

Występowanie limby i modrzewia europejskiego w Dolinie Suchej Wody na tle warunków środowiska

Tomasz Zwijacz-Kozica¹, Magdalena Żywiec², Magdalena Zwijacz-Kozica³

¹ Tatrzański Park Narodowy, Chałubińskiego 42a, 34-500 Zakopane, e-mail: twzijacz@tpn.pl

² Instytut Botaniki PAN, ul. Lubicz 46, 31-512 Kraków, e-mail: m.zywiec@botany.pl

³ EKO-KOZICA, Sienkiewicza 19/3, 34-500 Zakopane, e-mail: ekokozica@gmail.com

Słowa kluczowe: limba, *Pinus cembra*, modrzew europejski, *Larix decidua*, preferencje siedliskowe, wskaźnik selektywności Ivleva

Keywords: swiss stone pine, *Pinus cembra*, European Larch, *Larix decidua*, habitat selection, Ivlev's electivity index

Streszczenie

Celem pracy było zinwentaryzowanie naturalnych stanowisk limby i modrzewia w Dolinie Suchej Wody, określenie warunków występowania tych gatunków oraz stwierdzenie ich preferencji w stosunku do wysokości nad poziomem morza, ekspozycji i nachylenia stoku. W latach 2004–2008 wykonano szczegółową inwentaryzację stanowisk limby i modrzewia w Dolinie Suchej Wody. Aby określić preferencje obu gatunków w stosunku do dostępnych warunków środowiska, dokonano klasyfikacji obszaru zlewni Suchej Wody pomiędzy poziomiami 1300 i 1900 m n.p.m. pod względem wzniesienia nad poziomem morza, ekspozycji i nachylenia stoku, w oparciu o numeryczny model terenu. Preferencje obu gatunków określono wykorzystując wskaźnik selektywności Ivleva.

Stwierdzono 927 osobników limby i 18 modrzewi europejskich. Limba występuje głównie we wschodniej części doliny, a modrzew prawie wyłącznie w zachodniej części doliny. Limba wyraźnie preferuje miejsca położone w przedziale wysokości 1500–1600 m n.p.m., o ekspozycjach W i WN, na stokach o nachyleniu od 30 do 70 stopni (zwłaszcza 30–40 stopni). Unika natomiast obszarów płaskich, leżących poniżej 1400 m n.p.m. i powyżej 1800 m n.p.m. i stoków o wystawie ES, SW, E, S oraz NE. Modrzew europejski pojawia się w przedziale wysokościowym 1330–1766 m n.p.m., na stokach o nachyleniu od 5 do 60 stopni. Stwierdzone preferencje siedliskowe limby wynikają po części z wymagań tego gatunku, a po części z konkurencyjnej roli innych gatunków, zwłaszcza świerka i kosodrzewiny. Nie można też wykluczyć wpływu minionej gospodarki leśnej i pasterskiej.

Wstęp

Limba (*Pinus cembra*) i modrzew europejski (*Larix decidua*) są gatunkami silnie światłolubnymi. W warunkach tatrzańskich, najlepsze warunki do rozwoju znajdują w rejonie górnej granicy lasu (Holeksa i Szwagrzyk, 2004). W Tatrach Słowackich w strefie tej występują laski limbowo-modrzewiowe (Vološčuk i Michal, 1995). Po stronie polskiej modrzew jest znacznie rzadszy niż po stronie słowackiej i jedynie w kilku miejscach tworzy niewielką domieszkę w drzewostanach limbowo-świerkowych (Myczkowski, 1957; Bednarz, 1969). Przyczyn takiego stanu upatruje się często w zaburzeniach wywołanych minioną gospodarką leśną i pasterską (Madejski, 1974). Jej selektywny wpływ w równym, jeśli nie w większym stopniu, mógł dotknąć także i limbę (Paryski, 1971; Myczkowski i Bednarz, 1974).

