LUDWIK LIPNICKI

**KSZTAŁTOWANIE SIĘ FLORY POROSTÓW
NA SŁOMIANYCH STRZECHACH BUDYNKÓW**

FORMATION OF LICHEN FLORA ON STRAW-THATCHED ROOFS

SPIS TREŚCI

I.	Wstęp. Przedmiot i cel badań	77
II.	Teren i metody badań	78
III.	Zmiany właściwości słomianych strzech jako podłoża rozwoju porostów	80
IV.	Wyniki badań: przebieg procesu osiedlania się porostów na słomianych strzechach	83
	IV.1. Uwagi wstępne	83
	IV.2. Fazy zasiedlania strzech przez porosty	85
	IV.3. Zróżnicowanie dynamiczne porostów zasiedlających słomiane strzechy	102
	IV.3.1. Uwagi ogólne	102
	IV.3.2. Porosty inicjujące kolonizację strzech	102
	IV.3.3. Pozostałe porosty pionierskie i ich dalszy los	103
	IV.4. Charakterystyka syntaksonomiczna wybranych porostów	104
V.	Specyfika procesu kształtowania się flory porostów na słomianych strzechach budynków	105
VI.	Podsumowanie	108
VII.	Literatura	110
VIII.	Formation of lichen flora on straw-thatched roofs (Summary)	111

ABSTRACT

Ludwik LIPNICKI. *Formation of lichen flora on straw-thatched roofs*. Monogr. Bot., Vol. 84, 73—113, 1998.

The thesis includes the results of over ten years' research and observations of lichens on the straw-thatched roofs. The research sites were the villages located inside and on the edge of the vast lowland forests in Poland. The thatched roofs made of straw, which has been laid out for 1—50 years, were examined. Duration of the population process and quantitative changes of pioneering lichens were analysed. The following phases of the initial stage of formation of lichen flora were distinguished and characterized: the phase of occurrence of crustose lichens ('the straw thatch'), the phase of expansion of cup-moss ('the cup-moss thatch') and the phase of a shared domination of lichens and mosses ('the grey-green thatch'). The morphological and ecological features of pioneering lichens were revealed.

Key words: lichen flora formation; thatched roofs; initial stage; succession phases; pioneer lichens; dynamics of species; substrates changes; the Polish Lowland.

I. WSTĘP. PRZEDMIOT I CEL BADAŃ

Jeszcze do niedawna słomiane strzechy były najbardziej rozpowszechnionym rodzajem pokrycia dachów wiejskich zabudowań. Tylko w rejonach bogatych w trzciniowiska zamiast słomy stosowano trzinę. Współcześnie, ze względu na zaostrenie przepisów przeciwpożarowych, a także i w swoistym poczuciu estetyki, słoma jest zastępowana innymi materiałami, głównie eternitem. Konstrukcja budynków i więzby dachowej nie dostosowana do zbyt dużego obciążenia wyklucza zakładanie dachówek. Poza skansenami budownictwa wiejskiego słomiane strzechy można jeszcze spotkać na przeważnie opuszczonych i bezpańskich budynkach w zagubionych wśród lasów osadach i przysiółkach.

Słomiane strzechy — ten już prawie zapomniany, kiedyś niemal naturalny element polskiego krajobrazu — jest jednym z udostępnionych przez człowieka, a nie zbadanych siedlisk porostów. W polskiej literaturze lichenologicznej informacje o porostach rosnących na dachach pojawiały się sporadycznie. Dotyczyły one między innymi epilitycznych porostów zasiedlających dachówki (por. LIPNICKI, TOBOLEWSKI 1992). Niektóre inne publikacje zawierają informacje o porostach rosnących na gontach lub innym drewnianym pokryciu dachowym (BYSTREK 1964; KISZKA 1967; OLECH 1972; BYSTREK, FLISIŃSKA 1981; BYSTREK, GÓRZYŃSKA 1981).

Porosty słomianych strzech nie były dotychczas odrębnym tematem badawczym w Polsce; rozproszone wzmianki mają charakter ogólny i — co najwyżej — uzupełniający o siedliskach, np. w kluczu NOWAKA i TOBOLEWSKIEGO (1975). Tylko w nielicznych opracowaniach znajdują się nieco bogatsze dane, np. 19 gatunków porostów, obok mszaków zasiedlających słomiane strzechy, wymieniają RUSIŃSKA i BALCERKIEWICZ (1978); 27 gatunków podano z Borów Tucholskich (LIPNICKI 1990). Literatura światowa również nie dostarcza zbyt wielu danych; florystyczne i fitosocjologiczne badania roślinności słomianych strzech prowadzili między innymi KRÖGER (1957) oraz MIYAWAKI (1956). Nie znaleziono w dostępnej literaturze wyników badań dotyczących dynamiki organizmów rosnących na słomianych strzechach.

Celem pracy jest prześledzenie procesów zasiedlania przez porosty słomianych strzech pokrywających budynki. Analizie poddano etapy wzbogacania się składu gatunkowego porostów w zależności od czasu ekspozycji słomy na strzechach i stopnia jej rozkładu. Przeanalizowano preferencje ekologiczne porostów inicjalnych i pionierskich.

Dziękuję dr U. BOIŃSKIEJ (UMK, Toruń) za oznaczenie mszaków. Wdzięczny jestem wszystkim osobom, które pomagały mi w pracach terenowych, w tym za szczególną życzliwość i serdeczność — mieszkańcom puszcząńskich wsi i osad, właścicielom budynków.

Materiały gromadzono w latach 1984–1994 na terenach leśnych, głównie w Borach Tucholskich. Dane zbierano także w Puszczech Noteckiej i Drawskiej, w Lasach Parczewskich oraz w Puszczy Knyszyńskiej podczas III Spotkania Sekcji Lichenologicznej PTB (CIEŚLIŃSKI, ZIELIŃSKA, red. 1994). W interpretacji wyników wykorzystano również wyniki obserwacji prowadzonych w Borach Tucholskich w latach 1979–1984 oraz w późniejszym okresie w innych, głównie w odlesionych rejonach Polski Środkowej Wschodniej, m.in. na Równinie Wrzesińskiej, Wysoczyźnie Wysockomazowieckiej, Wzniesieniu Mławskim, Wysoczyźnie Drohiczyńskiej i na Roztoczu Środkowym (wg KONDRACKIEGO 1994) (Ryc. 1).

Ryc. 1. Położenie głównych (1–5) i porównawczych (6–10) stanowisk badawczych słomianych strzech
1 – Bory Tucholskie; 2 – Puszcza Knyszyńska; 3 – Lasy Parczewskie; 4 – Puszcza Drawska; 5 – Puszcza Notecka; 6 – Równina Wrzesińska; 7 – Wzniesienie Mławskie; 8 – Wysoczyzna Wysockomazowiecka; 9 – Wysoczyzna Drohiczyńska; 10 – Roztocze Środkowe

Fig. 1. Situation of main (1–5) and comparative (6–10) investigation localities of straw thatch

1 – the Tucholskie Forest; 2 – the Knyszyńska Forest; 3 – the Parczewskie Forest; 4 – the Drawska Forest; 5 – the Notecka Forest; 6 – the Wrzesińska Plain; 7 – the Mławskie Height; 8 – the Wysockomazowiecka Plateau; 9 – the Drohiczyńska Plateau; 10 – Central Roztocze

Spośród odnalezionych w terenie ponad dwustu strzech, zdjęcia fitosocjologiczne wykonano tylko na około pięćdziesięciu. Pozostałych strzech nie można było przebadac ze względu na brak zgody właściciela budynku, brak drabiny w obejściu, bardzo zły stan techniczny dachu lub budynku itp. Zdecydowana większość budynków (prawie wszystkie drewniane) miała tak osłabioną konstrukcję, że badania były możliwe do przeprowadzenia tylko w brzeźnych częściach dachu (Ryc. 2). Badany fragment strzechy zawsze miał rozmiary 1 × 1 m. Pokrycie oceniano według skali BRAUN-BLANQUETA (1964, za PAWŁOWSKIM 1972).

Do analiz wykorzystano dane zebrane na strzechach o zbliżonych parametrach:

- wieś śródleśna lub bezpośrednio na obrzeżu dużego kompleksu leśnego;
- usytuowanie budynku w sąsiedztwie lasu;
- północna ekspozycja dachu i nachylenie 45° (wyjątkowo inne);
- brak zacienienia lub zacienienie umiarkowane;
- dominacja porostów nad mszakami.

Wyodrębniono siedem klas wiekowych: I – 1–2 lata; II – 3–5 lat; III – 6–9 lat; IV – 10–19 lat; V – 20–29 lat; VI – 30–39 lat; VII – 40 i więcej lat (Tab. 1). Wstępne założenie, aby dokonywać spisu na tych samych powierzchniach co 5–10 lat, było możliwe do realizacji tylko w bardzo ograniczonym stopniu

Ryc. 2. Schemat usytuowania badanego fragmentu strzechy
Fig. 2. Diagram of location of the observed part of the thatch

— m.in. zdjęcia 19 i 97 oraz 30 i 100, gdzie dokonano spisu w latach 1984 i 1990. Przyczynami zmiany tych założeń były najczęściej: pogorszenie się stanu technicznego dachu lub budynku, zmiana jego pokrycia, rozbiórka bądź brak zgody właścicieli. Listy gatunków wraz z pokryciem w kolejnych klasach wiekowych zawierają tabele 2–7.

Tabela 1 — Table 1

Stadia i fazy sukcesji porostów na słomianych strzechach
Stages and phases of lichen succession on straw thatches

Stadium Stage		Inicjalne Initial						
Faza Phase	0	1 Strzecha słomiana Straw tchatch			2 Strzecha chrobotkowa Cup-moss tchatch			3 Strzecha siwo-zielona Grey-green tchatch
Klasa wiekowa Age class		I	II	III	IV	V	VI	VII
Trwanie w latach Duration in years		1–2	3–5	6–9	10–19	20–29	30–39	40 <

Informacje o dacie ostatniej zmiany całej strzechy lub jej łatania uzyskiwano wyłącznie drogą wywiadów. Podany w tabelach 6 i 7 wiek większości starszych strzech należy traktować jako przybliżony. Na przykład zawarta w tabeli informacja 35 lat dotyczy często wieku strzechy określanego przez właściciela jako nie mniej niż

30 i nie więcej niż 40 lat. Wstępne wyodrębnienie klas wieku starszych strzech w przedziałach 10-letnich było wymuszone właśnie stopniem dokładności datowania zmian słomy. Jedynie w odniesieniu do dat wykładania fragmentów młodszych strzech (łaty — uzupełnienia najbardziej zniszczonych fragmentów strzech starszych) uzyskiwano ściśle informacje.

W analizach dynamiki porostów według cech morfologicznych, gatunki z rodzaju *Cladonia* z trwałymi łuskami plechy pierwotnej były traktowane jako osobna grupa *Cladonia*. Występowanie *C. furcata* analizowane było łącznie z przedstawicielami rodzaju *Cladina*, z *Pseudevernia furfuracea* i innymi w grupie krzaczkowate.

Nomenklaturę porostów przyjęto według NOWAKA i TOBOLEWSKIEGO (1975) uwzględniając zmiany wprowadzone przez SANTESSONA (1984, 1993) i WIRTHA (1987, 1995). Nomenklaturę fitosocjologiczną przyjęto według BARKMANA (1958) ze zmianami wprowadzonymi przez WIRTHA (1995).

Materiały zielnikowe złożono w Herbarium Pracowni Biologii i Ochrony Przyrody Instytutu Wychowania Fizycznego w Gorzowie Wielkopolskim.

III. ZMIANY WŁAŚCIWOŚCI SŁOMIANYCH STRZECH JAKO PODŁOŻA ROZWOJU POROSTÓW

Najistotniejszą przyczyną zmian składu gatunkowego podczas procesu zasiedlania są zmiany fizycznych właściwości środowiska (MASON 1947). Stwierdzenie to w sposób szczególny odnosi się do porostów i mszaków osiedlających się na słomianych strzechach. Abiotycznymi czynnikami wpływającymi na fizyczne i chemiczne zmiany słomy są opady atmosferyczne, wahania temperatury, wiatry niosące kurz itp. Pod wpływem drobnoustrojów w różnym tempie są rozkładane i ulegają mineralizacji składniki chemiczne masy roślinnej. Są to procesy wieloetapowe. Najdłużej trwa rozkład ligniny, wosków i garbników. Nieco szybciej ulega rozkładowi błonnik i niektóre inne związki (MARSZEWSKA-ZIEMIĘCKA, red. 1974). Przemiany wszystkich składników organicznych prowadzą w efekcie do zmian struktury słomy oraz do gromadzenia substancji humusowych. Procesowi temu towarzyszy nanoszenie przez wiatr pyłów, szczątków roślin naczyniowych, nasion itp. Gromadzą się odchody ptasie, a coraz liczniej pokrywające strzechę porosty i mszaki przyczyniają się do zatrzymywania wody. Proces rozkładu słomy i powstawania próchnicy trwa na strzechach zdecydowanie dłużej niż mineralizacja słomy w glebie. Rozkład glebowy trwa kilka miesięcy, a najdłużej trwa proces rozkładu najstarszych części roślin (TENNEY 1936 i inni — cyt. za MARSZEWSKĄ-ZIEMIĘCKĄ l.c.).

Według informacji uzyskanych od mieszkańców wsi podstawowym warunkiem dobrej jakości strzechy był użycie słomy z żyta żętego sierpem, z prostymi, nie połamanymi i nie pogniecionymi źdźbłami. Ten poparty wielopokoleniową praktyką pogląd jest słuszny między innymi dlatego, że źdźbła tak pozyskiwanej słomy na

całej długości zachowują pokrycie naturalnymi woskami. Woski należą do trudno rozkładających się, co opóźnia inicjację i tempo zachodzących procesów rozkładu i mineralizacji związków organicznych zawartych w słomie. Ponadto na strzechę musi przedostać się i tam rozwijać flora bakteryjna i grzybowa w odpowiednim składzie i o właściwych stosunkach ilościowych. Proces ten jest dodatkowo spowalniany ciągłym omywaniem strzechy przez wody opadowe. Stąd też tempo rozkładu słomy na strzesze jest wolniejsze niż słomy w glebie, a jego fazy — przynajmniej początkowe — stosunkowo łatwe do wyodrębnienia.

Zauważalny i organoleptycznie możliwy do stwierdzenia proces rozkładu słomy na strzesze rozpoczyna się po kilku-kilkunastu miesiącach. Najczęściej przez prawie cały pierwszy rok słoma zachowuje naturalny, nie zmieniony kolor. Żdźbła i liście są w miarę sztywne i sprężyste, bez butwiejących fragmentów. W drugim roku (I klasa wiekowa) są wyraźnie zauważalne objawy rozkładu słomy (por. Ryc. 3). Tempo tego procesu zależy głównie od warunków atmosferycznych panujących od czasu ułożenia słomy na dachu. Żdźbła wierzchniej warstwy są nadal żółte lub — miejscami — żółto-szare. Obecność ciemniejszych 'plam' świadczy już o początkach rozkładu. Ślady butwienia są widoczne na około 15–30 proc. powierzchni. Żdźbła są w ponad 80 proc. nadal dęte i okrągłe w przekroju. Głębsze warstwy słomy zachowują żółty kolor i strukturę zbliżoną do świeżej. W II i III klasie wiekowej (3–9 lat) proces butwienia liści i powierzchni żdźbeł obejmuje coraz większe powierzchnie. Słoma najbardziej zewnętrznych (górnych) warstw zatracą swoją sprężystość, 30–50 proc. żdźbeł ulega spłaszczeniu, a strzecha prawie na całej powierzchni przybiera szarawy odcień. Czwarta klasa wiekowa (10–19 lat) charakteryzuje się dalszym rozkładem słomy, której najwyższe warstwy na całej powierzchni mają odcień szary lub szaro-brunatny. Żdźbła są w większości spłaszczone i łatwo się kruszą. Liście oraz cieńsze (głównie szczytowe) fragmenty żdźbeł są już prawie całkowicie zbutwiałe. Na strzechach w V klasie wiekowej (20–29 lat) wyraźnie zauważalny jest rozkład głębszych warstw słomy. Wierzchnia warstwa, o szarym i ciemnoszarym zabarwieniu jest zbutwiała na około 25 proc. powierzchni; poszczególne żdźbła są całkowicie spłaszczone i rozdrobnione. Szczątki mniej trwałych części (żdźbła cieńsze albo uszkodzone mechanicznie przed wyłożeniem na strzechę oraz liście) wraz ze szczątkami porostów i z nanoszonym przez wiatr pyłem tworzą, szczególnie we wgłębieniach, warstewkę próchniczną. Na strzechach ponad 30-letnich (VI klasa wiekowa) postępujący proces butwienia słomy obejmuje już prawie całą powierzchnię strzechy oraz jej głębsze warstwy (do kilku centymetrów). Całkowicie zbutwiałe resztki pokrycia stanowią około 75 proc. badanych powierzchni; są one wymieszane ze szczątkami plech porostów oraz z niewielką ilością humusu. Słoma na powierzchni większości spośród 40-letnich i starszych strzech jest całkowicie zbutwiała. Procesy rozkładu wyraźnie postępują w głąb strzechy, tworzy się warstwa przemieszanych zbutwiałych i częściowo rozłożonych fragmentów żdźbeł, martwych fragmentów plech porostów i szczątków roślinnych oraz próchnicy (szczególnie pod kępkami mszaków). Ma ona grubość około 1–1,5 cm i zastępuje warstwę słomy o grubości około 2–5 cm. Głębsze warstwy zazwyczaj zachowują żdźbła w całości, choć są one silnie zbutwiałe i w większości spłaszczone.

Ryc. 3. Etapy mineralizacji słomy strzechy w kolejnych klasach wiekowych (A), zmiany sum współczynników pokrycia grup porostów (B) oraz fazy sukcesji

A: 1 — słoma nie zbutwiała; 2 — słoma częściowo zbutwiała; 3 — słoma całkowicie zbutwiała; B: 4 — porosty listkowe; 5 — mszaki; 6 — *Cladonia*; 7 — porosty krzaczkowate; 8 — porosty skorupiaste

IV. WYNIKI BADAŃ PRZEBIEG PROCESU OSIEDLANIA SIĘ POROSTÓW NA SŁOMIANYCH STRZECHACH

IV.1. Uwagi wstępne

Na przebadanych słomianych strzechach występuje 46 gatunków porostów oraz 9 gatunków mszaków. Wszystkie porosty były notowane również na innych rodzajach podłoża w bezpośrednim otoczeniu badanych obiektów (w odległości do 100–150 m). Najliczniej reprezentowany jest rodzaj *Cladonia* – 23 gatunki, spośród których szesnaście, wraz z kilkunastoma gatunkami z innych rodzajów oraz dwoma-trzema gatunkami mszaków, wyraźnie uczestniczy w sukcesji. Panującymi we wszystkich klasach wiekowych strzech są *Placynthiella icmalea* i *Hypogymnia physodes*.

W tabeli 1 przedstawiono podział na fazy procesu zasiedlania strzech przez porosty. Zależności między stopniem rozkładu wierzchnich warstw słomy a pokryciem ich przez porosty i mszaki przedstawiono na rycinie 3. Oprócz porostów i mszaków na strzechach obecne są także glony. Uśrednioną wartość procentowego pokrycia badanych powierzchni strzech przez te grupy organizmów przedstawiono na rycinie 4. Wartość średniego pokrycia strzech przez porosty rośnie systematycznie od I do V klasy wiekowej; stabilizuje się na strzechach najstarszych. Pierwsze mszaki obserwowane były w II klasie wiekowej, a największe pokrycie – choć o mniejszych niż porosty wartościach – osiągają na najstarszych strzechach. Glony jedynie w V klasie wiekowej pokrywają średnio ponad 10 proc. badanych powierzchni, ale nie poddawano szczegółowej analizie ich występowania i dynamiki. Sukcesywnie rośnie także liczba gatunków porostów w kolejnych przedziałach wiekowych: od jednego gatunku – na strzechach najmłodszych, 11 – w II i III klasie, do 34 – na najstarszych. Na strzechach najstarszych ma miejsce największe zróżnicowanie wielkości powierzchni pokrytej przez porosty i mszaki wyrażonej sumą współczynników pokrycia poszczególnych gatunków (Ryc. 5) oraz liczbą gatunków na poszczególnych powierzchniach (Ryc. 6–8). Obraz sukcesji tworzy zróżnicowana dynamika gatunków porostów i mszaków wyrażona frekwencją i współczynnikami pokrycia; wartości te przedstawiono graficznie na rycinach 9–12.

Fig. 3. Stages of straw mineralization in successive thatch age classes (A), changes of the sums of cover coefficients of lichen groups (B) and phases of succession
A: 1 – non-decayed straw; 2 – partly decaying straw; 3 – totally decayed straw; B: 4 – foliose lichens; 5 – bryophytes; 6 – *Cladonia*; 7 – fruticose lichens; 8 – crustose lichens

Ryc. 4. Procentowe pokrycie badanych powierzchni strzech przez porosty (A), mszaki (B) i glony (C) w kolejnych klasach wiekowych

1 — maksymalne; 2 — średnie; 3 — minimalne

Fig. 4. Percentage of cover of the observed thatch surfaces by lichens (A), bryophytes (B) and algae (C) in successive age classes

1 — maximal; 2 — middle; 3 — minimal

Ryc. 5. Sumy współczynników pokrycia strzechy przez mszaki (1) i porosty (2) w kolejnych klasach wiekowych

Fig. 5. Sums of cover coefficients of thatches by bryophytes (1) and lichens (2) in successive age classes

IV.2. Fazy zasiedlania strzech przez porosty

Faza 1. Wkraczanie porostów skorupiastych (faza 'strzechy słomianej'). Kolonizowanie słomianych strzech przez porosty i mszaki rozpoczyna się po upływie kilkunastu miesięcy od wyłożenia słomy. Na częściowo zbutwiałych już fragmentach liści i powierzchni źdźbeł rozwijają się niewielkie skupienia płonnych plech *Placynthiella icmalea* (do 0,5–1 cm średnicy) oraz nieliczne drobne, pojedyncze łuski plech pierwotnych *Cladonia* sp. div. Łącznie plechy porostów zajmują około 2–3 proc. badanych powierzchni strzechy. Mszaków brak.

Na strzechach 3–5-letnich wyraźnie wyodrębniają się plechy *Placynthiella icmalea*, *P. uliginosa* i *Trapeliopsis granulosa* (Tab. 2). Pojawiają się i rozrastają plechy *Hypogymnia physodes* o średnicy 0,5–1,5 (2,5) cm oraz kilkucentymetrowej średnicy skupienia *Cladonia macilenta*, *C. coniocraea* i *C. pyxidata*. Ponadto występują drobne okazy *Pseudevernia furfuracea*, *Hypogymnia tubulosa*, *Cladonia fimbriata* i *C. pocillum* oraz – w niewielkich ilościach – mech *Ceratodon purpureus*. Łącznie w II klasie wiekowej porosty zajmują około 8–10 proc. badanych powierzchni.

W III klasie wiekowej (6–9 lat) następuje wzrost powierzchni zajmowanej przez poszczególne gatunki, łącznie do 15–20 proc. (Tab. 3). Skorupiaste porosty na strzechach 6–9-letnich zajmują ponad 40 proc. powierzchni opanowanej przez wszystkie porosty. Spośród mchów, obok *Ceratodon purpureus*, pojawiają się *Pohlia nutans* i *Polytrichum piliferum*.

Tabela 2 — Table 2

Pokrycie strzechy przez porosty i mszaki (strzechy 3–5-letnie; II klasa wiekowa)
Cover of the thatch by lichens and bryophytes (3–5 year old thatches; II age class)

Nr kolejny Successive number	1	2	3	4	Współczynnik pokrycia – Coefficient of cover
Nr zdjęcia Number of relevé	47	67	147	50	
Wiek strzechy w latach Thatch age in years	5	5	3	5	
Data Date	1987 08.05	1987 09.09	1987 08.16	1987 08.05	
Ekspozycja Exposure	NW	NW	N	NW	
Nachylenie w stopniach Slope in degrees	45	45	30	45	
Pokrycie porostów Cover of lichens mszaków % of bryophytes	10 .	5 +	5 .	15 .	
Liczba gatunków w zdjęciu Number of species in relevé porostów lichens mszaków mosses	10 .	6 1	5 .	5 .	162,5 162,5 37,5 262,5 150,0 37,5 25,0 12,5 12,5 12,5 12,5 12,5
<i>Placynthiella uliginosa</i>	+	+	+	1	
<i>Trapeliopsis granulosa</i>	1	+	+	+	
<i>Placynthiella icmalea</i>	+	+	+	.	
<i>Cladonia macilenta</i>	1	+	.	1	
<i>Hypogymnia physodes</i>	+	.	+	1	
<i>Cladonia coniocraea</i>	+	+	.	+	
<i>Cladonia fimbriata</i>	+	+	.	.	
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	+	.	.	.	
<i>Cladonia pyxidata</i>	+	.	.	.	
<i>Cladonia pocillum</i>	+	.	.	.	
<i>Ceratodon purpureus</i>	.	+	.	.	
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	.	.	+	.	

Wykaz stanowisk zdjęć fitosocjologicznych w tabeli 2

List of localities of phytosociological relevés in table 2

- 1 (47). Lasy Parczewskie (Parczewskie Forest), wieś Guradów, woj. białkopodlaskie.
- 2 (67). Puszcza Knyszyńska (Knyszyńska Forest), osada Rowek, woj. białostockie.
- 3 (147). Bory Tucholskie (Tucholskie Forest), osada Dąbrówka, woj. bydgoskie.
- 4 (50). Lasy Parczewskie (Parczewskie Forest), wieś Guradów, woj. białkopodlaskie.

Tabela 3 — Table 3

Pokrycie strzech przez porosty i mszaki (strzechy 6–7-letnie; III klasa wiekowa)
Cover of the thatch by lichens and bryophytes (6–7 year old thatches; III age class)

Nr kolejny Successive number	1	2	3	4	Współczynnik pokrycia — Coefficient of cover
Nr zdjęcia w terenie Number of relevé	61	48	49	59	
Wiek strzechy w latach Thatch age in years	6	7	7	6	
Data Date	1987 09.09	1987 08.05	1987 08.05	1987 09.09	
Ekspozycja Exposure	NE	NW	NW	NW	
Nachylenie w stopniach Slope in degrees	45	45	45	45	
Pokrycie porostów Cover of lichens mchów of mosses	15 . %	15 10 .	15 . .	15 . .	
Liczba gatunków w zdjęciu Number of species in relevé porostów lichens mchów mosses	7 .	7 3	6 .	6 .	
<i>Placynthiella uliginosa</i>	1	1	1	+	387,5
<i>Placynthiella icmalea</i>	1	1	1	.	375,0
<i>Trapeliopsis granulosa</i>	+	.	.	1	137,5
<i>Cladonia coniocraea</i>	.	+	1	+	150,0
<i>Cladonia macilenta</i>	1	.	+	+	150,0
<i>Cladonia pyxidata</i>	+	+	.	1	150,0
<i>Hypogymnia physodes</i>	1	1	.	1	375,0
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	.	+	+	.	25,0
<i>Cladonia fimbriata</i>	.	.	1	.	125,0
<i>Pohlia nutans</i>	.	1	.	.	125,0
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	+	.	.	.	12,5
<i>Cladonia pocillum</i>	.	+	.	.	12,5
<i>Ceratodon purpureus</i>	.	+	.	.	12,5
<i>Polytrichum piliferum</i>	.	+	.	.	12,5

Wykaz stanowisk zdjęć fitosocjologicznych w tabeli 3

List of localities of phytosociological relevés in table 3

- 1 (61). Puszcza Knyszyńska (Knyszyńska Forest), osada Rowek, woj. białostockie.
- 2 (48). Lasy Parczewskie (Parczewskie Forest), wieś Guradów, woj. białkopodlaskie.
- 3 (49). Lasy Parczewskie (Parczewskie Forest), wieś Guradów, woj. białkopodlaskie.
- 4 (59). Puszcza Knyszyńska (Knyszyńska Forest), osada Rowek, woj. białostockie.

Ryc. 6. Liczby gatunków porostów na strzechach w kolejnych klasach wiekowych
 1 – łączna liczba gatunków; 2 – wartości maksymalne; 3 – minimalne; 4 – średnie
 Fig. 6. Number of lichen species on thatches in successive age classes
 1 – total number of species; 2 – maximal; 3 – minimal; 4 – middle

Ryc. 7. Liczby gatunków porostów z grupy *Cladonia* (1), listkowatych (2), skorupiastych (3), krzacz-
 kowatych (4) oraz mszaków (5) na słomianych strzechach w kolejnych klasach wiekowych
 Fig. 7. Number of lichen species of *Cladonia* group (1), foliose (2), crustose (3), fruticose (4) and bryophytes
 (5) on straw thatches in successive age classes

Faza 2. Ekspansja chrobotków (faza 'strzechy chrobotkowej'). IV klasa wiekowa (10–19 lat) jest okresem wyraźnej ekspansji kolejnej grupy naziemnych *Cladonia* (*C. grayi*, *C. subulata*, *C. cornuta*, *C. squamosa*) oraz *Cladina mitis* (Tab. 4). Porosty łącznie zajmują 30–40 proc. powierzchni strzech. Obserwowane już na 4-letnich strzechach pojedyncze, z reguły niewielkie okazy *Pseudevernia furfuracea* w tej klasie wiekowej należą do częstych i osiągają typowe rozmiary. Wyraźniej zaznacza się obecność *Hypogymnia tubulosa* i *Cladonia pocillum*. Pojawia się również *Platismatia glauca*, ale jej obecność jest bardziej znacząca na najstarszych strzechach. Do najpospolitszych porostów należą *Placynthiella icmalea*, *Cladonia coniocraea* i *Hypogymnia physodes*. Dość częstymi są: *Cladonia macilenta*, *C. pyxidata*, *C. grayi*, *C. subulata* i *Pseudevernia furfuracea*. Na strzechach z tej klasy wiekowej osiedlonych jest 26 gatunków porostów – w poszczególnych zdjęciach fitosocjologicznych od 6 do 15 gatunków, średnio po 10 gatunków w zdjęciu (Ryc. 6). Najliczniej reprezentowane są chrobotki *Cladonia* (13 gatunków); porosty skorupiaste – 6 gatunków (Ryc. 7). Zdecydowanie największe powierzchnie zajmują *Placynthiella icmalea*, *Hypogymnia physodes*, *Cladonia macilenta*, *C. pyxidata* i inne *Cladonia*. Rozrastające się plechy pierwotne *Cladonia* pokrywają około 20 proc. powierzchni strzechy, co stanowi około 50 proc. powierzchni zajętej przez wszystkie porosty i mchy; porosty skorupiaste – odpowiednio około 12 proc. i około 30 proc.; listkowate – około 5 i 13 proc.; krzaczkowate – 2 i 4 proc. (Ryc. 8, 9).

Mchy *Ceratodon purpureus*, *Pleurozium schreberi* i *Polytrichum piliferum* zajmują łącznie około 5 proc. powierzchni strzechy (na poszczególnych strzechach od ilości śladowych do około 20 proc.).

Porosty pokrywają średnio ponad 45 proc. powierzchni strzech 20–29-letnich (V klasa wiekowa); mech *Ceratodon purpureus* występuje od ilości śladowych do 40 proc. (średnio ponad 10 proc.). Najczęściej występującymi są nadal *Placynthiella icmalea* i *Hypogymnia physodes* (Tab. 5). *Cladonia macilenta* począwszy od tej klasy wiekowej należy do pospolitych. W grupie tej znajduje się również *Cladonia coniocraea*. Wymienione porosty zajmują także największe powierzchnie. Pojawiają się kolejne gatunki chrobotków: *C. chlorophaea*, *C. floerkeana* i *C. gracilis*. Zdecydowanie rzadziej niż na 'młodszych' strzechach – szczególnie z III i IV klasy wiekowej – występuje *Hypogymnia tubulosa*. Łącznie na strzechach w V klasie wiekowej osiedla się 25 gatunków porostów; na poszczególnych badanych powierzchniach: 9–12, średnio po 10–11 gatunków. Jedynym stałym gatunkiem jest *Hypogymnia physodes*. Rodzaj *Cladonia* z trwałymi łuskami plechy pierwotnej zajmuje około 30 proc. powierzchni strzechy, co stanowi prawie 50 proc. powierzchni zajętej przez wszystkie porosty i mech (Ryc. 10, 11). Wzrasta także udział porostów o plechach listkowatej i krzaczkowatej, odpowiednio: ponad 6 proc. i około 3 proc. powierzchni całych strzech (ok. 11 i 4 proc. powierzchni zajętej przez wszystkie porosty i mszaki). Zmniejsza się udział porostów skorupiastych.

Ryc. 8. Częstość występowania wybranych gatunków porostów i mszaków w kolejnych fazach sukcesji na słomianych strzechach

Fig. 8. Frequency of some lichen and bryophyte species in the consecutive phases of succession on straw thatches

Faza Phase	1			2			3
Klasa wiekowa Age class	I	II	III	IV	V	VI	VII
Trwanie w latach Duration in years	1-2	3-5	6-9	10-19	20-29	30-39	>40
<i>Placynthiella icmalea</i>							
<i>Hypogymnia physodes</i>							
<i>Cladonia macilenta</i>							
<i>Cladonia pyxidata</i>							
<i>Pseudevernia furfuracea</i>							
<i>Cladonia fimbriata</i>							
<i>Trapeliopsis granulosa</i>							
<i>Cladonia coniocraea</i>							
<i>Cladonia pocillum</i>							
<i>Hypogymnia tubulosa</i>							
<i>Placynthiella uliginosa</i>							
<i>Parmelia sulcata</i>							
<i>Cladonia grayi</i>							
<i>Cladonia subulata</i>							
<i>Cladonia cornuta</i>							
<i>Cladonia mitis</i>							
<i>Cladonia phyllophora</i>							
<i>Cladonia gracilis</i>							
<i>Cladonia floerkeana</i>							
<i>Cladonia chlorophaea</i>							
<i>Evernia prunastri</i>							
<i>Cladonia furcata</i>							
<i>C. cervicornis</i> ssp. <i>verticillata</i>							
<i>Platismatia glauca</i>							
<i>Cladonia glauca</i>							
<i>Cladonia squamosa</i>							
<i>Cladonia arbuscula</i>							
<i>Cetraria chlorophylla</i>							
<i>Cetraria aculeata</i>							
<i>Ceratodon purpureus</i>							
<i>Pohlia nutans</i>							
<i>Pleurozium schreberi</i>							
<i>Polytrichum piliferum</i>							
<i>Dicranum scoparium</i>

Ryc. 9. Współczynniki pokrycia wybranych gatunków porostów i mszaków w kolejnych fazach sukcesji na słomianych strzechach

Fig. 9. Cover coefficients of some lichen and bryophyte species in the subsequent phases of succession on straw thatches

Tabela 4 — Table 4

Pokrycie strzech przez porosty i mszaki (strzechy 10–19-letnie; IV klasa wiekowa)
Cover of the thatch by lichens and bryophytes (10–19 year old thatches; IV age class)

Nr kolejny Successive number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Współczynnik pokrycia – Coefficient of cover	Stałość – Constancy
Nr zdjęcia Number of relevé	55	54	96	57	144	24	23	60	145	98		
Wiek strzechy w latach Thatch age in years	10	12	10	10	15	15	15	15	15	10		
Data Date	1987 08.06	1987 08.06	1990 08.05	1987 08.06	1994 08.15	1994 08.16	1994 08.16	1987 09.09	1994 08.15	1990 08.06		
Ekspozycja Exposure	W	W	W	N	W	NW	NW	NE	W	NW		
Nachylenie w stopniach Slope in degrees	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45		
Pokrycie porostów Cover of lichens mchów of mosses głonów of algae	20	40	25	30	10	20	15	80	25	30		
	+	+	10	+	20	+	+	+	10	+		
	+	10	20	40	20	.	.	10	10	.		
Liczba gatunków w zdjęciu Number of species in relevé porostów lichens mchów mosses	13	15	11	10	6	9	9	12	99	7		
	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1		
<i>Placynthiella icmalea</i>	+	2	+	2	1	.	1	2	1	1	730	V
<i>Placynthiella uliginosa</i>	.	.	+	+	.	.	.	1	1	1	160	III
<i>Trapeliopsis granulosa</i>	+	.	.	+	.	1	.	1	1	.	160	III

<i>Cladonia coniocraea</i>	1	2	+	2	+	1	+	.	+	470	V
<i>Cladonia macilenta</i>	1	3	1	.	+	1	+	3	.	910	IV
<i>Cladonia pyxidata</i>	+	+	+	+	.	.	.	2	1	245	IV
<i>Cladonia pocillum</i>	1	.	.	+	+	.	+	.	+	65	III
<i>Cladonia grayi</i>	.	.	+	.	+	.	+	.	.	65	III
<i>Cladonia subulata</i>	.	+	.	.	.	+	.	+	1	20	III
<i>Cladonia squamosa</i>	+	+	+	+	.	.	.	+	.	15	II
<i>Cladonia cornuta</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	10	II
<i>Cladonia cryptochlorophaea</i>	+	2	.	.	.	.	.	.	.	180	II
<i>Cladonia fimbriata</i>	.	+	+	.	.	.	.	.	.	10	II
<i>Cladonia mitis</i>	.	.	.	.	.	1	+	.	.	55	II
<i>Hypogymnia physodes</i>	+	+	2	+	+	+	1	1	+	480	V
<i>Traptelopsis flexuosa</i>	+	.	1	.	.	1	1	.	+	165	IV
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	1	+	+	.	.	.	+	1	+	120	IV
<i>Pohlia nutans</i>	+	+	1	.	1	.	.	+	1	165	III
<i>Pleurozium schreberi</i>	.	+	.	.	+	1	+	.	+	75	III
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	+	+	.	+	+	+	+	.	+	25	III
<i>Parmelia sulcata</i>	.	.	.	+	.	+	.	+	.	15	II
<i>Platismatia glauca</i>	+	.	.	.	.	.	.	+	.	10	II

Gatunki sporadyczne (Sporadic species): *Parmelia saxatilis* 2 (+); *Lecanora symmicta* 2 (+); *Cladonia glauca* 2 (+); *Hypocenomyce scalaris* 7 (+); *Cladonia phylophora* 8 (+); *Cladonia botrytes* 8 (+).

Wykaz stanowisk zdjęć fitosocjologicznych w tabeli 4
List of localities of phytosociological relevés in table 4

- 1 (55). Lasy Parczewskie (Parczewskie Forest), wieś Tysmienica, woj. białkopodlaskie.
- 2 (54). Lasy Parczewskie (Parczewskie Forest), wieś Tysmienica, woj. białkopodlaskie.
- 3 (96). Bory Tucholskie (Tucholskie Forest), osada Klonia, woj. bydgoskie.
- 4 (57). Lasy Parczewskie (Parczewskie Forest), wieś Tysmienica, woj. białkopodlaskie.
- 5 (144). Bory Tucholskie (Tucholskie Forest), osada Klonia, woj. bydgoskie.
- 6 (24). Bory Tucholskie (Tucholskie Forest), osada Dąbrówka, woj. bydgoskie.
- 7 (23). Bory Tucholskie (Tucholskie Forest), osada Dąbrówka, woj. bydgoskie.
- 8 (60). Puszcza Knyszynska (Knyszynska Forest), osada Rowek, woj. białostockie.
- 9 (145). Bory Tucholskie (Tucholskie Forest), osada Klonia, woj. bydgoskie.
- 10 (98). Bory Tucholskie (Tucholskie Forest), osada Dąbrówka, woj. bydgoskie.

Pokrycie strzech przez porosty i mchy (strzechy 20–29-letnie; V klasa wiekowa)
Cover of the thatch by lichens and mosses (20–29 year old thatches; II age class)

Nr kolejny Successive number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Nr zdjęcia Number of relevé	59	66	63	64	116	99	16	17	92	94	27
Wiek strzechy w latach Thatch age in years	28	25	25	25	25	20	20	20	20	20	20
Data Date	1987 08.07	1987 09.09	1987 09.09	1987 09.09	1991 08.08	1990 08.06	1984 08.15	1984 08.15	1990 08.05	1990 08.05	1984 08.16
Ekspozycja Exposure	N	NW	NE	NE	NW	NE	W	N	W	N	NE
Nachylenie w stopniach Slope in degrees	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Pokrycie porostów Cover of lichens	40	50	60	40	50	40	40	10	40	40	60
mchów of mosses	+	20	40	+	10	40	+	+	+	+	30
glonów of algae	15	.	.	.	.	+	40	50	40	20	10
Liczba gatunków w zdjęciu Number of species in relevé	11	12	12	12	9	9	9	12	11	11	9
porostów lichens											
mchów mosses	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Współczynniki pokrycia – Coefficient of cover											
<i>Ceratodon purpureus</i>	+	2	3	+	1	3	+	+	+	+	3
<i>Hypogymnia physodes</i>	+	1	+	+	2	+	1	+	1	2	1
<i>Placynthiella tcmalea</i>	+	+	2	1	1	2	1	1	2	1	2
<i>Trapiopsis granulosa</i>	.	.	.	.	+	+	1	+	+	+	1
Stałość – Constancy											
V	1254										
V	523										
V	873										
IV	114										

<i>Cladonia macilenta</i>	+	1	2	1	+	+	2	1	2	2	786	V
<i>Cladonia coniocraea</i>	3	1	.	2	1	+	1	+	1	.	577	V
<i>Cladonia pyxidata</i>	1	.	1	2	.	+	+	+	1	1	205	IV
<i>Cladonia cornuta</i>	+	1	+	+	+	.	.	.	+	.	68	III
<i>Cladonia phyllophora</i>	+	2	1	+	.	.	.	.	.	.	214	II
<i>Cladonia subulata</i>	+	1	1	1	.	.	.	.	.	.	141	II
<i>Cladonia squamosa</i>	+	.	1	+	.	.	.	.	.	.	55	II
<i>Cladonia fimbriata</i>	1	+	2	2	.	+	.	.	.	.	373	III
<i>Cladonia grayi</i>	.	.	.	.	.	1	1	+	+	2	259	III
<i>Cladonia pocillum</i>	.	.	.	.	.	.	1	+	+	1	100	II
<i>Cladonia mitis</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	14	II
<i>Cladonia chlorophaea</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	55	II
<i>Cladonia gracilis</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1	14	II
<i>Cladonia glauca</i>	.	1	.	.	.	.	.	+	+	.	55	II
<i>Cladonia floerkeana</i>	.	1	.	.	+	.	.	.	.	.	50	I
<i>Parmelia sulcata</i>	+	.	+	+	1	1	.	.	.	+	105	III
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	.	1	+	1	2	.	.	.	.	+	259	III

Gatunki sporadyczne (Sporadic species): *Cladonia deformis* 2 (+); *Candelariella aurella* 3 (+); *Hypogymnia tubulosa* 7 (+); *Physcia tenella* 8 (+); *Xanthoria candelaria* 11 (+).

Wykaz stanowisk zdjęć fitosocjologicznych w tabeli 5

List of localities of phytosociological relevés in table 5

1 (59). Lasy Parczewskie (Parczewskie Forest), wieś Tysmienica, woj. białkopodlaskie.

2 (66). Puszcza Knyszyńska (Knyszyńska Forest), osada Rowek, woj. białostockie.

3 (63). Puszcza Knyszyńska (Knyszyńska Forest), osada Rowek, woj. białostockie.

4 (64). Puszcza Knyszyńska (Knyszyńska Forest), osada Rowek, woj. białostockie.

5 (116). Puszcza Notecka (Notecka Forest), wieś Rapin, woj. gorzowskie.

6 (99). Bory Tucholskie (Tucholskie Forest), osada Klonia, woj. bydgoskie.

7 (16). Bory Tucholskie (Tucholskie Forest), wieś Kłodawa, woj. bydgoskie.

8 (17). Bory Tucholskie (Tucholskie Forest), wieś Kłodawa, woj. bydgoskie.

9 (92). Bory Tucholskie (Tucholskie Forest), wieś Kłodawa, woj. bydgoskie.

10 (94). Bory Tucholskie (Tucholskie Forest), wieś Kłodawa, woj. bydgoskie.

11 (27). Bory Tucholskie (Tucholskie Forest), osada Klonia, woj. bydgoskie.

Ryc. 10. Frekwencja oraz współczynniki pokrycia wybranych porostów

Fig. 10. Frequency and cover coefficients of some lichens

A. skorupiaste (crustose): 1 — *Placynthiella icmalea*; 2 — *Trapeliopsis granulosa*; 3 — *Placynthiella uliginosa*; 4 — pozostałe (remaining); B. grupa *Cladonia* I (*Cladonia* group I): 1 — *Cladonia macilenta*; 2 — *Cladonia pyxidata*; 3 — *Cladonia coniocraea*; 4 — *Cladonia fimbriata*; 5 — *Cladonia pocillum*; C. grupa *Cladonia* II (*Cladonia* group II): 1 — *Cladonia cornuta*; 2 — *Cladonia subulata*; 3 — *Cladonia grayi*; 4 — *Cladonia phyllophora*

Na dwóch spośród siedmiu zbadanych powierzchni strzech w VI klasie wiekowej (30–39-letnich) wyraźnie zaznacza się obecność *Cladina arbuscula*. Sporadycznie występują — również nie znajdowane na ‘młodszych’ strzechach — *Cladonia furcata*, *C. cervicornis* ssp. *verticillata* i *Evernia prunastri* (Tab. 6). Wzrasta udział *Platismatia glauca*. Na wszystkich badanych powierzchniach obecne są *Hypogymnia physodes* i mech *Ceratodon purpureus*. Pospolitymi są nadal *Placynthiella icmalea* i *Cladonia macilenta*. Częściej występujące na ‘młodszych’ strzechach *Hypogymnia tubulosa* i *Cladonia squamosa*, na strzechach w tej klasie wiekowej znalezione zostały tylko na jednym stanowisku; w następnej klasie wiekowej już nie występują. Największe powierzchnie zajmują, rzutując na fizjonomiczny obraz strzechy, *Hypogymnia physodes* i *Placynthiella icmalea*. Łączna liczba gatunków porostów wynosi 26 i jest zbliżona do wielkości charakterystycznej dla strzech w dwu wcześniejszych klasach wiekowych. Zdecydowanie wzrasta (do 15 proc. badanych powierzchni i ok. 24 proc. ogółu powierzchni mszysto-porostowej) pokrycie osiągane przez porosty krzaczkowate (Ryc. 11). Wynika to głównie z udziału *Cladina mitis*, *C. arbuscula* oraz *Pseudevernia furfuracea*, *Platismatia glauca* i *Evernia prunastri*. Wielkości zajmowanych powierzchni przez porosty listkowate i skorupiaste są porównywalne z wcześniejszą klasą wiekową strzech.

Spśród mchów odnotowano: *Ceratodon purpureus*, *Pleurozium schreberi* i *Polytrichum piliferum*.

Faza 3. Współpanowanie porostów i mchów (faza ‘strzechy siwo-zielonej’). Większość strzech 40-letnich i starszych jest całkowicie lub prawie całkowicie pokryta przez porosty i mchy. Dotyczy to także około dwudziestu strzech obserwowanych wyłącznie z ‘dołu’ bez możliwości przeprowadzenia szczegółowych badań. Średnie pokrycie porostów wynosi około 55 proc. (na badanych strzechach od 25 do 95 proc.) a mszaków — średnio ponad 25 proc. (5–60 proc.). Na wszystkich zbadanych powierzchniach występuje *Hypogymnia physodes* (Ryc. 11; Tab. 7). Do gatunków pospolitych należą również: *Pseudevernia furfuracea*, *Parmelia sulcata*, *Cladonia pyxidata*, *C. macilenta* i *Placynthiella icmalea*, a spośród mchów — *Ceratodon purpureus*. Pojawia się liczna grupa porostów nie zasiedlających ‘młodszych’ strzech, np. *Melanelia exasperatula*, *Cetraria chlorophylla*, *C. aculeata*, *Cladonia coccifera*, *C. digitata* i *C. cenotea*. Zdecydowanie największe powierzchnie zajmuje nadal *Hypogymnia physodes*, której średnie pokrycie przekracza 15 proc., a na niektórych przebadanych powierzchniach dochodzi do 50–60 proc. Nadal znaczące powierzchnie zajmują *Pseudevernia furfuracea* i *Placynthiella icmalea*. Spośród 34 gatunków porostów stwierdzonych w tej fazie wiekowej strzechy, na poszczególnych powierzchniach występuje od 8 do 22 gatunków (średnio po czternaście). W porównaniu z wcześniejszą klasą wiekową, zmniejsza się powierzchnia zajmowana przez porosty z rodzaju *Cladonia*, z trwałymi łuskami plechy pierwotnej oraz przez porosty skorupiaste, przy czym chrobotki łącznie zajmują powierzchnię dwukrotnie większą niż formy skorupiaste. Wyraźnie wzrasta średnia wielkość powierzchni zajmowanej przez porosty o plechach listkowatych — do 20 proc. badanych powierzchni (około

Tabela 6 – Table 6

Pokrycie strzech przez porosty i mszaki (strzechy 30–39-letnie; VI klasa wiekowa)
Cover of the thatch by lichens and bryophytes (30–39 year old thatches; VI age class)

Nr kolejny Successive number	1	2	3	4	5	6	7	Współczynnik pokrycia – Coefficient of cover	Stałość – Constancy
Nr zdjęcia Number of relevé	119	93	95	117	147	58	149		
Wiek strzechy w latach Thatch age in years	38	35	35	35	30	30	35		
Data Date	1991 08.06	1990 08.05	1990 08.05	1991 08.06	1994 08.16	1987 08.07	1994 08.16		
Ekspozycja Exposure	NW	W	N	NW	N	N	NE		
Nachylenie w stopniach Slope in degrees	45	45	45	45	20	45	45		
Pokrycie porostów Cover of lichens	35	50	40	30	60	40	40		
mchów of mosses	40	+	+	20	20	+	+		
glonów of algae	.	10	10	.	.	20	.		
Liczba gatunków w zdjęciu Number of species in relevé									
porostów lichens	9	9	9	12	10	15	7		
mszaków mosses	2	2	1	2	1	3	1		
<i>Hypogymnia physodes</i>	1	1	2	+	2	1	2	750	V
<i>Placynthiella icmalea</i>	2	.	1	2	1	+	1	721	V
<i>Ceratodon purpureus</i>	2	+	+	1	2	+	+	600	V
<i>Cladonia macilenta</i>	.	+	+	1	1	+	1	236	V
<i>Cladonia pyxidata</i>	+	1	+	+	.	1	.	164	IV
<i>Cladonia floerkeana</i>	1	.	.	1	.	+	1	221	III
<i>Cladonia grayi</i>	+	1	+	+	.	.	.	93	III
<i>Cladonia coniocraea</i>	.	+	.	.	1	2	.	329	III
<i>Cladonia fimbriata</i>	.	.	.	.	1	1	+	150	III
<i>Cladina arbuscula</i>	2	.	1	.	.	.	.	321	II
<i>Cladina mitis</i>	.	2	1	1	.	1	.	464	III
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	1	2	.	1	.	.	.	393	III
<i>Platismatia glauca</i>	.	.	.	1	1	.	.	143	II
<i>Evernia prunastri</i>	.	.	.	1	1	.	.	143	II
<i>Pleurozium schreberi</i>	1	+	.	1	.	+	.	157	III
<i>Trapeliopsis granulosa</i>	.	.	1	+	.	.	1	150	III
<i>Cladonia subulata</i>	.	.	1	.	.	1	.	143	II
<i>Cladonia phyllophora</i>	.	.	.	.	2	+	.	257	II
<i>Cladonia cornuta</i>	.	.	.	.	2	+	.	257	II
<i>Cladonia chlorophaea</i>	1	.	.	.	+	.	.	79	II
<i>Cladonia gracilis</i>	+	.	.	.	.	.	1	79	II

Gatunki sporadyczne (Sporadic species): *Placynthiella uliginosa* 2 (1); *Xanthoria parietina* 2 (+); *Hypogymnia tubulosa* 4 (+); *Parmelia sulcata* 6 (1); *Cladonia furcata* 6 (+); *Cladonia cervicornis* ssp. *verticillata* 6 (+); *Cladonia squamosa* 6 (+); *Polytrichum piliferum* 6 (+)

Wykaz stanowisk zdjęć fitosocjologicznych w tabeli 6

List of localities of phytosociological relevés in table 6

- 1 (119). Puszcza Notecka (Notecka Forest), wieś Rapin, woj. gorzowskie.
- 2 (93). Bory Tucholskie (Tucholskie Forest), wieś Kłodawa, woj. bydgoskie.
- 3 (95). Bory Tucholskie (Tucholskie Forest), wieś Kłodawa, woj. bydgoskie.
- 4 (117). Puszcza Notecka (Notecka Forest), wieś Rapin, woj. gorzowskie.
- 5 (147). Bory Tucholskie (Tucholskie Forest), osada Dąbrówka, woj. bydgoskie.
- 6 (58). Lasy Parczewskie (Parczewskie Forest), wieś Tyśmienica, woj. białkopodlaskie.
- 7 (149). Bory Tucholskie (Tucholskie Forest), osada Dąbrówka, woj. bydgoskie.

Ryc. 11. Frekwencja oraz współczynniki pokrycia wybranych porostów

Fig 11. Frequency and cover coefficients of some lichens

A. krzaczkowate (fruticose): 1 - *Pseudevernia furfuracea*; 2 - *Cladonia mitis*; 3 - *Evernia prunastri*; 4 - *Cladonia furcata*; 5 - pozostałe (remaining); B. grupa *Cladonia* III (*Cladonia* group III): 1 - *Cladonia floerkeana*; 2 - *Cladonia chlorophaea*; 3 - *Cladonia gracilis*; 4 - *Cladonia squamosa*; C. listkowate (foliose): 1 - *Hypogymnia physodes*; 2 - *Parmelia sulcata*; 3 - *Platismatia glauca*; 4 - *Hypogymnia tubulosa*; 5 - pozostałe (remaining)

Pokrycie strzech przez porosty i mszaki (strzchy 40-letnie i starsze; VII klasa wiekowa)
Cover of the thatch by lichens and bryophytes (40 and more year old thatches; VII age class)

Nr kolejny Successive number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Współczynnik pokrycia — Coefficient of cover	Stość — Constancy
Nr zdjęcia w terenie Number of relevé	53	65	129	86	89	90	30	25	100	97	19	29		
Wiek strzchy w latach Thatch age in years	40	40	45	55	55	50	50	50	55	50	45	40	1984 08.16	NE
Data Date	1987 08.05	1987 09.09	1992 10.16	1989 07.01	1990 07.03	1990 07.03	1984 08.16	1984 08.16	1990 08.06	1990 08.05	1984 08.15	1984 08.16		
Ekspozycja Exposure	NE	SW	NE	NW	N	N	NE	N	NE	N	N	NE		
Nachylenie w stopniach Slope in degrees	45	45	45	45	45	45	45	20	45	45	45	60		
Pokrycie porostów Cover of lichens mszaków of bryophytes glonów of algae	30	30	30	50	30	70	95	70	95	20	20	10		
	40	70	10	10	20	25	5	20	5	60	60	25		
	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	15		
Liczba gatunków w zdjęciu: Number of species in relevé:														
porostów lichens	12	11	11	14	17	12	22	18	16	11	12	8		
mszaków bryophytes	1	1	1	1	1	2	2	1	1	3	6	1		
<i>Ceratodon purpureus</i>	3	4	1	1	2	2	1	2	1	3	2	3	2208	V
<i>Hypogymnia physodes</i>	+	1	2	2	+	4	3	2	2	2	1	+	1658	V
<i>Parmelia sulcata</i>	1	1	+	1	+	1	+	1	1	.	.	.	262	V

<i>Placynthiella icmalea</i>	2	.	.	+	+	+	+	+	2	2	1	+	+	+	504	V
<i>Trapiopsis granulosa</i>	1	.	.	+	+	.	.	.	+	.	+	+	.	.	67	III
<i>Placynthiella uliginosa</i>	+	.	1	2	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	230	II
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	.	1	+	2	1	2	2	2	1	2	1	.	.	.	754	V
<i>Evernia prunastri</i>	.	.	.	.	+	1	1	+	+	2	.	.	.	.	237	III
<i>Cetraria chlorophylla</i>	.	.	.	.	1	+	.	1	1	1	+	.	.	.	133	III
<i>Platismatia glauca</i>	.	.	.	.	.	.	1	+	+	2	1	2	.	.	379	III
<i>Cladonia mitis</i>	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	.	+	+	.	133	III
<i>Cetraria aculeata</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	2	1	2	.	.	375	II
<i>Cladonia macilenta</i>	1	1	1	.	1	.	1	+	+	1	+	+	.	.	267	V
<i>Cladonia pyxidata</i>	.	2	1	+	1	+	+	+	+	+	.	.	.	.	250	V
<i>Cladonia floerkeana</i>	.	1	+	1	1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	175	III
<i>Cladonia subulata</i>	+	1	+	1	1	.	+	+	.	.	.	.	.	.	137	III
<i>Cladonia cornuta</i>	.	.	+	+	.	+	+	+	+	+	.	+	+	.	29	III
<i>Cladonia chlorophaea</i>	+	.	.	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	25	III
<i>Cladonia coniocraea</i>	2	.	.	+	.	1	+	+	+	+	.	.	.	.	204	III
<i>Cladonia fimbriata</i>	+	.	+	.	+	.	.	.	2	.	.	+	.	.	162	III
<i>Cladonia phyllophora</i>	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12	II
<i>Cladonia cervicornis</i> ssp. <i>verticillata</i>	+	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	46	I
<i>Cladonia gracilis</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	.	+	+	+	+	.	162	III
<i>Cladonia grayi</i>	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	+	+	+	.	96	III
<i>Cladonia glauca</i>	.	1	.	.	+	.	.	.	.	+	+	+	+	.	58	III
<i>Cladonia furcata</i>	.	.	+	1	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	92	II
<i>Cladonia cryptochlorophaea</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	+	.	.	.	.	46	I
<i>Cladonia rangiferina</i>	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	46	I
<i>Dicranum scoparium</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	83	I
<i>Bryum</i> sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	83	I
<i>Pohlia nutans</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	46	I

Gatunki sporadyczne (Sporadic species): *Cladonia cenotea* 2 (+); *Melanelia exasperatula* 2 (1); *Cladonia coccifera* 7 (+); *Cladonia digitata* 7 (+); *Cladonia pocillum* 7 (1); *Cladonia ramulosa* 7 (+); *Platygyrium repens* 7 (+); *Cladonia deformis* 8 (+); *Polytrichum juniperinum* 11 (+); *Ptilidium pulcherrimum* 11 (+).

22 proc. udziału wszystkich porostów i mchów). Dzieje się tak głównie za sprawą dominacji *Hypogymnia physodes*. Również zdecydowanie zwiększa się pokrycie osiągane przez porosty krzaczkowate, odpowiednio: 20 proc. (24 proc.).

IV.3. Zróżnicowanie dynamiczne porostów zasiedlających słomiane strzechy

IV.3.1. Uwagi ogólne

Liczby gatunków porostów oraz ich zróżnicowanie pod względem wymagań siedliskowych zmieniają się w zależności od czasu eksponowania słomy na strzechach. Na świeżej słomie osiedlają się porosty tolerujące szeroki zakres warunków siedliskowych. Większość spośród nich występuje także na strzechach starszych. Jednocześnie, w miarę postępującego procesu butwienia słomy, pojawiają się naziemne gatunki fotofilne: *Cladonia floerkeana*, *C. cervicornis* ssp. *verticillata*, *Cetraria aculeata* oraz higrofilny *Cladonia squamosa*. Dopiero na strzechach starszych występują również typowe epifity, rzadko osiedlające się na innym podłożu, np. *Cetraria chlorophylla*, *Platismatia glauca* i *Evernia prunastri*.

