

Studia nad grzybami psammofilnymi w Puszczy Kampinoskiej

Studies on psammophilic fungi of the Kampinos Forest

WANDA RUDNICKA-JEZIERSKA

WSTĘP

W wyniku badań prowadzonych w latach 1960—64 nad mikoflorą wydm Puszczy Kampinoskiej zgromadziłam szereg interesujących obserwacji dotyczących jednej z ekologicznych grup grzybów. Spośród 324 gatunków grzybów wówczas zanotowanych 19 z nich (tab. I) zaliczyłam do grupy siedliskowej grzybów psammofilnych (Rudnicka-Jezierska 1969). Były to gatunki występujące głównie na ruchomych wydmach całkowicie pozbawionych szaty roślinnej, względnie skąpo porośniętych roślinami naczyniowymi. Warunki siedliskowe tego obszaru zostały szczegółowo omówione w pracach R. Kobendzy (1929, 1930, 1932), J. i R. Kobendzów (1958) i Rudnickiej-Jezierskiej (1969).

Miło mi podziękować prof. dr A. Skirgiello za wszelką pomoc udzieloną mi w czasie wykonywania tej pracy.

GRUPA GRZYBÓW PSAMMOFILNYCH

Zagadnienia siedliska, gleby lub podłoża, ich właściwości fizyczno-chemicznych i bioekologicznych w powiązaniu z rozwojem grzybów wymagają znacznego rozszerzenia skąpych dotychczas badań. Nic więc dziwnego, że jedna z prac Ionesco (1964) dotycząca piaszczystych terenów zachodniej części Maroka i omawiająca wpływ siedliska na rodzaj pojawiającej się tam roślinności naczyniowej okazała się szczególnie interesująca.

Na podstawie procentowej zawartości piasku w podłożu, jego struktury, czynnika wodnego i chemicznego autor wykreślił pewne minimum psammofilne przedstawiając przy tym roślinność naczyniową jako bardzo czuły wskaźnik. Ionesco wyróżnił 64 jednostki roślinne, które posłużyły mu do sporządzenia mapy ekologicznej badanego terenu. Jednostki

te skupił w kilkunastu grupach dobrze charakteryzujących dane siedlisko; w oparciu o dominujący czynnik ekologiczny nadał im również odpowiednie nazwy: grupy psammotermofilnej, psammonitrofilnej, psammoacidofilnej, psammokalkarofilnej, psammokseromezofilnej, psammomezofilnej itp.

Zastosowanie powyższej terminologii do określania ekologicznych grup grzybów może być bardzo przydatne. Grzyby naziemne, mimo że wiele z nich tworzy mikoryzę, w znacznie większym stopniu niż rośliny wyższe reagują na wszelkie zmiany powstałe w podłożu (Gumińska 1962) i dlatego są lepszymi wskaźnikami ekologicznymi. Z tego względu, jak również dlatego, że tereny Puszczy Kampinoskiej odznaczają się nagromadzeniem dużej ilości piasku, zdecydowano się rozpatrywać mikoflorę wydm tego obszaru pod kątem grup wyróżnionych przez Ionesco.

Grupę grzybów psammotermofilnych na wydmach w Puszczy Kampinoskiej tworzą grzyby owocujące w piaskach silnie nasłonecznionych, w których temperatura w ciągu dnia dochodzi do 50°C, a jej wahania dobowe osiągają prawie 31°C; silnej insolacji towarzyszy jednocześnie silne promieniowanie ogólne i odbite od prawie białego piasku. Za przedstawicieli tej grupy uznano: *Sepultaria arenicola*, *Laccaria maritima*, *Psathyrella ammophila*, *Peziza ammophila*, *Inocybe lacera* var. *arenaria*, *Scleroderma verrucosa* var. *bovista* i var. *fascirhizum*. Można je nazwać również grzybami psammoheliofilnymi, doskonale znoszącymi intensywne działanie słońca.

Do grupy grzybów psammokalkarofilnych można zaliczyć *Tulostoma brumale*, *Pisolithus tinctorius* var. *turgidus*, var. *calvatus* i *Inocybe serotina*. Rozwijają się one na wydmach zawierających cząstki kongrecji wapiennych i wykazujących odczyn od lekko kwaśnego do obojętnego (pH 6,8—7,2). Piasek stanowił 89% składników tych wydm, a części pylaste — 11%; analiza wykazała przy tym obecność pewnej ilości wapnia. Omawiane podłoże stwarza więc warunki ekologiczne tak typowe dla grupy wyróżnionej przez Ionesco.

Grupę grzybów psammokseromezofilnych tworzą grzyby występujące na utrwalającym się lub nieco utrwalonym piaszczystym podłożu, na którym gruba warstwa żółtego lub ciemniejszej barwy piasku pokryta jest cienką (od 0,5—1,5 cm) warstwą piasku pochodzenia porostowego lub mszystego, szarżółtego, wzbogaconego w próchnicę. Insolacja słoneczna jest tam duża, gdyż są to tereny otwarte, skąpo porośnięte roślinnością drzewiastą, np. *Pinus sylvestris*; promieniowanie i odbicie są przy tym znacznie słabsze niż w poprzednio omówionych przypadkach. Nagrzewanie warstwy powierzchniowej podłoża również jest nieco słabsze, utrudnione wskutek obecności roślin kserofilnych. W związku z tym wysychanie warstw powierzchniowych jest mniejsze, co poprawia trochę sto-

sunki wilgotnościowe gleby. Ten typ siedliska reprezentują głównie zbiorowiska z *Corynephorus canescens*, wrzosowiska, bory porostowe oraz powierzchnie zalesione sosną (Rudnicka-Jezińska 1969). Grzybami wskaźnikowymi dla tego siedliska są gatunki kserofilne, niekiedy stepowe, jak: *Disciseda bovista*, *Geastrum minimum*, *G. floriforme*, *Coltricia perennis*, zaś z grzybów kapeluszowych — *Inocybe geophylla*, *I. brunnea*, *Psilocybe montana* i wielu przedstawicieli rodzajów *Cortinarius* oraz *Inocybe*, a *Rhizopogon luteolus* tworzy poza tym mikoryzę ektotroficzną z sosną, co stwierdzili doświadczalnie Pachlewscy (1968).

Zupełnie inne gatunki można zaliczyć do grupy grzybów psammomezofilnych. Rozwijają się one w dobrze utrwalonym podłożu. Są to wszystkie grzyby borów sosnowych z runem mszystym, czernicowym i z kostrzewą, w których stosunki wodne są znacznie korzystniejsze (podłoże zawiera 9—15% wody, a nagrzewanie słoneczne jest minimalne, lecz nie powodujące dużych amplitud dobowych). Zawartość piasku w podłożu wynosi tam 60—70%; warstwa ściółki (poziom A_0) jest dobrze wykształcona, podobnie jak poziom (A_1) próchniczny, sięgający w głąb piasku do 19 cm (Rudnicka-Jezińska 1969). Grzyby tej grupy wymagają specjalnego opracowania i podziału na mniejsze grupy ekologiczne (np. grzybów psammoacidofilnych i innych) w zależności od zajmowanego siedliska i panujących w nich warunków.

W pracy z roku 1969 zastosowano do badanych grzybów z Puszczy Kampinoskiej podział na grupy ekologiczne przyjęte przez Smarkę (1948). Obecnie wykorzystano o wiele precyzyjniejszy podział Ionesco (1960) opracowany dla roślin naczyniowych. Przy porównaniu grup w obydwu ujęciach wyraźnie widać pewne podobieństwo pomiędzy nimi, chociaż w obu przypadkach za podstawę ich tworzenia brane były pod uwagę różne kryteria (zapotrzebowanie wody do życia grzybów i rodzaj podłoża). Ujęcie Smarky jest jednak zbyt ogólne, podczas gdy ujęcie Ionesco opiera się przede wszystkim na rodzaju piaszczystej gleby i z konieczności musi uwzględniać m. in. obecność w niej wody.

METODY PRACY

Badania grzybów psammofilnych przeprowadzono na przykładzie gatunków, które na wydmach ruchomych owocowały masowo. Ponadto dla celów porównawczych uwzględniano niektóre gatunki pojawiające się nie tylko na piaskach, ale i w borach sosnowych lub na wrzosowiskach wydmowych.

Sypkie lub tylko słabo zadarnione wydmy stanowiły dogodne miejsce umożliwiające prześledzenie rozwoju i przebiegu grzybnii oraz rozwoju

owocników, a to dzięki łatwemu osypywaniu się ziaren piasku. Pomocniczo stosowano metodę wydmuchiwania piasku ze splotów grzybni. Wzrost grzybni badano metodą palikową Parkera-Rhodesa (1954) oraz liczone owocniki metodą niektórych badaczy słowiańskich (Šmarda 1948, 1965; Gumińska 1962).

Badano owocniki w różnym wieku. Dla uzyskania danych jak kształtuje się masa owocników w zależności od ich wieku mierzono grzyby świeże, ważono je w całości, a następnie dzielono na trzony i kapelusze. Pomiarów i ważenia dokonywano codziennie w okresie nasilenia się owocowania poszczególnych gatunków poddanych obserwacjom. Przy wyborze okazów przeznaczonych do ważenia kierowano się dobowym średnim przyrostem liniowym kapelusza obliczanym przeciętnie z 30—60 owocników różnowiekowych.

Metodą wagową badano świeżą i suchą masę owocników grzybów psammofilnych. Po wysuszeniu ich w temperaturze 105°C z różnic wagowych obliczano zawartość wody w owocnikach.

Ponieważ sposób rozprzestrzeniania się zarodników grzybów psammofilnych nie był dobrze poznany, zastosowano metodę Orłosa (1960) nakładania papierowych „pułapek” (kapturków) na hymenofory bardzo młodych owocników. Kolory pułapek były kontrastowe w porównaniu z zarodnikami. Dla grzybów o białym wysypie zarodników zastosowano papier czarny, matowy, a dla grzybów o rdzawym lub różowym — papier biały. Zmieniano go co 24 godziny aż do wyschnięcia lub zniszczenia owocnika. Otrzymane pułapki z wysypami układano w szereg (ciąg) dla poszczególnych gatunków. Dzięki zmianom w intensywności sporulacji wysypy wykazywały stopniowy wzrost lub spadek intensywności barwy; wysyp dawał też różny obraz zarysu blaszek. Na tej podstawie można było określić stadium dojrzewania, długość życia grzyba oraz okres, w którym najobficiej wytwarzał on zarodniki.

Otrzymane dane posłużyły do zestawienia odpowiedniej skali dla grzybów kapeluszowych (ryc. 18):

- 0 — brak wysypu: owocnik b. młody, warstwa hymenoforu jeszcze nie dojrzała;
- 1 — ślad wysypu: owocnik b. młody, hymenium w trakcie tworzenia się;
- 2 — wysyp wyraźny: owocnik młody, dojrzewający;
- 3 — wysyp b. wyraźny o dość intensywnej barwie: owocnik świeżo dojrzały;
- 4 — bardzo intensywna barwa wysypu i grube, b. wyraźne zarysy blaszek: owocnik w pełni dojrzały;
- 5 — wysyp mniej intensywny w barwie od poprzedniego, linia blaszek przerywana: owocnik starzejący się;
- 6 — ślad wysypu: owocnik obumierający.

Ponadto prowadzono obserwacje nad zamieraniem grzybów owocujących na rozwianych wydmach oraz nad utrwalaniem wydm przez grzyby.

SIEDLIŚKO A ROZWÓJ I CECHY OWOCNIKÓW

Większość grzybów wyższych bytuje w siedliskach leśnych, a tylko niewielka ich liczba występuje na piaszczystych i otwartych przestrzeniach, zwłaszcza na wydmach. Tylko nieliczne grzyby, podobnie jak stosunkowo nieliczne rośliny naczyniowe, mogą oprzeć się surowym warunkom panującym na wydmach. Takie warunki powstają pod wpływem wysokiej temperatury, dużego nasłonecznienia, braku wilgotności, silnych wiatrów, ruchów piasku itp.

Na ogół rośliny naczyniowe wegetujące na piaskach pokrojem swym znacznie odbiegają od osobników rozwijających się w warunkach korzystniejszych dla siebie. Za przykład może posłużyć *Juniperus communis*: osobniki wyrosłe w lesie są duże, smukłe, wydmowe zaś — kopulaste i przysadziste.

Czy grzyby zachowują się podobnie? Jak przedstawia się przystosowanie grzybów do warunków panujących na piaskach?

Kilkuletnie obserwacje prowadzone w Puszczy Kampinoskiej umożliwiły mi zebranie wielu danych pozwalających na udzielenie dosyć szczegółowej odpowiedzi na postawione pytania.

Nie wszystkie gatunki grzybów występujących na piaskach mogą być uważane za grzyby psammofilne. Na przykład *Boletus edulis*, *Leccinum aurantiacum*, *Marasmius oreades*, *Amanita muscaria*, *A. citrina* czy też *A. rubescens* często występowały na rozwianych piaskach, lecz zwykle w bliższym lub dalszym sąsiedztwie dębów, brzoź, sosen czy traw, z którymi żyją w mikoryzie.