Rozmieszczenie limby i modrzewia w Polskich Tatrach było w przeszłości przedmiotem dokładnych badań jednak nadal odnajdywane są naturalne, nieznanne wcześniej stanowiska tych drzew (Sokołowski, 1924; Środoń, 1936; Mitkiewicz, 1954; Myczkowski, 1955; Stecki, 1954; Madejski, 1974; Myczkowski i Bednarz, 1974; Skrzydłowski, Krzeptowski-Sabała, 2008). W dotychczasowych publikacjach, warunki środowiska, w jakich występują oba te gatunki opisywane były w sposób ogólny (Myczkowski i Bednarz, 1974). Jak dotąd nie dokonano analizy wskaźującej na preferencje tych gatunków w stosunku do komponentów środowiska. Wykorzystanie opracowanych w ostatnich latach numerycznych modeli terenu oraz oprogramowania geostatystycznego znacznie ułatwia analizy preferencji gatunków w odniesieniu do rzeźby terenu.

Celem pracy było zinwentaryzowanie naturalnych stanowisk limby i modrzewia w Dolinie Suchej Wody oraz określenie ich preferencji w stosunku do wysokości nad poziomem morza, ekspozycji i nachylenia stoku.

Metody

W latach 2004–2008 wykonano szczegółową inwentaryzację stanowisk limby i modrzewia w Dolinie Suchej

Wody. Zmierzono wysokość każdego osobnika, a u drzew wyższych niż 1,3 m, także ich pierśnicę. W badaniach nie uwzględniono osobników pochodzących z nasadzeń, rosnących głównie w monokulturach świerkowych (modrzew europejski) oraz na sztucznie zalesionych halach powypasowych (limba). Dla wszystkich stanowisk określono współrzędne geograficzne, korzystając z odbiorników GPS, map topograficznych i ortofotomap. Następnie, w oparciu o numeryczny model terenu, określono ich wysokość nad poziomem morza, nachylenie i ekspozycję stoku.

Analizą objęto obszar zlewni pomiędzy poziomiami 1300 i 1900 m n.p.m. tak, aby ująć wszystkie zinwentaryzowane stanowiska limby i modrzewia. W celu określenia preferencji obu gatunków w stosunku do dostępnych warunków środowiska, przeprowadzono klasyfikację obszaru badań pod względem wzniesienia nad poziomem morza (przedziały o rozpiętości 100 m), ekspozycji (przedziały 45° odpowiadające 8 głównym kierunkom, osobna klasa dla obszarów płaskich) i nachylenia stoku (przedziały o rozpiętości 10°), w oparciu o numeryczny model terenu.

Preferencje obu gatunków określono za pomocą wskaźnika selektywności Ivleva, obliczanego według wzoru (1) (Jacobs, 1974):

$$E_i = \frac{r_i - p_i}{r_i + p_i} \quad (1)$$

gdzie E_i – wskaźnik selektywności Ivleva, r_i – wykorzystanie komponentu i , p_i – udział komponentu i w środowisku. Wskaźnik ten osiąga wartości od -1 (całkowite unikanie danego komponentu środowiska), przez 0 (dany komponent jest wykorzystywany proporcjonalnie do jego dostępności), dążąc do 1 (przy bardzo częstym wykorzystaniu unikalnego komponentu środowiska).

Wyniki

Zinwentaryzowano 927 osobników limby, w tym 190 osobników poniżej 130 cm wysokości, oraz 18 modrzewi europejskich, w tym 6 osobników poniżej 130 cm wysokości (ryc. 1).

Limba występuje głównie we wschodniej części obszaru badań (Pańszczyca, zbocza Koszyskiej) dochodząc

na zachodzie do grani Kościelców. Modrzew występuje prawie wyłącznie w części zachodniej (Dolina Gąsienicowa). Najmniejsza odległość pomiędzy stanowiskami modrzewia i limby wynosi 104 m (ryc. 2).

Limba występuje w przedziale wysokościowym 1341–1885 m n.p.m., na stokach o nachyleniu od 0 do 67 stopni. W trakcie badań odnaleziono nie opisywane wcześniej (Myczkowski, 1955) stanowiska co najmniej pięćdziesięcioletnich drzew tego gatunku na niewielkich skałkach śródleśnych na południowo zachodnich zboczach Suchego Wierchu Waksmundzkiego i Ostrego Wierchu.

Limba wyraźnie preferuje miejsca położone w przedziale wysokości 1500–1600 m n.p.m. (tab. 1), o ekspozycjach W i WN (tab. 2), na stokach o nachyleniu od 30 do 70 stopni (zwłaszcza 30–40 stopni) (tab. 3). Unika natomiast obszarów płaskich (tab. 3), leżących poniżej 1400 m n.p.m. i powyżej 1800 m n.p.m. (tab. 1), stoków o wystawie ES, SW, E, S oraz NE (tab. 2).

Modrzew europejski pojawia się w przedziale wysokościowym 1330–1766 m n.p.m., na stokach o nachyleniu od 5 do 60 stopni. Liczebność tego gatunku jest jednak tak mała, że jego brak lub obecność w niektórych klasach wysokości n.p.m., nachylenia i ekspozycji stoku jest prawdopodobnie przypadkowa i nie wynika z preferencji siedliskowych.

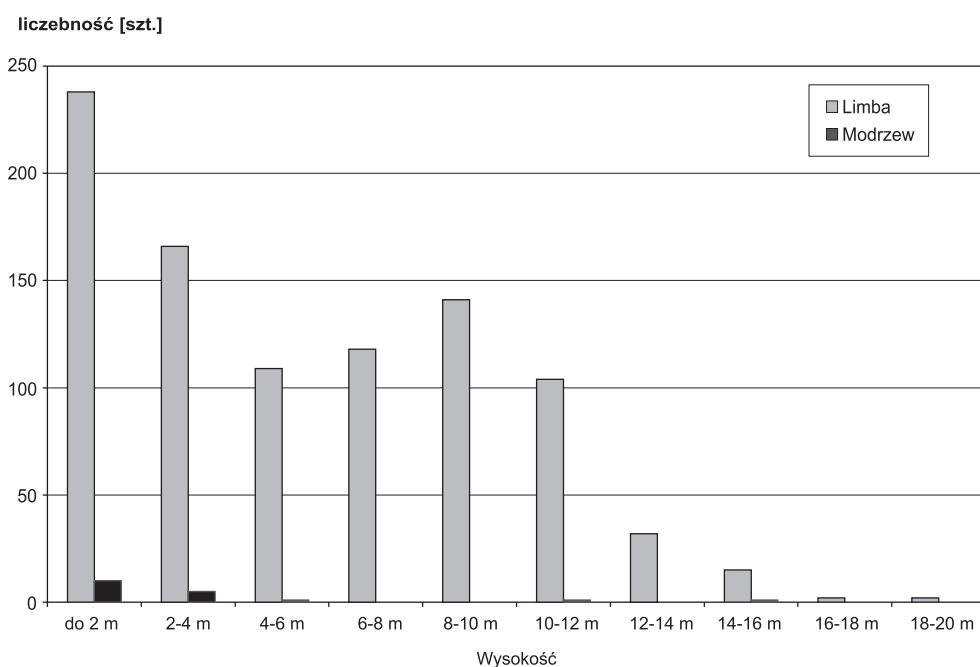
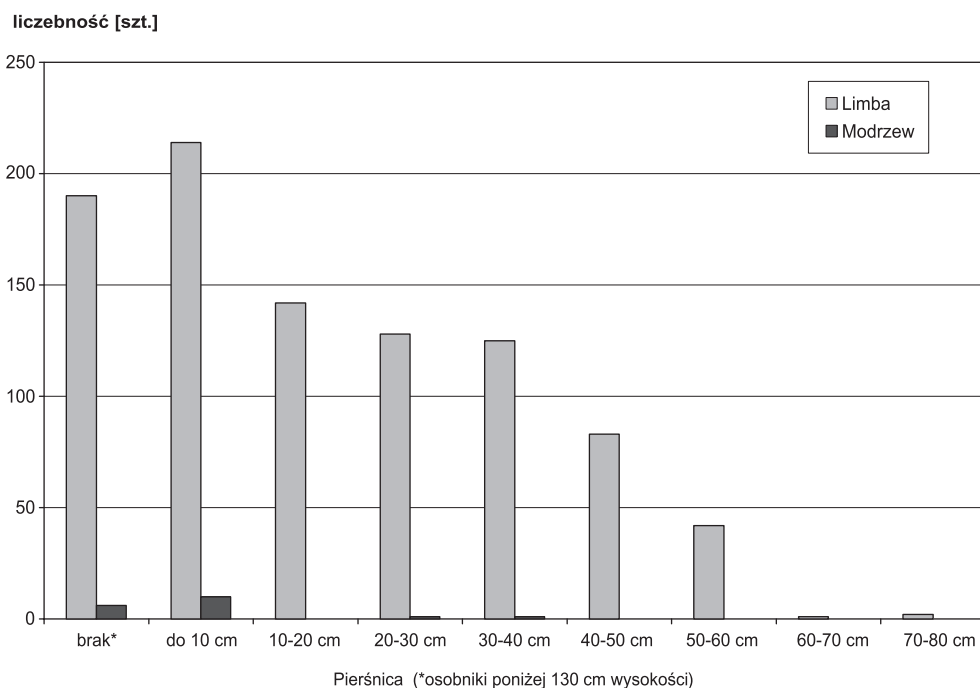
Dyskusja

W górnej części Doliny Suchej Wody modrzew europejski i limba zajmują stanowiska znacznie od siebie oddalone. Modrzew nie tworzy tu domieszki w drzewostanach limbowo-świerkowych, zajmuje głównie izolowane stanowiska powyżej górnej granicy lasu. Jego liczebność wzrasta bardzo powoli. W 1968 roku zinwentaryzowano tu 12 osobników tego gatunku (Madeyski, 1974), obecnie stwierdzono zaledwie o 6 więcej. Prawdopodobnie znacznie szybciej wzrasta liczebność limby. We wschodniej części badanego obszaru zaobserwowano znaczne powiększenie się populacji limby z 255 do 546 osobników w latach 1954–2004 (Myczkowski, 1955; Zwijacz-Kozica i Żywiec, 2007). Można przypuszczać, że podobny proces samoistnej regeneracji stanowisk limby zachodzi także na pozostałym obszarze Doliny Suchej Wody, o czym może świadczyć stosunkowo

Tabela 1. Rozkład występowania limby i modrzewia w klasach wysokości npm oraz wskaźnik selektywności Ivleva

Table 1. Frequency distribution and Ivlev's electivity index of stone pine and larch according to altitude

| Wysokość n.p.m. | Lb | | Md | | Dostępność siedliska | | Wskaźnik sel. Ivleva | |
|--------------------|------|-------|------|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|
| | szt. | % | szt. | % | ha | % | Lb | Md |
| 1300–1400 | 6 | 0,6% | 1 | 5,6% | 294,2 | 18,9% | -0,93 | -0,55 |
| 1400–1500 | 93 | 10,0% | 2 | 11,1% | 287,1 | 18,4% | -0,30 | -0,25 |
| 1500–1600 | 693 | 74,8% | | | 265,0 | 17,0% | 0,63 | -1,00 |
| 1600–1700 | 111 | 12,0% | 6 | 33,3% | 301,0 | 19,3% | -0,24 | 0,27 |
| 1700–1800 | 22 | 2,4% | 9 | 50,0% | 224,3 | 14,4% | -0,72 | 0,55 |
| 1800–1900 | 2 | 0,2% | | | 184,6 | 11,9% | -0,96 | -1,00 |