IV.3.2. Porosty inicjujące kolonizację strzech

Inicjalny charakter zasiedlania słomianych strzech przejawiają przede wszystkim: *Placynthiella icmalea*, *P. uliginosa*, *Trapeliopsis granulosa*, *Cladonia macilenta*, *C. ciniocraea*, *C. pocillum* oraz epifityczny *Hypogymnia tubulosa*.

Płonne plechy *Placynthiella icmalea* inicjują sukcesję osiedlając się w niewielkich ilościach już w drugim roku eksponowania strzechy. Od II klasy wiekowej (3–5 lat)

Wykaz stanowisk zdjęć fitosocjologicznych w tabeli 7
List of localities of phytosociological relevés in table 7

- 1 (53). Lasy Parczewskie (Parczewskie Forest), wieś Guradów, woj. białopodlaskie.
- 2 (65). Puszcza Knyszyńska (Knyszyńska Forest), wieś Rowek, woj. białostockie
- 3 (129). Puszcza Drawska (Drawska Forest), wieś Drawiny, woj. gorzowskie.
- 4 (86). Puszcza Notecka (Notecka Forest), wieś Rąpin, woj. gorzowskie.
- 5 (89). Puszcza Notecka (Notecka Forest), wieś Mężyk, woj. pilskie.
- 6 (90). Puszcza Notecka (Notecka Forest), wieś Mężyk, woj. pilskie.
- 7 (30). Bory Tucholskie (Tucholskie Forest), wieś Klonia, woj. bydgoskie.
- 8 (25). Bory Tucholskie (Tucholskie Forest), osada Dąbrówka, woj. bydgoskie.
- 9 (100). Bory Tucholskie (Tucholskie Forest), wieś Klonia, woj. bydgoskie.
- 10 (97). Bory Tucholskie (Tucholskie Forest), wieś Męcikał, woj. bydgoskie.
- 11 (19). Bory Tucholskie (Tucholskie Forest), wieś Męcikał, woj. bydgoskie.
- 12 (29). Bory Tucholskie (Tucholskie Forest), wieś Klonia, woj. bydgoskie.

porost ten występuje z częstotliwością ponad 70 proc., a w V klasie (40 i więcej lat) jest obecny na każdej strzesze. Poza strzechami porost ten występuje najczęściej na glebie i na butwiejącym drewnie, głównie w miejscach zacienionych. *P. uliginosa* pojawia się na strzechach w II klasie wiekowej (3–5-letnich); w miarę starzenia się strzech jego frekwencja maleje. Jest znany przede wszystkim jako umiarkowanie fotofilny porost epiksyliczny i epigeiczny. Występujący na glebie i rzadko na innym podłożu *Trapeliopsis granulosa*, zasiedla wszystkie najmłodsze (3–5-letnie) strzechy. Na bardziej zbutwiełej słomie występuje rzadziej.

Cladonia macilenta i *C. coniocraea* należą do porostów tolerujących szeroki zakres zmienności warunków siedliskowych: występują na rozłożonym w różnym stopniu drewnie, w miejscach wilgotnych i zacienionych oraz w suchych i widnych. Są pospolitymi porostami naziemnymi, osiedlają się także na korze drzew (najczęściej pochyłonych brzoź) oraz na warstewkach humusu w szczelinach skalnych. *C. macilenta* występuje na wszystkich spośród badanych najmłodszych strzech – w II i III klasie wiekowej. W następnych klasach jest nadal porostem bardzo częstym, a najwyższą wartość współczynnika pokrycia osiąga na strzechach 10–29-letnich. Na strzechach starszych występuje często, ale z niewielkim pokryciem. *C. coniocraea* najwyższy wskaźnik frekwencji i pokrycia wykazuje na strzechach 10–29-letnich.

C. pocillum występuje na strzechach już od II klasy wiekowej; w miarę licznie jeszcze zasiedla strzechy w IV i V klasie wiekowej. Nie stwierdzony na strzechach ponad 30-letnich, jedynie na strzesze 50-letniej znaleziono jedno niewielkie skupienie. Ten kserotermiczny porost (CIEŚLIŃSKI 1979; CZYŻEWSKA 1992) w Borach Tucholskich (główny teren badawczy) występuje częściej na strzechach niż w przebadanych zbiorowiskach naziemnych, gdzie spotykany jest przede wszystkim w zbiorowiskach ekotonowych – w strefie przejściowej między suchym borem sosnowym *Cladonio-Pinetum* a fragmentami muraw psammofilnych, zwłaszcza w *Spergulo-Corynephoretum cladinetosum mitis* rozwijającym się na poboczach leśnych dróg (obserwacje własne).

Epifityczny, mezofotofilny *Hypogymnia tubulosa* pojawia się już na strzechach 3–5-letnich. Największą frekwencję i pokrycie osiąga w II i III klasie wiekowej strzech; zmniejsza swą obecność na strzechach 20–39-letnich, a na najstarszych nie występuje.

IV.3.3. Pozostałe porosty pionierskie i ich dalszy los

Naziemne porosty o pionierskim charakterze zasiedlania strzech charakteryzują się, podobnie jak porosty inicjalne, szerokim zakresem tolerancji warunków siedliskowych, głównie oświetlenia i wilgotności. Porosty epifityczne mają charakter mezohigrofilnych i mezofotofilnych.

Mezohigrofilny *Hypogymnia physodes*, poza II i III klasą wiekową, jest porostem obecnym na każdej strzesze. W miarę rozkładu słomy plechy zajmują coraz większą powierzchnię i na najstarszych strzechach jest to porost dominujący. Jednocześnie

ze starzeniem się strzech stały wzrost pokrycia wykazuje także mezohigro-fotofilny *Pseudevernia furfuracea*. Dopiero na strzechach 10-letnich i starszych występuje *Parmelia sulcata* – porost o umiarkowanej fotofilności. Na najstarszych strzechach jest to porost prawie stale obecny, choć tylko wyjątkowo zajmujący duże powierzchnie.

Cechami eurytopowego *Cladonia pyxidata* są wzrastająca frekwencja i w miarę stały współczynnik pokrycia we wszystkich klasach wiekowych (poza przedziałem wiekowym 3–5 lat). *C. fimbriata*, porost występujący w niewielkich ilościach na najmłodszych strzechach, na strzechach 20-letnich i starszych jest obecny na ponad 40 proc. powierzchniach. Pionierski sposób zasiedlania jest charakterystyczny także dla mchu *Ceratodon purpureus*, który z niewielkim pokryciem występuje na strzechach 3–9-letnich; nie stwierdzony na strzechach 10–19-letnich, a na 20-letnich i starszych – jest obecny na każdej z badanych powierzchni, przy czym na najstarszych strzechach jest dominantem.

IV.4. Charakterystyka syntaksonomiczna wybranych porostów

Porosty zasiedlające strzechy wykazują zróżnicowane i przeważnie szerokie preferencje ekologiczne. Główne grupy to gatunki naziemne, nadrzewne i żyjące na martwym drewnie. W swoim podstawowym miejscu występowania stanowią zasadniczy zręb zbiorowisk epigeicznych, epifitycznych i epiksylicznych.

Wśród porostów epifitycznych znajdują się gatunki charakterystyczne *Hypogymnietea physodis* Follm. 1974, najbardziej rozpowszechnionej klasy. Są to: *Hypogymnia physodes*, *H. tubulosa* i *Platismatia glauca* oraz pospolite w zbiorowiskach tej klasy – *Parmelia sulcata* i *Evernia prunastri*, jak też gatunki charakterystyczne zespołu *Pseudevernetum furfuraceae* Hil. 1925 – *Pseudevernia furfuracea* i *Cetraria chlorophylla*.

Porosty epiksyliczne, często występujące poza drewnem także na glebie oraz – rzadziej – na innym podłożu biotycznym i abiotycznym, stanowią wyraźną grupę organizmów zasiedlających strzechy. Są to m.in. *Cladonia conicoraea* – gatunek charakterystyczny związku *Cladonio coniocracae* Duving. 1942 z rzędu *Lophocoleetalia heterophyllae* Barkm. 1958 i klasy *Cladonio-Lepidozieta* Jäcek & Vondr. 1962; *C. macilenta* – gatunek charakterystyczny zespołu *Cladonietum coniocracae* Duvign. 1942 ex James et al. 1977 ze związku *Cladonio coniocracae* oraz *C. fimbriata* i *C. squamosa* wchodzące w skład zespołu *Cladonietum cenoteae* Frey 1927 ex Frey 1959, również z tego samego związku.

Wśród porostów naziemnych występujących na zbadanych strzechach znajdują się zarówno porosty preferujące miejsca otwarte, jak i taksony leśne. Niektóre z nich – wraz z innymi gatunkami porostów, mszaków i roślin zielnych – należą do gatunków charakterystycznych lub wyróżniających pionierskich muraw *Spergulo morisonii-Corynephorum canescentis* R. Tx. ex K. Czyżewska 1992, np. dla *S.-C. cladinetosum mitis* R. Tx. (1928) 1937 em. K. Czyżewska 1992 są to; *Cladonia mitis*, *Cetraria aculeata* i *Cladonia cervicornis* ssp. *verticillata*. Gatunkami charakterystycz-

nymi rzędu *Corynephoretalia canescentis* Klika 1934 em. Krausch 1962 są: *Cladina mitis*, *Cetraria aculeata*, *Cladonia cervicornis* ssp. *verticillata* oraz mech *Polytrichum piliferum* (CZYŻEWSKA 1992). W murawach szczotlichowych optimum swego występowania osiągają również *Placynthiella uliginosa* i *Trapeliopsis granulosa*.

Zespoły porostowe miejsc otwartych z klasy *Ceratodonto-Polytrichetea piliferi* Mohan 1978, rzędu *Peltigeretalia* Klem. 1950 i związku *Baeomycion rosei* Klem. 1950 reprezentują: *Trapeliopsis granulosa* i *Placynthiella uliginosa*. Są one gatunkami charakterystycznymi zespołu *Lecideetum uliginosae* Langerf. ex Klem. 1955. Gatunkami charakterystycznymi związku *Cladonion arbusculae* Klem. 1950 z tego samego rzędu są *Cladina arbuscula* i *Cetraria aculeata*, a *Cladonia cornuta* i *C. furcata* należą do często spotykanych.

Do naziemnych porostów leśnych, związanych przede wszystkim ze zbiorowiskami borowymi ze związku *Dicrano-Pinion* Libb. 1933 należą zarówno niektóre spośród wymienionych, jak i inne, np. *Cladonia gracilis*.

V. SPECYFIKA PROCESU KSZTAŁTOWANIA SIĘ FLORY POROSTÓW NA SŁOMIANYCH STRZECHACH BUDYNKÓW

Osiedlanie się organizmów żywych na słomianych strzechach jest złożone, ponieważ zachodzi równocześnie zjawisko parasukcesji i sukcesji. Szereg parasukcesyjny tworzą organizmy saprofityczne. Wynika on z nagłego nagromadzenia substancji odżywczej i nie prowadzi do stabilizacji układu, lecz w miarę wyczerpywania się substancji organicznej ulega dezintegracji (TROJAN 1980). Tworzą go mikroorganizmy rozkładające słomę, przyczyniając się do nagromadzenia substancji humusowych. Równolegle przebiega sukcesja porostów, mszaków i — w końcu — roślin naczyniowych.

Zasiedlanie przez porosty jest możliwe dzięki nanoszeniu ich diaspor ze stosunkowo niewielkich odległości, nawet z sąsiedniego 'starszego' fragmentu strzechy. Częste bytowanie ptaków na strzechach sprzyja rozwojowi porostów nitrofilnych, szczególnie w sąsiedztwie gniazd, np. bocianach.