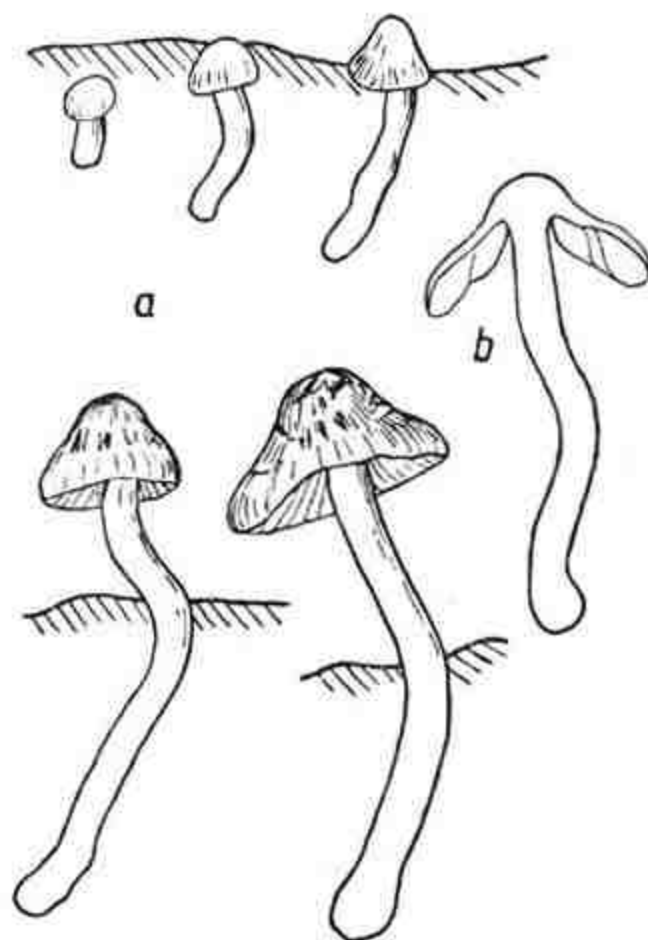
Typowe psammofity, za które uznano 19 gatunków grzybów (tab. 1), nie spotykane w zbiorowiskach leśnych i łąkowych, rozwijają się i owocują w miejscach czynnego zawiewania i odwiewania piasku. Stanowią one odrębną i nie powtarzającą się mikoflorę wydm. Wymienione jednak w tabeli 1 trzy gatunki grzybów psammofilnych, *Geastrum minimum*, *Disciseda bovista* i *Lycoperdon ericetorum* var. *pusillum*, tworzą specjalną podgrupę, gdyż mogą występować poza wydmami i owocować również wśród roślinności ruderalnej: dotyczy to dwóch pierwszych gatunków, gdyż owocniki ich w stadium dojrzałym tracą łączność z podłożem i łatwiej są przenoszone na sąsiednie tereny.

Kształt owocników. Owocniki grzybów psammofilnych mają dość urozmaicone kształty. We wczesnym okresie rozwoju cechują je kształty kuliste lub zbliżone do nich; z wiekiem zmieniają się na bardziej różnorodne. Owocnik *Octospora humosa* w bardzo wczesnym okresie rozwoju, przed wytworzeniem worków, ma kształt prawie kulisty, w miarę wzrostu staje się dość płaską miseczką. Nieco odmienny kształt przybiera *Sepultaria arenicola*: od kulistych, zamkniętych owocników do lekko czarkowatych, otwierających się na szczycie w formie nieregular-

nej gwiazdy. Dojrzałe owocniki *Peziza ammophila* mają postać głębokich czarek gwiaździsto popękanych od brzegu, opatrzonych dobrze wykształconym nibytrzonem.

Owocniki przedstawicieli *Agaricales*, wśród których jest wiele gatunków psammofilnych, swoim pokrojem znacznie mniej różnią się między sobą. W stadium bardzo wczesnego rozwoju kapelusze ich są prawie kuliste, ściśle przylegające do formującego się trzona. Kształt kapelusza znacznie zmienia się u niektórych gatunków dopiero po przebicciu przez nie podłoża (np. u *Laccaria maritima*). Przeważają wówczas formy półkuliste, wypukłe (*convexus*), np. u *Inocybe serotina*, *I. lacera*, *Psathyrella ammophila*, oraz formy czubkowate (*umbonatus*), np. u *Inocybe brunnea*, *I. halophila* (ryc. 1), *I. fascigiata* var. *arenicola* (ryc. 2).

W grupie *Gasteromycetes* różnice w kształtach owocników bywają znaczne, chociaż grzyby te wywodzą się od zamkniętych kulistych form.



Ryc. 1. *Inocybe halophila*

a — kolejne stadia rozwoju owocników w sypkim piasku; b — przekrój przez dojrzały owocnik

a — successive developmental stages of fruit-bodies in loose sand; b — section through mature fruit-body



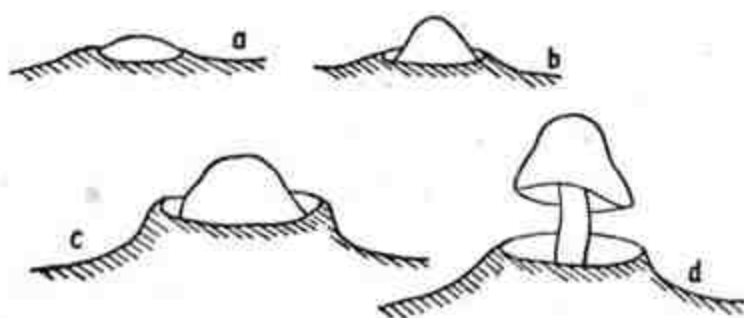
Ryc. 2. Owocniki *Inocybe fascigiata* var. *arenicola* wyjęte z rozwianej wydmy piaszczystej

Fruit-bodies of *Inocybe fascigiata* var. *arenicola* extracted from a sandy dune worn down by wind

Pokrojowo różnorodność tą nadają sploty grzybni tworzące żyłkowanie na owocnikach *Rhizopogon luteolus*, sznury przetrwalne u *Lycoperdon ericetorum* var. *pusillum* lub sznury korzeniowate u *Pisolithus tinctorius* f. *turgidus* i f. *clavatus* oraz u *Scleroderma verrucosa* var. *fascirhizum*, a także wiązkowe sploty u *Scleroderma verrucosa* var. *bovista*.

Kulistość owocników grzybów żyjących w piaskach jest jedną z cech w pewnym stopniu świadczących o ich przystosowaniu się do warunków panujących w siedlisku. Z jednej strony zmniejszenie powierzchni do minimum w pewnym stopniu ogranicza możliwość wyparowywania wody z młodych grzybów, co ma duże znaczenie przy dużych dobowych wahaniami temperatury. Z drugiej strony kulistość kształtów najlepiej zabezpiecza formujące się owocniki przed zgnieceniem ich przez ciężkie warstwy piasku. Ponadto z owocników kulistych, półkulistych i czubkowatych ziarna piasku szybciej usuwają się i odsłaniają je tworząc wokół lekkie wyniesienie (ryc. 3), jak gdyby kołnierzyk, chroniący je przez pewien czas przed intensywną działalnością wiatru i silnymi uderzeniami niesionych przez niego ziaren piasku, które są gładkie i otoczone lub kanciaste.

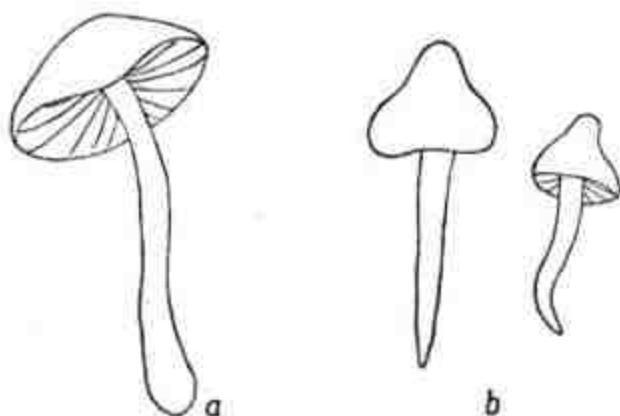
Małą zmienność morfologiczną w swojej budowie wykazują owocniki grzybów kapeluszowych rosnące zwykle na piaskach, a sporadycznie



Ryc. 3. Kolejne fazy rozwoju (a, b, c, d) i przebijania się owocnika *Inocybe lacera* var. *arenaria* przez warstwę piasku. Wokół owocnika tworzy się wyraźny kołnierzyk z piasku chroniący młode owocniki przed uszkodzeniem.

Successive stages of development (a, b, c, d) and piercing of the *Inocybe lacera* var. *arenaria* fruit-bodies through the sand layer. A distinct sand collar, protecting the young fruit-bodies against damage, is formed.

owocujące w krzystniejszych dla siebie siedliskach. Odwrotnie natomiast owocniki grzybów wyrosniętych na wydmach zupełnie odbiegają kształtem od owocników wyrosłych w bardziej mezofilnych warunkach. Jako przykład posłużyć mogą wyrosłe na wydmach owocniki *Marasmius oreades*; kapelusze ich przybierają kształt dzwonekowi, a trzon staje się krótszy i mocno klinowaty (ryc. 4). Bardziej zmienne i różnorodne



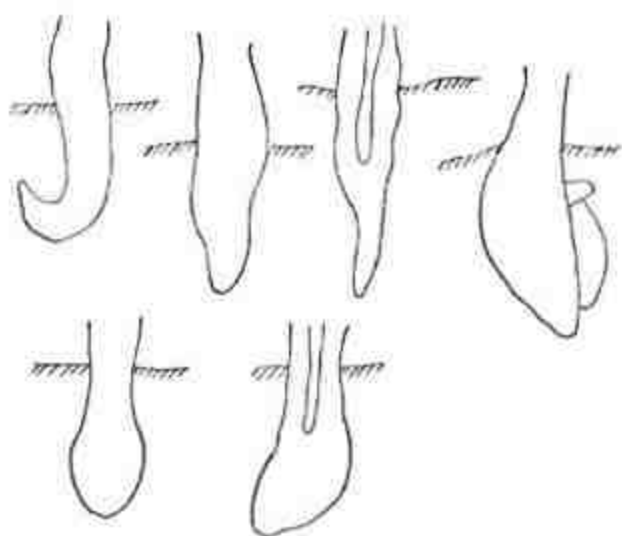
Ryc. 4. Morfologia owocników *Marasmius oreades*

a — z łąki; b — z wydmy (widocznie zniekształcenie trzona i kapelusza)

Morphology of *Marasmius oreades* fruit-bodies

a — from meadow; b — from dune (deformation of the stalk and pileus is visible)

w kształtach okazały się trzony i kapelusze *Tricholoma imbricatum*: od pustych aż do pełnych, prostych, ostro zakończonych i poprzez rozszerzone do mocno wygiętych (ryc. 5). Kapelusze ich są mniej mięsiste, mają kształt dzwonekowi i brzeg nie podwinięty. *Leccinum aurantia-cum* z wydm często ma trzon mocno rozdęty, małą średnicę kapelusza o mocno rozrośniętym i wywiniętym hymenoforze.



Ryc. 5. Zniekształcone trzony *Tricholoma imbricatum* wyrosłe w piasku
Deformed *Tricholoma imbricatum* stalks developed in sand

Wielkość owocników występujących na wydmach jest różna, od około 0,5 cm średnicy, do 9 cm (tab. 1). Grzyby małe wyrastają zawsze w skupieniach, np. *Octospora humosa* czy *Sepultaria arenicola*. Natomiast grzyby o dużych owocnikach, jak *Pisolithus tinctorius* f. *turgidus* i f. *clavatus* czy *Scleroderma verrucosa* var. *fascirhizum* lub var. *bovista*, *Peziza ammophila* lub *Inocybe serotina* występują licznie, ale nie w skupieniach.

Większe rozmiary owocników umożliwiają grzybom pokonywanie trudności natury mechanicznej i rozsuwanie warstw piasku.

Zaobserwowano pewne różnice morfologiczne w owocnikach grzybów na wydmach i w borze. Jako przykład posłuży *Amanita muscaria*, której cechy zestawiono w tabeli 2.

Najważniejsze różnice leżą w barwie, obecności lub braku łatek i kształcie podstawy trzona oraz jego długości.

Barwa. Jedną z cech wiążących się z życiem grzybów na piaskach jest ich barwa. W zbiorowiskach leśnych, więcej lub mniej zacienionych, wilgotniejszych lub suchszych, uderza nas duża gama barw owocujących grzybów spowodowana przeważnie obecnością barwników w zewnętrznej warstwie kapeluszy, w tzw. skórcie. Od śnieżnobiałych kapeluszy np. *Clitocybe niveus*, poprzez więcej lub mniej intensywne barwy żółte u *Tricholoma sulphureum*, *Cantharellus cibarius*, *C. aurantiacus*, *Russula lutea*, *R. clavoflava*, zielone u *Russula virescens*, zielononiebieskie u *Clitocybe odora*, *Stropharia aeruginea*, czy też czerwone u *Amanita muscaria* i kilku gatunków *Russula*, do fioletowych u *Laccaria amethystina*, *Cortinarius violaceus* i brązowych, często spotykanych w obrębie rodzaju *Inocybe*, *Cortinarius* i innych.