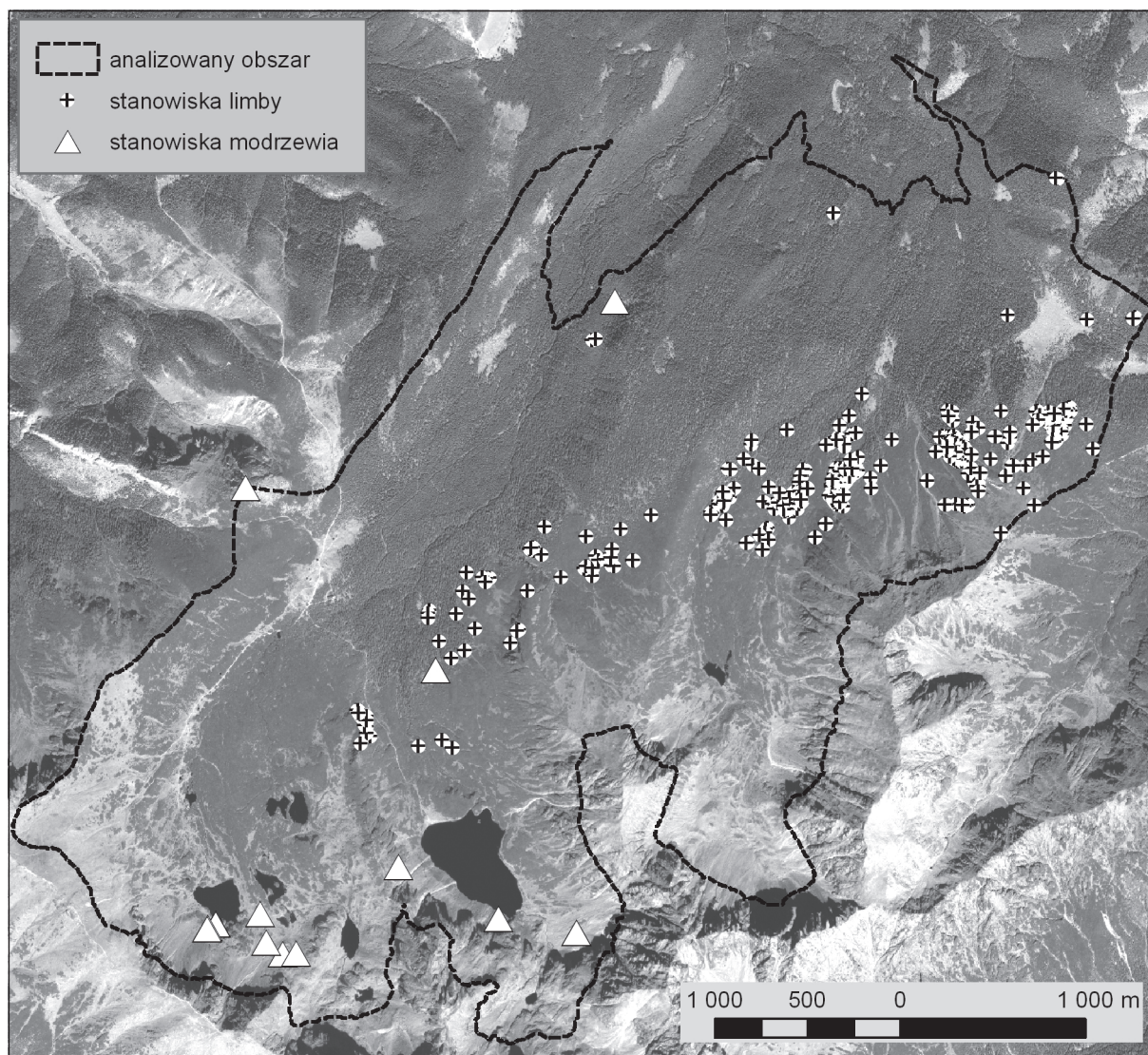
Ryc. 1. Struktura pierśnic i wysokości populacji limby i modrzewia w Dolinie Suchej Wody

Fig. 1. Diameter and height distribution of stone pines and larches in the Sucha Woda Valley

duża liczba osobników młodych, o wysokości poniżej 130 cm. Brak jest jednak danych porównawczych dla tej części terenu badań.

Jedyny preferowany przez limbę przedział wysokości spośród wyróżnionych stumetrowych klas (1500–1600 m n.p.m.) odpowiada strefie, w której zawiera się granica pomiędzy piętnem regla górnego a piętnem kosodrzewiny w Polskich Tatrach (Piękoś-Mirkowa, Mirek, 1996). Częstość występowania limby w tej właśnie strefie znana jest od dawna, a tłumaczy się ją zepchnięciem limby

powyżej jej optimum ekologicznego w wyniku konkurencji świerka (Myczkowski, Bednarz, 1974). Holeska i Szwagrzyk (2004) twierdzą, że na bardzo stromych stokach o nachyleniu ponad 35 stopni, następuje obniżenie zdolności konkurencyjnej świerka, który przestaje tworzyć zwarte drzewostany pozwalając na rozwój bardziej światłoządnych gatunków. Znajduje to potwierdzenie w stwierdzonej szczególnej preferencji limby do stoków o nachyleniu 30–40 stopni. Zauważyć jednak należy, że już stoki o nachyleniu 20–30 stopni wykorzystywane



Ryc. 2. Rozmieszczenie naturalnych stanowisk limby i modrzewia europejskiego w Dolinie Suchej Wody oraz granice analizowanego fragmentu zlewni

Fig. 2. Distribution of natural stands of stone pines and European larch in the Sucha Woda Valley

Tabela 2. Rozkład występowania limby i modrzewia w klasach ekspozycji stoku oraz wskaźnik selektywności Ivleva

