

Daria Zarabska¹

Lichenobiota dębów w aspekcie możliwości ich wykorzystania w bioindykacji

Oak lichens and their use in bioindication studies

Abstract. In the bioindication studies of lichens, the selection of phorophytes should be one of the first tasks when launching monitoring research. During the research on *Quercus robur*, *Quercus petraea* and *Quercus rubra* conducted in western Poland in 2006–2008, 54 epiphyte lichens were identified. The obtained results allowed for the statement that western Wielkopolska is abundant in oak lichen species. As oak communities are very common in Poland, there is possible to utilize oak lichens in bioindication studies in the vast majority of this country.

Key words: *Quercus robur*, *Quercus petraea*, *Quercus rubra*, monitoring guidelines.

1. Wstęp

Zjawisko wrażliwości porostów na zanieczyszczenia powietrza zaobserwował już Nylander w połowie XIX wieku (Bystrek 1974). Zaproponowana przez Haks-wortha i Rose'a (1970) skala bioindykacyjna pozwalała określać bezpośrednie zależności pomiędzy obserwowanymi gatunkami porostów a stanem powietrza. Rozmieszczenie określonych taksonów dawało podstawę do przygotowania szeregu map lichenoindykacyjnych dla miast lub regionów (np. Johnsen et Søchting 1973, Søchting et Ramkær 1973, Fabiszewski et al. 1983, Piśút et Lisická 1985, John 1989, Fałtynowicz et al. 1991, Kiszka 1991, 1999, Kyselová 1992, van Herk 1999, van Dobben et ter Braak 1999, Śliwa 2000, Davies et al. 2004, Matwiejuk 2007, Stapper 2007, Windisch 2007, Zarabska 2008a). Pierwsze dwie dekady badań bioindykacyjnych zdominowane były zagadnieniami wpływu emisji zanieczyszczeń, głównie dwutlenku siarki i pyłów, na biotę porostową. Postępujące od lat 90. XX w. zwiększanie się udziału gatunków azotolubnych tłumaczy się przede wszystkim wzrostem ilości związków azotowych (tj. NH_3 , NO_x , NO_3^- , NH_4^+). Powyższe zagadnienie jest obecnie jednym z wiodących tematów w obrębie lichenoindykacji (np. Aptroot et van Herk 1999, Ruoss 1999, van Herk 1999, 2001, Wolseley et Pryor 1999, McCune 2003, Loppi et al. 2003, van Herk

et al. 2003, Fałtynowicz 2004, Loppi 2004, Stapper et Franzen-Reuter 2004, Frati et al. 2006, Piśút et Piśút 2006, Wolseley et al. 2006).

Metodyka badań monitoringowych z wykorzystaniem porostów ulegała modyfikacjom w ciągu ostatnich kilkunastu lat. Obecnie popularne jest stosowanie poletek badawczych. Przy ich wyznaczaniu wykorzystuje się siatki (wykonane np. z prętów metalowych, linek) wielkości 10×50 cm, które – zawieszane na wysokości 1,5 m od strony północnej, południowej, wschodniej i zachodniej forofita, wyznaczają obszar notowań porostów. Jednym z zasadniczych elementów przy projektowaniu tego typu badań jest wybór drzewa. Sugerowane jest wykorzystanie gatunków wykazujących określone właściwości fizyko-chemiczne kory (Verein Deutscher Ingenieure 1995, 2005, Asta et al. 2002, Stofer et al. 2003).

Dęby są często wykorzystywane w badaniach lichenoindykacyjnych (van Dobben et Braak 1999, Piśút et Lisická 2000, Sommerfeldt et John 2001, Davies et al. 2004, Saipunkaew et al. 2005, Wolseley et al. 2006, Berthelsen et al. 2008). Zaletą prowadzenia badań na dębach jest ich przynależność do grupy forofitów o pH kory preferowanym przez wiele gatunków porostów (Verein Deutscher Ingenieure 2005) oraz szerokie rozprzestrzenienie rodzaju *Quercus*. W Polsce zrealizowano zaledwie kilka prac podejmujących bezpośrednio

¹ Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Biologii, Zbiory Przyrodnicze, ul. Umultowska 89, 61-614 Poznań, e-mail: darzarabs12@tlen.pl

temat zróżnicowania gatunkowego porostów rosnących na dębach (Rutkowski 1995, Rutkowski et al. 2000, Kubiak 2006). Dodatkowe informacje można znaleźć w licznych pracach florystycznych, w których dąb jest częstym obiektem badań, obok innych gatunków drzew, jak i pozostałych rodzajów substratów (np. Dziabaszewski 1962, Glanc 1965, Czyżewska 1974, Tobolewski 1976, Kiszka et al. Piórecki 1991, Fałtynowicz 1992, Rutkowski 1993, Czyżewska 1998, Kiszka 1999, Kubiak 1999, Czyżewska et al. 2001, Sparrus 2003, Kościelniak 2004, Szymczyk et al. Zalewska 2008).

Celem badań prowadzonych w zachodniej Wielkopolsce było określenie zróżnicowania gatunkowego porostów pojawiających się na korze *Quercus robur*, *Q. petraea* i *Q. rubra* w wybranych typach zbiorowisk. Uzyskane wyniki pozwoliły ocenić możliwość wykorzystania dębów w badaniach bioindykacyjnych z udziałem porostów na terenie Polski.

2. Charakterystyka fizjograficzna badanego terenu

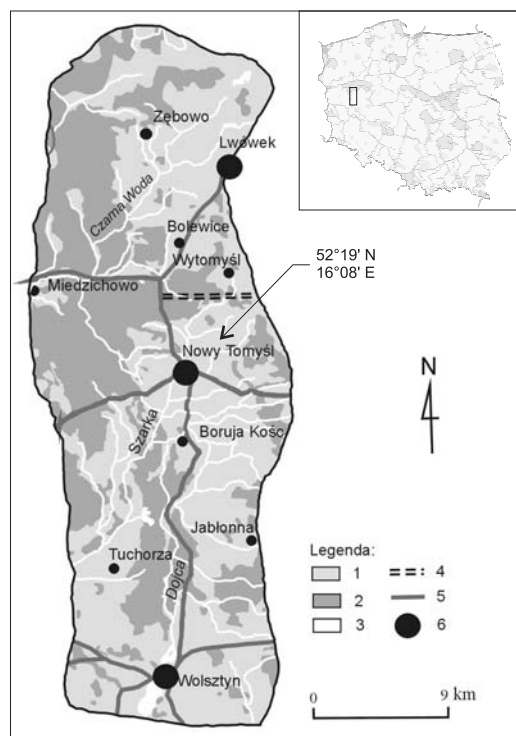
Badaniami objęto Sandr Nowotomyski, położony w zachodniej części Wielkopolski (ryc. 1). Jego zasadnicza część leży w obrębie Równiny Nowotomyskiej, wchodzącej w skład Pojezierza Poznańskiego (Kondracki 2000). Dominujące gleby płowe wpłynęły na wykształcenie się odpowiednich rodzajów zbiorowisk. Wśród pozostałych typów gleby wyróżnia się gleby brunatne wylugowane, murszowo-mineralne i czarne ziemie. W dolinach rzek występują gleby murszowe i torfowe (Karwacka et al. 2006, Kozacki et al. 2006a, b).