Tabela 1 — Table 1

Lista grzybów psammofilnych oraz niektóre ich cechy morfologiczne
List of psammophilic fungi and some of their morphological feature

Rząd Order	Gatunek Species	Barwa Colour	Wielkość Size (cm)	Kształt Shape	Kierunek wzrostu grzybní Direction of mycelium growth
Pezizales	<i>Octospora humosa</i>	pomarańcz. orange	0,3—0,7	miseczka cupular	poziomy horizontal
	<i>Sepultaria arenicola</i>	szara gray	2,0—3,0	czarkow. bowl- shaped	
	<i>Peziza ammophila</i>	j. brąz. light brown	4,0—7,0	gwiazdk. stellulate	
Agaricales	<i>Laccaria maritima</i>	ciel. róż. flesh pink	2,5—6,5		
	<i>Inocybe lacera</i> var. <i>arenaria</i>	brązowo- szary brown-gray	2,5—6,0		
	<i>Inocybe fascigiata</i> var. <i>arenicola</i>	j. brąz- szary light brown- gray	1,5—2,5	półkolisty semispher- ical	
	<i>Inocybe serotina</i>	piaskowo- brąz. sandy brown	6		
	<i>Inocybe halophila</i>	j. brąz. light brown	2		
	<i>Inocybe masoviensis</i>	zielono- żółty greenish- yellow	2,0—2,5		
	<i>Psilocybe ammophila</i>	j. brąz. light brown	1,5—2,0		
	<i>Rhizopogon luteolus</i>	żółtawo- brąz. yellowish- brown	2,0—4,0	prawie kulisty almost spherical	
	<i>Geastrum minimum</i>	j. brąz. light brown	0,5—1,0	gwiazdk. stellulate	
	<i>Disciseda bovista</i>	szary gray	1,0—2,0	bochenk. loaflike	
Lycoperdites	<i>Pisolithus tinctorius</i> f. <i>turgidus</i>	c. brąz. dark brown	4,0—8,0	maczug. clavate	
	<i>Pisolithus tinctorius</i> f. <i>clavatus</i>				
	<i>Tulostoma brumale</i>	j. piask. light sandy		paleczk. bacilli- form	
	<i>Scleroderma verrucosa</i> var. <i>bovista</i>	j. piask. light sandy	4,0—9,0		
	<i>Scleroderma aurantium</i>	j. piask. light sandy	3,0—5,0		
	<i>Scleroderma verrucosa</i>	j. piask. light sandy	4,0—5,0	kulisty spherical	
				pionowy vertical	

Tabela 2 — Table 2

Morfologiczne różnice owocników *Amanita muscaria*
 Morphological differences of carpophores of

	z wydmy from dune	z boru from coniferous forest
Wielkość kapelusza Size of pileus	14,5 cm	15,5 cm
Latki Patches	brak absent	dużo numerous
Barwa kapelusza Colour of pileus	pomarańczowożółta orange-yellowish	mocno czerwona intense red
Długość trzona Stalk length	20 cm	14 cm
Zagłębienie w podłożu Depth of immersion of fruit- ing-body in the substrate	17 cm	4,5 cm
Podstawa trzona Stalk base	klinowata cuneate	bulwiasta bulbiform
Ciężar świeżej masy owocnika Fresh weight of fruit-body	6,94 dkg	6,48 dkg
kapelusza pileus	3,60 dkg	3,06 dkg
trzona stalk	3,34 dkg	3,22 dkg
Występowanie Occurrence	w skupieniach in groups	pojedynczo singly

Na wrzosowiskach, które są terenami otwartymi, z rzadka występują grzyby o bardziej trwałych barwach nie zmieniających się pod wpływem działania promieni słonecznych lub deszczów. Przeważają barwy o spokojniejszych tonach, jak brązowy, płowobrazowy, cielisty czy liliowy.

Natomiast u grzybów psammofilnych z wydm rozwianych przylegających do wrzosowisk spotykane są kolory bardziej jednostajne. Poza żółtopiaskowym kolorem *Scleroderma verrucosa* var. *bovista* i var. *fascirhizum*, *Tulostoma brumale*, *Inocybe serotina* i innych, powodowanym prawdopodobnie przez obecność monaskoflawiny, występuje silniejszy kolor żółtopomarańczowy u *Octospora humosa* i cielisty u *Laccaria maritima*. Inne gatunki oznaczają się barwą szarą — jak *Sepultaria arenicola*, szarobrazową — jak *Peziza ammophila*, lub różnymi odcieniami kolorów płowych i brązowych — jak *Geastrum minimum*, *Pisolithus tinctorius* f. *turgidus* i f. *clavatus*, *Inocybe lacera* var. *arenaria*, *I. fascigiata* var. *arenicola*, *Psathyrella ammophila* czy *Phylacteria terrestris*. Jak widać dominują tu jasne barwy owocników, płowa i pło-

brązowa, dzięki którym grzyby barwą swą zlewają się z podłożem przybierającym w słoneczne i ciepłe dni kolor wydm. Barwy płowe przybierają również grzyby siedlisk leśnych, jak *Boletus edulis*, *Leccinum aurantiacum* czy nawet *Amanita muscaria*, które owocują w piasku i są w nim zagłębione: *Amanita muscaria* staje się jasnopomarańczowa, a *Leccinum aurantiacum* i *B. edulis* piaskowe. Przypuszczać należy, że nie tylko deszcz (Skirgiełło 1951; Gumińska 1962), ale i działanie słońca musi powodować zmianę barwy skórki kapeluszy.

Na nagich wydmach, na których temperatura powietrza dochodzić może do 50°C, gatunki efemeryczne nie pojawiają się. Ich delikatne owocniki nie znoszą zabójczych dla siebie warunków termicznych oraz silnych i kaleczących uderzeń ziaren piasku.

Konsystencja. Konsystencja owocników psammofilnych jest mięsista, pergaminowata lub skórzasta. Na wydmach nigdy nie pojawiają się grzyby galaretowate oraz delikatne efemerydy. Workowce i obłóczniaki mają konsystencję mięsistą (np. *Sepultaria arenicola* i *Inocybe serotina*). Owocniki mięsiste często są bardzo nietrwałe. Bardzo kruchymi, łamliwymi okazały się owocniki *Peziza ammophila*. Nie tylko pseudotrzon, ale również i ściany apotecjów łamią się na drobne łatki przy silniejszym podmuchu wiatru. Do pewnego stopnia wiąże się to z ich budową anatomiczną.

Najdłużej zachowuje budowę mięsistą *Rhizopogon luteolus*. Jego podziemne owocniki chronione są warstwą piasku przed wysuszającym działaniem promieni słonecznych.

Wnętrzniaki w ich wczesnym stadium rozwoju cechuje konsystencja mięsista; w miarę dojrzewania staje się ona pergaminowata (np. *Tulostoma brumale*, *Disciseda bovista*, *Geastrum minimum*) lub skórzasta (np. u przedstawicieli rodzajów *Scleroderma* i *Pisolithus*). Na ogół ich owocniki są znacznie odporniejsze na działanie mechaniczne wiatru i piasku.

Typowo skórzaste owocniki spotykane są najrzadziej (*Phylacteria terrestris*).

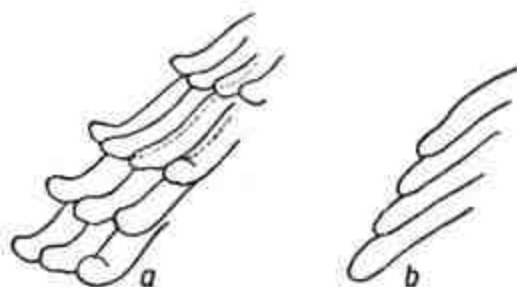
Budowa skórki. U grzybów piaskolubnych zasługuje na pewną uwagę zewnętrzna warstwa pseudotkanki na owocnikach, tzw. „skórka”. Jest u nich ona dobrze wykształcona i odgrywa ważną rolę. Dzięki swojej sztywności umożliwia utrzymanie kształtu właściwego poszczególnym grzybom oraz okrywa i chroni je przed ujemnym oddziaływaniem warunków siedliska, które na otwartych przestrzeniach są bardziej wzmożone, niż w obrębie zbiorowisk roślinnych.

Wobec stwierdzenia u badanych podstawczaków rozmaicie zbudowanej „skórki” (terminem tym obejmuję w danym przypadku również perydium), przeanalizowałam ją dokładniej i wyróżniłam pięć jej typów:

1 — cienka, 1—2-warstwowa, gładka, jedwabista i połyskująca w słońcu, dobrze odbijająca jego promienie oraz ziarna piasku, zbudowa-

wana z krótkich strzępek o grubych ścianach, ściśle przylegająca do mięszu.

2 — łuskowata, matowa, zbudowana z 2—3 warstw długich strzępek o cieńszych błonach; warstwy zewnętrzne są porozrywane, a krótsze lub dłuższe strzępki tworzą łuskowate kosmki lub zadziorki odstające od skórki podczas suszy, a w okresie opadów ściśle do niej przylegające (np. u *Inocybe lacera* var. *arenaria* (ryc. 6), *I. halophila* oraz



Ryc. 6. Układ „łusek” kosmków na kapeluszu *Inocybe lacera* var. *arenaria*

a — podczas suszy; b — podczas deszczu

Arrangement of hyphal “scales” on the *Inocybe lacera* var. *arenaria* pileus;

a — during drought; b — during rain

I. brunnea. Kosmki te z jednej strony — dzięki odstawianiu oraz elastyczności — chronią kapelusz przed mocnymi uderzeniami ziaren piasku w okresie porywistych wiatrów, z drugiej zaś — dzięki przyleganiu do skórki w okresie deszczów — umożliwiają szybkie spłynięcie nadmiaru wody.

3 — sztywna i wielowarstwowa, gruba, bez wyrostków, typowa dla przedstawicieli rodzaju *Rhizopogon*, *Pisolithus*, *Scleroderma*.

4 — pergaminowata, cienka, gładka, 2—3 warstwowa, typowa dla przedstawicieli *Tulostoma*, *Disciseda*, *Geastrum*.

5 — skórzasta, z dużymi strzępkami, nadająca powierzchni kapelusza wygląd filcowaty, np. u *Phylacteria terrestris*.

U grzybów borowych, np. *Inocybe lacera* var. *arenaria*, zebranych na ścieżkach leśnych lub na skraju boru, zaznaczyła się wyraźna różnica w budowie skórki. Strzępki skórki ściślej przylegały do siebie, były dłuższe, cieńsze, miały mniej ścian poprzecznych i tworzyły mniej kosmków, które były krótsze i mocniej przylegające; odznaczały się barwą ciemniejszą, bardziej brązową niż u grzybów psammofilnych.

Owocniki *Amanita muscaria* pochodzące z lasu miały skórę bardziej matową i czerwienią, bogatszą w muskarufinę. Analiza mikroskopowa wykazała obecność znacznie dłuższych strzępek, o mniejszej liczbie przegród poprzecznych. Natomiast okazy wyrosłe na piaskach miały barwę

jaśniejszą i bardziej srebrzystą, kapelusze ich pokryte były licznymi małymi łatkami, względnie nie miały ich wcale (tab. 2).

Boletus edulis i *Leccinum aurantiacum* pochodzące z piasków miały kapelusze odbarwione i mniej zamszowate.

Długotrwałość życia owocników

Pierwszym śladem zwiastującym pojawienie się w sypkim piasku owocników każdego gatunku było wytworzenie krążków piaskowych, tj. lekkich guzikowatych wyniesień, które w przypadku *Laccaria maritima* były płaskie, a w przypadku *Inocybe lacera* var. *arenaria*, *Amanita muscaria* i gatunków z rodzaju *Scleroderma* — kopczykowate. W ciągu najbliższych 7—9 dni w miejscach wyniesień wylaniały się szczyty owocników. W miarę wzrostu trzona, który w okresie ukrycia owocnika rósł znacznie szybciej, ziarna piasku staczające się z półkolistych wyniesień odstaniały kapelusze małych rozmiarów, o średnicy 0,3—0,7 cm (ewentualnie nieco większe kuliste owocniki wnętrzników).

Szczegółowe obserwacje prowadzono na przykładzie *Inocybe lacera* var. *arenaria*, *Laccaria maritima* i *Scleroderma verrucosa* var. *fascirrhizum*.

Stwierdzono, że okresy wzrostu, dojrzewania, sporulacji i obumierania owocników tych trzech gatunków są różne, mimo rozwoju ich w siedlisku o prawie identycznych warunkach.

Średni okres życia owocników *Inocybe lacera* var. *arenaria* w 1964 r. na wydmach w Puszczy wyniósł około 26—30 dni; można było także znaleźć zdrowe owocniki żyjące o 5 dni dłużej (próba nr 4—35 dni) oraz takie, które wegetowały tylko 19—20 dni (próba nr 2). Jak na warunki skrajnie ubogie panujące na wydmach nie można nazwać takiego okresu życia krótkim.

Owocniki *Laccaria maritima* również należą do długotrwałych w podłożu. Pierwsze jej owocniki zaobserwowano w dniu 11.IX; rosnąć bardzo powoli dotrwały w stanie bardzo świeżym na wydmach do 21.X, osiągając rozmiary kapelusza do 6,2 cm. Okres czterdziestu dni życia tego gatunku na wydmie nie należy do rzadkości. W tym samym czasie naliczyłam 129 owocników tak długo żyjących. Inne ginęły w 20—35 dniu życia. Niektóre z nich pozostały małe, a kapelusze ich osiągały zaledwie 2,5 cm średnicy.

Taką samą długość życia wielu owocników tego gatunku zaobserwowałam w okresie drugiej fali pojawów, jaka nastąpiła w drugiej połowie października 1964 r. i trwała do mrozów grudniowych (-2°C). Szybkość wzrostu była nieco zwolniona, a kapelusze osiągały przeciętnie 4—4,5 cm średnicy. W drugiej i trzeciej dekadzie listopada, gdy noce były już chłodniejsze, owocniki przestawały rosnąć, jednak w stanie świeżym i nie-

zmiennym trwały aż do 3 grudnia. Całkowicie zmrożone zginęły w ciągu jednego dnia.

Scleroderma verrucosa var. *fascirhizum* rozwijała się również bardzo długo. Od 11 września do 6 października trwał wzrost i rozwój obserwowanych owocników. Później następowały zmiany w konsystencji i barwie perydium prowadzące do powstania w nim otworu do rozsiewania zarodników. Okres zmian zewnętrznych, aż do wytworzenia nieregularnej szczeliny na szczycie, trwał 6 dni (zaliczyłam je do wynoszącego w sumie 32 dni okresu wzrostu grzyba). Sam okres rozprzestrzeniania zarodników trwał u jednych owocników do początków zimy, u innych — do wiosny następnego roku.

Do grzybów psammofilnych, których owocniki mimo osiągnięcia dużych rozmiarów żyją znacznie krócej, można zaliczyć *Peziza ammophila*. Jej mięsiste owocniki trwają 6—15 dni; w tym czasie dojrzewają i wytwarzają askospory.

