PEŁNA PRACA

http://dx.doi.org/10.16926/cebj.2016.19.20

CHEMISTRY ENVIRONMENT BIOTECHNOLOGY

Otrzymano: 12 października 2016
Zaakceptowano: 22 grudnia 2016
Udostępniono online: 27 grudnia 2016

Występowanie porostów z rodzaju *Usnea* w północnej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej

Lichens occurrence of the genus *Usnea* in the northern part of the Cracow-Czestochowa Upland

Agnieszka BĄBELEWSKA,[1,*] Nikodem MĄCZYŃSKI[2]

[1] Zakład Biologii i Ochrony Środowiska, Instytut Chemii, Ochrony Środowiska i Biotechnologii, Wydział Matematyczno-Przyrodniczy, Akademia im. Jana Długosza w Częstochowie, 42-200 Częstochowa, Armii Krajowej 13/15, Polska;
[2] 42-200 Częstochowa, Michałowskiego 20 m. 107, Polska

Streszczenie: Stwierdzono, iż zbiorowiska zaroślowe typu czyżnie (*Rubo fruticosi-Prunetum spinosae*) występujące w północnej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej są siedliskami rzadkich w Polsce porostów z rodzaju *Usnea*. Spośród 8 przebadanych zbiorowisk zaroślowych w połowie z nich (4) odnotowano brodaczki, co potwierdza fakt ich stałej obecności w opisywanych siedliskach na Jurze. Odkryte siedlisko porostów z rodzaju *Usnea* jest nowe i nigdy dotąd nie było opisane. Dotychczas w literaturze opisywano występowanie brodaczek głównie w starych, naturalnych lasach typu puszczańskiego, których były, między innymi wskaźnikami. Zbiorowiska zaroślowe z obecnością brodaczek w pełni zasługują na ochronę oraz szczególną uwagę w trakcie wykonywanych przez leśników prac pielęgnacyjnych.

Słowa kluczowe: porosty; *Usnea*; *Rubo fruticosi-Prunetum spinosae*; Jura

Abstract: It was found out that the plant communities of the scrub type (*Rubo fruticosi-Prunetum spinosae*) occurring in the northern part of the Cracow-Czestochowa Upland are habitats of rare in Poland lichens of the *Usnea* genus. Among 8 studied scrub communities, *Usnea* was observed in half of them which testifies its permanent presence in described habitat of Jura. The discovered habitat of the *Usnea* lichens is new one and was not reported till now. The occurrence of *Usnea* was reported so far mainly from old natural primeval forests for which it is considered an indicator. Scrub communities with *Usnea* presence deserve protection and have to be especially attended by foresters during maintenance works.

Keywords: lichens; *Usnea*; *Rubo fruticosi-Prunetum spinosae*; Jura

1. Wstęp

Brodaczki to porosty epifityczne o jednych z największych w Polsce plech, których długość dochodzi do kilkunastu centymetrów, a nazwa odzwierciedla kształt plechy w formie brody. Są to gatunki niezwykle wrażliwe na zanieczyszczenie powietrza dwutlenkiem siarki. Jako organizmy symbiotyczne charakteryzują się skomplikowaną budową anatomiczną i fizjologią. Zanieczyszczenia siarkowe wnikające do plechy, uszkadzają aparat fotosyntetyczny glonu, powodując unieczynnienie chlorofilu i stopniowe obumieranie plechy. Proces ten następuję najszybciej u porostów o rozbudowanych plechach, takich jak brodaczki, dlatego też należą one do porostów najszybciej reagujących na zanieczyszczenia siarkowe obecne w powietrzu.

Porosty z rodzaju *Usnea* należą zatem do grupy bioindykatorów, których występowanie w danym zbiorowisku leśnym jest możliwe tylko przy dobrej kondycji ekologicznej lasu i czystym powietrzu. Z uwagi na swoją dużą wrażliwość, występują tylko w środowisku czystym i bardzo czystym, przy stężeniach poniżej 50 μg/m^3 SO_2 [1,2]. Lasy z brodaczkami są rzadkością w województwie śląskim, ze względu na silne uprzemysłowienie tego obszaru i wysokie wskaźniki zanieczyszczenia powietrza. W ciągu minionego półwiecza na Jurze odnotowano zaledwie kilka pojedynczych stanowisk, głównie w rezerwatach leśnych [3,4,5]. W północnej części województwa śląskiego (byłym województwie częstochowskim) stopień uprzemysłowienia jest niższy, jednakże odnotowywany jest tutaj stały napływ zanieczyszczonego powietrza (emisja daleka), głównie z obszaru GOP-u. Zanieczyszczenia są transportowane wraz z wiatrami o przewadze z kierunków zachodniego i południowo-zachodniego nad teren północnej Jury. Dodatkowo sama aglomeracja częstochowska jest dużym źródłem emisji zanieczyszczeń dla tego obszaru, co potwierdziły badania obciążenia metalami ciężkimi i siarką [6]. Występowanie dużych porostów epifitycznych (nadrzewnych) o nitkowatych plechach (makrolichenes) z rodzaju *Usnea* w Polsce jest obecnie rzadkością, a każde stwierdzone stanowisko odnotowywane. Większość brodaczek w Polsce objęta jest ochroną ścisłą, pozostałe – ochroną częściową [7].

Z uwagi na specyfikę budowy geologicznej Jury, występujące tutaj zbiorowiska leśne, głównie bory sosnowe, sąsiadują z dużymi obszarami muraw kserotermicznych i pól. Granice między lasami a murawami i polami często wyznaczają zbiorowiska zaroślowe *Rubo fruticosi-Prunetum spinosae* (typu czyżnie). Zbiorowiska takie są nieodłącznym składnikiem krajobrazu Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej (Jury). Mają one charakter zwartych zarośli z dominacją różnych gatunków głogów *Crataegus curvisepala*, *Crataegus monogyna* lub tarniny

* Autor korespondencyjny.
Adres e-mail: *a.babelewska@ajd.czest.pl* (A. Bąbelewska).

 © 2016 Jan Długosz University, Częstochowa

Rysunek 1. Zbiorowisko zaroślowe *Rubo fruticosi-Prunetum spinosae* (fot. A. Bąbelewska, 15.10.2014).

Prunus spinosa, najczęściej z udziałem dzikich róż (*Rosa canina*, *Rosa dumalis*) i jeżyn [8] (Rysunek 1). Czyżnie na Jurze są obecne zarówno wokół zewnętrznych granic lasów, tworząc zbiorowiska okrajkowe, jak również mogą występować wewnątrz tych zbiorowisk leśnych. Występowanie czyżni w części środkowej lasu związane jest najczęściej z jego silnym stopniem zdegradowania i zniekształcenia. Najdłuższe czyżnie na Jurze mają długość dochodzącą do 800 m i często ciągną się długim pasmem wzdłuż wolnej przestrzeni śródleśnej. Zbiorowiska zaroślowe mają najczęściej postać stożkową. Największą wysokość osiągają krzewy w środowej części czyżni i stopniowo ich wysokość zmniejsza się ku obwodowi do wysokości krzewów ok. 50 cm. Krzewy na obwodzie są najłatwiej dostępne dla zwierząt i cyklicznie zgryzane przez nie, przez co ich wysokość nie przekracza pół metra. Czyżnie rozwijają się przez bardzo długi czas, ich fragmenty zamierają i odradzają się cyklicznie. Część środkowa tego zbiorowiska jest najmniej dostępna i najsilniej ocieniona, zaś część zewnętrzna charakteryzuje się dobrymi warunkami świetlnymi i wilgotnościowymi (Rysunek 1). Zbiorowiska te, jak wskazują wyniki pierwszych badań, są także miejscem występowania chronionych w Polsce porostów z rodzaju *Usnea* [9].

2. Część eksperymentalna

Badania przeprowadzono w latach 2013–2014 w miesiącach luty–kwiecień w północnej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej, głównie na terenie Nadleśnictwa Złoty Potok oraz w obszarze przygranicznym na terenie aglomeracji częstochowskiej. Badaniami objęto wybrane zbiorowiska zaroślowe *Rubo fruticosi-Prunetum spinosae* występujące zarówno w otoczeniu lasów, tzw. okrajkowe, jak również w czyżniach zlokalizowanych wewnątrz zbiorowisk leśnych jako czyżnie oszyjkowe. Ogólnie przebadano 8 zbiorowisk zaroślowych.

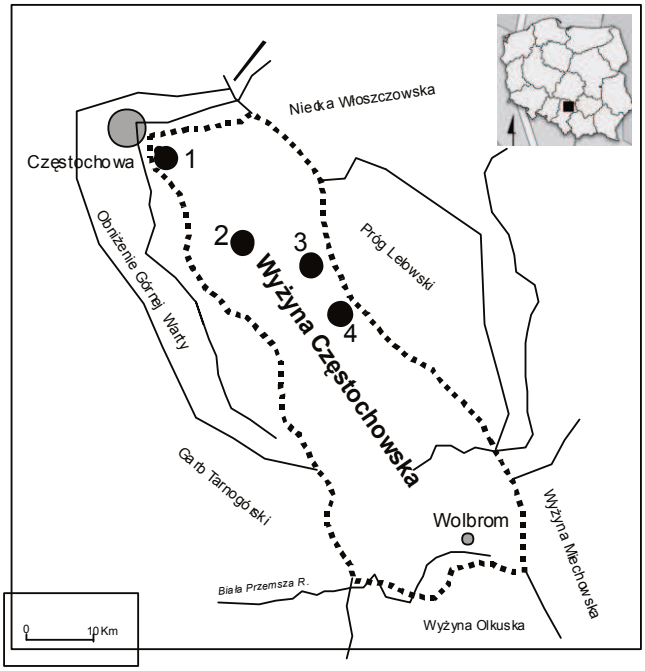
Badania polegały na inwentaryzacji składu gatunkowego porostów epifitycznych z rodzaju *Usnea* w czyżniach. Mierzono powierzchnię całkowitą zbiorowiska zaroślowego, w której odnaleziono porosty z rodzaju *Usnea*. Określano także liczebność osobników z danego gatunku w zbiorowisku, notowano wielkość każdej z odnalezionych plech oraz ich wysokość występowania nad powierzchnią gleby. Nazewnictwo porostów przyjęto za Diederich i in. [10]. Statut gatunku chronionego przyjęto za Cieślińskim i in. [11] oraz Leśniańskim [12].

3. Wyniki i dyskusja

Wśród ośmiu przebadanych czyżni przyleśnych i śródleśnych, usytuowanych w północnej części Jury, w połowie z nich stwierdzono występowanie porostów z rodzaju *Usnea* (Rysunek 2, Tabela 1). Nie odnotowano natomiast występowania żadnych brodaczek w sąsiadujących z czyżniami zbiorowiskach leśnych z dominacją sosny.

Dwie czyżnie z brodaczkami (3 i 4) zlokalizowane były przy zewnętrznej granicy lasów w postaci zbiorowisk okrajkowych, dwie pozostałe (1 i 2) występowały w otoczeniu lasu w postaci zbiorowisk oszyjkowych. Łącznie we wszystkich 4 badanych zbiorowiskach typu czyżnie odnotowano 63 osobniki brodaczek należących do trzech gatunków: *Usnea dasypoga* (Ach.) Nyl. – brodaczka zwyczajna, *Usnea hirta* (L.) F.H. Wigg. – brodaczka kępkowa i *Usnea subfloridana* Stirt. – brodaczka kędzierzawa. Cztery odnalezione czyżnie z brodacz-

 © 2016 Jan Długosz University, Częstochowa



Rysunek 2. Rozmieszczenie stanowisk badawczych w północnej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej [13].

kami zróżnicowane były pod względem wielkości oraz liczby taksonów w nich występujących. W dwóch najmniejszych 1 i 3 (100 m^2) odnotowano występowanie tylko 1 gatunku – brodaczki kępkowej *U. hirta*, zaś w dwóch większych 4 i 2 (800–1200 m^2) odnaleziono wszystkie 3 wyżej wymienione gatunki brodaczek. Zbiorowiskiem zaroślowym z najobfitszą biotą porostów z rodzaju *Usnea* (36 okazów na powierzchni 800 m^2) była czyżnia o charakterze okrajkowym – zbiorowisko nr 4 (Tabela 1). Najczęściej występującym taksonem w czyżniach była brodaczka kępkowa (Rysunek 3) – łącznie odnaleziono 53 osobniki w badanych powierzchniach o średniej wielkości plech 3–5 cm.

Badania monitoringowe prowadzone w odkrytych czyżniach potwierdzają korzystne warunki siedliskowe dla rozwoju plech brodaczek, o czym świadczy szybkie ich tempo przyrostu w granicach 0.5–4.0 cm w skali jednego roku (dane niepublikowane) oraz duża liczba młodych osobników (23) o najmniejszych plechach (1–3 cm). Wszystkie brodaczki w czyżniach występowały na pędach tarniny na wysokości od 20 do 180 cm od podłoża rosnącej na obrzeżach zbiorowiska zaroślowego w otoczeniu wysokich traw, tj. trzcinnik piaskowy *Calamagrostis epigejos*, wiechlina łąkowa *Poa pratensis* i kupkówka pospolita *Dactylis glomerata*.

Według Czerwonej listy porostów w Polsce zarówno brodaczka kępkowa, jak i brodaczka zwyczajna są gatunkami narażonymi na wymarcie [VU], zaś brodaczka kędzierzawa jest gatunkiem wymierającym [EN] [11]. W regionalnej liście porostów województwa śląskiego brodaczka kępkowa posiada status gatunku wymierającego [EN], zaś brodaczka zwyczajna i kędzierzawa są gatunkami krytycznie zagrożonymi [CR] [12].

Występowanie brodaczek w zbiorowiskach zaroślowych typu czyżnie *Rubo fruticosi-Prunetum spinosae* jest zjawiskiem nowym i nie notowanym dotychczas w literaturze.

Tabela 1. Porosty z rodzaju *Usnea* w badanych zbiorowiskach *Rubo fruticosi-Prunetum spinosae*.

Nr zbiorowiska	Rodzaj zbiorowiska, wielkość m^2	Miejsce występowania	Łączna liczba plech brodaczek	Gatunek brodaczki i liczba plech	Długość plech brodaczek cm	Zakres występowania, wysokość występowania nad powierzchnią gleby
1.	śródleśna, 30 m^2 (3 m/ 10 m)	Częstochowa Góra Ossona (SE cześć miasta) 50°47.847'N; 019°12.277'E	**6**	*Usnea hirta* – 6	1–3 cm : 2 osobniki 3–5 cm : 3 osobniki powyżej 6 cm : 1 osobnik	20–100 cm, najczęściej od 60–100 cm (5 brodaczek)
2.	śródleśna, 1 200 m^2 (40 m/ 30 m)	Nadleśnictwo Złoty Potok 50°39.788'N; 019°26.242'E	**19**	*Usnea hirta* – 17	1–3 cm : 9 osobników 3–5 cm : 8 osobników	20–300 cm, najwięcej osobników na wysokości: 30–50 cm (12 brodaczek)
				Usnea dasypoga – 1	powyżej 6 cm : 1 osobnik	
				Usnea subfloridana – 1	powyżej 6 cm : 1 osobnik	
3.	przyleśna-okrajkowa, 100 m^2 (20 m/ 5 m)	Nadleśnictwo Złoty Potok 50°42.239'N; 019°26.831'E	**2**	*Usnea hirta* – 2	1–3 cm : 2 osobniki	50–150 cm, osobniki na wysokości 50 i 150 cm
4.	przyleśna-okrajkowa, 800 m^2 (20 m/ 40 m)	Nadleśnictwo Złoty Potok 50°41.921'N; 019°27.157'E	**36**	*Usnea hirta* – 28	1–3 cm : 11 osobników 3–5 cm : 16 osobników	28–180 cm, najczęściej od 60–100 cm (20 osobników)
				Usnea dasypoga – 4	3–5 cm : 1 osobnik powyżej 6 cm : 3 osobniki	
				Usnea subfloridana – 4	powyżej 6 cm : 4 osobniki	

 © 2016 Jan Długosz University, Częstochowa

Rysunek 3. *Usnea hirta* (L.) F.H. Wigg. (fot. N. Mączyński, 24.03.2014).

W samych zbiorowiskach leśnych północnej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej, z dominacją sosny, nie odnotowano występowania tych porostów. Brodaczki notowano do tej pory głównie w starych i naturalnych lasach, a porosty te uważane są za biologiczne wskaźniki lasów puszczańskich [14].

Brodaczki, ze względu na duże rozmiary plech, należą także do najwrażliwszych na zanieczyszczenia, głównie siarkowe, grzybów zlichenizowanych. Notowane są najczęściej w obszarach Polski o czystym powietrzu, głównie w północnej i północno-wschodniej części kraju [15]. Lasy północnej części Jury leżą w I strefie oddziaływania przemysłowego, a więc są stale narażane na występowanie zanieczyszczeń pochodzących z emisji przemysłowej, zarówno dalekiej, np. z Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego, jak i emisji bliskiej, z terenu Częstochowy, z którym pozostają w bezpośrednim sąsiedztwie. Jak wykazały badania, lasy północnej części Jury są także silnie obciążone metalami ciężkimi [6]. Duże zanieczyszczenie powietrza jest czynnikiem determinującym występowanie porostów epifitycznych o dużych plechach (makrolichenes) w zbiorowiskach leśnych. Ta grupa ekologiczna porostów na terenie województwa śląskiego uległa największym zmianom na przestrzeni lat, polegającym głównie na ich wymieraniu [12]. Porosty epifityczne o dużych, nitkowatych plechach, tj. brodaczki w warunkach ekologicznych województwa śląskiego nie powinny występować, jednakże jak wykazały badania, są one obecne w zbiorowiskach zaroślowych *Rubo fruticosi-Prunetum spinosae* w północnej części Jury. W badanych czyżniach przyleśnych i śródleśnych stwierdzono łącznie występowanie 63 osobników należących do trzech gatunków w różnych fazach rozwojowych, co oznacza, że ich występowanie jest stałe na terenie północnej Jury. Stałą obecność brodaczek potwierdzają także wstępne badania monitoringowe prowadzone na wybranych powierzchniach badawczych w ciągu ostatnich dwóch lat (dane niepublikowane). Brodaczki prawdopodobnie występowały od dawna w tym regionie, jednakże z uwagi na nietypowe siedlisko, ich obecność nie była notowana przez badaczy jako stały element lichenobioty. Fakt odnalezienia brodaczek w tych nietypowych siedliskach okrajkowych i śródleśnych zaprzecza także dotychczasowym doniesieniom o niemożliwości ich występowania w trudnych ekologicznie warunkach. Odnalezione plechy brodaczek były dobrze wykształcone, bez uszkodzeń, prawidłowej wielkości, zgodne z diagnozą gatunku. W zbiorowiskach zaroślowych muszą zatem istnieć stabilne i korzystne dla rozwoju plech brodaczek warunki ekologiczne, np. wysoka wilgotność, która jest kluczowa dla rozwoju długich, nitkowatych plech tych epifitów. Prawdopodobnie otoczenie traw stanowi skuteczną ochronę przed wahającymi się w ciągu dnia temperaturami, szczególnie w okresie letnim oraz zatrzymuje zgromadzoną wilgoć, np. w postaci rosy. Gęste krzewy tarniny i głogu budujące czyżnie tworzą sieć, która przyczynia się do zatrzymywania wilgoci w najniższych partiach zbiorowiska. Dogodne warunki wilgotnościowe są kluczowe dla rozwoju i wzrostu porostów. Porosty są bowiem aktywne fizjologicznie cały rok, a więc wahania poziomu wilgoci, dopływ zanieczyszczeń rozpuszczonych w wodzie opadowej do plech mają ogromne znaczenie, tym większe, im większa jest plecha porostu wchłaniająca wodę, stąd opisywana wyższa wrażliwość gatunków o dużych plechach. Czyżnie są dobrym siedliskiem dla porostów epifitycznych, świadczy o tym fakt występowania na badanych obszarach obok brodaczek innych rzadkich na Jurze gatunków porostów i nie notowanych w przylegającym drzewostanie sosnowym, np. pustułki rurkowatej *Hypogymnia tubulosa*, płucnika modrego *Platismatia glauca*, mąkli tarniowej *Evernia prunastri* czy mąklika otrębiastego *Pseudoevernia furfuraceae* (dane niepubl.).

Dla gospodarki leśnej zbiorowiska zaroślowe *Rubo fruticosi-Prunetum spinosae* nie mają znaczenia, mogą więc być usuwane w trakcie zabiegów pielęgnacyjnych w obrębie zbiorowisk leśnych w celu uregulowania składu gatunkowego upraw. Zbiorowiska zaroślowe rozwijające się jako okrajki z reguły nie podlegają czyszczeniu, gdyż stanowią pożądaną strefę ekotonową, która w naturalny sposób rozdziela różne środowiska przyrodnicze, np. las i murawy kserotermiczne czy pola uprawne. Szczególnie ważna jest rola biologiczna zbiorowisk zaroślowych typu czyżnie. Tworzą korytarze ekologiczne dla drobnych zwierząt, są miejscem gniazdowania wielu gatunków ptaków, młode pędy roślin czyżni są źródłem pokarmu dla zwierząt oraz, jak pokazały przeprowadzone badania, mogą być cennymi siedliskami dla rzadkich w Polsce porostów z rodzaju *Usnea*. W wielu nadleśnictwach w północnej części Polski prowadzony jest przez służby leśne stały monitoring porostów o dużych plechach, poprzedzony szkoleniem w zakresie rozpoznawania najcenniejszych gatunków, m.in. brodaczek [16].