Do najwcześniej pojawiających się na strzechach należą porosty epiksyliczne. Jest to jedno z podobieństw między procesem zasiedlania przez porosty strzech i murzejącego drewna (DANIELS 1983; FAŁTYNOWICZ 1986, 1992). Są jednakże istotne różnice między tymi procesami. Porosty na bocznych powierzchniach pniaków występują z reguły jeszcze za życia drzew, często także migrują na ściany i na powierzchnię pniaka z bezpośredniego sąsiedztwa, np. z podstawy pnia. Słoma świeżo wyłożona na strzechy jest całkowicie wolna od porostów, są to martwe, ale jeszcze nie ulegające rozkładowi części roślin. Dodatkowo zabezpieczone są naturalnym powłoczeniem oraz — do pewnego stopnia — wysyceniem woskami roślinnymi. Początek osiedlania się porostów na strzechach zbiega się z pierw-

szymi etapami rozkładu i mineralizacji słomy; oba procesy są wzajemnie zależne. Na powiązanie procesów glebotwórczych z sukcesyjnymi zwracał uwagę między innymi RAJSKI (1965). W trakcie butwienia słomy w różnym stopniu zmieniają się cechy podłoża, co jest korzystnym zjawiskiem dla porostów ubikwistycznych i eurytopowych. Powiązanie ze sobą efektów oddziaływania warunków atmosferycznych, działalności mikroorganizmów oraz obecności porostów doprowadza do powstania próchnicy. Na niej z kolei, bujniej rozwija się brioflora oraz znajdują warunki korzystne do osiedlania się rośliny naczyniowe. Zarastanie strzechy przez porosty jest zatem wstępnym etapem procesu złożonego i rozciągniętego w czasie daleko poza praktyczne możliwości jego śledzenia — proces ten bywa najczęściej przerywany pracami konserwacyjnymi i innymi lub zniszczeniem konstrukcji budynku.

Strzechy są przeważnie nachylone pod kątem 45° i ta cecha również rzutuje na tempo oraz warunki osiedlania się porostów. Są to — przynajmniej w pierwszych fazach formowania się flory — warunki korzystniejsze dla osiedlania się porostów skorupiastych, rozwijających się nawet w niewielkich zagłębieniach, niż dla listkowatych, przylegających całą powierzchnią do podłoża, oraz dla krzaczkowatych, o odcinkach wzniesionych.

Na strzechach młodszych pojawianie się jednych i zanikanie innych gatunków powodowane jest zmianą właściwości podłoża, głównie wzrostem jego wilgotności, co jest między innymi efektem postępującego rozkładu słomy (por. Ryc. 3). Stąd zmiany składu gatunkowego porostów w miarę 'starzenia się' strzech nie są wyłącznie obrazem zastępowania jednych gatunków porostów przez kolejne, zajmujące to samo miejsce. Zjawisko zastępowania zachodzi wtedy, gdy po gatunkach ustępujących, w różnym stopniu stenotopowych, podłoża zajmowane jest przez kolejne stenobionty bądź — w mniejszym stopniu — przez rozrastające się plechy żyjących w sąsiedztwie eurybiontów. W tym znaczeniu eurybiontami, zajmującymi coraz większe powierzchnie strzechy są: *Placynthiella icmalea*, *Cladonia macilenta*, *C. coniocraea* oraz *Trapeliopsis granulosa*. Grupę tę poszerzają: *Hypogymnia physodes* oraz — do pewnego stopnia — *Pseudevernia furfuracea*, *Cladonia pyxidata* i *C. fimbriata*. Jednak najczęściej osiedlone na strzechach porosty eurytopowe dla zajmowania coraz większych powierzchni nie wymagają jej 'zwolnienia' przez inne taksony, np. stenotopowe, choć taką 'okazję' również wykorzystują. 'Walka' o powierzchnię do życia i rozwoju może mieć miejsce co najwyżej w najstarszej fazie, gdy plechy porostów oraz mszaki zajmują niekiedy 90–100 proc. powierzchni strzechy. Analizy wykonane prostymi metodami terenowymi (organoleptycznie oraz przy zastosowaniu lupy) wykazały, że nie ma wyraźnych różnic we właściwościach fizycznych wolnych powierzchni strzech i zajętych przez porosty. Najwięcej gatunków porostów rośnie w najniższych częściach strzech (Ryc. 12). Przyczynia się do tego prawdopodobnie splukiwanie propagul z wyższych partii strzechy i osadzanie się ich niżej.

Grupą porostów wyraźnie zaznaczającą swoją obecność już na strzechach 3–10-letnich są porosty o plechach skorupiastych. Osiedlając się na słomie w początkowych etapach jej rozkładu, wyznaczają pierwszą fazę inicjalnego stadium

Ryc. 12. Przykłady liczb gatunków porostów (A) i ich pokrycia (B) na różnych wysokościach strzech w Borach Tucholskich

Fig. 12. Examples of the numbers of lichen species (A) and their cover (B) on different height of thatch in the Tucholskie Forests

I — wieś (village) Dąbrówka; II — wieś (village) Klonia

sukcesji — fazę 'strzechy słomianej'. W następnych klasach wiekowych udział tej grupy stabilizuje się na niższym poziomie. Rozpoczyna się rozwój łusek plech pierwotnych grupy *Cladonia*. Pierwsze chrobotki pojawiają się co prawda już na 5-letnich strzechach, jednak ich bardziej znacząca obecność jest limitowana tempem zmian właściwości fizycznych podłoża. Wykorzystują one przede wszystkim powierzchnie ze słomą najbardziej zbutwiałą. Ich dominacja rozpoczyna się od strzech ponad 10-letnich — jest to faza ekspansji chrobotków, czyli faza 'strzechy chrobotkowej'. Okres ten trwa dopóty, dopóki na niemal całej powierzchni strzechy najwyższe warstwy słomy nie ulegną prawie całkowitemu rozkładowi, co następuje na strzechach około 40-letnich. Obecność humusu na powierzchniach najstarszych strzech sprzyja intensywnemu osiedlaniu się epifitycznych porostów listkowatych, o stosunkowo dużych plechach (przylegających całą lub prawie całą dolną powierzchnią do podłoża) oraz porostów krzaczkowatych i mszaków. W fizjonomicz-

nym obrazie strzechy dominuje siwo-szary odcień nadawany przez listkowate plechy *Hypogymnia physodes* i *Parmelia sulcata* oraz krzaczkowate *Pseudevernia furfuracea*. Mech *Ceratodon purpureus* oraz porost *Cetraria chlorophylla* tworzą ciemnozielone 'plamy'. Jest to faza współdominowania porostów i mchów, czyli faza 'strzechy siwo-zielonej'. Znajdowały się w niej wszystkie spośród najstarszych strzech możliwych do dokładnego zbadania oraz wszystkie bardzo stare strzechy obserwowane jedynie 'z dołu'.

Stadium optymalne przejawia się stabilizacją składu gatunkowego dominujących porostów krzaczkowatych i listkowatych i wypieraniem przedstawicieli grupy *Cladonia* z trwałymi łuskami plechy pierwotnej przez mszaki, głównie przez mech *Ceratodon purpureus*. Na strzechach takich, nielicznych spośród obserwowanych i niemożliwych ze względów technicznych do dokładnego zbadania, między skupieniami mszaków wyrastają rośliny zielne, a nawet pojawiają się siewki drzew, np. brzoź.

Skład gatunkowy porostów, mszaków oraz roślin naczyniowych na strzechach jest zależny od flory najbliższego otoczenia. Spostrzeżenie to potwierdzają także wyniki porównawczych obserwacji poza terenami leśnymi. Obserwowane nieliczne strzechy na zabudowaniach oddalonych od terenów leśnych (wśród pól i łąk) lub w rejonach bezleśnych, były w zdecydowanie mniejszym stopniu pokryte porostami, niż strzechy z terenów leśnych. Częściej i wcześniej (szacunkowo) osiedlały się na nich rośliny zielne (głównie chwasty polne), a na strzechach mocno zacienionych, np. pod okapem starych i silnie rozgałęzionych drzew — mszaki.

Liczniejsza obecność niektórych porostów nitrofilnych, niezależnie od otoczenia budynku i klasy wiekowej strzechy, wynika z miejscowego nagromadzenia ptasich odchodów albo z silniejszej alkalizacji powierzchni wapnem lub zaprawą murarską, np. podczas konserwacji komina.

VI. PODSUMOWANIE

- Słomiane strzechy pokrywające budynki zachowały się w Polsce, poza skansenami budownictwa wiejskiego, w nielicznych, przeważnie śródleśnych wsiach.
- W latach 1979–1994 gromadzono dane dotyczące składu gatunkowego porostów rosnących na strzechach eksponowanych w różnym czasie. W opracowaniu wykorzystano wyniki badań prawie pięćdziesięciu powierzchni spośród około dwustu zbadanych lub obserwowanych w latach 1984–1994.
- Przeanalizowano wyniki badań porostów na strzechach pokrywających budynki w miejscowościach położonych wśród rozległych niżowych kompleksów leśnych albo na ich obrzeżu: w Borach Tucholskich, Puszczech Knyszyńskiej, Drawskiej i Noteckiej oraz w Lasach Parczewskich. Obserwacje porównawcze prowadzono także w innych rejonach Polski, głównie w środkowych i wschodnich (Ryc. 1, 2).

Przebieg procesu zasiedlania oraz kształtowania się flory porostów analizowano przez zestawianie składu gatunkowego porostów rosnących na strzechach w ich kolejnych klasach wiekowych.

- Osiedlaniu się porostów na słomianych strzechach towarzyszą parasukcesyjne procesy powodujące w efekcie mineralizację słomy. Oba procesy wzajemnie oddziałują na siebie. Na strzechach, zwłaszcza na młodszych, pojawianie się jednych i ustępowanie innych gatunków powodowane jest zmianą właściwości podłoża, głównie wzrostem wilgotności, co jest między innymi efektem postępującego rozkładu słomy (Ryc. 3).
- Wyodrębniono fazy zasiedlania strzech przez porosty (Tab. 1):
 - faza wkraczania porostów skorupiastych ('strzechy słomianej') – I–III klasa wiekowa (1–9 lat ekspozycji strzechy);
 - faza ekspansji chrobotków ('strzechy chrobotkowej') – IV–VI klasa wiekowa (10–39 lat);
 - faza współpanowania porostów i mchów ('strzechy siwo-zielonej') – VII klasa wiekowa (ponad 40 lat).
- Stwierdzono 46 gatunków porostów i 9 gatunków mszaków (Ryc. 4, 6–9).
- Do taksonów inicjujących zasiedlanie strzech należą porosty skorupiaste: *Placynthiella icmalea*, *P. uliginosa* i *Trapeliopsis granulosa* oraz chrobotki z grupy *Cladonia* o trwałych łuskach plechy pierwotnej: *C. macilenta*, *C. coniocraea* i *C. pocillum*. Do gatunków inicjalnych należy również listkowaty *Hypogymnia tubulosa*. Jako pierwszy na strzechach ekspozycyjnych około jednego roku osiedla się *Placynthiella icmalea* (Ryc. 8, 9).
- W fazie 'strzechy słomianej' pojawiają się także porosty pionierskie: *Cladonia pyxidata*, *C. fimbriata*, epifityczne *Hypogymnia physodes*, *Pseudevernia furfuracea* i *Parmelia sulcata* oraz *Ceratodon purpureus*, najpospolitszy mech na strzechach. W czasie trwania tej fazy pokrycie przez porosty wzrasta od 2–3 proc. w I klasie wiekowej do 15–20 proc. powierzchni strzechy w III klasie (Ryc. 5; Tab. 2, 3).
- Na strzechach ekspozycyjnych dłużej niż 10 lat zaczynają dominować chrobotki *Cladonia* (15 gatunków) – faza 'strzechy chrobotkowej'. Do wcześniej obecnych i zwiększających swoje pokrycie dołączają między innymi *C. grayi*, *C. subulata*, *C. cornuta*, *C. squamosa* oraz *Cladonia mitis* i – w następnej kolejności – *Cladonia chlorophaea*, *C. floerkeana*, *C. gracilis* oraz *C. furcata*, *C. cervicornis* ssp. *verticillata*, a spośród porostów epifitycznych – *Evernia prunastri* i *Platismatia glauca*. Na strzechach ekspozycyjnych od 10 do 40 lat przeciętne pokrycie przez porosty wzrasta od około 20 do ponad 40 proc. (Ryc. 5); połowę tej powierzchni zajmują chrobotki z rodzaju *Cladonia* (Ryc. 8, 9; Tab. 4–7).
- Średnio około 55 proc. powierzchni strzech 40-letnich i starszych pokryte jest przez porosty, a około 25 proc. – przez mszaki, zwłaszcza przez mchy. Porosty zajmują od 25 do 95 proc. powierzchni strzech, a mszaki od 5 do 60 proc. Jest to faza 'strzechy siwo-zielonej' (Ryc. 5). Dominującym porostem jest epifityczny *Hypogymnia physodes*, zajmujący średnio 20 proc. powierzchni strzechy. Taką samą powierzchnię zajmują porosty krzaczkowate, pozostałe – około 15 proc.

