

Grzyby na spadzi jodłowej

ALICJA BOROWSKA I ZOFIA DEMIANOWICZ

Instytut Botaniki U.W., Warszawa; Instytut Przyrodniczych
Podstaw Produkcji Roślinnej W.S.R., Lublin

A. Borowska, Institute of Botany, University of Warsaw, Warszawa, al. Ujazdowskie 4, Poland; Z. Demianowicz, High School Agricultural, Lublin, Akademicka 15, Poland.

Fungi on fir honey-dew

The results are reported of the investigations of fungi growing on fir honey-dew in the Holy Cross National Park. Those most commonly occurring are *Capnophialophora pinophila* (Nees) Borowska and *Triposporium pinophilum* Neger. They are also the chief components of the fungous assemblage that develops in this particular habitat.

WSTĘP

Celem niniejszej pracy było poznanie grzybów rozwijających się na spadzi jodłowej. Znajomość ich może znaleźć zastosowanie podczas analizy mikroskopowej miodów spadziowych.

Spadź jest wydaliną owadów żywiących się płynnym pokarmem roślinnym, który znajduje się we floemie. Owady te należą do rzędu *Homoptera* (pluskwiaki równoskrzydłe o przydatkach gębowych przystosowanych do nakłuwania i ssania, tworzących rodzaj członowanej rurki zwanej klujką).

PRZEGLĄD PIŚMIENNICTWA

Owady wytwarzające spadź. Kloft (1965), wymieniając 6 gatunków mszyc, które wytwarzają spadź jodłową, opisuje szczegółowo cztery z nich: *Buchneria pectinata* Nördl., *Physokermes piceae* Scht., *Ph. hemicryphus* Dalm. i *Todolachnus abieticola* Chol. (rozmnażanie, rozwój, okresy obfitej produkcji spadzi itd.). Cały rozdział w tej

pracy poświęcił on również fizjologii odżywiania się i anatomii przedstawicieli rodziny *Aphididae*.

Owady wytwarzające spadź mogą pobierać pokarm czynnie, przez ssanie, albo biernie — wskutek dużego ciśnienia panującego w rurkach sitowych (Mittler 1953), a wtedy ograniczają się tylko do przelykania go. Połknięty pokarm miesza się ze śliną oraz sokiem trawiennym przewodu pokarmowego i ulega zmianom pod wpływem działania enzymów. Wydalina zwana spadzią wycieka w postaci drobnych kropelek i spada na górną stronę liści, gałązek drzew lub krzewów, względnie pędów roślin zielnych.

Wielu badaczy (Michel 1942; Lindemann 1949; Mittler 1953, 1958; Wanner 1953; Zimmerman 1957; Parker 1958; Ziegler 1960) interesowało się składem chemicznym płynu floemu. Pewną trudność stanowiło otrzymanie go w czystym stanie w większej ilości. Mittler (1953) wpadł na pomysł, aby podczas pobierania pokarmu przez owady obciąć u nasady ich klujki. Jako rezultat tego zabiegu na roślinie pozostawał rodzaj rurek, przez które pod wpływem ciśnienia we floemie wyciekała jego płynna treść.

Uzyskane przez wielu autorów wyniki badań tego płynu otrzymanego z 250 gatunków roślin (z 55 rodzin) pozwoliły wyróżnić wśród nich trzy grupy (Maurizio 1965). Do pierwszej zaliczono rośliny, których płyn zawiera z cukrów wyłącznie sacharozę; do drugiej — takie gatunki, u których w rurkach sitowych, obok niewielkiej ilości sacharozy występują przede wszystkim oligosacharydy typu rafinozy; trzecia grupa obejmująca większość rodzin (w tym *Coniferae*) charakteryzuje się dużą zawartością sacharozy i niewielką oligosacharydów. Cukry proste, fruktoza i glukoza, w płynie floemu występują stosunkowo rzadko i w niewielkiej ilości. Obecność różnych rodzajów cukrów ściśle wiąże się z sezonowymi zmianami w procesach hormonalnych zachodzących w liściach. Azot w płynie floemu występuje w postaci aminokwasów i amidów; przeważają kwas glutaminowy i glutamina oraz kwas asparaginowy i asparagina. Ilość tych związków, podobnie jak cukrów, podlega wahaniom sezonowym. