

TOMASZ DURAK, MAGDALENA ŻYWIEC, BERNADETTA ORTYL

Rozprzestrzenianie się zarośli drzewiastych w piętrze połonin Bieszczad Zachodnich*

Expansion of brushwood in the subalpine zone of the Western Bieszczady Mts.

ABSTRACT

Durak T., Żywiec M., Ortyl B. 2013. Rozprzestrzenianie się zarośli drzewiastych w piętrze połonin Bieszczad Zachodnich. Sylwan 157 (2): 130-138.

Complete discontinuation of agricultural use of subalpine meadows in the Western Bieszczady, which dates back to 1940s, started the process of their overgrowing with brushwood. Based on available cartographic material the following features were analysed: changes in the area occupied by brushwood on Mała Rawka and Wielka Rawka subalpine meadows, their growth rate and the relationship between the overgrowth process and the previous manner of agricultural use as well as topographic conditions throughout last 30 years. In that period the brushwood on Mała Rawka meadow (in the past the area had been reaped) was characterised by a small initial area (in the 1980s), a significant growth rate of the area and its relation to the slopes exposed to N, NE and E, the zone adjacent to the timber line and steeper slopes. In 1980 on Wielka Rawka meadow (previously used as a pasture) a high share of brushwood was found (about 25% of the meadow area), whose distribution was related only to the slopes of N, NE and E exposure. In subsequent years the growth rate was low. The results indicate a progressing process of overgrowing of subalpine meadows by brushwood. The brushwood expansion is related to discontinuation of agricultural use of the meadows and its course depends on the earlier regime of cultivation. The pattern of brushwood distribution also depends on altitude, exposure and the grade of slopes. Those relations result from the expansion of the rowan tree, dominating in the brushwood, also climatic conditions and accessibility of the ground.

KEY WORDS

abandoned grasslands, land use, *Sorbus aucuparia*, succession, Eastern Carpathians

ADDRESSES

Tomasz Durak ⁽¹⁾ – e-mail: tdurak@univ.rzeszow.pl
 Magdalena Żywiec ⁽²⁾ – e-mail: m.zywiec@botany.pl
 Bernadetta Ortyl ⁽³⁾ – e-mail: zawadzka@univ.rzeszow.pl

⁽¹⁾ Zakład Botaniki; Uniwersytet Rzeszowski; ul. Zelwerowicza 4, 35-601 Rzeszów

⁽²⁾ Instytut Botaniki; Polska Akademia Nauk; ul. Lubicz 46; 31-512 Kraków

⁽³⁾ Katedra Agrobiologii i Ochrony Środowiska; Uniwersytet Rzeszowski; ul. Zelwerowicza 4; 35-601 Rzeszów

Wstęp

Proces podnoszenia się górnej granicy występowania gatunków drzewiastych na terenach górskich Europy jest obserwowany od drugiej połowy XX wieku [Kullman 2002; Diaz-Varela i in. 2010]. W latach wcześniejszych na skutek działalności człowieka górna granica występowania drzew w wielu miejscach została obniżona [Holtmeier 2009]. Obecnie obserwuje się jej podniesienie, które jest szacowane, w zależności od gatunku, na około 50 do 400 m [Kullman 2002;

* Praca powstała w ramach projektu badawczego nr N N305 390739 finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki.

Diaz-Varela i in. 2010]. Najczęstszą z podawanych przyczyn tego zjawiska jest ocieplenie klimatu [Kullman 2002; Cannone i in. 2007]. Jednak w przypadku terenów użytkowanych w przeszłości rolniczo, decydującą przyczyną może być zaprzestanie tej formy działalności człowieka [Hofgaard 1997; Motta i in. 2006; Gehrig-Fasel i in. 2007; Lingua i in. 2008].

Uważa się, że w Bieszczadach do XV wieku grzbiety gór do wysokości około 1250 m n.p.m. porastała puszcza [Pałczyński 1962; Zarzycki 1963]. Wąskie pasy połonin zostały wtedy poszerzone w wyniku wycinania przez pasterzy wołoskich pasa lasów świerkowych przy górnej granicy lasów bukowych [Zarzycki 1963]. Rozwój osadnictwa i rolnictwa przyczyniał się do dalszego obniżania górnej granicy lasu, która przebiegała najczęściej na wysokości od 1060 do 1160 m n.p.m. i była obniżona w stosunku do pierwotnej o około 100-150 m [Zarzycki 1963]. W wyniku wysiedleń ludności po II wojnie światowej użytkowane rolniczo połoniny opustoszały. W latach 50. XX wieku zaczęto odnotowywać w ich dolnych partiach udział zwartych zarośli olszy zielonej (*Alnus viridis*) [Zarzycki 1963], a w latach 90. XX wieku również jarzębiny (*Sorbus aucuparia*) [Winnicki 1999]. Ta ostatnia zajmuje obecnie coraz większe powierzchnie w piętrze połonin, dochodząc często do ich szczytów. Ekspansja zwartych zarośli w subalpejskim piętrze połonin jest zjawiskiem nowym i dotychczas brakuje prac na ten temat. Objęcie bieszczadzkich połonin ochroną w ramach Bieszczadzkiego Parku Narodowego stworzyło dobre warunki do śledzenia naturalnego procesu zarastania wysokogórskich łąk po zaprzestania użytkowania rolniczego.