Zgodnie z regionalizacją klimatyczną Wosia (1993) okolice Nowego Tomyśla i Wolsztyna zaliczane są do Regionu Lubuskiego, natomiast okolice Lwówka leżą na pograniczu Regionu Lubuskiego i Regionu Środkowopolskiego. Średnia roczna suma opadów dla przeważającej części omawianego obszaru wynosi 450 mm, zwiększając się do 550 mm w północnych partiach badanego terenu. Tak niskie wartości sumy opadów kwalifikują omawiany region do grupy obszarów o najniższych opadach w Polsce. Dominują wiatry wiejące z kierunku zachodniego, południowo-zachodniego i północno-zachodniego (Karwacka et al. 2006, Kozacki et al. 2006a, b).

Trzy główne ciekі – Dojca, Szarka i Czarna Woda, są ważnym elementem powierzchniowej sieci hydrograficznej tego regionu. Największe zbiorniki wodne to położone na południu w okolicach Wolsztyna Jezioro Burzyńskie i Jezioro Wolsztyńskie oraz Jezioro Kuźnickie leżące w centralnej części badanego obszaru.

Zgodnie z podziałem geobotanicznym kraju obszar badań zajmuje zachodnią część Okręgu Poznańsko-

Gnieźnieńskiego, leżącego w obrębie Krainy Wielkopolsko-Kujawskiej (Szafer et al. Zarzycki 1972). Opisując zbiorowiska roślinne Doliny Mogielnicy położonej na wschód od badanego terenu Wojterski (1960) podkreśla obecność dużych kompleksów borowych, które zachowały się na nowotomyskich sandrach. Piaszczyste wzniesienia są porośnięte przez bory sosnowe *Leucobryo-Pinetum*, które miejscami mogą nawiązywać do zbiorowisk *Cladonio-Pinetum* (Żukiel 1967, Szafer et al. Zarzycki 1972, Bujakiewicz et al. Lisiewska 2003). Ponadto występują siedliska łąkowe *Galio sylvatici-Carpinetum*, borowe *Pino-Quercetum* oraz łąkowe *Circaeo-Alnetum* (Wojterski et al. 1982). Dane mykologiczno-florystyczne dotyczące tego regionu można znaleźć w wielu pracach badawczych (Krawiec 1938, Wojterski 1960, Dziabaszewski 1962, Nowacka-Zyber 1967, Żukiel 1967, Trojnar 1969, Latowski et al. 1974, 1977, 1982, Latowski 1981, Czekalski 1975, 1979, 1985, Bujakiewicz et al. Lisiewska 2003, Klimko et al. Bozio 2003, Piskorz et al. Czarna 2006, Zarabska 2008a, b).



Rycina 1. Mapa badanego terenu: 1 – obszary objęte użytkowaniem rolniczym (pola uprawne, pastwiska, łąki) oraz nieużytki, 2 – zbiorowiska leśne, 3 – zbiorniki wodne i sieć rzeczna, 4 – autostrada A2, 5 – główne szlaki komunikacyjne, 6 – główne miejscowości.

Figure 1. A map of the study area: 1 – agricultural land (crop fields, pasture land, meadows) and wasteland, 2 – forest communities, 3 – water reservoir and rivers, 4 – motorway A2, 5 – main roads, 6 – main towns/villages.

3. Metodyka pracy

Powierzchnia obszaru objętego badaniami wynosi ok. 650 km². Główny obszar rozciąga się wzdłuż linii łączącej dwa główne miasta Nowy Tomyśl i Wolsztyn z przedłużeniem na północ. Spisu porostów epifitycznych dokonywano na dębach rosnących w obrębie wyznaczonych co 2,5 km poletek badawczych o wielkości 20×50 m. Badaniami objęto zarówno drzewa rosnące w zbiorowiskach leśnych, jak i wolnostojące w zależności od lokalizacji powierzchni badawczej. Porosty notowano z pni dębów do wysokości 1,6 m. W trakcie prac terenowych korzystano z map topograficznych okolic Lwówka, Wolsztyna, Nowego Tomyśla oraz Pniew w skali 1:50 000.

W zależności od zbiorowiska (bory sosnowe, bory mieszane, lasy, aleje przydrożne, zadrzewienia śródpolne, zadrzewienia nadrzeczne) liczba dębów przypadająca na powierzchnię badawczą wynosiła od 0 do 10. Powyższa liczba sięgała górnego pułapu na poletkach badawczych umiejscowionych przede wszystkim w dąbrowach (kategoria: lasy). W zbiorowiskach borowych (kategoria: bory sosnowe, bory mieszane) oraz na obszarach objętych użytkowaniem rolniczym (kategoria: zadrzewienia śródpolne) dęby pojawiały się rzadziej. Najmniejszą liczbę drzew zinventaryzowano na poletkach założonych w obrębie alei przydrożnych.

W przypadku trudności przy identyfikacji porostów w terenie, zebrane próbki oznaczono opierając się na analizie cech morfologicznych i chemicznej obecności metabolitów wtórnych. Chromatografię cienkowarstwową (TLC) wg Culbertsona and Ammanna (1979) przeprowadzono w solwencie A i C. Podstawę do oznaczenia stanowiły dostępne klucze Nowak i Tobolewskiego (1975), Purvis i in. (1994) oraz Wirtha (1995). Nomenklaturę przyjęto za Fałtynowiczem (2003) z uwzględnieniem zmian zaproponowanych przez Esslingera (2008).

4. Wyniki badań

Rezultatem przeprowadzonych analiz jest lista gatunków. Ogółem zinventaryzowano 54 taksony porostów. Ich spis przedstawiony w tabeli 1 przygotowano zgodnie z porządkiem alfabetycznym. Przy każdym gatunku ponadto podano następujące informacje:

1) gatunek drzewa: *Qp* – *Quercus petraea*, *Qr* – *Quercus robur*, *Qru* – *Quercus rubra*;

2) rodzaj zbiorowiska: bór sosnowy, bór mieszany, lasy (dąbrowa, grąd), aleja przydrożna, zadrzewienia śródpolne, zadrzewienia nadrzeczne;

3) współrzędne stanowiska występowania.

Poza wyznaczonymi powierzchniami badawczymi stwierdzono występowanie następujących gatunków:

Calicium adspersum:

1. *Qr*, bór mieszany, 52°21.09' N, 16°00.33' E.

Chaenotheca chrysocephala:

1. *Qr*, bór sosnowy, 52°21.09' N, 16°00.33' E.

Chaenotheca stemonea:

1. *Qr*, bór sosnowy, 52°19.03' N, 16°13.54' E.

Cladonia digitata:

1. *Qr*, bór sosnowy, 52°19.05' N, 16°13.52' E.

Cladonia glauca:

1. *Qr*, bór sosnowy, 52°19.05' N, 16°13.52' E.

Hypocenyce caradocensis:

1. *Qr*, bór sosnowy, 52°19.05' N, 16°13.52' E.

Imshaugia aleurites:

1. *Qr*, bór mieszany, 52°21.21' N, 16°06.57' E.

Lecanora hagenii:

1. *Qr*, bór sosnowy, 52°10.42' N, 16°10.19' E.

Melanelixia fuliginosa:

1. *Qr*, bór sosnowym 52°19.05' N, 16°13.52' E;

2. *Qr*, bór mieszany, 52°21.24' N, 16°06.55' E;

3. *Qr*, bór mieszany, 52°21.32' N, 16°00.52' E.

Micarea prasina:

1. *Qr*, bór sosnowy, 52°21.29' N, 16°07.40' E.

Parmeliopsis ambigua:

1. *Qr*, bór mieszany, 52°21.48' N, 16°10.07' E.

Pertusaria albescens:

1. *Qr*, bór sosnowy, 52°21.29' N, 16°07.40' E.

Pertusaria amara:

1. *Qr*, bór mieszany, 52°21.32' N, 16°00.52' E.

Pertusaria coccodes:

1. *Qr*, bór sosnowy, 52°21.29' N, 16°07.40' E.

Pertusaria pertusa:

1. *Qr*, bór sosnowy, 52°21.29' N, 16°07.40' E.

Phlyctis argena:

1. *Qr*, bór mieszany, 52°21.09' N, 16°00.33' E.

Physconia grisea:

1. *Qr*, bór mieszany, 52°21.09' N, 16°00.33' E.

Ramalina farinacea:

1. *Qr*, bór sosnowy, 52°21.29' N, 16°07.40' E.

Liczby gatunków zinventaryzowanych w poszczególnych typach zbiorowisk (tab. 2) są zbliżone. Najwięcej porostów – 15 gatunków – odnotowano w borach sosnowych, borach mieszanych oraz zadrzewieniach śródpolnych. W zadrzewieniach nadrzecznych zidentyfikowano 9 gatunków, a na dębach rosnących w obrębie alei przydrożnych zaledwie 4. *Hypocenyce scalaris*, *Hypogymnia physodes*, *Lecanora conizaeoides* i *Lepraria incana* zostały stwierdzone w czterech typach zbiorowisk, co plasuje je na pierwszym miejscu pod kątem częstości występowania. *Physcia adscendens* (4), *Amandinea punctata* (3), *Cladonia coniocraea* (3), *Lecanora expallens* (3), *Parmelia sulcata* (3) i *Xanthoria polycarpa* (3) występowały rzadziej. Wśród pozostałych gatunków na uwagę zasługują *Arthonia spadicea*

Tabela 1. Wykaz gatunków zinventaryzowanych na dębach na terenie Sandru Nowotomyskiego w latach 2006–2008
 Table 1. Specification of lichen species identified in the distinguished types of plant communities in 2006–2008

Gatunek porostu Lichen species	Gatunek dębu Oak species	Zbiorowisko Plant community	Współrzędne geograficzne Geographical coordinates		Gatunek porostu Lichen species	Gatunek dębu Oak species	Zbiorowisko Plant community	Współrzędne geograficzne Geographical coordinates	
			N	E				N	E
<i>Amandinea punctata</i>	<i>Qr</i>	zs	52°08.04'	16°08.19'	<i>Lecanora expallens</i>	<i>Qr</i>	bs	52°18.40'	16°04.57'
	<i>Qr</i>	ap	52°17.19'	16°09.27'		<i>Qr</i>	zn	52°20.35'	16°11.12'
	<i>Qr</i>	bs	52°18.40'	16°04.57'		<i>Qr</i>	bs	52°21.21'	16°06.57'
	<i>Qr</i>	zn	52°20.35'	16°12.13'		<i>Qr</i>	bm	52°21.47'	16°10.08'
	<i>Qr</i>	zs	52°21.55'	16°12.10'		<i>Qr</i>	zs	52°21.55'	16°12.10'
<i>Arthonia spadicea</i>	<i>Qr</i>	zs	52°14.45'	16°09.35'	<i>Qr</i>	ld	52°24.00'	15°55.30'	
<i>Chaenotheca ferruginea</i>	<i>Qr</i>	ld	52°24.00'	15°55.30'	<i>Qr</i>	zs	52°13.10'	16°07.29'	
<i>Chaenotheca trichialis</i>	<i>Qr</i>	ld	52°24.00'	15°55.30'	<i>Qp</i>	ld	52°21.09'	16°04.46'	
<i>Cladonia coniocraea</i>	<i>Qr</i>	bs	52°18.40'	16°04.57'	<i>Qr</i>	lg	52°24.29'	16°06.55'	
	<i>Qr</i>	bm	52°19.03'	16°13.54'	<i>Qr</i>	bs	52°23.56'	15°58.03'	
	<i>Qr</i>	ld	52°24.00'	15°55.30'	<i>Qr</i>	ld	52°24.00'	15°55.30'	
	<i>Qr</i>	ld	52°24.00'	15°55.30'	<i>Qr</i>	bs	52°13.05'	16°05.37'	
<i>Cladonia fimbriata</i>	<i>Qr</i>	bm	52°19.03'	16°13.54'	<i>Qr</i>	bs	52°13.05'	16°05.37'	
	<i>Qr</i>	zu	52°20.35'	16°12.13'	<i>Qr</i>	bm	52°21.47'	16°10.08'	
	<i>Qr</i>	bm	52°21.47'	16°10.08'	<i>Qr</i>	bm	52°23.02'	16°07.52'	
	<i>Qr</i>	ld	52°24.00'	15°55.30'	<i>Qr</i>	bs	52°22.29'	16°02.19'	
<i>Cladonia macilenta</i>	<i>Qr</i>	bm	52°21.47'	16°10.08'	<i>Qr</i>	zs	52°14.45'	16°09.35'	
<i>Cladonia merochlorophaea</i>	<i>Qr</i>	bs	52°18.40'	16°04.57'	<i>Qr</i>	bs	52°18.34'	16°04.57'	
<i>Cladonia ochrochlora</i>	<i>Qr</i>	bm	52°21.47'	16°10.08'	<i>Qr</i>	bm	52°21.48'	16°10.08'	
<i>Cladonia pyxidata</i> s. str.	<i>Qr</i>	bm	52°23.02'	16°07.52'	<i>Qr</i>	ld	52°24.00'	15°55.30'	
<i>Coenogonium pineti</i>	<i>Qr</i>	p	52°14.45'	16°09.35'	<i>Qr</i>	zn	52°20.35'	16°12.13'	
	<i>Qr</i>	bm	52°21.47'	16°10.08'	<i>Qr</i>	bm	52°19.03'	16°13.54'	
	<i>Qr</i>	bs	52°23.56'	15°58.03'	<i>Qr</i>	ld	52°21.30'	16°06.57'	
	<i>Qr</i>	bs	52°22.48'	16°06.54'	<i>Qr</i>	ld	52°21.21'	16°04.40'	
	<i>Qr</i>	ld	52°24.00'	15°55.30'	<i>Qr</i>	zs	52°17.09'	16°05.00'	
	<i>Qru</i>	bs	52°17.40'	16°14.02'	<i>Qr</i>	zn	52°20.35'	16°12.13'	
	<i>Qr</i>	bs	52°22.48'	16°06.54'	<i>Qr</i>	ld	52°21.21'	16°06.57'	
	<i>Qr</i>	ld	52°24.00'	15°55.30'	<i>Qr</i>	ld	52°24.00'	15°55.30'	
	<i>Qr</i>	bs	52°17.40'	16°14.02'	<i>Qr</i>	ld	52°24.00'	15°55.30'	
	<i>Qr</i>	ld	52°24.00'	15°55.30'	<i>Qr</i>	ld	52°24.00'	15°55.30'	
<i>Evernia prunastri</i>	<i>Qr</i>	zs	52°21.55'	16°12.10'	<i>Qr</i>	ld	52°24.00'	15°55.30'	
<i>Hypocenomyce scalaris</i>	<i>Qr</i>	bs	52°18.40'	16°04.57'	<i>Qr</i>	ld	52°24.00'	15°55.30'	
	<i>Qr</i>	zn	52°20.35'	16°12.13'	<i>Qr</i>	ld	52°24.00'	15°55.30'	
	<i>Qr</i>	zs	52°21.21'	16°06.57'	<i>Qr</i>	ld	52°24.00'	15°55.30'	
	<i>Qr</i>	bm	52°21.47'	16°10.08'	<i>Qr</i>	ld	52°24.00'	15°55.30'	
	<i>Qr</i>	zs	52°21.55'	16°12.10'	<i>Qr</i>	ld	52°24.00'	15°55.30'	
	<i>Qr</i>	ld	52°24.00'	15°55.30'	<i>Qr</i>	ld	52°24.00'	15°55.30'	
	<i>Qr</i>	ld	52°24.00'	15°55.30'	<i>Qr</i>	ld	52°24.00'	15°55.30'	
<i>Hypogymnia physodes</i>	<i>Qr</i>	bs	52°18.40'	16°04.57'	<i>Qr</i>	bm	52°21.21'	16°10.08'	
	<i>Qr</i>	zn	52°20.35'	16°12.13'	<i>Qr</i>	zs	52°14.45'	16°09.35'	
	<i>Qr</i>	zs	52°21.21'	16°06.57'	<i>Qr</i>	ap	52°17.19'	16°09.27'	
	<i>Qr</i>	bm	52°21.47'	16°10.08'	<i>Qr</i>	zn	52°20.37'	16°12.13'	
	<i>Qr</i>	zs	52°21.55'	16°12.10'	<i>Qr</i>	bm	52°21.47'	16°10.08'	
	<i>Qr</i>	ld	52°24.00'	15°55.30'	<i>Qr</i>	zs	52°21.55'	16°13.10'	
	<i>Qr</i>	bs	52°18.40'	16°04.57'	<i>Qr</i>	bs	52°18.40'	16°04.57'	
	<i>Qr</i>	zn	52°20.35'	16°12.13'	<i>Qr</i>	bs	52°18.40'	16°04.57'	
	<i>Qr</i>	zs	52°21.55'	16°12.10'	<i>Qr</i>	zs	52°17.09'	16°05.00'	
	<i>Qr</i>	bm	52°21.47'	16°10.08'	<i>Qr</i>	zs	52°21.55'	16°12.10'	
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	<i>Qr</i>	zs	52°17.09'	16°05.00'	<i>Qr</i>	bs	52°21.55'	16°12.10'	
	<i>Qr</i>	zs	52°17.19'	16°09.27'	<i>Qr</i>	bs	52°21.55'	16°12.10'	
	<i>Qr</i>	ld	52°24.00'	15°55.30'	<i>Qr</i>	ld	52°24.00'	15°55.30'	
	<i>Qr</i>	bm	52°19.03'	16°13.54'	<i>Qr</i>	ap	52°17.29'	16°09.27'	
	<i>Qr</i>	bs	52°21.09'	16°04.46'	<i>Qr</i>	u	52°21.55'	16°12.10'	
	<i>Qr</i>	ld	52°21.21'	16°06.57'	<i>Qr</i>	zn	52°20.37'	16°12.13'	
	<i>Qr</i>	bs	52°18.40'	16°04.57'	<i>Qr</i>	zs	52°21.55'	16°12.10'	
	<i>Qr</i>	zs	52°13.10'	16°07.29'	<i>Qr</i>	bs	52°18.40'	16°04.57'	
	<i>Qr</i>	ap	52°17.19'	16°09.27'	<i>Qr</i>	zs	52°21.55'	16°12.10'	
	<i>Qr</i>	ap	52°17.19'	16°09.27'	<i>Qr</i>	zs	52°21.55'	16°12.10'	

ap – aleja przydrożna, bm – bór mieszany, bs – bór sosnowy, ld – lasy (dąbrowa), lg – lasy (grąd), p – pastwiska, u – pole uprawne, zn – zadrzewienia nadrzeczne, zs – zadrzewienia śródpolne
 ap – roadside treebelts, bm – mixed coniferous forest, bs – pine forest, ld – oak forest, lg – oak-hornbeam forest, p – pasture, u – arable land, zn – riverine thicket, zs – mid-field afforestation

(zadrzewienia śródpolne), *Chaenotheca ferruginea* i *Chaenotheca trichialis* (dąbrowy), *Cladonia macilenta* ssp. *macilenta* (bory mieszane), *Cladonia merochlorophaea* (bory sosnowe), *Cladonia ochrochlora* (bory mieszane) i *Cladonia pyxidata* s.str. (bory mieszane), *Hypogymnia tubulosa* (dąbrowy), *Lecanora chlarotera* (bory sosnowe), *Lepraria elobata* (bory sosnowe), *Lepraria jackii* (bory mieszane) i *Lepraria lobificans* (bory sosnowe), *Melanohalea exasperatula* (dąbrowy), *Parmelia saxatilis* (dąbrowy), *Parmeliopsis ambigua* (bory mieszane), *Placynthiella dasaea* i *Placynthiella icmalea* (bory sosnowe), *Platismatia glauca* (zadrze-

wienia śródpolne) i *Xanthoria candelaria* (aleje przydrożne), które odnotowano na pojedynczych stanowiskach w poszczególnych typach zbiorowisk.

5. Dyskusja

Stwierdzona liczba 54 taksonów może być określona jako bliska górnego pułapu liczby gatunków możliwych do zaobserwowania na dębach w Wielkopolsce. Powyższy wniosek można wysunąć analizując dostępne dane literaturowe. Dziabaszewski (1962) w swoim zestawieniu wymienia ok. 45 gatunków stwierdzonych na korze dębów. Ponieważ w powyższej pracy w przypadku niektórych taksonów podana została tylko ogólna informacja dotycząca ich notowania na korze drzew liściastych, stąd należałoby przypuszczać, że liczba porostów znalezionych w okolicach Poznania będzie większa. Częściowo pomocne może być także uwzględnienie wyników Czyżewskiej (1998) pochodzących z eksploracji wybranego fragmentu centralnej Polski, która stwierdza przybliżony ilościowo udział gatunków na analizowanym rodzaju drzewa. Odnosząc się do innych danych z Wielkopolski (Krawiec 1955, Tobolewski 1976, Kubiak 1999), można uznać jej zachodnią część za obfitującą w lichenobiotę na dębach. Przypuszczalnie wyniki badań zależą od wielkości obszaru, jak i rodzaju zbiorowisk objętych inwentaryzacją. Krawiec (1955) prowadził swoje badania na względnie dużym obszarze w południowo-wschodniej części Wielkopolski, lecz jak podkreślał „cały obszar ma charakter rolniczy; lasów jest niewiele [...] Stosunkowo najpierwotniejsze i najbardziej urozmaicone partie lasów mieszanych zachowały się w południowo-wschodniej części”. Stąd też jego notowania porostów na dębach pochodzą z niewielkiego obszaru zajętego przez lasy mieszane. Badania prowadzone na Sandrze Nowotomyskim obejmowały zarówno dęby w zbiorowiskach leśnych, jak i przydrożne lub w zadrzewieniach śródpolnych, co w efekcie przełożyło się na wielkość zinwentaryzowanej listy taksonów. Niejako analogiczne może być tłumaczenie wyników prac prowadzonych w rezerwatach północnej i południowej Wielkopolski (Tobolewski 1976, Kubiak 1998). Liczba gatunków tam stwierdzonych była około połowę mniejsza przede wszystkim w wyniku ograniczenia obszaru badań do granic rezerwatu.

Przy rozpatrywaniu możliwości wykorzystania dębów w badaniach lichenoindykacyjnych nasuwa się kilka pytań:

1. Czy i w jakim stopniu dąb może być wykorzystywany w badaniach bioindykacyjnych w warunkach polskich (określonych regionach)?

Tabela 2. Wykaz gatunków porostów w wyróżnionych typach zbiorowisk roślinnych

Table 2. Specification of lichen species identified in the distinguished types of plant communities

Gatunek Species	Zbiorowisko roślinne* Plant communities*					
	1	2	3	4	5	6
<i>Amandinea punctata</i>	+			+	+	+
<i>Arthonia spadicea</i>					+	
<i>Chaenotheca ferruginea</i>			+			
<i>Chaenotheca trichialis</i>			+			
<i>Cladonia coniocraea</i>	+	+	+			
<i>Cladonia fimbriata</i>		+				+
<i>Cladonia macilenta</i>		+				
<i>Cladonia merochlorophaea</i>	+					
<i>Cladonia ochrochlora</i>		+				
<i>Cladonia pyxidata</i> s. str.		+				
<i>Coenogonium pineti</i>	+	+				
<i>Evernia prunastri</i>			+		+	
<i>Hypocenomyce scalaris</i>	+	+	+		+	+
<i>Hypogymnia physodes</i>	+	+	+		+	+
<i>Hypogymnia tubulosa</i>			+			
<i>Lecanora chlarotera</i>	+					
<i>Lecanora conizaoides</i>	+	+		+	+	+
<i>Lecanora expallens</i>	+		+		+	
<i>Lepraria elobata</i>	+					
<i>Lepraria jackii</i>		+				
<i>Lepraria lobificans</i>	+					
<i>Lepraria incana</i>	+	+	+		+	+
<i>Melanohalea exasperatula</i>			+			
<i>Parmelia saxatilis</i>			+			
<i>Parmelia sulcata</i>			+		+	+
<i>Parmeliopsis ambigua</i>		+				
<i>Physcia adscendens</i>				+	+	+
<i>Physcia tenella</i>		+			+	
<i>Placynthiella dasaea</i>	+					
<i>Placynthiella icmalea</i>	+					
<i>Platismatia glauca</i>					+	
<i>Pseudevernia furfuracea</i>					+	
<i>Xanthoria candelaria</i>				+		
<i>Xanthoria parietina</i>					+	+
<i>Xanthoria polycarpa</i>	+	+			+	
Razem / Total	15	15	12	4	15	9

* 1 – bór sosnowy / pine forest, 2 – bór mieszany / mixed coniferous forest, 3 – lasy (gl. dąbrowy) / oak forest, 4 – aleja przydrożna / roadside treebelt, 5 – zadrzewienia śródpolne / mid-field afforestation, 6 – zadrzewienia nadrzeczne / riverine thicket.

Duży udział dębów w zbiorowiskach leśnych Polski wydaje się umożliwiać prowadzenie badań z jego wykorzystaniem na terenie całego kraju. Pomocne wydaje się przestudiowanie map rozmieszczenia poszczególnych zbiorowisk leśnych (Matuszkiewicz 2002). Obecność dębu w takich zespołach jak *Calamagrostio arundinaceae-Quercetum*, *Fago-Quercetum petraea*, *Galio sylvatici-Carpinetum*, *Leucobryo-Pinetum*, *Potentillo albae-Quercetum*, *Quercu roboris-pinetum* pozwala na jego wykorzystanie w większości regionów, przede wszystkim w zachodniej i centralnej części kraju. Co więcej, rolniczy charakter tych regionów może wbrew pozorom ułatwiać przeprowadzenie tego typu analiz. Dęby, wchodząc często w skład zadrzewień śródpolnych lub przydrożnych, mogą również być objęte badaniami bioindykacyjnymi. Liczba porostów odnotowanych na dębach rosnących w obrębie zadrzewień śródpolnych, jedna z najwyższych w ogólnym zestawieniu (tab. 2), może być dodatkowym argumentem za prowadzeniem badań w tego typu biotopach.

2. W jakim stopniu dozwolone jest porównywanie lichenobioty na wybranym foroficie badanym w różnych częściach Polski?

Wybór drzewa do badań lichenindykacyjnych częściowo zależy od jego rozpowszechnienia i możliwości przeprowadzenia porównań. W przypadku Polski sytuacja może być częściowo komplikowana przez warunki wilgotnościowe panujące w poszczególnych regionach kraju. Nawiązując chociażby do danych z obszaru Pomorza Zachodniego (Fałtynowicz 1992), daje się zauważyć istotną różnicę pomiędzy liczbą tam odnotowanych gatunków (167) a możliwą do stwierdzenia w Wielkopolsce. Przyczyną ubóstwa lichenobioty w zachodniej części Polski upatruje się przede wszystkim w niskiej wilgotności powietrza, powiązanej z wielkością opadów, której wartość w omawianym regionie, o czym wzmiankowano już wcześniej, należy do najniższych w kraju. Obierając kierunek lichenindykacyjny należy pamiętać, aby przy próbach wykorzystania porostów jako bioindykatorów nie tylko bazować na liczbach stwierdzonych taksonów, ale również brać pod uwagę możliwości rozwoju lichenobioty w określonych warunkach klimatu regionalnego.

3. Jakie są ograniczenia wykorzystania w badaniach lichenindykacyjnych drzew jednego gatunku/rodzaju w różnych zbiorowiskach?

Struktura kory forofita wpływająca na kształtowanie się odpowiednich warunków mikroklimatycznych jest ważnym czynnikiem wpływającym na występowanie porostów (Barkman 1958). Nie umniejszając jednak jego ważkości, należy mieć także na uwadze potencjalny wpływ „makroklimatu”, który na potrzeby niniejszego artykułu interpretuje się jako ogół warunków klimatycznych kształtujących się w określonym rodzaju

zbiorowiska, w którym rośnie badane drzewo. Różnice nasświetlenia, stopnia wilgotności, ekspozycji na określone substancje, równocześnie oddziałujące na wytworzenie się danego zestawu porostów, mogą być uświadomione przy analizach różnic składu gatunkowego porostów na drzewach rosnących w lasach i na terenach otwartych (np. drzewa przydrożne). Niedoceniona przy analizowaniu danych i wysuwaniu wniosków może być rola zbiorowisk przy kształtowaniu określonych warunków. Przykładem mogą być próby porównywania lichenobioty dębów w zbiorowiskach borowych i liściastych. W borach udział gatunków światłolubnych może być względnie wysoki w porównaniu z lasami, w których stopień nasświetlenia, zwłaszcza w okresie ulistnienia, jest niższy i wpływa pozytywnie na rozwój cieniulubnych epifitów. Co więcej, różnice wynikające z lokalizacji obserwowanych obiektów w głębi zbiorowisk leśnych czy na ich obrzeżach (Tobolewski 1976, Kubiak 1999), mogą także wpływać na uzyskanie określonych wyników.

Analizując udział gatunków porostów w poszczególnych typach zbiorowisk można zauważyć różnice, które mogą być konsekwencją zarówno liczby dębów w poszczególnych typach siedlisk, jak i charakteru zbiorowiska stwarzającego określone warunki dla rozwoju lichenobioty. Większa różnorodność drzew-substratów dla porostów (obserwowana np. w borach mieszanych lub lasach) może się przełożyć na wzrost zróżnicowania lichenobioty. Tym samym zwiększa się prawdopodobieństwo notowania większego zróżnicowania porostów także na dębach. Ponadto obecność także innych grup siedliskowych porostów może mieć wpływ na liczbę notowanych taksonów. Przykładem są często notowane w zbiorowiskach borowych przedstawiciele rodzaju *Cladonia*. Bory są siedliskiem licznych gatunków naziemnych powyższego rodzaju, stąd może być zaobserwowane ich zwiększone pojawianie się u podstawy pnia poszczególnych forofitów.

6. Wnioski

1. Zinwentaryzowana na terenie Sandru Nowotomyskiego liczba 54 gatunków porostów pozwala zakwalifikować dąb do grupy forofitów bogatych pod względem różnorodności lichenobioty na tle innych regionów Wielkopolski.

2. W związku z szerokim rozpowszechnieniem zbiorowisk roślinnych budowanych przez dęby możliwe jest wykorzystanie przedstawicieli tego rodzaju w badaniach lichenindykacyjnych w przeważającej części kraju.

3. Przy prowadzeniu analiz warto jest uwzględnić charakter zbiorowiska, w którym inwentaryzowano lichenobiotę na dębach. Brak potencjalnych forofitów,

байдъ теж специфичне условия средовискове креоване през родъ зборовиска могатъ впливати на обечностъ окресленыхъ гатунковъ и в консекуенци оддизлявати на узискане wyniki.

4. Правилное зинтерпретование стану воздуха на подставие удзизлу окресленыхъ гатунковъ поростовъ wymaga uwzględnienia warunków klimatycznych występujących w danym regionie (w tym głównie wilgotnościowych), które również wywierają znaczny wpływ na lichenobiotę.

Wprawdzie zasadność wykorzystania dębu w lichenoidynkacji jest trudna do podważenia, niemniej należy mieć świadomość wszelkich ograniczeń, jakie mogą się wiązać z analizowaniem danych w skali regionalnej i ogólnokrajowej. Zaprezentowana metoda z uwzględnieniem wyników otrzymanych z notowań epifitów na dębach wydaje się być możliwa do zastosowania na całym obszarze Polski. Wymagane jednak byłoby pogłębienie przedstawionego zagadnienia oraz przeprowadzenie analiz porównawczych pomiędzy liczebnością i zestawem gatunków stwierdzonych zarówno na wyznaczonych ograniczonych powierzchniach pnia, jak i na całym drzewie. Pozwoliło by to określić, w jakim stopniu badania ściśle określonych powierzchni pni drzewa mogą reprezentować stopień zróżnicowania gatunkowego obserwowanego na całym pniu, stanowiącego odzwierciedlenie warunków środowiskowych (w tym jakości powietrza) panujących w danym regionie.

Literatura

- Aptroot A., van Herk C.M. 1999: *Lecanora barkmaneana*, a new nitrophilous sorediate corticolous lichen from the Netherlands. *Lichenologist*, 31: 8–9.
- Asta J., Erhardt W., Ferretti M., Fornasier F., Kirschbaum U., Nimis P.L., Purvis O.W., Pirintsos S., Scheidegger C., Van Haluwyn C. & Wirth V. 2002: European guideline for mapping lichen diversity as an indicator of environmental stress. The British Lichen Society, London.
- Barkman J.J. 1958: Phytosociology and Ecology of cryptogamic species. Van Gorcum a Comp. Assen.
- Berthelsen K., Olsen H., Søchting U. 2008: Indicator values for lichens on *Quercus* as a tool to monitor ammonia pollution in Denmark. *Sauteria*, 15: 7–26.
- Bujakiewicz A., Lisiewska M. 2003: Mikologia. Przewodnik do ćwiczeń terenowych i laboratoryjnych. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- Bystrek J. 1974: Wrażliwość porostów na zanieczyszczenia atmosferyczne. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska*, 29: 413–419.
- Czekalski M. 1975: Materiały do rozmieszczenia jemioli rozpierzchłej (*Viscum laxum* Boiss.) w zachodniej części Polski. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria B*, 28: 212–214.
- Czekalski M. 1979: Spostrzeżenia florystyczne z Ziemi Wolsztyńskiej. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria B*, 31: 175–180.
- Czekalski M. 1985: Materiały do występowania jemioli pospolitej *Viscum album* L. w Polsce Zachodniej. Część I. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria B*, 36: 179–184.
- Czyżewska K. 1974: Materiały do flory porostów województwa łódzkiego. Porosty rezerwatu modrzewia polskiego Trębaczew (Contribution to the knowledge of the lichen flora of the Łódź Province. Lichens of the Polish Larch Reserve at Trębaczew (Central Poland)). *Fragmenta Floristica et Geobotanica*, 20: 243–253.
- Czyżewska K. 1998: Lichenized *Ascomycotina* of the Bełchatów Industrial Region (Central Poland). *Acta Mycologica*, 33: 341–366.
- Czyżewska K., Motiejūnaite J., Cieśliński S. 2001: Species of lichenized and allied fungi new to Białowieża Large Forest (NE Poland). *Acta Mycologica*, 36: 13–19.
- Czyżewska K., Cieśliński S., Motiejūnaite J., Kolanko K. 2002: The Budzisk nature reserve as a biocentre of lichen diversity in the Knyszyńska Large Forest (NE Poland). *Acta Mycologica*, 37 (1/2): 77–92.
- Culberson C.F., Ammann K. 1979: Standardmethode zur Dünnschichtchromatographie von Flechtensubstanzen. *Herzogia*, 5: 1–24.
- Davies L., Purvis W., James P. 2004: A study of epiphytes in London under a climate of low sulphur dioxide. [W:] Lichen in a changing pollution environment (red. Lambley P., Wolseley P.), English Nature, Peterborough, 525: 21–26.
- Dziabaszeński B. 1962: Porosty wyspy Wolina ze szczególnym uwzględnieniem parku narodowego. *Prace Komisji Biologicznej Poznańskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego*, 22: 1–48.
- Esslinger T. L. 2008: A cumulative checklist for the lichen-forming, lichenicolous and allied fungi of the continental United States and Canada. North Dakota State University: <http://www.ndsu.nodak.edu/instruct/esslinge/chcklst/chcklst7.htm> (First Posted 1 December 1997, Most Recent Version (#14) 8 October 2008), Fargo, North Dakota: dostęp z dnia 20.12.2008.
- Fabiszeński J., Brej T., Bielecki K. 1983: Fitoindynkacja wpływu huty miedzi na środowisko biologiczne. *Prace Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego, Seria B*, 207: 1–109.
- Fałtynowicz W., Izydorek I., Budzbon E. 1991: The lichen flora as bioindicator of air pollution of Gdańsk, Sopot and Gdynia. *Monographiae Botanicae*, 73: 1–53.
- Fałtynowicz W. 1992: The lichens of Western Pomerania (NW Poland). *Polish Botanical Studies*, 4: 1–182.
- Fałtynowicz W. 2003: The lichens, lichenicolous and allied fungi of Poland. An annotated checklist. Krytyczna lista porostów i grzybów naporostowych Polski. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- Fałtynowicz W. 2004: Rekolonizacja przez porosty – optymistyczny trend w stanie [W:] Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego: Funkcjonowanie i monitoring geosystemów w warunkach narastającej antropopresji (red. Kejna M., Uscka J.), *Biblioteka Monitoringu Środowiska*, Wyd. UMK, Toruń, 321–325.