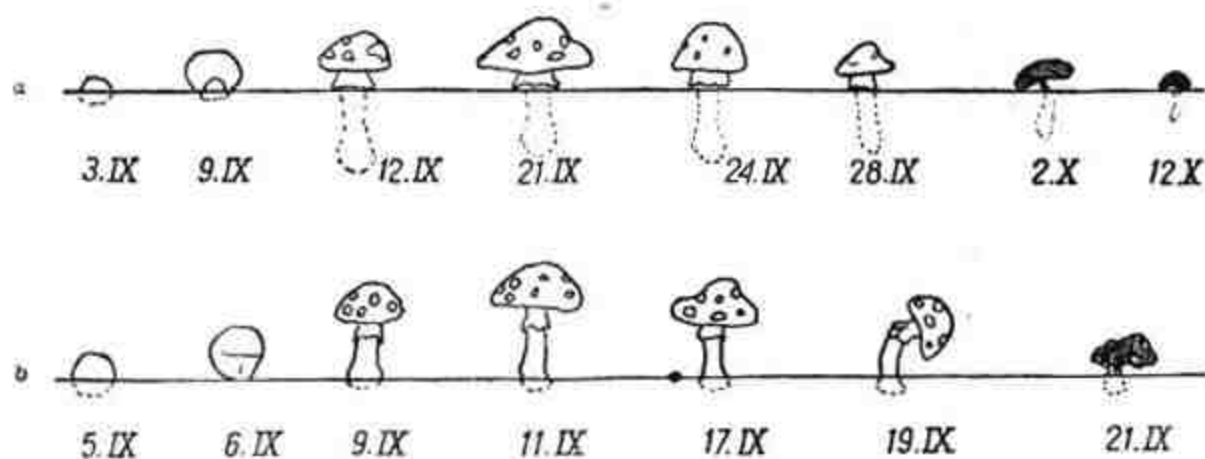
Stoll (1926) badając rozwiane wydmy w okolicy Rygi zaobserwował u *Coprinus atramentarius* 14-dniowy okres jego życia. Jak na gatunek koprofilny jest to czas długi, gdyż zazwyczaj owocniki jego żyją znacznie krócej, bo 6—7 dni. Być może, że na przedłużenie życia w danym przypadku wpłynął inny rodzaj podłoża oraz inne warunki siedliskowe i edaficzne, w jakich znalazły się te owocniki.

Oprzał (1958) — w celu stwierdzenia szybkości wzrostu grzybów — poddał dziewięć gatunków grzybów kapeluszowych dokładnym pomiarom i obserwacjom. Stwierdził, że z przebadanych grzybów najszybciej rosły owocniki *Leccinum scabrum*. W ciągu doby średnica kapelusza zwiększyła się o 25,6 mm. Najpowolniejszy wzrost owocników badacz ten zaobserwował u *Scleroderma aurantium*, gdyż owocniki w ciągu doby powiększyły się tylko o 2,6 mm. Z tabeli, w której Oprzał zestawił wyniki, widać, że okres życia różnych gatunków grzybów jest różny, np. trzynaście dni trwał rozwój owocników *Boletus reticulatus*, *Scleroderma aurantium* i *Lactarius azonites* rozwijały się dziewięć dni, a *Russula lepida* i niektóre owocniki *Leccinum scabrum* — tylko trzy dni.

Wiele interesujących obserwacji dotyczących szybkości wzrostu i trwania owocników, w lasach bukowych w okolicy Maciejowej podała Gumińska (1962). Według tej autorki okres między uformowaniem się ostatecznym owocników *Telamonia torva* a ich zniszczeniem może trwać około 30 dni. Lange (1948) zaobserwował u *Collybia tuberosa* znacznie dłuższy okres życia, bo około 50 dni. W danym przypadku owocniki tego grzyba zawdzięczają „przedłużenie” życia sklerotom, które są — jako formy przetrwalne — z jednej strony bardzo wytrzymałe na niesprzyjające warunki (Skirgiełło 1961), z drugiej — są bardzo bogate w odżywcze związki białkowe.

Przeanalizowano w Puszczy Kampinoskiej rozwój *Amanita musca-*

ria na wydmach i w borach (por. tab. 2). W życiu tych grzybów zazna-
czyły się pewne różnice. Wzrost owocników wydmych był powolny,
co — przy osiągnięciu dużych rozmiarów powodowało dłuższy ich żywot
— rozwój zaś owocników leśnych następował szybko, bo w ciągu 6 dni
od chwili ich uformowania (ryc. 7). Proces zamierania przebiegał rów-



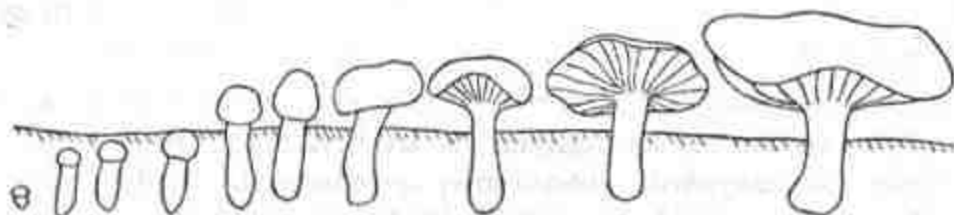
Ryc. 7. Długość życia owocników *Amanita muscaria*
a — z wydmy; b — z boru

Lifetime of *Amanita muscaria* fruit-bodies
a — from dune; b — from coniferous forest

niez szybko. U owocników wyrastających w borze trwał 6 dni, u owoc-
ników wydmych po 18-dniowym wzroście następowało powolne ich
usychanie. Owocniki *Amanita muscaria* obserwowane w lasach buko-
wych przez Gumińską (1962) rozwijały się również szybko, ale żyły
krótko.

Przyrost masy owocników. Interesujące jest zagadnienie
przyrostu masy owocników występujących na terenach otwartych
i w zbiorowiskach borowych.

U grzybów siedlisk leśnych stosunek trzona do kapelusza utrzymuje
się w pewnym \pm stałym stosunku. Kapelusz rośnie i rozwija się pra-
wie równocześnie z trzonem. U gatunków psammofilnych z rzędu *Agar-
icales* stosunek ten jest na ogół zachwiany. Na przykład u *Laccaria ma-
ritima* (ryc. 8) w pierwszych dniach życia owocników rośnie tylko trzon



Ryc. 8. Kolejne fazy tworzenia się owocników u *Laccaria maritima* w piasku
Successive phases of fruit-bodies formation in *Laccaria maritima* in sand (note
the stalk-to-pileus ratio)

powiększając swoją wielkość i masę, kapelusze zaś zakryte piaskiem rozwijają się minimalnie. Trzony muszą być silne, aby móc przebić się przez podłoże i wynieść na powierzchnię kapelusze; tym tłumaczy się tak silny rozwój płożnej części owocnika. Po wydostaniu się nad powierzchnię wzrost trzona staje się zwolniony na korzyść kapelusza; jego szybki rozwój powoduje zmianę stosunku masy: trzon/kapelusz. Kapelusz świeżego owocnika przewyższa swoim ciężarem ciężar trzona. Tak jest w przypadku *Laccaria maritima*, u której kapelusze dużych rozmiarów powstawały na krótkich trzonkach. Dokładne dane dla tego gatunku zawarte są w tab. 3. Podobne zjawisko zachodziło u *Inocybe serotina*, *I. la-*

Tabela 3 - Table 3
Świeża i sucha masa owocników *Laccaria maritima*
Fresh and dry weight of *Laccaria maritima* fruit-bodies

Okazy <i>Laccaria maritima</i> Specimens of <i>Laccaria maritima</i>		Kapelusz Pileus			Trzon Stalk		
		średnica diameter /cm/	świeża masa fresh weight /mg/	sucha masa dry weight /mg/	długość length /cm/	świeża masa fresh weight /mg/	sucha masa dry weight /mg/
Okaz	No. 1	0,6	82	16	1,2	294	95
Okaz	No. 2	2,0	150	49	2,0	402	107
Okaz	No. 3	3,5	371	96	3,0	523	112
Okaz	No. 4	4,8	550	131	3,2	527	117

cera var. *arenaria*, dla których dane wagowe zostały pominięte w tej tabeli, gdyż przyrost masy u poszczególnych owocników tych gatunków był bardzo zbliżony. Obliczano również zawartość wody w owocnikach grzybów psammofilnych. Dojrzałe, dużych rozmiarów owocniki *Laccaria maritima* zawierają do 83% wody. Owocniki mniejsze w swoich strzępkach zawierają znacznie mniej wody, do 56%. Można to wytłumaczyć mniejszym zwakuelizowaniem młodych strzępek, a szybko tworzącą się masą produkcyjną. Poddano badaniom i obserwacji niektóre gatunki psammofilne, które w fenologicznym rocznym cyklu mają dwie fale pojawów (W. Rudnicka-Jezińska 1969). Okazało się, że okres wczesnojesienny jest — jak widać z tabeli 4 — dużo korzystniejszy dla gatunku *Inocybe lacera* var. *arenaria* do wytwarzania świeżej masy produkcyjnej, zaś dla *Laccaria maritima* — okres późnojesienny.

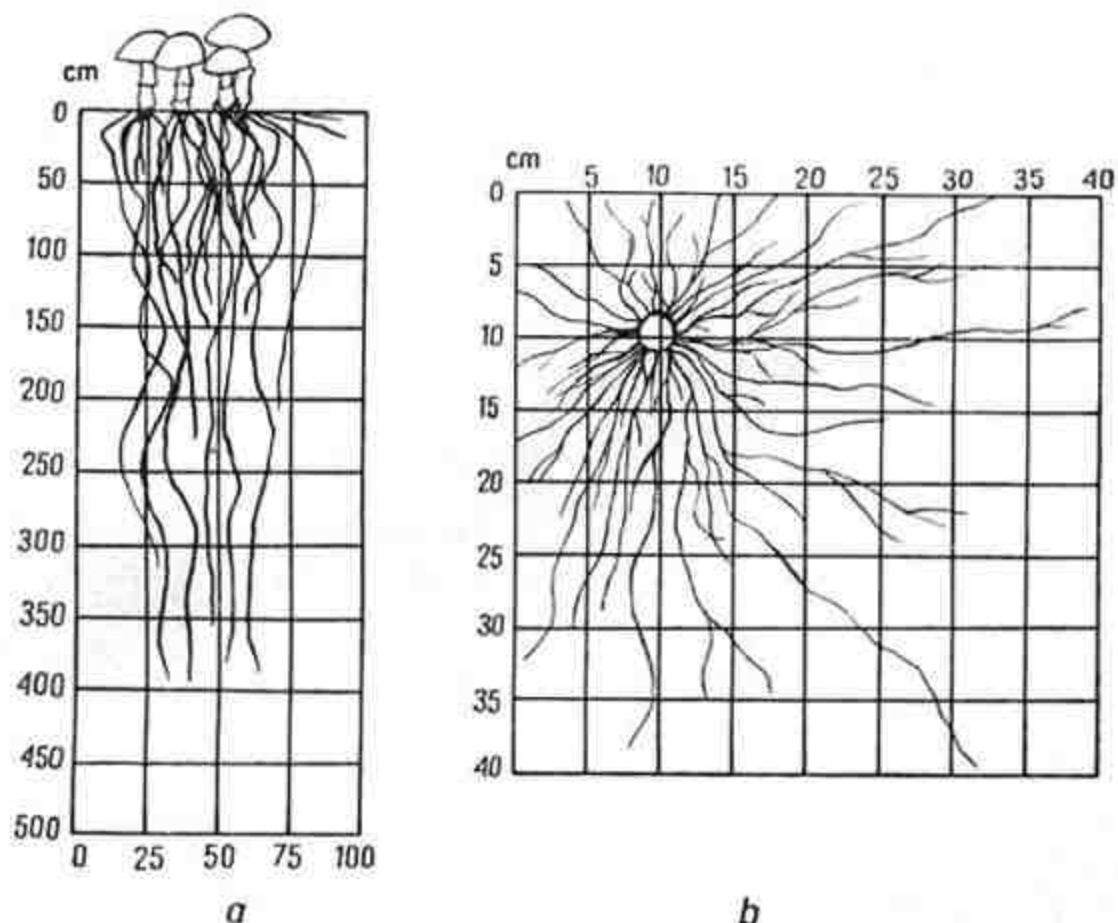
Grzybnia gatunków psammofilnych jest szczególnie narażona na silny wpływ bardzo specyficznych i trudnych warunków bytowania w piaskach, jak zasypanie, obnażanie, usychanie lub uderzanie ziaren piasku. Sposób rozrastania się jej w położu odgrywa dużą rolę przystosowawczą do siedliska. U gatunków znoszących odwiewanie grzybnia rozwija się w kierunku pionowym (wertikalnym), zaś u grzybów rozwi-

Tabela 4 - Table 4

Wpływ okresów fenologicznych na przyrost masy ciała 2 gatunków grzybów
 Influence of phenological periods on the weight increment of two fungal species

Gatunek Species	Okres fenologiczny Phenological period	Ciężar 100 owocników Weight of 100 fruit- bodies /dkg/	
		swieża masa fresh weight	sucha masa dry weight
<i>Laccaria maritima</i>	wczesna jesień IX	29,14	9,48
<i>Laccaria maritima</i>	early autumn późna jesień X-II	39,23	13,50
<i>Inocybe lacera</i> var. <i>arenaria</i>	wczesna jesień VIII-IX	25,21	7,93
<i>Inocybe lacera</i> var. <i>arenaria</i>	early autumn późna jesień X	12,62	5,22
	late autumn		

jających się w miejscach zawiewania sieć strzępek grzybni rozrasta się głównie w płaszczyźnie poziomej (horyzontalnej) (ryc. 9).



Ryc. 9. Rozwój grzybni

a — w kierunku pionowym na przykładzie *Amanita muscaria*; b — w kierunku poziomym na przykładzie *Scleroderma verrucosa* var. *bovista*

Development of mycelium

a — vertical — on the example of *Amanita muscaria*; b — horizontal on the example of *Scleroderma verrucosa* var. *bovista*

Spośród gatunków obserwowanych najlepszego przykładu rozwijania się grzybni w kierunku pionowym dostarcza *Scleroderma verrucosa* var. *fascirhizum*. Sieć delikatnych, cienkich strzępek grzybni znajdującej się na głębokości powyżej 32 cm spełnia rolę organów zasilających w wodę gruntową i substancje odżywcze grube sznury grzybni zakończone owocnikiem. Początkowo ściany tych strzępek są nagie, bez jakiegokolwiek osłony piaskowej chroniącej je przed uszkodzeniami natury mechanicznej lub fizjologicznej, np. wyschnięciem.

Dopiero później na głębokości od 2—32 cm strzępki tworzą sploty grzybni w postaci grubych sznurów, które są okryte ściśle przylegającą powłoką ze zlepionych ziaren piasku (ryc. 10 a, b, c, d). Ciężkie sznury zawierające w swych splotach bardzo dużo piasku układają się w pozycji pionowej, a szczytowy ich splot, zasypany wraz z owocnikami przez piasek, silnie utrzymuje go i zabezpiecza przed wyrwaniem z podłoża.

Podobnie wygląda grzybnia u *Scleroderma aurantium* (ryc. 11 a, b, c), z której wytworzyły się owocniki tego gatunku w ruchomym, nagim piasku. Sznury grzybni są cieńsze niż u poprzedniego gatunku, strzępki oblepione są cieńszą powłoką piaskową. Owocniki te odbiegają w swojej morfologii znacznie od okazów zbieranych w borach i miejscach bogatszych w humus.

Pisolithus tinctorius, f. *turgidus* i f. *clavatus*, również przystosowany jest do procesów deflacyjnych. Korzeniowate sploty jego grzybni, podobnie jak u poprzedniego gatunku, rozwinięte w piasku pionowo również utrzymują wokół siebie piasek i owocniki (ryc. 12). Wielokrotnie spotykano dojrzewające owocniki do połowy lub prawie całkowicie odwiane z piasku.

Grzybnia *Lycoperdon ericetorum* var. *ericetorum* wykazuje podobne cechy, chociaż strzępki grzybni na głębokości poniżej 16 cm nie mają osłon piaskowych, powyżej zaś — również są oblepione grubą powłoką piasku. U drugiej formy tego gatunku, var. *pusillum*, sieć sznurów jest zredukowana do kilku przerastających 18-centymetrową warstwę podłoża i tylko w górnej części chronionych powłoką piaskową (ryc. 13).

Peziza ammophila ma nieco inaczej uformowaną grzybnię utrzymującą owocnik w podłożu, tworzy ona rodzaj pseudotrzon, który wraz z apotecjum jest całkowicie zagłębiony w podłożu (ryc. 14). Walcowatego kształtu niby dotrzon jest zbudowany — w przeciwieństwie do splotów grzybni poprzednich gatunków — z delikatnych dość ściśle z sobą splecionych strzępek, pomiędzy którymi osadzone są bardzo drobne ziarna piasku.

Bardzo dobrze znosi zawiewanie *Amanita muscaria*, której liczne owocniki pojawiają się na wędrujących piaskach. Mogą one tworzyć łąny dużych okazów zasypanych do głębokości 17 cm. Grzybnia ich, nor-

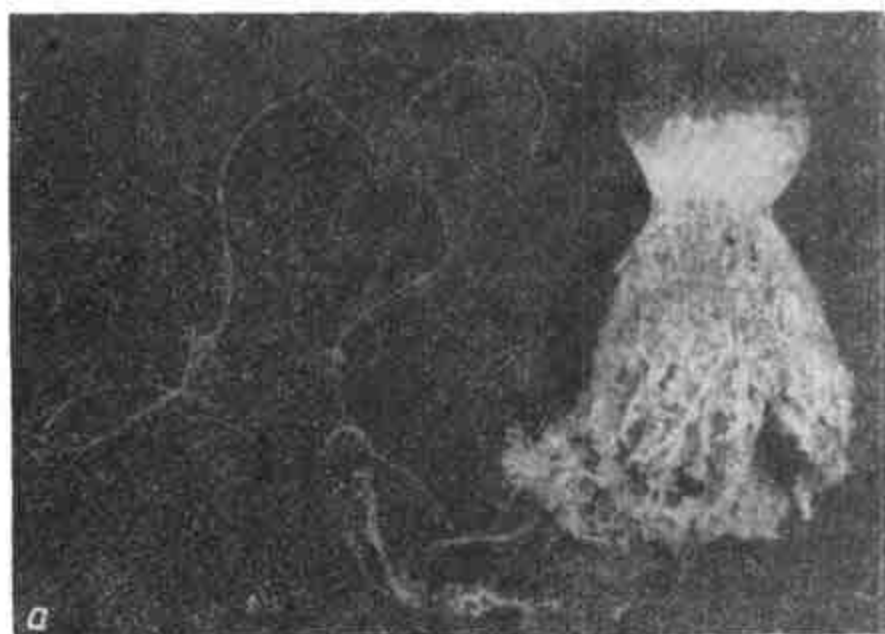


Ryc. 10. Owocniki *Scleroderma verrucosa* var. *fascirhizum*

a, b, c — grzybnia „sznurowata” okryta grubą powłoką piaskową i rozwijającą się w kierunku pionowym; d — w powiększeniu fragment strzępki z otoczką piaskową

Fruit-bodies of *Scleroderma verrucosa* var. *fascirhizum*

a, b, c — vertically developing “strand” mycelium covered with a thick sand envelope; d — fragment of hypha with sand envelope in magnification



Ryc. 11. Owocniki *Scleroderma aurantium* (a, b, c) znalezione na rozwlanych piaskach w Grochalach

Scleroderma aurantium fruit-bodies (a, b, c) found in wind-worn sands in Grochale



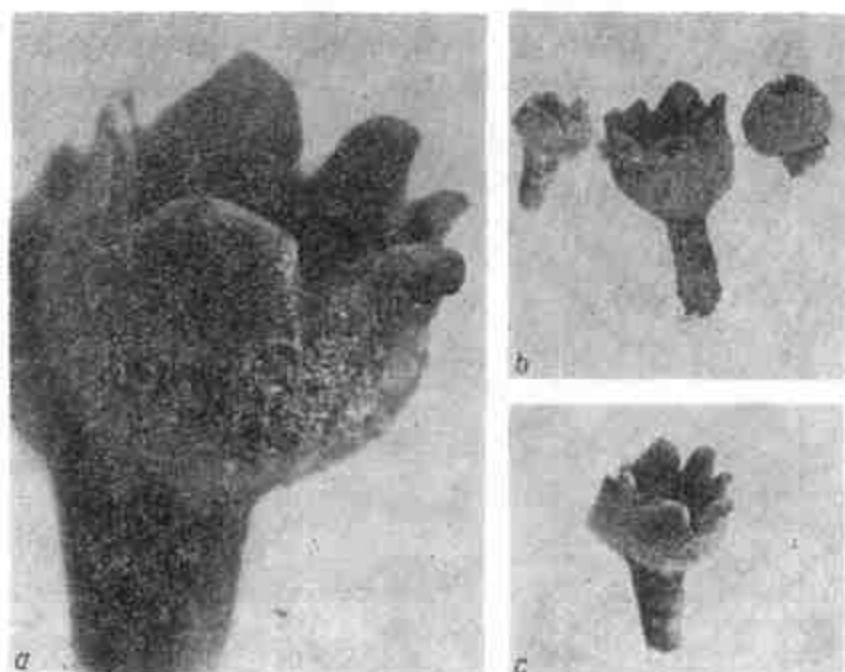
Ryc. 12. *Pisolithus tinctorius* f. *turgidus* o korzeniowatych spletach grzybní, która utrzymuje go w sypkim ruchomym podłożu

Pisolithus tinctorius f. *turgidus* mycelium with root-like coils settling this fungus in the loose quicksand substrate



Ryc. 13. *Lycoperdon ericetorum* var. *pusillum* z długą grzybnią wydobyty z wydmy rozwianej

Lycoperdon ericetorum var. *pusillum* with a long mycelium excavated from a wind-worn due



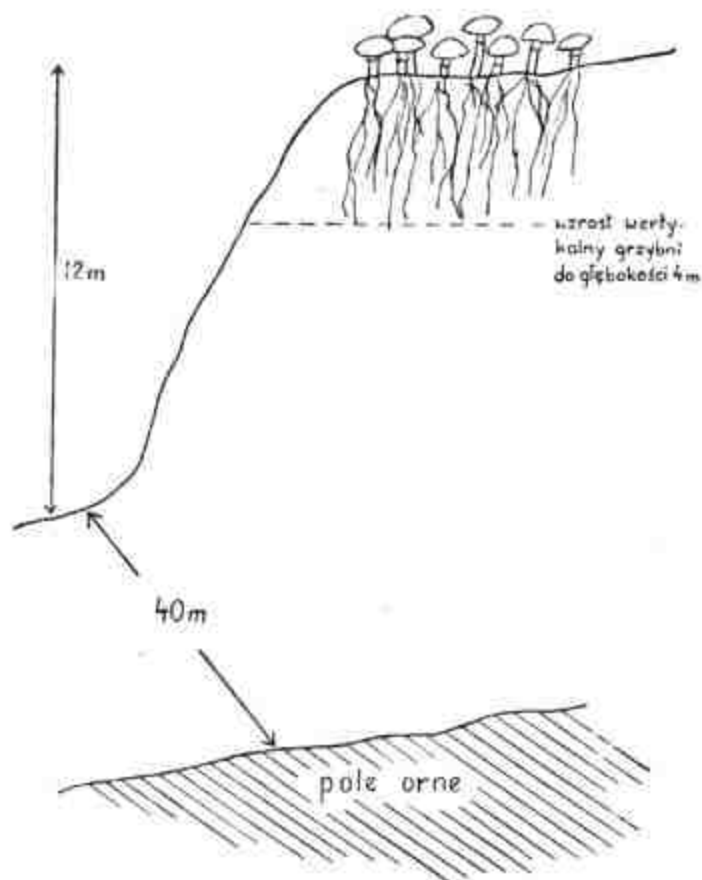
Ryc. 14. Gwiazdzistego kształtu mięsiste apotecjum *Peziza ammophila* z dobrze wykształconym „nibytrzonem”

Stellulate, fleshy apothecium of *Peziza ammophila* with a well developed “pseudo-stalk”

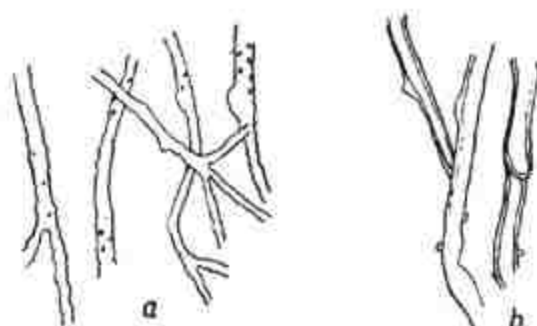
malnie horyzontalna, sięgała aż do 4 m głębokości. Prawdopodobnie rozwijała się w pobliżu wód gruntowych, a w okresie fizjologicznej dojrzałości nastąpił silny jej rozwój w górę, w kierunku pionowym (ryc. 15). Grzybnia jednak najczęściej rozwija się w kierunku poziomym. Takie rozrastanie się grzybni stanowi jedno z bardzo ważnych przystosowań do życia na wydmach prowadzących do wykorzystania jak największej ilości wody zawartej w górnych warstwach piasku, a pochodzącej z opadów atmosferycznych oraz opadów poziomych (rosy), które bardzo często występują na wydmach.

W przeciwieństwie do grubych i sznurowatych splotów grzybni u owocników wywiewanych z podłoża, grzybnia gatunków lepiej znoszących zawiewanie rozwija się promieniście, w płaszczyźnie bardziej poziomej, i ma znacznie delikatniejszą budowę. Grubość jej strzępek w przypadku *Laccaria maritima* wynosi 1—2 μ . Ściany ich za młodu są silnie brodawkowane, a na starość są gładkie i zawierają liczne ściany poprzeczne (ryc. 16 a, b). Podobnie pajęczynowatą grzybnię spotyka się u *Inocybe lacera* var. *arenaria*, *I. serotina*, *I. halophila* i *I. fastigiata* var. *arenicola*, z tą różnicą, że ich młode strzępki są gładkie i rozgałęziające się, a dzięki temu łatwo oplatają ziarna piasku.

We wszystkich kierunkach natomiast rozchodzą się sploty białozółtej grzybni *Scleroderma verrucosa* var. *bovista*, w której strzępki w wierzch-



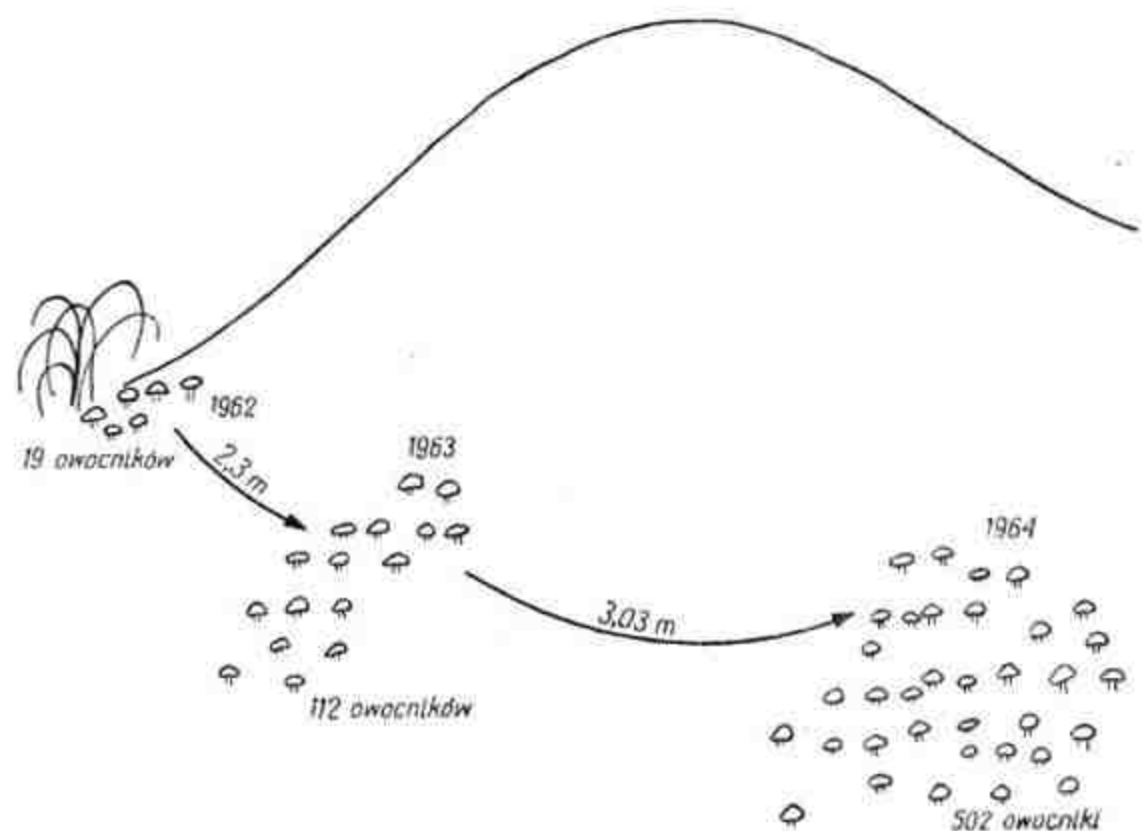
Ryc. 15. Łan owocników *Amanita muscaria* na nagiej wydmie w Truskawiu z grzybnią sięgającą do 4 m w głąb wydmy wysokiej do 12 m
 A group of *Amanita muscaria* fruit-bodies with mycelium reaching 4 m deep into a 12-m high bare dune in Truskaw



Ryc. 16. Strzępki grzybnii *Laccaria maritima*
 a — młode (brodawkowane); b — dojrzałe — stare (gładkie, ze ścianami poprzecznymi)
 Mycelial hyphae of *Laccaria maritima*
 a — young (papillate); b — mature — old (smooth, septate)

nich warstwach podłoża mają średnicę 4—5 μ . Przy procesach akumulacyjnych i deflacyjnych piasku wiąże ona piasek w promieniu około 30 cm od owocników umożliwiając im utrzymanie się w podłożu aż do czasu dojrzenia (ryc. 9 b).

Za przykład gatunku grzybni rozrastającej się promieniście może posłużyć *Laccaria maritima*. Grupę jej owocników zaobserwowano w 1962 roku; metodą Parkera-Rhodesa (1954, 1955) mierzono w latach następnych odległość od dalszych miejsc ich występowania. Promień grzybni zwiększył się w r. 1963 o 2,3 m, a w 1954 — 3,03 m. Liczba owocników była najmniejsza w 1962 r. — 19, większa w 1963 — 112, a największa w 1964 — 502 (ryc. 17). Podobne wyniki otrzymano z pomiarów



Ryc. 17. Rozwój i opanowanie wydmy w Grochalach przez rozrastanie się grzybni w kierunku poziomym i coraz obfitsze owocowanie *Laccaria maritima* w latach 1962—1964

Development of *Laccaria maritima* in 1962—1964 invading dunes in Grochale by means of horizontal growth of the mycelium and gradually more abundant fructification

przeprowadzonych dla *Inocybe lacera* var. *arenaria* z tą różnicą, że jej owocniki częściej wyrastały pojedynczo niż w grupach.

Na piaskach sporadycznie rozwijają się również grzyby innych siedlisk. Jako organizmy dość plastyczne zdolne są do przystosowania się do życia w trudnych warunkach. W miarę akumulacji piasku trzony ich owocników rosną najintensywniej, aby jak najszybciej wynieść kapelusz nad powierzchnię podłoża. Owocniki *Boletus edulis* całkowicie zagłębione w piasku miały duże i dobrze rozwinięte trzony, a słabiej kapelusze.

Podobne zjawisko zaobserwowano u *Armillaria mellea*: z pniaka zasypanego 40-centymetrową warstwą piasku wyrosły trzony o długości 27 cm dźwigające kapelusiki małych rozmiarów.

Sporulacja. Na szybkość wytwarzania zarodników duży wpływ wywiera środowisko. Poszczególne osobniki należące do tego samego gatunku mogą wykazywać, w zależności od warunków otoczenia, dłuższy lub krótszy okres rozwoju wegetatywnego (Lilly i Barnett 1959) zanim rozpocznie się okres sporulacji. To również — jak stwierdzono — przebiega rozmaicie u różnych osobników.

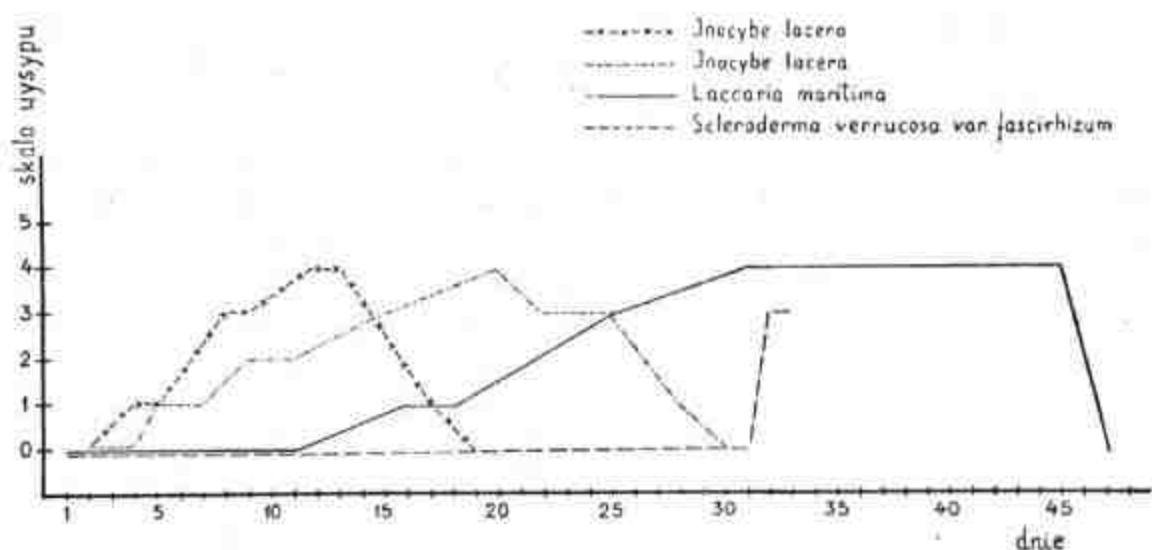
Aby zbadać długość okresu sporulacji niektórych badanych gatunków grzybów psammofilnych, a przy tym poznać długość życia owocników, nakładałam na ich hymenofory kapturki. Stosowałam je do grzybów rozwijających się w piaskach położonych daleko od osiedli (wydmy rozwiane w Grochalach i Kamionie) i obfitujących w \pm jednowiekowe owocniki danego gatunku oraz odznaczające się podobną wielkością.

Badaniem objęłam *Inocybe lacera* var. *arenaria* (owocniki żyjące krótko lub długo), *Laccaria maritima* i *Scleroderma verrucosa* var. *fasci-rhizum*. Początek sporulacji u nich, jak wykazały obserwacje, rozpoczął się w różnym czasie.

Przy 30-dniowym okresie życia owocnika *Inocybe lacera* var. *arenaria* szczyt sporulacji przypadł na dzień 20-ty. Przy tym stopniowe wysiewanie zarodników rozpoczęło się bardzo wcześnie, na drugi dzień od chwili wyniesienia kapelusza nad powierzchnię podłoża. Największy stopień w skali szacunkowej barwy wysypu (patrz metody) świadczył o pełnym rozwoju i całkowitym dojrzeniu owocnika. Jak widać w ciągu 2/3 okresu swego życia owocnik grzyba rozwija się i wytwarza zarodniki, aby w okresie następnych 10 dni rozsiać je i potem zginąć (ryc. 18).

U owocników żyjących znacznie krócej, tylko 19 dni, masowe wysypywanie zarodników nastąpiło wcześniej, w 12 i 13 dniu jego życia, po czym słabło i w przeciągu 6 następnych dni zostało zakończone. Zaczynała się tu pewna prawidłowość w stosunku długości okresu dojrzenia do długości okresu sporulacji, sporulacja zawsze przypadała na drugą połowę okresu życia owocników.

U *Laccaria maritima* krzywa sporulacji przebiegała inaczej: z opóźnieniem bardzo wolno wzrastała, a także bardzo wydłużała się po osiągnięciu szczytu. Owocniki tego gatunku po wydostaniu się ponad podłoże nie miały jeszcze dojrzwających zarodników; wyraźnie zaznaczał się jeszcze wzrost kapelusza. Był on powolny i trwał długo, a sporulacja w tym czasie odbywała się w sposób prawie niewidoczny. Dopiero po uzyskaniu przez kapelusz pewnej wielkości (4,4 cm średnicy) i ciężaru (5,5 g) bazydiospory zaczynały szybko dojrzewać oraz intensywnie się rozsiewać (ryc. 18).



Ryc. 18. Krzywe obrazujące długość życia i sporulacji trzech gatunków grzybów psammofilnych wykreślone w oparciu o skalę wysypu

Curves illustrating the lifetime and period of sporulation of three psammophilic fungal species (axis x) traced on the basis of the scale of spore print (axis y)

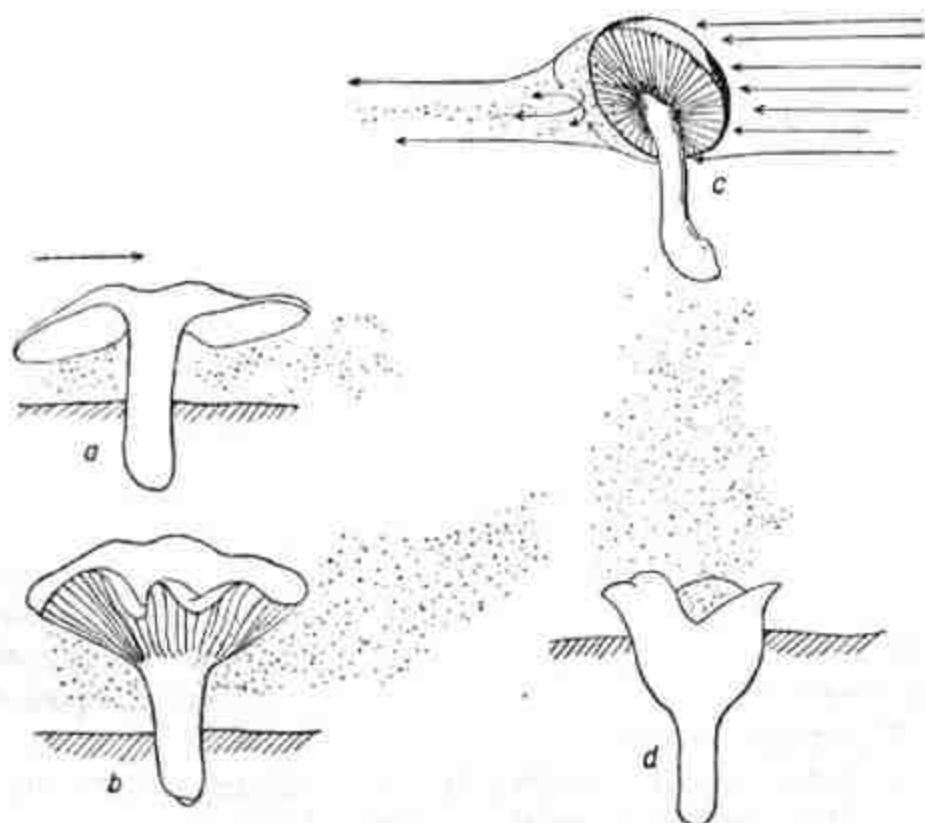
Rozsiewanie trwało długo i całkowicie ustąpiło z chwilą obumarcia owocnika. Jednak u niektórych owocników po ich obumarcu można było jeszcze zauważyć w ciągu następnych dwóch dni obecność białej masy zarodników świadczącej o zanikającym procesie sporulacji.

Jeszcze inaczej zarysowała się krzywa (ryc. 18) rozsiewania się zarodników u *Scleroderma verrucosa* var. *fascirhizum*, wykazując swoim przebiegiem (długo utrzymując się w linii poziomej i ostro wznosząc się w górę) inny typ owocników. Owocniki te rozwijają się prawie przez cały miesiąc, a po osiągnięciu odpowiedniej dojrzałości (po 26 dniach), z chwilą powstania otworu w perydium, szybko następuje intensywna sporulacja. Rozsiewanie zarodników może trwać do późnej jesieni, a czasem przez całą zimę, o ile jest ona łagodna i bezśnieżna; tak długi okres rozsiewania — mimo obumarcia owocników — tłumaczy się tylko ich specyficzną kulistą budową.

Rozsiewanie. Mechanizm uwalniania zarodników jest różny, jest uzależniony od budowy owocników, które u grzybów piaskowych bywają gymnokarpiczne (*Pezizales*), hemiangiokarpiczne (*Agaricales*) i angiokarpiczne (*Lycoperdales*), oczywiście z formami przejściowymi.

Owocniki hemiangiokarpiczne wcześniej odsłaniają swoje hymenium umożliwiając prądom powietrznym (anemochoria) porywanie i unoszenie zarodników oderwanych od sterygm. Morfologiczna budowa kapelusza, a zwłaszcza jego kształt może jeszcze ułatwić przenoszenie zarodników. W przypadku *Laccaria maritima* jej kapelusze w stadium dojrzałym są ukształtowane parasolowato (ryc. 19 a), zarodniki padają w po-

blizu owocnika macierzystego lub przenoszone są na niedalekie odległości, natomiast przy kapeluszach powyginanych i odgiętych ku górze, posiadających odsłoniętą warstwę hymenialną, nawet słabe podmuchy wiatru mogą przenieść oderwane zarodniki na dalszą odległość (ryc. 19 b). Innym kształtem kapelusza odznacza się *Inocybe lacera* var. *arenaria*. Zazwyczaj młody i niedojrzały owocnik ma kapelusz półkulisty. W miarę dojrzewania, gdy zarodniki są już dobrze wykształcone (w 20 dniu życia), kapelusz staje się spłaszczony i, dzięki wygięciu trzona, swoim szczytem przechyla się w kierunku wiatru. Kąt przechylenia dochodzić może do 30–60°. Hymenium dostaje się w ten sposób na stronę odwietrzną. Tego rodzaju ustawienie kapelusza umożliwia powstanie na stronie odwietrznej wirów, które powodują oderwanie zarodników i wyniesienie ich spośród blaszek (ryc. 19 c). Zjawisko wyginania się trzonów zachodzi również u innych gatunków, jak *Inocybe fascigiata* var. *arenicola*, *I. brunnea* i *I. halophila*; przypuszczać można, że ma ono duży związek z procesami eolicznymi: wiatr działa na trzon od strony odwietrznej, częściowo hamując jego wzrost, częściowo wysuszając, co po-



Ryc. 19. Rozsiewanie zarodników

a, b — *Laccaria maritima*; c — *Inocybe lacera* var. *arenaria*; d — *Peziza ammophila*

Dispersion of spores

a, b — *Laccaria maritima*; c — *Inocybe lacera* var. *arenaria*; d — *Peziza ammophila*

woduje nieznaczne skurczenie budujących go strzępek, lecz na tyle silne, aby spowodować wygięcie.

Przy okazji można dodać, że dzięki takim wygięciom następuje również zabezpieczenie owocników przed złamaniem trzonów, które są mało elastyczne i z trudem opierają się działaniu częstych i silnych wiatrów, chociaż siła wiatru w miarę zmniejszania się wysokości nad podłożem znacznie słabnie (Motyka 1962) i dochodzić może do 0,08 m/sek. na wysokości 2 cm. Dla grzybów wyrastających niewiele wyżej (bo do 15 cm) ma to wielkie znaczenie; większe szanse przetrwania mają owocniki niskie i mocno zagłębione w podłożu.

Zaobserwowane na wydmach psammofilne workowce o typowej miśczkowatej budowie owocników rozsiewają zarodniki w sposób, jaki opisują Buller (1958) oraz Ingold (1953).

Na przykładzie *Peziza ammophila* udało mi się dwukrotnie zobaczyć zjawisko gwałtownego wyrzutu zarodników, tzw. „puffing” (ryc. 19 d). Przy mechanicznym potrąceniu dojrzałego owocnika o średnicy 6,5 cm zarodniki w postaci jasnej chmurki zostały wyrzucone na wysokość około 17 cm. Tak stosunkowo wysokie wyrzucanie dużych zarodników zwiększa ich szanse rozprzestrzeniania się dzięki możliwości podchwycenia ich przez silne prądy powietrza występującego nad wydmami. U *Octospora humosa* i *Sepultaria arenicola*, mimo celowego stosowania bodźców mechanicznych, nie udało się uzyskać podobnego efektu.

Sposób rozsiewania zarodników przez angiokarpiczne *Lycoperdales* o suchych owocnikach jest powszechnie znany. Najczęściej polegał on na wydmuchiowaniu zarodników z wnętrza perydium, albo na podbijaniu ich do góry wskutek wstrząsów powodowanych przez krople deszczu uderzające w cienkie endoperidium. Jest to zjawisko charakterystyczne dla gatunków obserwowanych w Puszczy: *Lycoperdon ericetorum* var. *pusillum*, *Vascellum depressum*, *Tulostoma brumale* i *T. fimbriatum*.

Owocniki *Scleroderma verrucosa* var. *fascirhizum* i *Pisolithus tinctorius* var. *turgidus* i var. *clavatus* mają perydium znacznie grubsze. Po dojrzeniu jego górna warstwa, dobrze wysuszona przez słońce, pęka w wielu miejscach i rozpada się na dość duże (2—5 cm) fragmenty; te zaś — targane przez podmuchy wiatru — stopniowo odpadają odsłaniając glebę. Podobnie rozpadają się na części owocniki grzyba półpodziemnego — *Rhizopogon luteolus*.

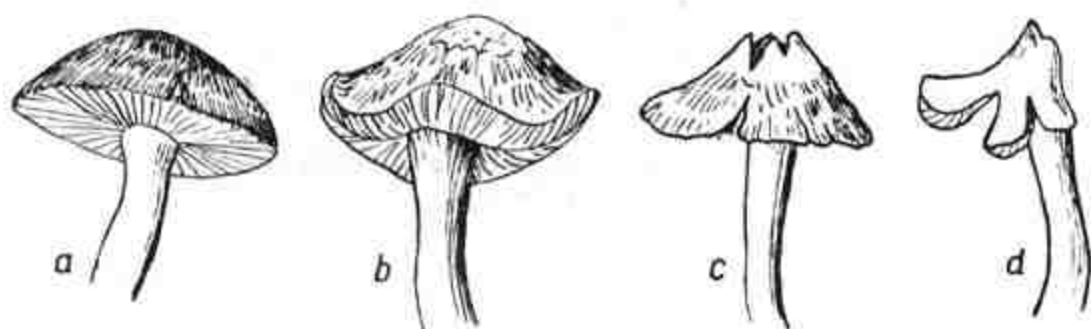
Jeszcze jeden sposób rozsiewania, nie notowany w odniesieniu do grzybów, wielokrotnie obserwowalam u *Scleroderma verrucosa* var. *fascirhizum* i *S. aurantium*. Kuliste owocniki tego tęgoskóra wskutek dużej siły wiatru odrywały się w tak zwanych „słabych punktach” (porównaj ryc. 10 a, b, c i ryc. 11 c) od grubego splotu grzybni i były „wywiane” z podłoża. Niezwiązane z grzybnią kuliste perydia podrzucane podmuchami

mi wiatru toczyły się na sposób „biegaczy stepowych“ na duże nawet odległości, rozsiewając jednocześnie zarodniki.

Zamieranie. Długość życia owocników grzybów piaszkowych jest różna, zależnie oczywiście od gatunku.

Grzyby wydm, w przeciwieństwie do grzybów siedlisk borowych oraz wrzosowisk, giną właściwie w jeden tylko sposób, przez usychanie. Bardzo często spotykane są owocniki uschnięte i szerniałe tkwiące w podłożu (np. *Inocybe lacera* var. *arenaria*), względnie już wywiane z niego i pokruszone na ciemne fragmenty. Na piaskach ruchomych nie spotyka się wcale owocników zaczerwionych.

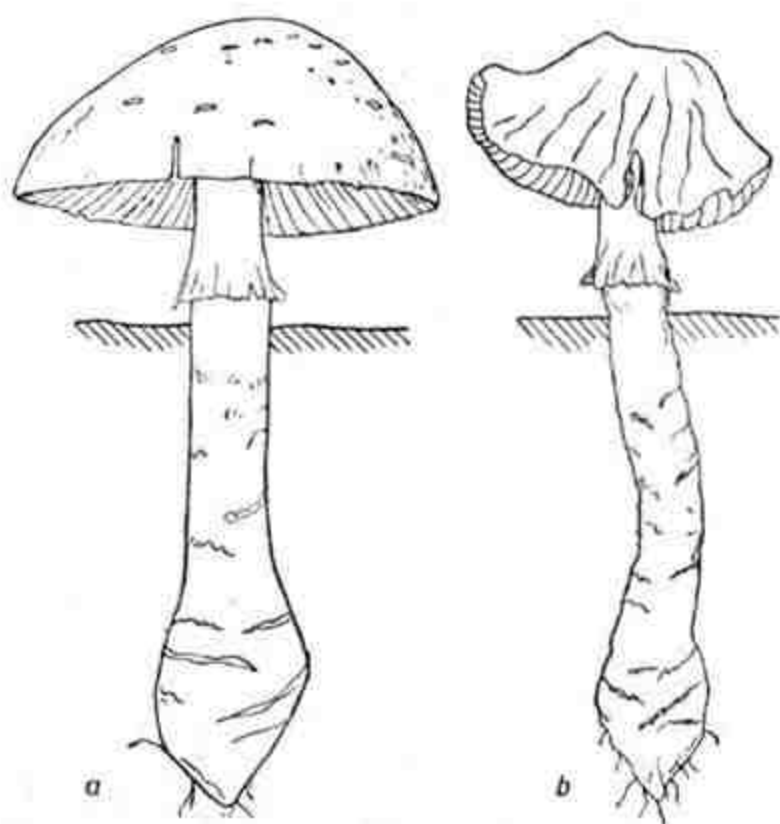
Proces usychania następuje zawsze od brzegów kapeluszy. W wyniku ubywania wody w owocnikach zachodzą zmiany w ich wyglądzie zewnętrznym. Kosmki lub włókienka na kapeluszu przestają odstawać i zaczynają ściśle przylegać do jego skórki, np. u przedstawicieli rodzaju *Inocybe* (ryc. 20). U *Amanita muscaria* skórka kapelusza traci połysk



Ryc. 20. Kolejne fazy (a, b, c, d) zamierania owocnika *Inocybe lacera* var. *arenaria*
 Successive phases (a, b, c, d) of dying of *Inocybe lacera* var. *arenaria* fruit-bodies

i zmienia barwę na jaśniejszą, powierzchnia kapelusza staje się pofalowana, blaszki nabierają barwy wosku (ryc. 21). Następuje pęknięcie brzegów kapeluszy i powolne ich skręcanie się pod spód. Bardzo często przy tym owocniki pękają na szczycie cztero lub pięciokrotnie (ryc. 20 a, b, c, d). Zwiększona siła transpiracji (Gumińska 1962), a zmniejszona siła pobierania przy silnej operacji słonecznej powodują dalej stopniowe ich wysychanie; owocniki czernieją począwszy od kapeluszy w kierunku trzonów przybierając wygląd jak gdyby zwęglonych. W tej formie, jako świadkowie życia na wydmach, mogą trwać do późnego okresu jesiennego, dopóki nie zostaną wywiane z podłoża. Ich rozkruszone drobne cząstki stanowią doskonale podłoże dla osiedlających się na nich mikroskopowych grzybów saprofitycznych.

Zamieranie owocników badanych workowców następuje również w wyniku usychania. Proces ten, podobnie jak u podstawczaków, prze-



Ryc. 21. Zmiany zachodzące w pokroju owocnika *Amanita muscaria* owocującego na wydmie

a — owocnik świeży; b — owocnik zamierający

Changes in the habit of *Amanita muscaria* fruit-bodies on a dune

a — fresh fruit-body; b — dying fruit-body

biega od brzegów ku jego środkowi. W miarę ubywania wody w owocnikach, np. u *Peziza ammophila*, usychają najpierw i odpadają ich mięsiste łatki zmniejszając w ten sposób powierzchnię miseczek. Stopniowo usychają i również odpadają dalsze ich fragmenty. Natomiast u *Sepultaria arenicola* usychanie owocnika odbywa się powoli i nie jest poprzedzone odrywaniem się kawałków jego apotecjum. Po całkowitym uschnięciu pozostaje w podłożu wgłębienie, rodzaj „otworu w piasku”, gdzie mogą osiedlać się inne organizmy.

Najtrwalsze i najodporniejsze na suszę i wiatry są owocniki *Lycoperdales*. Często nawet na wiosnę można znaleźć resztki ich perydium w stosunkowo dobrym stanie (o ile oczywiście nie rozpadną się one na kawałki).

Przyczyną szybkiego obumarcia mięsistych owocników wszystkich grzybów są przymrozki. W wyniku obniżenia się temperatury poniżej 0°C następuje zniszczenie ich strzępek wskutek zamarznięcia wody znajdującej się w wakuolach.

UTRWALANIE PODŁOŻA PRZEZ GRZYBY

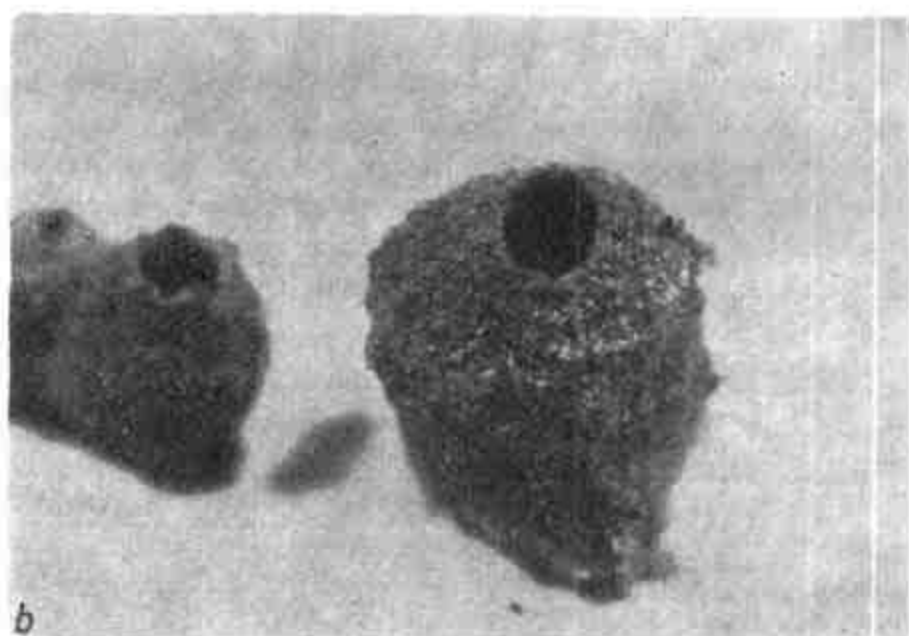
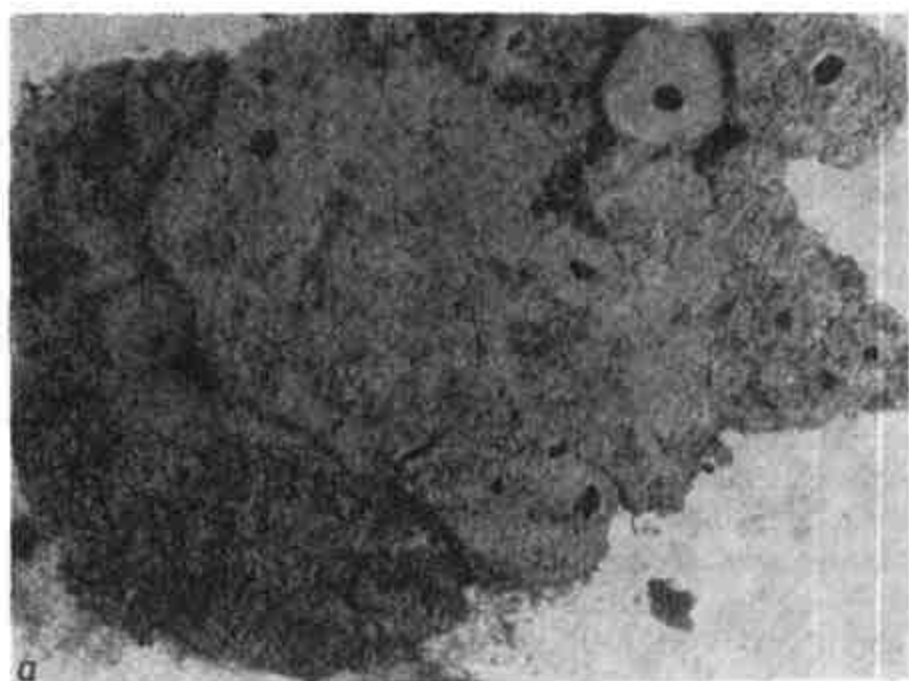
Wszystkie występujące na rozwianych wydmach grzyby psammofilne są organizmami przyczyniającymi się do utrwalenia piaszczystego podłoża. Dzięki swojej szybko na ogół rozrastającej się grzybni, a w niektórych przypadkach również dzięki swym owocnikom, utrzymują w stabilności pewną ilość piasku.

Sepultaria arenicola może stanowić przykład grzyba, który stosunkowo bardzo dobrze spełnia rolę utrwalenia podłoża. Jej gęsto obok siebie wyrastające owocniki (ryc. 22), prawie całkowicie zagłębione w podłożu, unieruchamiają duże masy piasku, leżącego pod nimi jak i między nimi. Grzybnia silnie przerastająca piasek na głębokość do 3 cm powoduje powstanie na powierzchni sypkiego piasku dość trwałej i twardej powłoki, której grubość — łącznie z owocnikami, wynosi około 6 cm; na niej dopiero osiedlają się inne rośliny termo- lub kserofilne. W podobny sposób utrwala podłoże *Octospora humosa*, z tą tylko różnicą, że zajmuje mniejsze płyty podłoża (mniejsze owocniki) i wytwarza cieńszą powłokę, do 1,5 cm; na takiej powłoce zwykle lokuje się *Polytrichum piliferum*.

Owocniki rosnące pojedynczo również wywierają wpływ hamujący na wędrowki piasku. Jako przykład można tu przytoczyć trzy gatunki grzybów, *Scleroderma verrucosa* var. *bovista* i var. *fascirhizum*, *Laccaria maritima* oraz *Inocybe lacera* var. *arenaria*, których owocniki wyjęte z piasku łącznie ze zbitą masą grzybni i przylegającym do niej podłożem zostały pomierzone i poważone (tab. 5).

Tabela 5 - Table 5
Wymiary oraz ciężar grzybów utrwalających piasek
Dimensions and weight of sand-stabilizing fungi

Gatunek Species	Średnica owocnika /w cm/ Fruit- -body diameter /in cm/	Bryła piasku z grzybem Sand clod with fungus				
		w cm in cm		w g in g		
		poziomy horizon- tal	pię- no- wy verti- cal	grzy- ba fun- gus	pias- ku sand	razem total
<i>Scleroderma verrucosa</i> var. <i>bovista</i> /młody owocnik - young fruit-body/	4,5	10	4,8	12,8	121,2	134,0
<i>Scleroderma verrucosa</i> var. <i>bovista</i> /owocnik stary - old fruit-body/	6,8	12,3	5,1	16,1	172,5	188,6
<i>Scleroderma verrucosa</i> var. <i>fascirhizum</i>	4,0	4,5	9,0	14,8	149,8	164,6
<i>Laccaria maritima</i>	4,2	6,0	5,5	13,2	114,8	128,0
<i>Inocybe lacera</i> var. <i>arenaria</i>	3,2	5,0	4,3	8,4	94,2	102,6



Ryc. 22. Apotecja *Sepultaria arenicola*.

a — w podłożu piaszczystym; *b* — wyjęte z piasku

Apothecia of *Sepultaria arenicola*

a — in sandy substrate; *b* — extracted from sand

Jak widać dojrzały owocnik *Scleroderma verrucosa* var. *bovista* może utrzymać w splotach swojej grzybni na przestrzeni około 150 cm² aż do 172,5 g piasku w warstewce około 5 cm grubej. Jak na pojedynczy okaz grzyba jest to bardzo dużo. Stosunkowo dobrze utrzymuje piasek *Inocybe*

lacera var. *arenaria*; jest ona w stanie utrzymać swoją delikatną grzybnią 94,2 g piasku na przestrzeni około 25 cm².

Rolę pioniera w utrwalaniu piasku ruchomego w danych przypadkach odgrywa grzyb; po obumarciu swoimi szczątkami zasila on jałowy piasek w związki organiczne umożliwiając osiedlanie się innych roślin silniej wiążących podłoże.

PODSUMOWANIE

Trudne warunki siedliskowe panujące na rozwianych wydmach powodują wiele przystosowań się do nich grzybów wpływając na zmianę rytmu owocowań oraz powodując duże zmiany morfologiczne i anatomiczne. Owocniki na obszarach piaszczystych formują się znacznie wolniej aniżeli w borach, przybierają barwy płowe zbliżone do podłoża, żyją i zarodnikują dłużej. Grzybnia tych gatunków silnie rozwinięta w kierunku pionowym lub poziomym tworzy liczne sploty zatrzymujące pomiędzy strzępkami dużą ilość piasku. Dzięki temu grzybnia łącznie z owocnikami wpływa utrwalająco na ruchome podłoże.

Rozsiewanie zarodników u grzybów psammofilnych odbywa się w drodze anemochorii. W związku z tym sposobem rozmnażania można zauważyć u niektórych grzybów pewne przystosowania ułatwiające przenoszenie zarodników na dalsze odległości. Na przykład u *Gasteromyces* zaobserwowano rozsiewanie się zarodników na sposób biegaczy stepowych. Polega ono na tym, że oderwany od sznurowatej grzybni owocnik *Scleroderma verrucosa* var. *fascirhizum*, toczony przez wiatr, rozsiewa dojrzałe i suche zarodniki.

Obumieranie owocników zachodzi na wydmach nie wskutek gnicia, lecz wskutek usychania. Zjawisko to rozpoczyna się zazwyczaj od procesu zwijania się brzegów kapelusza w kierunku jego szczytu, pęknięcia skórki, co przyspiesza wysychanie i prowadzi do całkowitego prawie szczernienia owocnika; brzegi potem ulegają rozkruszeniu.

Zakład Systematyki i Geografii Roślin
Uniwersytetu Warszawskiego

SUMMARY

About twenty species of higher psammophilic fungi were found on the open and scarcely overgrown dunes in the Kampinos Forest. Long-standing observations revealed the high degree of adaptation of these fungi to the environmental conditions. The very severe life conditions on the bare dunes result in considerable morphological changes in the psammophilic fungi. The latter mostly form spherical or campanulaceous fruit-bodies and acquire a flaxen color similar to that of the substrate. The fruit-bodies develop much slower in species of dry environ-

ments than in these of mesophilic habitats. Anatomical changes, particularly in the structure of the skin under which term also the peridium is meant, occur parallelly.

The rate of growth of the stalk and pileus of psammophilic fungi is not uniform. In the first phase of growth the development of the stalk is more intensive than that of the pileus. When the latter is lifted above the sandy substrate the situation is reversed. The water content in young fruit bodies varies widely from that in old ones.

The following two periods of intensive fructification were observed in the psammophilic fungi: spring-summer and summer-autumn, and late-autumn (Rudnicka-Jeziarska 1969). The summer-autumn periods favour the increase of the fruit-body size of *Inocybe lacera* var. *arenaria*, whereas in *Laccaria maritima* this increment is higher in the late-autumn period.

The mycelium develops in two directions: horizontally and vertically. The direction of its development depends not only on the water uptake but also on the wind blows the sand on and off the mycelium.

The course of sporulation and spore dispersion varies in the fungal psammophytes. Some species produce spores gradually in the entire course of their growth and development, whereas others sporulate only after reaching a size suitable for the given species. The spores are anemochorously dispersed. In pileate fungi the pilei bend and the stalks twist during winds, thus facilitating the detachment of spores from the basidia. Besides the known modes of spore dispersion *Gasteromycetales* may disperse the spores similarly as the stipe runners.

Psammophilic fungi perish mostly by drying.

The observations performed proved that, similarly as other plants, fungi contribute to the binding of the dune soil, owing to the rapid growth of the mycelium as well as to the development of fruit-bodies in the sand. The following species proved particularly useful in sand stabilization: *Sepultaria arenicola*, *Scleroderma verrucosa* var. *bovista*, *S. verrucosa* var. *fascirhizum*, *Laccaria maritima* and *Inocybe lacera* var. *arenaria*.

LITERATURA

- Buller F. R. S., 1958, Researches of fungi, t. I—VIII, New York.
- Gumińska B., 1962, Mikroflora lasów bukowych Rabsztyna i Maciejowej, Monogr. Bot. 13: 3—85, Warszawa.
- Ingold C. T., 1953, Dispersal in fungi, Oxford.
- Ionesco T., 1960, La Valeur indicatrice des espèces psammophiles en pays semi-aride des Doukkala, Rapports du sol de Végétation 4: 177—179, Paris.
- Kobendza R., 1929, Roślinność w walce z lotnym piaskiem w Puszczy Kampinoskiej, Pam. Zjazdu Słow. Geogr. i Etnografów w Polsce w 1927, Kraków.
- Kobendza R., 1930, Stosunki fitosocjologiczne w Puszczy Kampinoskiej, Plant. Pol. 2, Warszawa.
- Kobendza R., 1932, Jak reaguje system korzeniowy sosny (*Pinus silvestris*) na zawieranie przez piasek, Acta Soc. Bot. Pol. 9: 101—113, suppl.
- Kobendza J. i R., Rozwiewane wydmy Puszczy Kampinoskiej, Praca zbiorowa: Wydmy śródlądowe Polski, Warszawa.
- Lange M., 1948, The Agarics of Maglemose — a study in the ecology of the Agaric Dansk Botanisk Arkiv. 13(1): 1—141, Kobenhavn.
- Lilly V. C., Barnett H. L., 1959, Fizjologia grzybów, Warszawa.

- Motyka J., 1962, Ekologia roślin, Warszawa.
- Opršal F., 1958, Jak rychle rostou houby? Česká Mykologie 12(2): 120—122, Praha.
- Orłoś H., 1960, Badania nad wysypami zarodników grzybów z rodziny *Polyporaceae*. Prace IBL 194: 101—112, Warszawa.
- Pachlewski R., Pachlewska J., 1968, *Rhizopogon luteolus* Fr. w syntezie mikoryzowej z sosną (*Pinus silvestris* L.) w czystych kulturach na agarze, Prace I. B. L. 346: 77—95, Warszawa.
- Parker-Rhodes A. F., 1954, The *Basidiomycetes* of Stockholm Island XII. New Phytologist. 12(53): 259—279.
- Rudnicka-Jeziarska W., 1967, Nowe gatunki grzybów psammofilnych, Acta Mycol. 3: 183—187, Warszawa.
- Rudnicka-Jeziarska W., 1969, Grzyby wyższe wydm śródlądowych Puszczy Kampinoskiej, Mon. Bot. 30: 3—117.
- Skirgiello A., 1951, Rodzaj *Russula* w Polsce i w krajach przyległych, Planta Pol. 9 (1): 1—130, Warszawa.
- Skirgiello A., 1961, *Mycophyta (Fungi)*, In: Rośliny zarodnikowe, Warszawa.
- Stoll F. E., 1929, Die Wanderdune bei Langasciem am Rigaschem Strande, Zeitschr. Pilzk. 10: 146—148, Leipzig.
- Šmarda F., 1948, Ekologie a socjologie hub, podr.: Klíka-Rostlinna socjologie, Praha.