Dla rozwoju zarośli na połoninach bieszczadzkich duże znaczenie mógł mieć sposób wcześniejszego ich użytkowania. Stwierdzono już, że struktura roślinności rozwijającej się po zaprzestaniu użytkowania rolnego silnie zależy od wcześniejszego reżimu zagospodarowania, typu gospodarki rolnej i jej intensywności [Tasser, Tappeiner 2002]. Tereny powyżej górnej granicy lasu w Bieszczadach Zachodnich były użytkowane głównie jako łąki kośne i pastwiska. Wydaje się, że koszenie i zgryzanie mogły odmiennie oddziaływać na pojawiające się młode drzewa. Równocześnie na strukturę przestrzenną rozmieszczenia zarośli na połoninach mogły również mieć wpływ warunki topograficzne. Choć jarzębina, będąca głównym składnikiem zarośli połoninowych, ma bardzo szeroką amplitudę ekologiczną [Raspé i in. 2000], to warunki topograficzne mogły sprzyjać lub utrudniać jej wkraczanie na otwarte przestrzenie.

Celem pracy było określenie zmian powierzchni zajętej przez zarośla drzewiaste powyżej górnej granicy lasu na połoninach Małej i Wielkiej Rawki w ostatnich 30 latach, oszacowanie tempa przyrostu powierzchni zarośli, porównanie przebiegu procesu zarastania opuszczonych połonin w zależności od wcześniejszego sposobu użytkowania oraz poznanie relacji między warunkami topograficznymi (wysokość nad poziomem morza, ekspozycja i nachylenie) a procesem rozprzestrzeniania się zarośli.

Material i metody

Badania przeprowadzono na połoninach leżących w masywie Małej Rawki (MR) i Wielkiej Rawki (WR) (Bieszczady Zachodnie, Bieszczadzki Park Narodowy, Międzynarodowy Rezerwat Biosfery Karpaty Wschodnie). Wysokość Małej i Wielkiej Rawki wynosi odpowiednio 1272 i 1304 m n.p.m., powierzchnia połonin to około 24 i 36 ha. Masyw ma przebieg SE-NW. Połoniny porastają w większości subalpejskie łąki, na tle których wyróżniają się zarośla zdominowane przez jarzębinę i olszę zieloną [Winnicki 1999]. Według map katastralnych z 1852 roku połonina MR użytkowana była jako łąka kośna, natomiast połonina WR jako pastwisko. Po II wojnie światowej zaprzestano użytkowania rolniczego, a obszar obu połonin objęto ochroną rezerwatową (1968, Rezerwat Połoniny Małej i Wielkiej Rawki) i w roku 1989 włączono do BdPN.

Analizę zmian powierzchni zakrzewień na połoninach wykonano na podstawie danych kartograficznych. Wykorzystano mapę topograficzną 1:25 000 z 1980 roku oraz ortofotomapy z 1994 i 2009 roku. Do analizy map wykorzystano program ArcGIS (ESRI). Mapa topograficzna z 1980 roku została zrektyfikowana. Wszystkie mapy zostały nałożone na siebie. W celu określenia powierzchni zarośli oraz ich związku z ukształtowaniem terenu, obszar połonin pokryto siatką o polu podstawowym 5×5 m. Liczba analizowanych pól siatki wyniosła 6322 dla Małej Rawki i 8280 dla Wielkiej Rawki. W każdym polu siatki określono obecność zarośli jarzębiny w latach 1980, 1994 i 2009. Na tej podstawie obliczono powierzchnię zarośli w tych latach. Roczne tempo zmiany pokrycia zarośli obliczono według wzoru proponowanego przez FAO [Forest... 1995]:

$$q = \left(\frac{A_1}{A_2} \right)^{\frac{1}{t_2 - t_1}} - 1$$

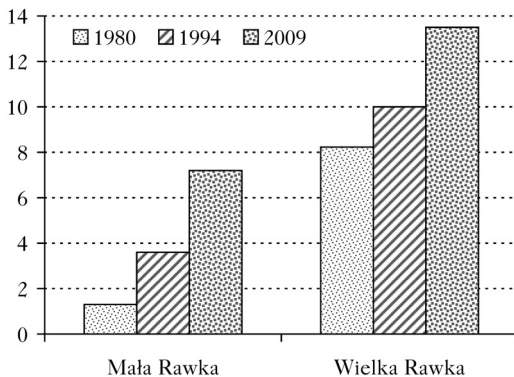
gdzie:

A_1 i A_2 – pokrycie zarośli w okresie t_1 i t_2 ,

Analizę relacji między warunkami topograficznymi (wysokość nad poziomem morza, ekspozycja i nachylenie) a procesem rozprzestrzeniania się zarośli na połoninach wykonano na podstawie cyfrowego modelu terenu. Każdemu z pól siatki 5×5 m przypisano wysokość n.p.m., nachylenie zbocza i ekspozycję. Na początku porównano rozkłady ekspozycji na całej połoninie oraz na powierzchni zajętej przez zarośla. Stwierdzono, że zarośla występują niemal wyłącznie po jednej stronie grzbietu masywu, na stokach o ekspozycjach północnych, północno-wschodnich i wschodnich, które w dalszej części artykułu nazywane będą umownie stokami północno-wschodnimi (NE). W związku z tym, analizy zależności między występowaniem zarośli a wysokością nad poziomem morza i nachyleniem przeprowadzono na stokach NE. W tym celu podzielono każdą z połonin na dwie części, prowadząc linie podziału wzdłuż grzbietów przebiegających w osi SE-NW, uwzględniając w dalszych analizach części połonin znajdujące się po NE stronie grzbietu. W analizach dotyczących wysokości n.p.m. i nachylenia zbocza porównano rozkłady tych cech na stokach NE oraz na powierzchni zajętej przez zarośla. Analizy przeprowadzono oddzielenie dla wszystkich lat i obu połonin.

Wyniki

Powierzchnia zarośli drzewiastych na obu połoninach zwiększyła się. W latach 1980-2009 wzrosła ona na Małej Rawce z 1,3 do 7,2 ha, a na Wielkiej Rawce z 8,1 do 13,5 ha (ryc. 1). Połoniny Małej i Wielkiej Rawki różniły się wielkością powierzchni zajętej przez zarośla w pierwszym roku



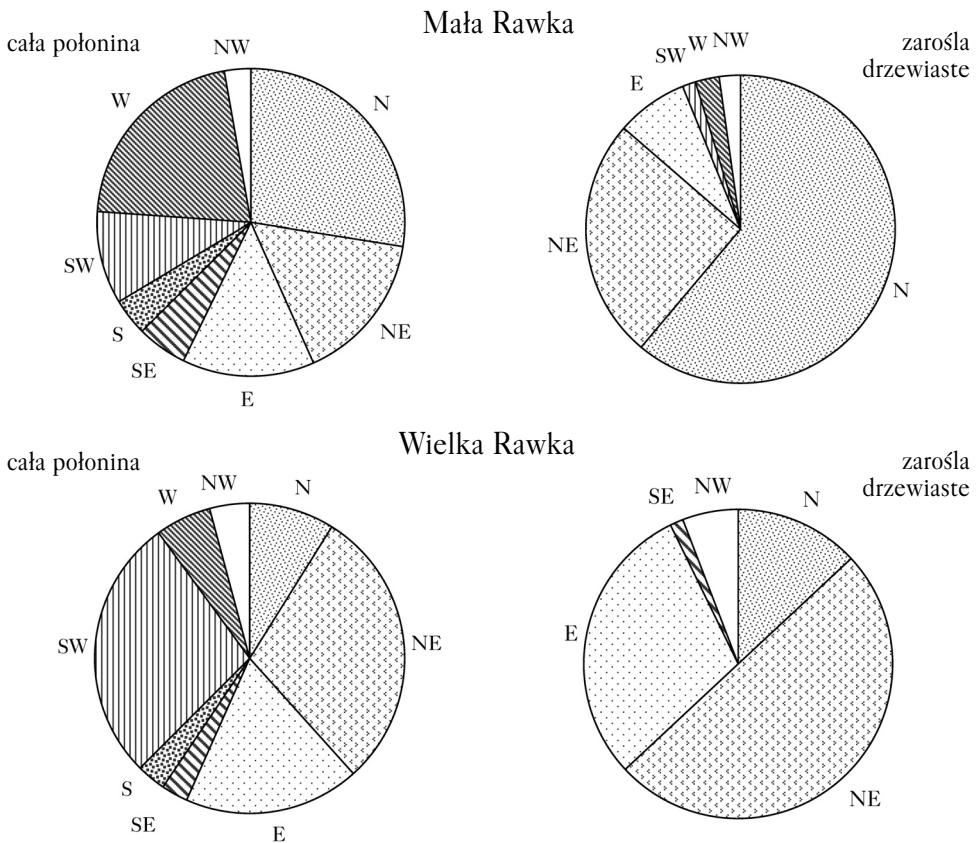
Ryc. 1.

Powierzchnia [ha] zajęta przez zarośla drzewiaste na połoninach Małej Rawki i Wielkiej Rawki w latach 1980, 1994 i 2009

Area [ha] occupied by brushwood on Mała Rawka and Wielka Rawka subalpine meadows in the years 1980, 1994 and 2009

badani (1980) oraz tempem rozprzestrzeniania się zarośli. Na MR w roku 1980 jedynie 5,6% powierzchni pokrywały zarośla, podczas gdy na połoninie WR ich udział był ponad czterokrotnie większy (22,5%). Zarośla na MR rozrastały się szybciej niż na WR. W latach 1980-1994 oraz 1994-2009 powierzchnia zajęta przez zarośla wzrosła na MR odpowiednio 2,8 oraz 2,0 razy, a na WR – 1,2 i 1,3 razy. W efekcie w 2009 zarośla na obu połoninach miały już zbliżony udział w powierzchni połoniny (na MR 30,5%, na WR 37,6%). Równocześnie areał, o jaki powiększały się zarośla w kolejnych okresach, był zbliżony. W latach 1980-1994 na MR przybyło 2,3 ha, a na WR – 1,9 ha, natomiast w latach 1994-2009 na MR 3,6, a na WR – 3,5 ha. Roczne tempo rozrastania się zarośli na Małej Rawce wynosiło w latach 1980-1994 7,5%, a w latach 1994-2009 – 4,7%. Na Wielkiej Rawce wynosiło ono w tych okresach odpowiednio: 1,6 i 2,0%.

Zarośla drzewiaste pojawiające się na obu połoninach wykazywały wyraźne preferencje w zakresie ekspozycji stoków. Występowały niemal wyłącznie na stokach o ekspozycji N, NE i E. Na stokach o ekspozycji SE, S, SW, W i NW udział zarośli był znikomy w roku 1980 i nie zmienił się do roku 2009, kiedy to na Małej Rawce był 7-krotnie niższy niż udział tych ekspozycji na całej połoninie, a na Wielkiej Rawce 8-krotnie niższy (ryc. 2). Pojawianie się i rozrost

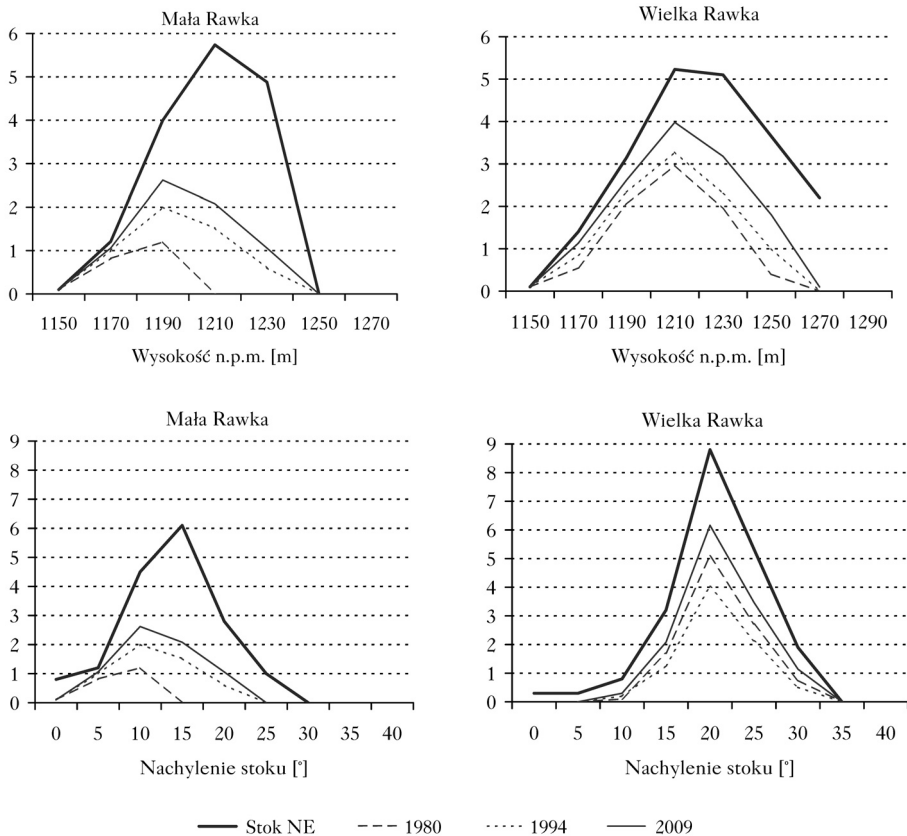


Ryc. 2.

Udział [%] ekspozycji na połoninach Wielkiej i Małej Rawki oraz na powierzchni zajętej przez zarośla drzewiaste na połoninach w 2009 roku

Frequency [%] of exposure on Wielka Rawka and Mała Rawka meadows and on the area occupied by brushwood on subalpine meadows in 2009

zarośli drzewiastych na połoninach związany był z wysokością nad poziomem morza. Na obu połoninach pojawiły się głównie w strefie przylegającej do górnej granicy lasu i zwiększały stopniowo swój udział w wyższych położeniach w kolejnych latach. Na Małej Rawce rozkład wysokości n.p.m. powierzchni zajętej przez zarośla w 1980 roku znacznie odbiegał od rozkładu wysokości na stoku NE. W kolejnych latach, wraz z rozrostem zarośli w górę stoku, rozkład ten coraz bardziej upodabniał się do rozkładu wysokości na całym NE stoku, wskazując na znaczny wzrost udziału zarośli w wyższych położeniach. Na Wielkiej Rawce rozkład wysokości n.p.m. powierzchni zajętej przez zarośla już od 1980 roku zbliżony był do rozkładu wysokości na całym NE stoku, a w kolejnych latach rozrastanie się zarośli następowało w sposób dość równomierny we wszystkich przedziałach wysokości (ryc. 3). Pod względem nachylenia stoku różnice między rozkładem powierzchni na stoku NE i na powierzchniach zajętych przez zarośla stwierdzono jedynie na Małej Rawce. W 1980 roku zarośla występowały przede wszystkim na stokach silniej nachylonych, a z czasem zajmowały również mniej nachylone stoki. Na Wielkiej Rawce rozkłady nachyleń na powierzchniach zajętych przez zarośla i na stoku NE od 1980 były bardzo do siebie zbliżone (ryc. 3).



Ryc. 3.

Powierzchnia [ha] zajęta przez zarośla drzewiaste w przedziałach wysokości n.p.m. i nachylenia na połoninach Małej i Wielkiej Rawki w latach 1980, 1994 i 2009

Area [ha] occupied by brushwood at particular altitudes and slope gradient on Mała Rawka and Wielka Rawka subalpine meadows in 1980, 1994 and 2009

Dyskusja

Powierzchnia zarośli drzewiastych na połoninach Małej i Wielkiej Rawki zwiększyła się w latach 1980-2009 znacznie. Wydaje się, że ich pojawianie się związane jest przede wszystkim z zaprzestaniem użytkowania rolniczego po II wojnie światowej. Pierwsze doniesienia o zaroślach olszy zielonej na połoninie WR pochodzą z badań prowadzonych już po wojnie, w latach 50. XX wieku [Zarzycki 1963]. Późniejsze badania wykazały obecność zarośli z udziałem jarzębiny na obu połoninach [Winnicki 1999]. Nasze prace wskazują, że proces ten zachodził w ciągu ostatnich kilkunastu lat w sposób ciągły i trwa nadal.

Proces zarastania połonin miał różny przebieg na Małej i Wielkiej Rawce. Na WR udział powierzchni zajętej przez zarośla był znaczący już w 1980 roku, ale względne tempo zmian w późniejszych latach było znacznie niższe niż na MR, gdzie w 1980 roku powierzchnia zajęta przez zarośla jarzębiny była niewielka, ale w kolejnych latach zwiększała się stosunkowo szybko. Duże różnice w stopniu zarośnięcia połonin widoczne były już prawdopodobnie wcześniej. Na mapie topograficznej z 1961 roku na połoninie WR zaznaczono duże powierzchnie zarośli, przy jednoczesnym zupełnym ich braku na połoninie MR. W związku z tym, że przebieg granic tych zarośli nie był wyznaczony w sposób jednoznaczny, nie uwzględniono tych danych w analizach, jednak mogą one sugerować, że różnice między połoninami pojawiały się bardzo szybko po zaprzestaniu ich użytkowania. Można zasugerować przynajmniej dwie przyczyny takiego stanu rzeczy. Po pierwsze, czynnikiem wpływającym na stwierdzone różnice mogło być wcześniejsze zaprzestanie użytkowania pastwisk Wielkiej Rawki, które następowało stopniowo już od przełomu XIX i XX wieku [Wolski 2007]. Jeżeli na opuszczonych powierzchniach pojawiły się drzewa zdolne do owocowania, mogły stać się one „ogniskami”, od których w kolejnych latach postępował rozwój młodych zarośli. Po drugie, można przypuszczać, że na różnice między połoninami mógł wpłynąć wcześniejszy sposób użytkowania. Zgryzanie przez bydło i koszenie mogło odmiennie kształtować rozwój zarośli. Dla dominującej wśród zarośli jarzębiny koszenie mogło być czynnikiem, który eliminował jej młode osobniki. Znacznie większe szanse na przeżycie młodych drzew mogły zapewniać pastwiska. Wprawdzie jarzębina jest gatunkiem bardzo chętnie zgryzany przez zwierzę, jednak najczęściej zjadają one jedynie wierzchołki pędów młodych drzew [Motta 2003]. Wydaje się, że zgryzanie mogło ograniczać wzrost młodych osobników na pastwiskach, nie eliminując ich zupełnie. Jarzębiny są najczęściej osobnikami wielopędowymi, zdolnymi do wytwarzania nawet kilku młodych pędów w jednym sezonie [Żywiec, Ledwoń 2008]. Pomimo obumierania części pędów w wyniku zgryzania lub starzenia się, jarzębina mogła być może trwać „ukryta” w roślinności zielonej przez wiele lat, czekając na warunki sprzyjające wzrostowi na wysokość. Równocześnie należy zauważyć, że choć względne tempo zmian, liczone w stosunku do powierzchni już zajętej przez zarośla, było różne na obu połoninach, to bezwzględny przyrost powierzchni zarośli był na nich w obu badanych okresach czasu niemal identyczny. To może sugerować, że proces rozrastania się zarośli na obu połoninach jest kształtowany przez te same czynniki.

W relacjach między występowaniem zarośli a warunkami topograficznymi szczególną uwagę zwraca prawie zupełny brak zarośli po południowo-zachodniej stronie masywu. Kucharzyk [2004] uzasadnia to negatywnym wpływem wiatrów wiejących z kierunków południowych, które przeważają w Bieszczadach [Michna, Paczos 1972]. Ostry wiatr podawany jest też jako jeden z czynników ograniczających rozwój drzew powyżej górnej granicy w innych częściach Europy [Kullman 1997; Barbeito i in. 2012]. Równocześnie należy jednak pamiętać, że dominu-

jąca w bieszczadzkich zaroślach połoninowych jarzębina uważana jest za gatunek bardzo dobrze przystosowany do surowych warunków górskich. Charakteryzuje ją szeroka amplituda ekologiczna i odporność na uszkodzenia mechaniczne oraz szybkie zabliznianie ran [Woodward, Pockock 1996; Raspé i in. 2000]. Wraz ze wzrostem wysokości nad poziomem morza gatunek ten wykazuje wyższe tempo wzrostu pędów, co interpretowane jest jako adaptacja do krótkich sezonów wegetacyjnych [Barclay, Crawford 1984]. Dzięki tym cechom jako jeden z nielicznych liściastych gatunków drzew osiąga w formie drzewiastej wysokie położenia górskie. Wydaje się więc, że południowe wiatry wiejące na połoninach nie powinny być przeszkodą całkowicie uniemożliwiającą pojawienie się zarośli jarzębinowych na stokach wystawionych na ich działanie. Innym wytłumaczeniem różnic między ekspozycjami może być fakt, że południowo-zachodnie stoki połonin cechuje znacznie dłuższy okres nasłonecznienia w ciągu dnia oraz łagodniejsze nachylenie sprzyjające użytkowaniu rolniczemu. Można więc przypuszczać, że były one intensywniej i dłużej użytkowane przez ludzi, co spowodowało opóźnienie rozprzestrzeniania się zarośli w stosunku do zbocza północno-wschodniego.

Na stokach północno-wschodnich zarośla wykazały zależność od wysokości n.p.m. i nachylenia zajmowanych zboczy, widoczną zwłaszcza w początkowych fazach wkraczania na połoninę. Zależność od wysokości n.p.m. wynika co najmniej z dwóch przyczyn. Pierwsza związana jest z biologią rozprzestrzeniania się jarzębiny. Gatunek ten doskonale rozrasta się wegetatywnie [Raspé i in. 2000]. Być może pierwsze zarośla na połoninach powstały w wyniku wegetatywnego rozrostu osobników rosnących na brzegu lasu. Równocześnie jest to gatunek rozsiewany przez zwierzęta, głównie ptaki. Większość zwierząt, które rozsiewają nasiona unika otwartych przestrzeni o skąpej roślinności ze względu na większe prawdopodobieństwo ataku drapieżników [Howe 1979; Schupp i in. 1989]. Rozsiewanie nasion mogło więc odbywać się głównie w bezpośrednim sąsiedztwie lasu, gdzie jednocześnie dostępne były owocujące drzewa. W miarę rozrostu zarośli proces ten mógł postępować w górę stoku. Drugim czynnikiem sprzyjającym rozwojowi zarośli w niższych położeniach były panujące tam łagodniejsze warunki klimatyczne. Stwierdzono również zależność między nachyleniem zboczy a obecnością zarośli, co widoczne było zwłaszcza na połoninie Małej Rawki. Zarośla miały większy udział na zboczach o większym spadku. Przyczyną tego zjawiska mogło być zarzucenie użytkowania tych trudniej dostępnych terenów w pierwszej kolejności, co pozwoliło na pojawienie się pierwszych zarośli. Podobną zależność wzorca rozmieszczenia zarośli na opuszczonych terenach rolniczych obserwowano w innych europejskich pasmach górskich [Tasser, Tappeiner 2002]. Na połoninie Wielkiej Rawki nie zaobserwowano takiej zależności – być może wynika to z faktu, że brak jest danych kartograficznych o najwcześniejszych etapach zasiedlania tej połoniny przez zarośla.

Podsumowanie

Zarośla drzewiaste opanowały w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat dużą część połonin Małej i Wielkiej Rawki. Proces ten jeszcze się nie zakończył. Rozrastanie się zarośli jarzębiny i olszy zielonej na połoninach będzie prawdopodobnie wywierać ogromny wpływ na procesy zachodzące w ekosystemie połonin poprzez zmiany ich bioróżnorodności, produktywności i stosunków wodnych. Można się też spodziewać, że zmiany te wpłyną również na funkcjonowanie niżej położonych ekosystemów leśnych.

Podziękowania

Dziękujemy Dyrekcji Bieszczadzkiego Parku Narodowego za udostępnione materiały oraz dr. Wojciechowi Krukarowi za konsultacje.

Literatura

- Barbeito I., Dawes M. A., Rixen Ch., Senn J., Bebi P. 2012. Factors driving mortality and growth at treeline: a 30-year experiment of 92000 conifers. *Ecology* 93: 389-401.
- Barclay A., Crawford R. 1984. Seedling emergence in the rowan (*Sorbus aucuparia*) from an altitudinal gradient. *J. Ecol.* 72: 627-636.
- Cannone N., Sgorbati S., Guglielmin M. 2007. Unexpected impacts of climate change on alpine vegetation. *Front. Ecol. Environ.* 5: 360-364.
- Diaz-Varela R. A., Colombo R., Meroni M., Calvo-Iglesias M. S., Buffoni A., Tagliaferri A. 2010. Spatio-temporal analysis of alpine ecotones: a spatial explicit model targeting altitudinal vegetation shifts. *Ecol. Model.* 221: 621-633.
- Forest resources assessment. 1995. FAO, Rome.
- Gehrig-Fasel J., Guisan A., Zimmermann N. E. 2007. Tree line shifts in the Swiss Alps: Climate change or land abandonment? *J. Veg. Sci.* 18: 571-582.
- Hofgaard A. 1997. Inter-relationships between treeline position, species diversity, land use and climate change in the central Scandes Mountains of Norway. *Glob. Ecol. Biogeogr. Lett.* 6: 419-429.
- Holtmeier F. K. 2009. Mountain Timberlines. Ecology, Patchiness, and Dynamics. *Advances in Global Change Research* 36.
- Howe H. F. 1979. Fear and frugivory. *Am. Nat.* 114: 925-931.
- Kucharzyk S. 2004. Zmiany przebiegu górnej granicy lasu w paśmie Szerokiego Wierchu w Bieszczadzkiem Parku Narodowym. *Roczniki Bieszczadzkie* 12: 81-102.
- Kullman L. 1997. Tree-limit stress and disturbance. A 25-year survey of geoeological change in the Scandes Mountains of Sweden. *Geogr. Ann.* 79A: 139-165.
- Kullman L. 2002. Rapid recent range-margin rise of tree and shrub species in the Swedish Scandes. *J. Ecol.* 90: 68-77.
- Lingua E., Paolo Ch., Motta R., Paola N. 2008. Spatial structure along an altitudinal gradient in the Italian central Alps suggests competition and facilitation among coniferous species. *J. Veg. Sci.* 19: 425-436.
- Michna E., Paczos S. 1972. Zarys klimatu Bieszczadów Zachodnich. *Lub. Tow. Nauk., Ossolineum, Wrocław.*
- Motta R. 2003. Ungulate impact on rowan (*Sorbus aucuparia* L.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) height structure in mountain forests in the eastern Italian Alps. *For. Ecol. Manage.* 181: 139-150.
- Motta R., Morales M., Nola P. 2006. Human land-use, forest dynamics and tree growth at the treeline in the Western Italian Alps. *Ann. For. Sci.* 63: 739-747.
- Pałczyński A. 1962. Łąki i pastwiska w Bieszczadach Zachodnich. *Studia geobotaniczno-gospodarcze. Roczniki Nauk Rolniczych, Ser. D – Monografie* 99-D.
- Raspé O., Findlay C., Jacquemart A. L. 2000. *Sorbus aucuparia* L. *J. Ecol.* 88: 910-930.
- Schupp E. W., Howe H. F., Augspurger C. K., Levey D. J. 1989. Arrival and survival in tropical treefall gaps. *Ecology* 70: 562-564.
- Tasser E., Tappeiner U. 2002. Impact of land use changes on mountain vegetation. *Appl. Veg. Sci.* 5: 173-184.
- Winnicki T. 1999. Zbiorowiska roślinne połonin Bieszczadzkiego Parku Narodowego (Bieszczady Zachodnie, Karpaty Wschodnie). *Monografie Bieszczadzkie* 4.
- Wolski J. 2007. Przekształcenia krajobrazu wiejskiego Bieszczadów Wysokich w ciągu ostatnich 150 lat. *Prace Geograficzne, IGiPZ PAN, Warszawa.*
- Woodward S., Poccock S. 1996. Formation of the ligno-suberized barrier zone and wound periderm in four species of European broad-leaved trees. *Eur. J. Forest Pathol.* 26: 97-105.
- Zarzycki K. 1963. Lasy Bieszczadów Zachodnich. *Acta Agr. Silv. Ser. Leśna* 3: 3-132.
- Żywiec M., Ledwoń M. 2008. Spatial and temporal patterns of rowan (*Sorbus aucuparia* L.) regeneration in subalpine spruce forest in West Carpathians. *Plant Ecol.* 194: 283-291.

SUMMARY

Expansion of brushwood in the subalpine zone of the Western Bieszczady Mts.

Discontinuation of agricultural use is one of the main factors which contributes to shifting the timber line in European montane ranges. The paper analyses the development of brushwood on the Bieszczady montane meadows subjected to cultivation, which since 1960s have been protected areas.

Based on available cartographic data changes of the area overgrown with brushwood on Mała Rawka and Wielka Rawka subalpine meadows (in the past used as reaped meadows and pastures respectively) were analysed as well as the rate of its growth and the relation of overgrowing with the earlier manner of use and topographic conditions over the last 30 years. In order to achieve this the area of the meadows was covered with a network of 5×5 m squares (6,322 ones for Mała Rawka and 8,280 for Wielka Rawka), which were assigned topographic data of a digital area model. The presence of the rowan trees was defined for each square for the years 1980, 1994 and 2009.

On the basis of the analysis of squares with and without brushwood in particular years the following features were found: progressing growth of brushwood (with dominating rowan), considerably higher growth rate of the brushwood area on Mała Rawka than on Wielka Rawka and clear relationship between brushwood and slopes exposed to N, NE and E (fig. 1 and 2). Moreover, in 1980s the brushwood on Mała Rawka, unlike that on Wielka Rawka, took up a small area and at the same time showed clear preference for the zone adjacent to timberline and steeper slopes (fig. 3).

The obtained results indicate that overgrowing of subalpine meadows by brushwood has been a continuous process during the last dozens of years and is still continuing. The expansion of brushwood is related to discontinuation of agricultural use and its course depends on earlier type of agricultural use (e.g. reaping versus pasturing). The pattern of brushwood distribution, particularly in initial phases of its entering the meadow, also depends on the altitude and slope grade. In the first case the main factor is the manner tree species expand and favourable climatic conditions, in the other one the accessibility of area for agriculture. The relationship between the woods and north-eastern slopes is not clear. We discuss the influence of predominating south-western winds, the period of use and ungulate game.