt./ha) oraz najbogatszy skład gatunkowy w zestawieniu z pozostałymi jednostkami obliczeniowymi wyróżnionymi w reglu górnym. Warstwę tę buduje 6 gatunków, tj. świerk (79,6%), buk (14,1%), jodła (5,2%), oraz iwa, jawor i jarzębina (1,1%). Wyraźne wahania zagęszczenia (od 40 800 szt./ha w 1997 do 13739 szt./ha w 2002–2003) potwierdzają duży wpływ lat nasiennych



Ryc. 5. Skład gatunkowy oraz zagęszczenie nalotu w kolejnych inwentaryzacjach (faza terminalna).

Fig. 5. Species composition and density of seedlings in the three successive forest inventories (terminal phase).



Ryc. 6. Skład gatunkowy oraz zagęszczenie podrostu w kolejnych inwentaryzacjach (faza terminalna)

Fig. 6. Species composition and density of undergrowth in the three successive forest inventories (terminal phase)

w okresowym zwiększaniu się liczebności nalotu. Gatunki gorzej przystosowane do surowych warunków klimatycznych zmniejszają znacznie swoją wysoką liczebność (np. buk), co obserwowano na końcu okresu kontrolnego (Ryc. 5)

Warstwę podrostu w roku 2003 tworzyło 6 gatunków (Ryc. 6). Przeciętne zagęszczenie w 2002–2003 roku wynosiło 1200 szt./ha i było wyższe niż w roku 1997 (967 szt./ha). Podobnie jak w całym reglu górnym, tak i w fazie terminalnej jarzębina (43,7%) i świerk (36,3%) kształtują przemianę pokoleń drzew. Pozostałe gatunki, tj.: buk, jodła, brzoza i iwa mają mniejsze znaczenie w powstawaniu warstwy drzewostanu. Proces ubywania i zwiększania liczebności poszczególnych gatunków w tej fazie wykazuje większe podobieństwo do obserwowanego w fazie inicjalnej niż w fazie optymalnej. Podobieństwo do fazy inicjalnej można także dostrzec w ilości młodych świerków, porastających wyszczególnione mikrosiedliska. Najbardziej rozpowszechnionym mikrosiedliskiem była gleba, na której stwierdzono 66,0% osobników, na pniakach zliczono 19,7%, natomiast na wykotach i kłodach po 7,1%.

WSPÓŁCZYNNIKI KORELACJI RANG SPEARMANA

Wybranim gatunkom nalotu, podrostu i roślin runa obliczono współczynniki korelacji w odniesieniu do całego obiektu badań. Posłużono się współczynnikami korelacji rang Spearmana ze względu na to, że żadna z analizowanych zmiennych nie posiadała rozkładu normalnego (Tab. 1).

Naloty świerka wykazały istotną dodatnią korelację z *Polytrichum* sp. i *Vaccinium myrtillus*, ujemną natomiast z podrostami iwy. Naloty jarzębiny dodatni współczynnik osiągnęły z podrostami tego samego gatunku, podobnie jak naloty jodły i buka, który ujemne istotne korelacje wykazał ze stopniem pokrycia powierzchni przez gatunki zielne oraz z *Polytrichum* sp. i *Calamagrostis* sp. Wszystkie wybrane gatunki podrostu wykazały istotnie dodatnie korelacje między sobą, jednocześnie też wszystkie korelowały ujemnie z *Polytrichum* sp. Dodatnią natomiast istotną korelację z głównym składnikiem runa, czyli z *Vaccinium myrtillus* posiadały podrosty: świerka, jarzębiny i jodły. Buk natomiast istotną ujemną wartość wykazał z *Calamagrostis* sp.

**ANALIZA ZAGĘSZCZENIA
I PRAWDOPODOBIENSTWO WYSTĄPIENIA**

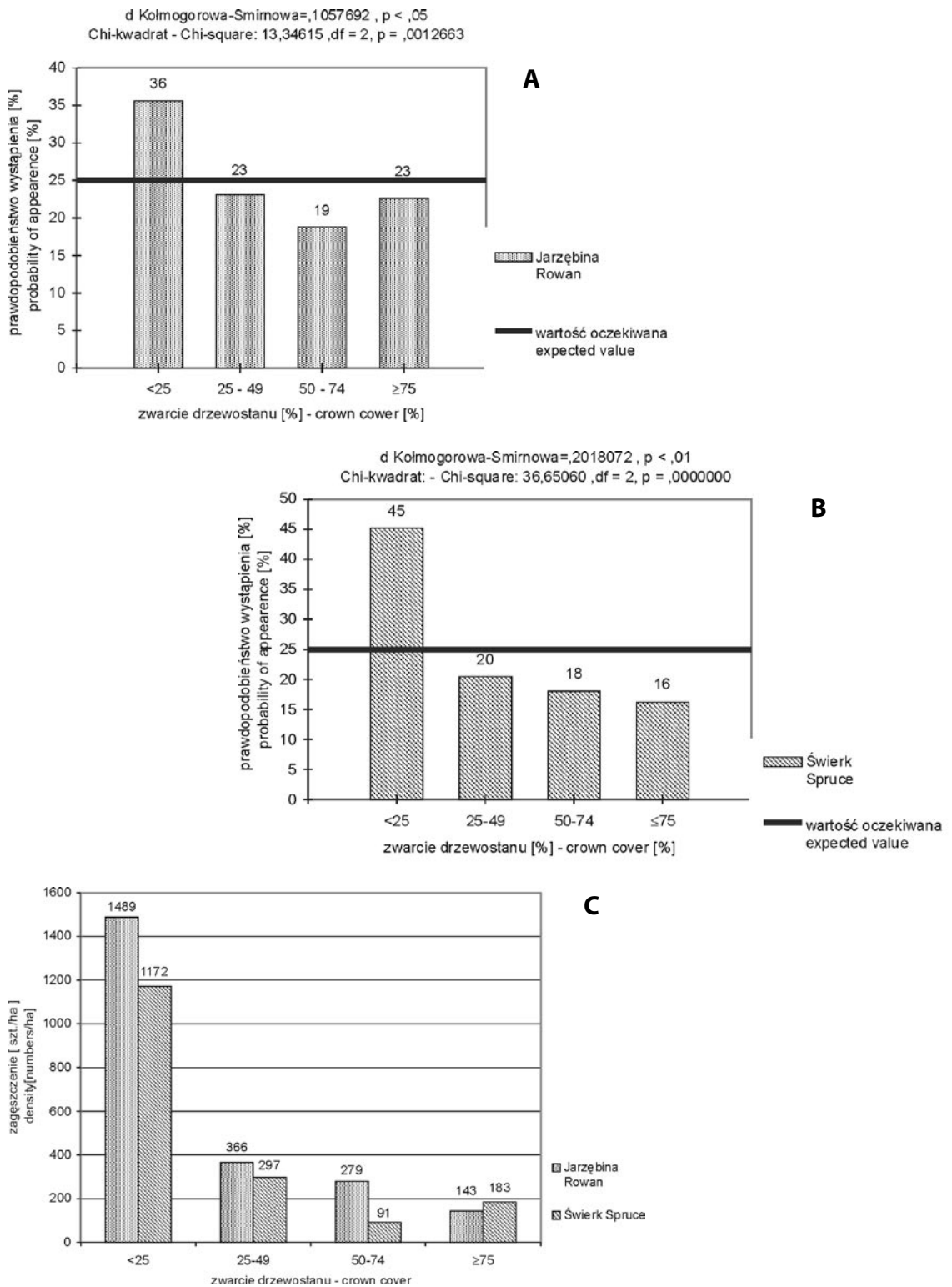
Analiza zagęszczenia oraz prawdopodobieństwa wystąpienia w klasach zwarcia drzewostanu świadczą o zdecydowanym preferowaniu przez podrosty zarówno świerka jak i jarzębiny zwarcia luźnego, z którym związane są najlepsze warunki świetlne. Zarówno test Kołmogorowa-Smirnowa jak i Chi-kwadrat nie wykazały zgodności badanych rozkładów z rozkładem prostokątnym.

Większe odstępstwa wykazuje świerk, którego prawdopodobieństwo wystąpienia maleje wraz ze zwiększającym się zwarcie (Ryc. 7).

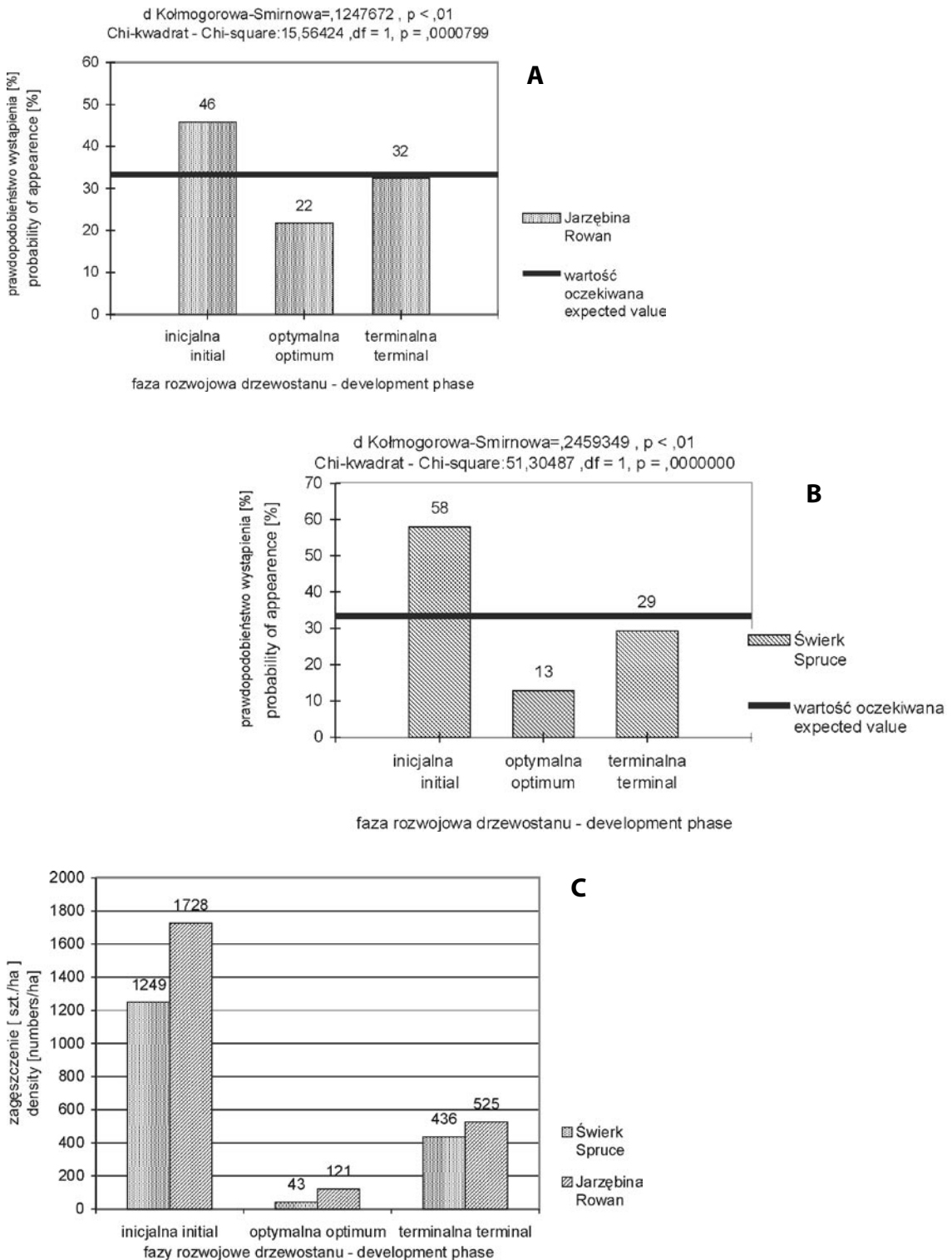
Zwarcie drzewostanu związane jest z fazą rozwojową. Zarówno świerk jak i jarzębina najczęściej występują w fazie inicjalnej, a najrzadziej w fazie optymalnej. Faza terminalna uzyskuje pośrednie wartości. Przeprowadzone testy zgodności odrzuciły hipotezę o zgodności badanych rozkładów z rozkładem hipotetycznym (Ryc. 8).

Tabela 1. Obliczenie rang Spearmana (pola z ciemnym tłem przedstawiają wartości istotne statystycznie z $p < 0,05$)
Table 1. Spearman rank correlation coefficients (gray fields present results with $p < 0,05$)

Zmienna Variable		Korelacja porządku rang Spearmana Spearman rank correlation coefficients												
		Nalot Seedlings				Podrost Undergrowth					pokrycie pow. przez runo coverage plots by ground layer	<i>Polytrichum</i> sp.	<i>Vaccinium myrtillus</i>	<i>Calamagrostis</i> sp.
		Świerk Spruce	Jarząb Rowan	Jodła Fir	Buk Beech	Świerk Spruce	Jarząb Rowan	Buk Beech	Jodła Fir	Iwa Sallow				
nalot seedlings	Świerk Spruce	1,00	0,04	0,07	0,07	0,00	-0,02	0,00	-0,05	-0,14	-0,01	0,15	0,18	-0,02
	Jarząb Rowan	0,04	1,00	-0,05	0,10	-0,01	0,14	0,01	-0,12	-0,06	-0,01	-0,08	0,12	-0,06
	Jodła Fir	0,07	-0,05	1,00	0,05	-0,03	-0,04	-0,04	0,19	0,05	-0,11	-0,07	0,02	-0,05
	Buk Beech	0,07	0,10	0,05	1,00	0,02	0,12	0,39	0,04	0,02	-0,18	-0,25	0,02	-0,14
podrost undergrowth	Świerk Spruce	0,00	-0,01	-0,03	0,02	1,00	0,34	0,24	0,33	0,34	0,17	-0,26	0,31	0,00
	Jarząb Rowan	-0,02	0,14	-0,04	0,12	0,34	1,00	0,29	0,26	0,08	0,30	-0,16	0,41	0,01
	Buk Beech	0,00	0,01	-0,04	0,39	0,24	0,29	1,00	0,26	0,11	-0,02	-0,16	0,12	-0,15
	Jodła Fir	-0,05	-0,12	0,19	0,04	0,33	0,26	0,26	1,00	0,26	0,05	-0,19	0,23	-0,08
	Iwa Sallow	-0,14	-0,06	0,05	0,02	0,34	0,08	0,11	0,26	1,00	-0,01	-0,23	0,07	-0,09
pokrycie pow. przez runo coverage plots by ground layer		-0,01	-0,01	-0,11	-0,18	0,17	0,30	-0,02	0,05	-0,01	1,00	0,23	0,52	0,23
<i>Polytrichum</i> sp.		0,15	-0,08	-0,07	-0,25	-0,26	-0,16	-0,16	-0,19	-0,23	0,23	1,00	0,03	-0,08
<i>Vaccinium myrtillus</i>		0,18	0,12	0,02	0,02	0,31	0,41	0,12	0,23	0,07	0,52	0,03	1,00	0,02
<i>Calamagrostis</i> sp.		-0,02	-0,06	-0,05	-0,14	0,00	0,01	-0,15	-0,08	-0,09	0,23	-0,08	0,02	1,00

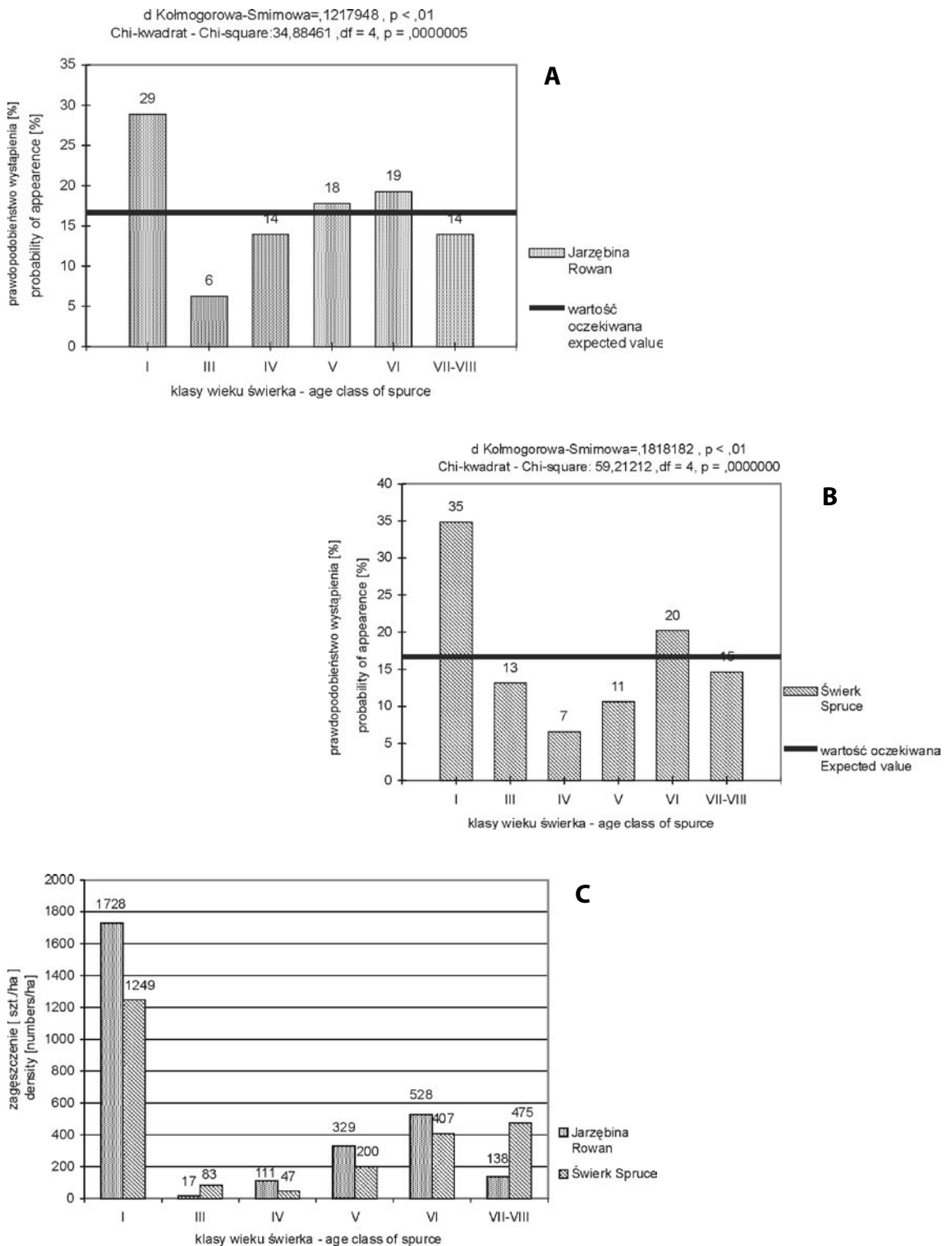


Ryc. 7. Prawdopodobieństwo wystąpienia podrostu jarzębiny (A) i świerka (B) oraz średnie zagęszczenie jarzębiny i świerka (C) w klasach zwarcia drzewostanu
Fig. 7. Probability of appearance of rowan (A) and spruce (B), and density of rowan and spruce undergrowth (C) in the classes of crown density



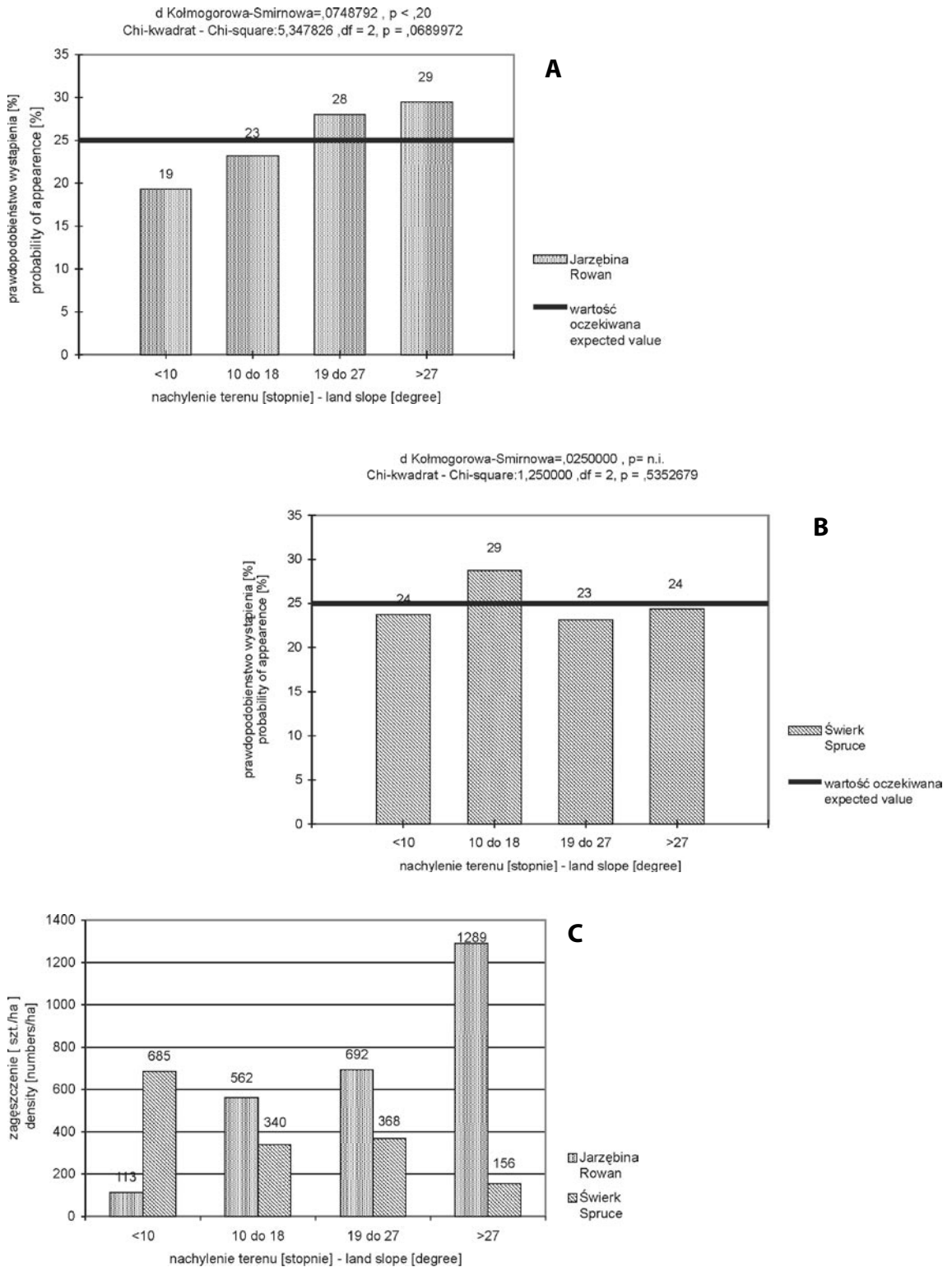
Ryc. 8. Prawdopodobieństwo wystąpienia podrostu jarzębiny (A) i świerka (B) oraz średnie zagęszczenie jarzębiny i świerka (C) w fazach rozwojowych drzewostanu