- Na poszczególnych powierzchniach występuje od 8 do 22 gatunków porostów, a łącznie w tej fazie — 34 gatunki porostów i 7 gatunków mszaków (por. Ryc. 4, 6, 10, 11).
- Na najstarszych strzechach najbogatsze gatunkowo są ich najniższe części (Ryc. 12).
 - Spośród porostów epifitycznych wcześniej osiedlają się, potwierdzając dużą tolerancję warunków siedliskowych: *Hypogymnia physodes*, *H. tubulosa* i *Pseudevernia furfuracea*. Na początku fazy 'strzechy chrobotkowej' osiedla się *Parmelia sulcata* i *Platismatia glauca*. Pod koniec trwania tej fazy i w fazie 'strzechy siwo-zielonej' — *Evernia prunastri* i *Cetraria chlorophylla*.
 - Proces osiedlania się porostów otwierają gatunki ubikwistyczne i eurytopowe, o szerokim zakresie tolerancji warunków siedliskowych; większość spośród nich występuje na strzechach we wszystkich klasach wiekowych. Są to gatunki naturalnie występujące w zbiorowiskach epiksylicznych, na glebie i na korze drzew. Dopiero na zbutwiałej częściowo słomie osiedlają się gatunki naziemne fotofilne: *Cladonia floerkeana*, *C. cervicornis* ssp. *verticillata* i *Cetraria aculeata*.
 - W stadium optymalnym znajdują się strzechy ponad 55-letnie. Charakterystyczna jest stabilizacja składu gatunkowego dominujących porostów krzaczkowatych i listkowatych oraz wypieranie przedstawicieli grupy *Cladonia* z trwałymi łuskami plechy pierwotnej przez mszaki, głównie przez mech *Ceratodon purpureus*. Między skupieniami mszaków pojawiają się rośliny zielne, a nawet siewki drzew, np. brzoź. Szczegółowe badania strzech w tym stadium nie było możliwe do przeprowadzenia głównie za względu na ich stan techniczny.

VII. LITERATURA

- BARKMAN, J.J. 1958. Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes. Van Gorcum and Comp., Assen: 1—628.
- BYSTREK, J. 1964. Przyczynek do poznania porostów Suwalszczyzny. Ann. UMCS, Sec. C 19 15: 261—272.
- BYSTREK, J., FLISIŃSKA, Z. 1981. Porosty Wyżyny Lubelskiej. Fragm. Flor. Geobot. 27, 1—2: 239—260.
- BYSTREK, J., GÓRZYŃSKA, K. 1981. Porosty Rostocza. Fragm. Flor. Geobot. 27, 1—2: 213—237.
- CIEŚLIŃSKI, S. 1979. Udział oraz rola diagnostyczna porostów naziemnych w zbiorowiskach roślin naczyniowych Wyżyny Kielecko-Sandomierskiej i jej pobrzeży. Wyd. WSP w Kielcach, Kielce: 1—250.
- CIEŚLIŃSKI, S., ZIELIŃSKA, J. (red.). 1994. Materiały do flory porostów Puszczy Knyszyńskiej. Fragm. Flor. Geobot., Ser. Polonica 1: 49—61.
- CZYŻEWSKA, K. 1992. Syntaksonomia śródładowych, pionierskich muraw napiaskowych. Monogr. Bot. 74: 1—174.
- DANIELS, F. J. A. 1983. Lichens communities on stumps of *Pinus sylvestris* L. in the Netherlands. Phytocoenologia 11, 3: 431—444.
- FALTYNOWICZ, W. 1986. The dynamics and role of lichens in a managed *Cladonia*-Scotch pine forest (*Cladonio-Pinetum*). Monogr. Bot. 69: 3—96.
- FALTYNOWICZ, W. 1992. The lichens of Western Pomerania (NW Poland) an ecogeographical study. Pol. Bot. Studies 4: 1-182.

- KISZKA, J. 1967. Porosty pasma Gubałówki. *Fragm. Flor. Geobot.* 13, 3: 419–446.
- KONDRACKI, J. 1994. *Geografia Polski. Mezoregiony fizycznogeograficzne*. PWN, Warszawa: 1–340.
- KRÖGER, H. 1957. Die Flora der Strohdächer des Kreises Segeberg. 3: 187–189.
- LIPNICKI, L. 1990. Porosty Borów Tucholskich. *Acta Mycol.* 26, 1: 119–175.
- LIPNICKI, L., TOBOLEWSKI, Z. 1992. Porosty Pojezierza Choszczeńskiego. *Acta Mycol.* 27, 1: 7–30.
- MARSZEWSKA-ZIEMIĘCKA, J. (red.). 1974. *Mikrobiologia gleby i nawozów organicznych*. PWRiL, Warszawa. 1–450.
- MASON, H. L. 1947. Evolution of certain floristic associations in western North America. *Ecol. Monog.* 17: 201–210.
- MİYAWAKI, A. 1956. Untersuchungen über die Pflanzengesellschaften auf den Strohdächern. *Science Reports Yokohama. Nat. Univ., Sec. II* 5: 16–33.
- NOWAK, J., TOBOLEWSKI, Z. 1975. Porosty polskie. PWN, Warszawa-Kraków: 1–1177.
- OLECH, M. 1972. Porosty pasma Radziejowej. *Fragm. Flor. Geobot.* 18, 3–4: 359–398.
- PAWŁOWSKI, B. 1972. Systematyka polskich zbiorowisk roślinnych. W: SZAFER, W., ZARZYCKI, K., red., *Szata roślinna Polski. T. 1*. PWN, Warszawa: 269–278.
- RAJSKI, A. 1965. Sukcesja ekologiczna (wprowadzenie). *Ekol. Pol.*, B 11: 23–50.
- RUSIŃSKA, A., BALCERKIEWICZ, S. 1978. Moss communities on the roofs buildings. *Abstracta Botanica V*. Budapest, Suppl. 3: 51–60.
- SANTESSON, R. 1984. The lichens of Sweden and Norway. Stockholm and Uppsala: 1–333.
- SANTESSON, R. 1993. The lichens and lichenicolous fungi of Sweden and Norway. Lund: 1–240.
- TROJAN, P. 1980. *Ekologia ogólna*. PWN, Warszawa: 1–419.
- WIRTH, V. 1987. Die Flechten Baden-Württembergs. *Verbreitungsatlas*. Ulmer Verlag, Stuttgart: 1–528.
- WIRTH, V. 1995. Die Flechten Baden-Württembergs. Bd. 1, 2. Ulmer Verlag, Stuttgart: 1–1006.

VIII. FORMATION OF LICHEN FLORA ON STRAW-THATCHED ROOFS (SUMMARY)

Introduction

Straw thatches, which were formerly a permanent component of the Polish rural landscape, are preserved only at sparse settlements — mainly located in the forests. The thatches are extensively populated by lichens, mainly overground and epiphytic species. The data, regarding the species composition of the lichens occurring on thatches with various duration, were collected within 1984–1994 from thatched roofs of the buildings located inside or on the edge of the lowland forests (mainly the northern and eastern parts of Poland) (Figs. 1, 2). The process of population and the formation of lichen flora were analysed on the basis of comparison between the species composition of lichens occurring on thatches in the consecutive age classes.

Results

1. While the population of lichens takes place, there can also be observed the para-succession processes which cause mineralization of the straw. Both types of processes affect each other.

2. The occurrence of some species and retreat of the others is caused by the changes of the substrate features, mainly by an increase in the humidity (which is responsible for an effect of progressive straw decomposition) (Fig. 3).

3. The following phases of lichen population on thatches were distinguished (Tab. 1):

- the phase of occurrence of crustose lichens ('the straw thatch') – I–III age class (1–9 years of exposing);
- the phase of expansion of cup-moss ('the cup-moss thatch') – IV–VI age class (10–39 years);
- the phase of co-habitation of lichens and bryophytes ('the grey-green thatch') – VII age class (over 40 years).

4. There were 46 species of lichens and 9 species of bryophyta found on straw thatches (Figs. 4, 6, 9).

5. The process of the thatches population is initiated by crustose lichens: *Placynthiella icmalea*, *P. uliginosa* and *Trapeliopsis granulosa*, and *Cladonia* with perennial squamulae of primary thallus: *C. macilenta*, *C. coniocraea* and *C. pocillum*. The other initiating species is a foliose lichen *Hypogymnia tubulosa*. The first one to populate is *Placynthiella icmalea* – occurring on the thatch which has been exposed for about one year (Figs. 8, 9).

6. The pioneering lichens such as *Cladonia pyxidata*, *C. fimbriata*, epiphytic *Hypogymnia physodes*, *Pseudevernia furfuracea* and *Parmelia sulcata*, and the most common moss *Ceratodon purpureus* appear in the 'straw thatch' phase. Within this phase the lichens coverage of the thatch surface increases from 2–3 in I age class to 15–20 in III age class (Fig. 5; Tabs. 2, 3).

7. When the thatch has been exposed for a period of time longer than 10 years, the domination of *Cladonia* (15 species) can be observed – the phase of 'the cup-moss thatch'. *C. grayi*, *C. subulata*, *C. cornuta*, *C. squamosa*, *C. chlorophaea*, *C. floerkeana*, *C. gracilis*, *C. furcata*, *C. cervicornis* ssp. *verticillata* and *Cladonia mitis* join the species previously mentioned. *Evernia prunastri* and *Platismatia glauca* start their occurrence among the epiphytic lichens. On the thatches which have been exposed for 10–40 years the average lichen coverage increases from c.a. 20 to over 49; the half of this surface is covered by *Cladonia* s.l. (Figs. 8, 9; Tabs. 4–7).

8. The 40 and more years old thatches are covered an average of 55% by lichens and 25% by mosses. The lichens occupy from 25% to 95% of the thatch surface and mosses occupy from 5% to 60% of it. This is the 'grey-green' phase (Fig. 5). The predominant species is an epiphytic lichen *Hypogymnia physodes* which occupies an average of 20% of the thatch surface. The similar surface is covered by fruticose lichens, the remaining ones cover about 15% of the surface. There are 8–22 lichen species present on the given surface simultaneously; altogether 34 lichen species and 7 bryophytes species were found in that phase (Figs. 4, 6, 10, 11).

9. The lowest parts of the oldest thatches are occupied by the largest number of species (Fig. 12).

10. *Hypogymnia physodes*, *H. tubulosa* and *Pseudevernia furfuracea* belong to epiphytic lichens, which populate the surface quite early. They are characterized with

great tolerance for the site conditions. *Parmelia sulcata* and *Platismatia glauca* populate the surface at the beginning of the 'cup-moss' phase. *Evernia prunastri* and *Cetraria chlorophylla* can be noticed at the end of this phase and during the 'grey-green thatch' phase.

11. Ubiquitous and eurytopic taxa start the process of population. They are characterized with great tolerance for the site conditions. Most of them occur on the thatches of all the age classes. They can naturally occur in the epixylic communities, i.e. on the soil and on the bark. The epigeic taxa with the photophilous features such as *Cladonia floerkeana*, *C. cervicornis* ssp. *verticillata*, *Cetraria aculeata* appear only on the partly rotten straw.

12. The thatches which are 55 years old represent the optimal stage. They are characterized with stabilisation of the species composition of dominating fruticose and foliose lichens. An expulsion of *Cladonia* which have perennial squamulae of primary thallus, by bryophytes, mainly by *Ceratodon purpureus*, can also be seen. The one-year-old vascular plants start to appear among the concentrations of bryophytes, even tree seedlings, e.g. birch, can be spotted there. A detailed investigation of thatches of this stage was not possible due to the technical conditions.

Dr Ludwik LIPNICKI

Pracownia Biologii i Ochrony Przyrody

Akademia Wychowania Fizycznego

im. E. Piaseckiego w Poznaniu

Instytut Wychowania Fizycznego

ul. Estkowskiego 13

PL-66-400 Gorzów Wielkopolski