Zbiorowisko *Rubo fruticosi-Prunetum spinosae* w pełni zasługuje na protegowanie i wykorzystanie w biologicznej zabudowie granicy leśno-polnej. Również płaty zarośli tarninowych i inne elementy czyżni występujące wewnątrz kompleksów leśnych nie powinny być niszczone, a wręcz przeciwnie – tworzone przez wprowadzanie nasadzeń tarniny i głogów w roli oszyjka wewnętrznego. Odkrycie występowania brodaczek w zbiorowiskach zaroślowych północnej części Jury wymaga prowadzenia trwale zrównoważonej gospodarki leśnej z zachowaniem dbałości o ochronę czynną tych siedlisk i zachowania różnorodności biologicznej. Decyzja o usuwaniu zbiorowisk zaroślowych wokół lasów oraz z ich wnętrza powinna być wcześniej poprzedzona badaniami nad obecnością stanowisk porostów z rodzaju *Usnea*, gdyż zbiorowiska te są siedliskiem dla chronionych taksonów.

 © 2016 Jan Długosz University, Częstochowa

4. Podsumowanie

1. Na Jurze brodaczki występują w zbiorowiskach zaroślowych typu czyżnie *Rubo fruticosi-Prunetum spinosae*.
2. Wstępne badania monitoringowe na wybranych powierzchniach badawczych wykazały stały wzrost liczby plech brodaczek.

Literatura

[1] D.L. Hawksworth, F. Rose, *Nature*, **1970**, *227*, 145–148. doi: 10.1038/227145a0
[2] J. Kiszka, *Prace Monogr. WSP w Krakowie*, **1997**, *19*, 5–137.
[3] J. Nowak, *Monogr. Bot.*, **1961**, *11*, 1–126.
[4] K. Czyżewska, *Studia Ośrodka Dokumentacji Fizjograficznej PAN*, **1978**, *6*, 89–108.
[5] E. Hernik, *Chrońmy Przyr. Ojcz.*, **1999**, *5*, 91–92.
[6] A. Bąbelewska, ***Zanieczyszczenie parków krajobrazowych ziemi częstochowskiej metalami ciężkimi (monografia)***, Wyd. AJD, Częstochowa, **2012**.
[7] Rozporządzenie Ministra z dn. 9.10.2014 r. *w sprawie gatunków ochrony gatunkowej grzybów objętych ochroną* [Dz. U. poz. 1408].
[8] W. Matuszkiewicz, ***Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski***, PWN, Warszawa, **2001**.
[9] A. Bąbelewska, N. Mączyński, *Chrońmy Przyr. Ojcz.*, **2015**, *71*, 144–148.
[10] P. Diederich, D. Ertz, N. Stapper, E. Sérusiaux, D. Van den Broeck, P. Van den Boom, C. Ries, ***The lichens and lichenicolous fungi of Belgium, Luxembourg and northern France***, http://www.lichenology.info/cgi-bin/baseportal.pl?htx=pages&pg=intro [odczyt: 2013].
[11] S. Cieśliński, K. Czyżewska, J. Fabiszewski, ***Red List of the lichens in Poland*** [w:] ***Red list of plants and fungi in Poland***, Z. Mirek, K. Zarzycki, W. Wojewoda, Z. Szeląg (red.), W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków, **2006**, 71–89.
[12] G. Leśniański, ***Czerwona lista porostów województwa śląskiego***, Centrum Dziedzictwa Przyrody Górnego Śląska, Katowice, **2012**.
[13] J. Kondracki, ***Geografia regionalna Polski***, PWN, Warszawa, **2001**.
[14] K. Czyżewska, S. Cieśliński, *Monogr. Bot.*, **2003**, *91*, 223–239.
[15] S. Cieśliński ***Atlas rozmieszczenia porostów (Lichenes) w Polsce Północno-Wschodniej***, *Phytocoenosis. Suppl. Cartograph. Geobot.*, **2003**, *15*.
[16] W. Fałtynowicz, ***Porosty w lasach. Przewodnik terenowy dla leśników i taksatorów***, Warszawa, **2012**.

 © 2016 Jan Długosz University, Częstochowa