Fig. 8. Probability of appearance of rowan (A) and spruce (B), and density of rowan and spruce undergrowth (C) in the development phases



Ryc. 9. Prawdopodobieństwo wystąpienia podrostu jarzębiny (A) i świerka (B) oraz średnie zagęszczenie jarzębiny i świerka (C) w klasach wieku drzewostanu panującego

Fig. 9. Probability of appearance of rowan (A) and spruce (B), and density of rowan and spruce undergrowth (C) in the age classes of spruce-stand



Ryc. 10. Prawdopodobieństwo wystąpienia podrostu jarzębiny (A) i świerka (B) oraz średnie zagęszczenie jarzębiny i świerka (C) w klasach nachylenia terenu
Fig. 10. Probability of appearance of rowan (A) and spruce (B), and density of rowan and spruce undergrowth (C) in the classes of land slope

Kolejnym czynnikiem poddanym analizie był wiek gatunku panującego w drzewostanie, czyli świerka. Ogólne tendencje wskazują, że przy pominięciu I klasy wieku, oba gatunki, tj. świerk i jarzębina wiążą się częściej z drzewostanami w wyższych klasach wieku. W przypadku rozpadu tych drzewostanów istniejący podrost niewątpliwie przyspieszy przemianę pokoleń (Ryc. 9).

W klasach nachylenia terenu testy Kołmogorowa-Smirnowa i Chi-kwadrat wykazały zgodność rozkładów prawdopodobieństwa wystąpienia świerka i jarzębiny z hipotetycznym rozkładem prostokątnym. Wskazuje to na możliwość pojawienia się tych gatunków przy różnym ukształtowaniu terenu. Rozkład zagęszczenia przemawia jednak za tym, że świerk lepiej wzrasta w terenie o mniejszym spadku, natomiast jarzębina posiada bardzo duże liczebności na stokach o spadku powyżej 27° (Ryc. 10).

Analizy prawdopodobieństwa wystąpienia obydwu gatunków obliczone dla bonitacji siedlisk występujących w reglu górnym, ekspozycji terenu, podtypu gleby oraz siedliskowego typu lasu wskazują, że czynniki te w znacznie mniejszym stopniu determinują pojawienie się i wzrost nowej generacji w wyżej położonych partiach GPN.

DYSKUSJA I WNIOSKI

Warstwa młodego pokolenia w lasach górnoregłowych Parku jest wyraźnie zróżnicowana. Generalne różnice dotyczą składu gatunkowego warstwy nalotu i warstwy podrostu. W nalocie gatunkiem dominującym na obszarze całego piętra klimatycznego jest świerk pospolity. W podroście natomiast przeważa jarząb pospolity. Świerk, drugi pod względem liczebności, ustępuje jarzębinie w różnym stopniu, w zależności od fazy rozwojowej drzewostanu.

Pojawienie się nalotu i jego intensywność zależy głównie od częstotliwości i obfitości lat nasiennych. Można sądzić, że wyraźny spadek liczebności nalotu w reglu górnym w ostatnim okresie kontrolnym jest wynikiem słabszego obradzenia drzew w tym czasie.

Najkorzystniejsze warunki do pojawienia się młodych osobników drzew występują w fazie terminalnej. Nalot posiadał w tej jednostce największe zagęszczenie 13 739 szt./ha oraz najbogatsze zróżnicowanie gatunkowe. Świerk odnawiał się też dobrze pod okapem drzewostanu w optymalnej fazie rozwoju, o czym świadczy stosunkowo duża liczba nalotu 8207 szt./ha. Większe potrzeby dostępu do światła w wyższych partiach gór wpływają na niską przeżywalność odnowień w bardziej zacienionych przygruntowych partiach fazy optymalnej. Kilkunastoletni

okres oczekiwania na śmierć drzew panujących, w dużym stopniu eliminuje osobniki nalotu (Holeksa 1998), jednak częste lata nasienne dają gwarancję utrzymywania dość wysokiego zagęszczenia świerka.

Najmniej korzystne warunki dla kiełkowania nasion znajdują się obecnie w świerczyno-jarzębinach w inicjalnej fazie rozwoju. Brak ocienienia gleby sprzyja silnie rozwijającym się tu gatunkom zielnym runa, które są kolejnym czynnikiem regulującym liczebność nalotu. Obserwacja przeżywalności osobników w fazie inicjalnej, ujawnia jednak odmienne rezultaty niż w litych świerczynach górnoregłowych. Mimo najniższego zagęszczenia nalotu w fazie inicjalnej, wynoszącego na końcu okresu 3777 szt./ha, jedynie w tej jednostce wystąpił jego wzrost w porównaniu z rokiem 1997. W pozostałych jednostkach obliczeniowych zagęszczenie tej warstwy znacznie się zmniejszyło. Może świadczyć to o niskiej śmiertelności nalotów świerka w tej warstwie fazy inicjalnej. Także udział nalotu wysokiego jest tu najwyższy i wynosi 41% ogólnej ilości. Efektem jest duża liczba osobników świerka przechodzących do warstwy podrostu, a to gwarantuje ciągłość procesom lasotwórczym.