- Fрати L., Caprasecca E., Santoni S., Gaggi C., Guttova A., Gaudino S., Pati A., Rosamilia S., Pirintsos S.A., Loppi S. 2006: Effects of NO₂ and NO₃ from road traffic on epiphytic lichens. *Environmental Pollution*, 142: 58–64.
- Głanc K. 1965: Ugrupowania porostów epifitycznych w zespołach leśnych nadleśnictwa doświadczalnego Zielonka pod Poznaniem *Prace Komisji Biologicznej Poznańskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego*, 22 (5): 1–60.
- Hawksworth D.L., Rose F. 1970: Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens. *Nature*, 227: 145–148.
- John V. 1989: Flechten in Homburg als Anzeiger für Umweltqualität. Stadt Homburg/Saar, Homburg-Saar.
- Johnsen I., Søchting U. 1973: Influence of air pollution on the epiphytic lichen vegetation and bark properties of deciduous trees in the Copenhagen area. *Oikos*, 24: 344–351.
- Karwacka G., Kijowska J., Kijowski A., Żynda S. 2006. Komentarz do mapy zoologicznej w skali 1:50 000, arkusz N-33-129-C, Lwówek. Główny Geodeta Kraju, Warszawa, GEPOL, Geokart – International, Rzeszów.
- Kiszka J. 1991: Strefy indykacyjne województwa krakowskiego. [W:] *V Zjazd lichenologów polskich. Porosty (Lichenes) Pszczewskiego Parku Krajobrazowego* (red. Lipnicki L.), Gorzów Wlkp. Zakłady graficzne PPPT w Dreźnie, 87–93.
- Kiszka J. 1999: Porosty (*Lichenes*) oraz warunki bioekologiczne Przemysła. Zakład Fizjografii i Arboretum Bolestraszyce, Bolestraszyce.
- Kiszka J., Piórecki J. 1991: Porosty (*Lichenes*) Pogórza Przemyskiego. Warszawa, UNIWA.
- Kondracki J. 2000: Geografia regionalna Polski. Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Naukowe.
- Kościelniak R. 2004: Porosty (Lichenes) Bieszczadów Niskich. *Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica*, Suppl. 5: 3–164.
- Kozacki L., Macias A., Markuszewska I., Rosik W. 2006a. Komentarz do mapy zoologicznej w skali 1:50 000, arkusz N-33-141-A, Nowy Tomyśl. Główny Geodeta Kraju, Warszawa, GEPOL, Geokart – International, Rzeszów.
- Kozacki L., Macias A., Markuszewska I., Rosik W. 2006b. Komentarz do mapy zoologicznej w skali 1:50 000, arkusz N-33-141-C, Wolsztyn. Główny Geodeta Kraju, Warszawa, GEPOL, Geokart – International, Rzeszów.
- Klimko M., Bozio A. 2003: Flora synantropijna Nowego Tomyśla. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, Ser. Botanica*, 6: 73–91.
- Krawiec F. 1938: Flora epifityczna głazów narzutowych zachodniej Polski. *Prace Komisji Matematyczno-Przyrodniczej Poznańskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk, Seria B*, 9 (2): 1–257.
- Krawiec F. 1955: Porosty Wysoczyzny Kaliskiej. *Prace Komisji Matematyczno-Przyrodniczej Poznańskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk, Seria B*, 17 (1): 37–54.
- Kubiak D. 1999: Porosty rezerwatu „Dębno” koło Rawicza (S Wielkopolska). *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria B*, 48: 233–237.
- Kubiak D. 2006: Lichens of red oak *Quercus rubra* in the forest environment in the Olsztyn Lake District (NE Poland). *Acta Mycologica*, 41: 319–329.
- Kyselová Z. 1992: Epiphytische Flechten und Immissionsbelastung in der Tatra. *Bryonora*, 9: 9–12.
- Latowski K. 1981: Dalsze materiały florystyczne z terenów kolejowych Wielkopolski. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria B*, 32: 207–211.
- Latowski K., Szmajda P., Żukowski W. 1974: Materiały do flory pól uprawnych Wielkopolski. Cz. I. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria B*, 27: 263–266.
- Latowski K., Szmajda P., Jackowiak B., Żukowski W. 1977: Materiały do flory pól uprawnych Wielkopolski. Cz. III. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria B*, 30: 203–206.
- Latowski K., Szmajda P., Żukowski W. 1982: Materiały do flory pól uprawnych Wielkopolski. Cz. II. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria B*, 30: 203–206.
- Loppi S., Bosi A., Signorini Ch., De Dominicis V. 2003: Lichen recolonization of Tilia trees in Arezzo (Tuscany, central Italy) under conditions of decreasing air pollution. *Cryptogamie, Mycologie*, 24(2): 175–185.
- Loppi S. 2004: Mapping the effects of air pollution, nitrogen deposition, agriculture and dust by the diversity of epiphytic lichens in central Italy. [W:] *Lichen in a changing pollution environment* (red. Lambley P., Wolseley P.), English Nature Research Report, 525: 37–41.
- Matuszkiewicz J. M. 2002: Zespoły leśne Polski. Warszawa, Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Matwiejuk A. 2007: Porosty Białegostoku jako wskaźniki zanieczyszczenia atmosfery. Białystok, Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko.
- McCune B. 2003: An Unusual Ammonia-affected Lichen Community on the Oregon Coast. *Evansia*, 20: 132–137.
- Nimis P.L., Martellos S. 2008: *ITALIC* – The Information System on Italian Lichens. Version 4.0. University of Trieste, Dept. of Biology, IN4.0/1. <http://dbiodbs.univ.trieste.it/>; dostęp z dnia 14.11.2008.
- Nowacka-Zyber M. 1967: Porosty okolic Nowego Tomyśla. Katedra Geografii i Systematyki Roślin UAM (mscr.), Poznań.
- Nowak J., Tobolewski Z. 1975: Porosty polskie. Polskie Wydawnictwo Naukowe, Warszawa–Kraków.
- Piskorz R., Czarna A. 2006. Vascular plants on active and closed railway stations in Wolsztyn and its surroundings. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, Botanica Ser. Steciana*, 10: 137–156.
- Pišút I., Lisická E. 1985: A study of cryptogamic epiphytes on an oak trunk in the vicinity of Bratislava in the years 1973–1983. *Ekologia Č.S.S.R.*, 4(2): 225–234.
- Pišút I., Lisická E. 2000: Monitoring of epiphytes on permanent plot in the vicinity of Bratislava (SW Slovakia). *Biologia*, 55(4): 369–373.
- Pišút I., Pišút P. 2006: Changes of epiphytic lichens in the surroundings of magnesite factories near Jelšava (SE Slovakia) in the period 1973–2004. *Ekológia*, 25(2): 176–187.
- Purvis O. W., Coppins B. J., Hawksworth D. L., James P. W., Moore D.M. (red.). 1994. The lichen flora of Great Britain and Ireland. Natural History Publications, London.
- Rutkowski P. 1993: Flora i ekologia porostów rezerwatu „Jar Rzeki Reknicy” na Pojezierzu Kaszubskim. *Parki Narodowe i Rezerwaty Przyrody*, 12: 29–40.