Table 2. Frequency distribution and Ivlev's electivity index of stone pine and larch according to slope exposition

| Ekspozycja stoku | Lb | | Md | | Dostępność siedliska | | Wskaźnik sel. Ivleva | |
|------------------|------|-------|------|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|
| | szt. | % | szt. | % | ha | % | Lb | Md |
| N | 222 | 23,9% | 4 | 22,2% | 348,2 | 22,4% | 0,03 | 0,00 |
| NE | 69 | 7,4% | 4 | 22,2% | 221,8 | 14,3% | -0,31 | 0,22 |
| E | 65 | 7,0% | 1 | 5,6% | 245,0 | 15,7% | -0,38 | -0,48 |
| ES | 3 | 0,3% | | | 110,4 | 7,1% | -0,91 | -1,00 |
| S | 4 | 0,4% | | | 13,0 | 0,8% | -0,32 | -1,00 |
| SW | 16 | 1,7% | 4 | 22,2% | 68,6 | 4,4% | -0,44 | 0,67 |
| W | 194 | 20,9% | | | 197,1 | 12,7% | 0,25 | -1,00 |
| WN | 348 | 37,5% | 5 | 27,8% | 340,8 | 21,9% | 0,26 | 0,12 |
| obszary płaskie | 6 | 0,6% | | | 11,3 | 0,7% | -0,06 | -1,00 |

Tabela 3. Rozkład występowania limby i modrzewia w klasach nachylenia stoku oraz wskaźnik selektywności Ivleva
Table 3. Frequency distribution and Ivlev's electivity index of stone pine and larch according to slope inclination

| Nachylenie stoku | Lb | | Md | | Dostępność siedliska | | Wskaźnik sel. Ivleva | |
|------------------|------|-------|------|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|
| | szt. | % | szt. | % | ha | % | Lb | Md |
| 0–10 | 33 | 3,6% | 2 | 11,1% | 333,7 | 21,4% | -0,72 | -0,32 |
| 10–20 | 134 | 14,5% | | | 494,4 | 31,8% | -0,37 | -1,00 |
| 20–30 | 221 | 23,8% | 7 | 38,9% | 366,0 | 23,5% | 0,01 | 0,25 |
| 30–40 | 451 | 48,7% | 2 | 11,1% | 262,9 | 16,9% | 0,48 | -0,21 |
| 40–50 | 68 | 7,3% | 6 | 33,3% | 76,2 | 4,9% | 0,20 | 0,74 |
| 50–60 | 15 | 1,6% | 1 | 5,6% | 17,4 | 1,1% | 0,18 | 0,66 |
| 60–70 | 5 | 0,5% | | | 5,3 | 0,3% | 0,22 | -1,00 |
| >70 | | | | | 0,4 | 0,0% | -1,00 | -1,00 |

są przez limbę niemal proporcjonalnie do ich dostępności (wskaźnik Ivleva = 0,01). Prawdopodobnie więc, już przy takim nachyleniu stoków świerk traci swoją przewagę konkurencyjną nad limbą.

Dość zaskakujące wydaje się unikanie przez limbę ekspozycji ciepłych, zwłaszcza stoków o wystawie południowo-wschodniej. Zdecydowana większość miejsc o takiej ekspozycji, zwłaszcza w preferowanym przez limbę przedziale wysokościowym 1500–1600 położona jest na zboczach Uhrocia Kasprowego i Kopy Magury ponad Halą Gąsienicową. Są to tereny aż do lat 60' XX wieku bardzo intensywnie wykorzystywane pastersko, obecnie spontanicznie zarastające kosodrzewiną (Wrzesień, Zwijacz-Kozica, 2007). Szczególne unikanie przez limbę stoków eksponowanych ku południowemu wschodowi na terenie Doliny Suchej Wody, może być więc śladem jej selektywnego użytkowania w tym rejonie (Paryski, 1971).

Bardzo niewielka liczebność modrzewi uniemożliwia wiarygodne analizy dotyczące preferencji siedliskowych tego gatunku, a co za tym idzie porównanie pod tym względem obu zinwentaryzowanych gatunków.

Distribution of Swiss Stone Pine and European Larch in Sucha Woda Valley on the background of environmental conditions

Aim of this work was to establish detail map of natural stands of *Pinus cembra* and *Larix decidua* and its habitat selection according to altitude, slope, aspect and inclination in the Sucha Woda Valley, Tatra National Park. Detail inventory of this trees was done in 2004–2008. To asses habitat selection of this species digital terrain model and Ivlev's electivity index was used. Analyses where done in basin of Sucha Woda stream, between 1300 and 1900 m asl.