Szczególnie interesujące zmiany obserwowane są w warstwie podrostu. W reglu górnym gdzie występują trudności z podokapowym odnawianiem się świerka, drzewostan często odnawia się na otwartej powierzchni z udziałem jarzębiny (Loch 1999; Chwistek 2001) lub w lukach po wypadnięciu przynajmniej 7 osobników drzewostanu panującego (Holeksa 1998). Badania prowadzone w Gorczańskim Parku Narodowym ujawniają znaczne różnice w zagęszczeniu podrostu w poszczególnych fazach rozwojowych. Szczególnie dużą dynamiką zmian charakteryzują się świerczyno-jarzębiny w inicjalnej fazie rozwoju. Już obecnie, mimo długiego okresu zabiegów mających głównie na celu wprowadzenie jodły, buka, modrzewia i jaworu można przewidzieć skład gatunkowy przyszłego piętra drzew tej jednostki. Przebieg powrotu drzewostanu na tym terenie kształtuje świerk wraz z jarzębiną pochodzącą w całości z odnowienia naturalnego. Pierwsze dorosty wskazują, że tworzący się drzewostan może już niedługo być zaliczony do fazy optymalnej dojrzewającej. Obecne zagęszczenie 3516 szt./ha jest nieco niższe niż na początku okresu kontrolnego i spowodowane jest spadkiem liczebności jarzębiny. Wydaje się, że jarzębina ustępuje miejsca świerkowi, który bardzo dynamicznie zwiększa swoje zagęszczenie.

Odmienne warunki posiada podrost w drzewostanach w optymalnej fazie rozwoju, gdzie jego zagęszczenie wyniosło w roku 2003 zaledwie 213 szt./ha. Zagęszczenie podrostu w fazie terminalnej było blisko

sześciokrotnie wyższe niż w optymalnej i wyniosło 1200 szt./ha. Drzewostany budujące fazę terminalną posiadają większy udział powierzchni ze zwarciem luźnym i przerywanym niż drzewostany fazy optymalnej. Większe wymiary drzew i ich mniejsze zagęszczenie w fazie terminalnej sprawiają, że ubytek nawet kilku osobników stwarza korzystne warunki świetlne w dolnych partiach drzewostanu. Współczynniki smukłości świadczą także o najkorzystniejszych warunkach wzrostu w fazie inicjalnej, w fazie terminalnej wartości są niższe, ale wyższe niż w optymalnej.

Rola martwego drewna w reglu górnym Gorców wymaga dalszej obserwacji przy zachowaniu ciągłości ochrony ścisłej. Obecnie większość podrostów występuje na glebie lub na pniakach. Mniejsza liczebność świerków porastających leżące kłody spowodowana jest niewielką ilością tego mikrosiedliska, szczególnie kłód o średnicy powyżej 30 cm, które gwarantują odpowiednie warunki rozwoju młodemu pokoleniu (Holeksa 1998). Drugim istotnym czynnikiem jest stopień rozkładu martwego drewna. Proces ten w surowych warunkach klimatycznych znacznie się wydłuża.

Przeprowadzona analiza prawdopodobieństwa wystąpienia i zagęszczenia dwóch gatunków dominujących w podroście w zależności od wybranych czynników potwierdza istotną rolę warunków świetlnych dla kształtowania się nowej generacji drzew w reglu górnym. Można to potwierdzić różnicami w zagęszczeniu i prawdopodobieństwie wystąpienia podrostu, analizując fazy rozwojowe, zwarcie drzewostanu i klasy wieku określone dla gatunku panującego w danym wydzieleniu. Korzystne warunki świetlne w fazie inicjalnej, rozluźnienie zwarcia i wzrost klasy wieku drzewostanu, sprzyjają wzrostowi zagęszczenia podrostu i na ogół wzrostowi prawdopodobieństwa jego wystąpienia. Pozostałe czynniki, jak: nachylenie terenu, ekspozycja, bonitacja, typ siedliskowy lasu, typ gleby posiadają mniejszy wpływ na rozwój młodej generacji drzew. Brak konkurencji ze strony innych gatunków drzewiastych powoduje, że przy korzystnych warunkach świetlnych, które determinują wzrost młodych osobników w reglu górnym, świerk z współudziałem jarzębiny rozwija się niezależnie od ukształtowania terenu i trofizmu gleb, choć zapewne dynamika zachodzących tam procesów jest różna.