- Rutkowski P. 1995: Flora porostów na dębach w świetle dotychczasowych doniesień literaturowych. Materiały konferencji i sympozjów 50 Zjazdu PTB, Kraków, s. 336.
- Rutkowski P., Kukwa M. 2000: Materiały do znajomości flory epifitycznej porostów dębów i buków w północnej Polsce. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria B*, 49: 207–215.
- Ruoss E. 1999: How agriculture affects lichen vegetation in central Switzerland. *Lichenologist*, 31: 63–73.
- Saipunkaew W., Wolseley P., Chimionides P.J. 2005: Epiphytic lichens as indicators of environmental health in the vicinity of Chiang Mai city, Thailand. *Lichenologist*, 37: 345–356.
- Sommerfeldt M., John V. 2001: Evaluation of a Method for the Reassessment of Air Quality by Lichen Mapping in the City of Izmir, Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 25: 45–55.
- Sparrius L.B. 2003: Contribution to the lichen floras of the Białowieża Forest and the Biebrza Valey (Eastern Poland). *Herzogia*, 16: 155–160.
- Stapper N.J., Franzen-Reuter I. 2004: Mapping areal hypertrophication with epiphytic lichens as biomonitors in North-Rhine Westphalia (NRW, Germany). [W:] Lichens in a changing pollution environment (red. Lambley P., Wolseley P.), English Nature Research Report, 525: 31–36.
- Stapper N.J. 2007: Bioindikation eutrophierender Luftverunreinigungen in Nordrhein-Westfalen mit epiphytischen Flechten und Moosem. [W:] Stickstoff und die Wirkungen auf die Vegetation. KRdL-Experten-Forum (red. Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN), Düsseldorf, 61–68.
- Stofer S., Catalayud V., Ferretti M., Fischer R., Giordani P., Keller C., Stapper N. et Scheidegger C. 2003: Epiphytic Lichen Monitoring within the EU/IPC Forests Biodiversity Test-Phase on Level II plots. www.forestbiota.org/docs/bbb-lichens_june05.pdf, dostęp z dnia 18.11.2008.
- Søchting U., Ramkær K. 1973: The epiphytic lichen zones in rural Denmark and Schleswig-Holstein. *Nordic Journal of Botany*, 2: 171–181.
- Szafer W., Zarzycki K. (red.). 1972: Szata roślinna Polski. Polskie Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Szymczyk R., Zalewska A. 2008: Lichen biota of the Grabianka River Valley in the Elbląg Upland (Wysoczyzna Elbląska). *Polish Journal of Natural Sciences*, 23: 398–414.
- Śliwa L. 2000: Lichenoindykacja zmian środowiska naturalnego Beskidu Śląskiego. *Ochrona Przyrody*, 57: 41–49.
- Tobolewski Z. 1976: Porosty. [W:] Roślinność rezerwatu „Dębina” pod Wągrowcem w Wielkopolsce (red. T. Wojterski). *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria B*, 27: 69–71.
- Trojnar B. 1969. Rzadsze rośliny synantropijne Nowej Soli, Sulechowa i Wolsztyna. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria B*, 23: 251–254.
- van Dobben H.F., ter Braak C.J.F. 1999: Ranking of epiphytic lichen sensitivity to air pollution using survey data: a comparison of indicator scales. *Lichenologist*, 31: 27–39.
- van Herk C.M. 1999: Mapping of ammonia pollution with epiphytic lichens in the Netherlands. *Lichenologist*, 31: 9–20.
- van Herk C.M. 2001: Bark pH and susceptibility to toxic air pollutants as independent causes of changes in epiphytic lichen composition in space and time. *Lichenologist*, 33: 419–441.
- van Herk C.M., Mathijssen-Spiekman E.A.M., de Zwart D. 2003: Long distance nitrogen air pollution effects on lichens in Europe. *Lichenologist*, 35: 347–359.
- Verein Deutscher Ingenieure 1995: Messen von Immissionsschwirungen. *VDI-Handbuch Reinhaltung der Luft* (3799), 1: 1–24.
- Verein Deutscher Ingenieure 2005: Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen mit Flechten (Bioindikation). Kartierung der Diversität epiphytischer Flechten als Indikator für Luftgüte. *VDI/DIN Handbuch Reinhaltung der Luft* (3957), 13: 1–27.
- Windisch U. 2007: Nachweis der Wirkung eutrophierender Immissionen auf Flechten in der Praxis der Bioindikation – Ergebnisse aus Untersuchungen in Hessen und Bayern. [W:] Stickstoff und die Wirkungen auf die Vegetation. KRdL-Experten-Forum, Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN, Düsseldorf, 97–107.
- Wirth V. 1995: Die Flechten Baden-Württembergs. Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer.
- Wojterski T. 1960: Lasy liściaste dorzecza Mogilnicy w zachodniej Wielkopolsce. *Prace Komisji Biologicznej Poznańskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego, Seria B*, 23 (3): 1–231.
- Wojterski T., Wojterska H., Wojterska M. 1982: Mapa potencjalnej roślinności naturalnej środkowej Wielkopolski. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria B*, 32: 7–35.
- Wolseley P.A., Pryor K.V. 1999: The potential of epiphytic twig communities on *Quercus petraea* in a Welsh woodland site (Tycanol) for evaluating environmental changes. *Lichenologist*, 31: 41–61.
- Wolseley P.A., James P.W., Theobald M.R., Sutton M.A. 2006: Detecting changes in epiphytic lichen communities at sites affected by atmospheric ammonia from agricultural sources. *Lichenologist*, 38: 161–176.
- Woś A. 1993: Regiony klimatyczne Polski w świetle częstości występowania różnych typów pogody. PAN IG i PZ, Warszawa.
- Zarabska D. 2008a: Porosty jako bioindykatory zanieczyszczenia powietrza w okolicach Nowego Tomyśla. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria B*, 57: 109–121.
- Zarabska D. 2008b: Potencjalne bogactwo gatunkowe porostów projektowanego parku krajobrazowego na sandrze nowotomyskim na przykładzie naziemnych chrobotków (*Cladonia* sp.) Glińskich Gór. *Biuletyn Parków Krajobrazowych Wielkopolski* 14 (16): 66–72.
- Żukiel Z. 1967: Bory sosnowe okolic Nowego Tomyśla. Katedra Geografii i Systematyki Roślin UAM (mscr.), Poznań.