Total number of 927 stone pines and 18 larches were found. Stone pines occupied mostly eastern part of valley, and larch is limited almost to the western most part of the valley. Stone pines prefer places of altitude between 1500 and 1600 m asl., on slopes exposed to W

and WN, 30–70 degrees steep (especially 30–40 degrees). Negative selection of places below 1400, and above 1800 m asl, flat and exposed to S slopes were found. Habitat selection of stone pines is partly due to environmental requirements of this species, and partly due to a competition with other species. Human influence is also possible. European larch was found between 1330 and 1766 m asl, on slops between 5 and 60 degrees of inclination. Small number of individuals affect Ivlev's electivity index, thus comparison of stone pines and larch preference will not give reliable results.

Literatura

- Bednarz Z., 1969. Reliktowy las limbowo-świerkowy z modrzewiem pod Czubą Roztocką w Tatrzańskim Parku Narodowym. *Chrońmy Przyr. Ojcz.*, 25, 5, s. 5–12.
- Holeksa J., Szwagrzyk J., 2004. Górskie bory świerkowe z limbą i modrzewiem. [w:] Herbich J. (red.). *Lasy i Bory. Poradniki ochrony siedlisk i gatunków Natura 2000 – podręcznik metodyczny. T. 5. Ministerstwo Środowiska, Warszawa.*
- Jacobs J., 1974. Quantitative measurement of food selection: a modification of the forage ratio and Ivlev's electivity index. *Oecologia*, 14, s. 413–417.
- Piękoś-Mirkowa H., Mirek Z., 1996. Zbiorowiska roślinne. [w:] Mirek Z., (red.). *Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego, TPN, Kraków – Zakopane.*
- Madeyski C., 1974. Modrzew *Larix decidua* Mill., Stud. Ośr. Dok. Fizjogr. III, s. 71–85.
- Myczkowski S., 1955. Ekologia zespołów leśnych Tatr Polskich ze szczególnym uwzględnieniem jej związku z pokrywą śnieżną. *Ochr. Przyr.* 23, s. 112–203.
- Myczkowski S., 1957. Osobliwości przyrodnicze rezerwatu ścisłego pod Wołoszynem w Tatrach. *Chrońmy Przyr. Ojcz.* 13, 2, s. 12–22.
- Myczkowski S., Bednarz Z., 1974. Limba *Pinus cembra* L., Stud. Ośr. Dok. Fizjogr., III, s. 111–139.
- Paryski W., 1971. Użytkowanie limby. [w:] Białobok S. (red.). *Limba *Pinus cembra* L., Nasze drzewa leśne 2, s. 108–115.*

- Skrzydłowski T., Krzeptowski-Sabała J., 2008. Przykładając szkiełko i oko, *Tatry*, 1, 23, s. 28–30.
- Stecki K., 1954. Limba (*Pinus cembra* L.), *Chrońmy Przyr. Ojcz.*, 10, 2, s. 4–13.
- Sokołowski M., 1924. Limba w Tatrach polskich, *Wierchy* 2, s. 23–36.
- Sokołowski M., 1928. O górnej granicy lasu w Tatrach, Kraków. Wydawnictwo Fundacji „Zakłady Kórnickie”.
- Środoń A., 1936. Rozmieszczenie limby w Polskich Karpatach i jej ochrona, *Ochr. Przyr.*, 16, s. 22–42.
- Vološčuk I., Michal I., 1995. Natural forests of the Tatra biosphere reserve with spruce (*Picea excelsa* (L.) Karst.), larch (*Larix decidua* Mill.) and cedar pine (*Pinus cembra* L.). *Ekologia*, 14, s. 367–376.
- Wrzesień M., Zwijacz-Kozica T., 2007. Wykorzystanie metody powtórzonych fotografii do ilościowej analizy zmian pokrycia terenu na przykładzie Hali Gąsienicowej, *Studia Naturae*, 54, I, s. 265–273.
- Zwijacz-Kozica T., Żywiec M., 2007. Fifty-year changes in a strictly protected stone pine population in the Tatra National Park, *Nature Conservation* 64, s. 73–82.