Wyniki badań upoważniają do sformułowania następujących wniosków:

1. Wymiana pokoleń drzew w reglu górnym może odbywać się na dużych otwartych przestrzeniach, poprzez

zbiorowiska przejściowe z udziałem jarzębiny. Efektem długotrwałej sukcesji jest powstawanie klimaksowej świerczyny.

2. Czynnikiem determinującym rozwój nowego pokolenia drzew w reglu górnym są warunki świetlne. Oddziaływanie innych czynników, jak np. bonitacji siedliska, ekspozycji i nachylenia terenu czy podtypu gleby ma mniejszy wpływ na przebiegające procesy odnowienia.
3. Brak mikrosiedlisk związanych z rozkładającym się drewnem na dużych obszarach fazy inicjalnej, wynikający z niewłaściwego sposobu gospodarowania w latach ubiegłych, opóźnia spontaniczny proces regeneracji tych fitocenozy. Brak konsekwencji w przeszłości w utrzymywaniu ochrony ścisłej nie pozwala na wykształcenie się podłoża związanego z murszejącym drewnem, odgrywającego bardzo istotną rolę w odnawianiu się drzewostanów górnoreglowych.
4. Obecne obserwacje potwierdzają pogląd, że w przypadku zaburzeń związanych z gradacją zasnuwi wysokogórskiej, a następnie działania czynników abiotycznych i biotycznych w Gorczańskim Parku Narodowym można było zaniechać ingerencji w obszary ochrony ścisłej.
5. Na obszarze regła górnego parków narodowych, nadrzędną zasadą powinno być odtwarzanie ekosystemów leśnych przez spontanicznie zachodzące procesy regeneracji i sukcesji, które zapewnią unaturalnienie siedlisk i zwiększą odporność zbiorowisk na działanie czynników zewnętrznych.

PIŚMIENNICTWO

- Bujoczek L. 2005. Procesy odnowieniowe w reglu górnym Gorczańskiego Parku Narodowego. Manuskrypt pracy magisterskiej, Katedra Urządzania Lasu AR w Krakowie.
- Chwistek K. 2001. Dynamics of tree stands in the Gorce National Park (southern Poland) during the period 1992–1997. *Nature Conservation* 58: 17–32.
- Holeksa J. 1998. Rozpad drzewostanu i odnowienie świerka a struktura i dynamika karpackiego boru górnoreglowego. *Monogr. Bot.* 82:
- Loch J. 1999. Rola jarzębu pospolitego *Sorbus aucuparia* L. ssp. *aucuparia* w regeneracji borów górnoreglowych w Gorcach. Praca doktorska, Katedra Botaniki Leśnej AR w Krakowie.
- Myczkowski S. 1964. Struktura i ekologia zespołu świerka (*Piceetum tatricum*) górnej granicy zasięgu w dolinach

Stawów Gąsienicowych i Pańszczycy w Tatrach. Ochr. Przyr. 30: 51–105,

Rutkowski B. 1989. Urządzanie Lasu. Skrypty Akademii Rolniczej w Krakowie.

SUMMARY

The main goal of the research was an inventory young generation trees and attempting it to find relations between regeneration and various factors presented in the subalpine forest of Gorce National Park.

For data collection and monitoring of forest processes the statistic-mathematical control inventory method was used. Finally results from 231 sample plots were used. They were located in two species composition categories (spruce forest, spruce-rowan forest) and in the three developmental phases (initial, optimum mature and terminal). On this basic three inventory units were distinguished and comprehensive results for subalpine forest were made.

The research results include:

- species compositions of undergrowth ($h \geq 0,5$ m, $d_{1,3} < 7$ cm) and of seedlings ($h < 0,5$ m)
- calculating correlation coefficients between the chosen species

- attempting to find microhabitats preferens of young spruces
- comparison of the results of two previous successive forest inventories carried out in 1992 and 1997
- analyzing influence of various factors on probability of appearance and density of spruce and rowan regeneration.

The species composition of seedlings includes 6 tree species. The most abundant is in the terminal phase, the least in the initial phase. Spruce dominates on the forest floor with participation 88% of all the number of seedlings. The next one is beech (7.5%).

Among undergrowth there were 9 tree species. The highest variability is in the initial phase. Participation of rowan upgrowth is 45.6% in the all research area of upper subalpine forest, spruce 33.1%, beech 11.7% and fir 6%.

Light conditions determine the development of new generation trees in the upper subalpine forest. The influence of others factors like: soil quality classes, exposure, land slope, soil subtype have a little impact on the intensity of these processes.

Lack of decomposing-wood microhabitats in the large areas of initial phase, what is a result of the mismanagement, slow down the spontaneous regeneration processes of these plant associations.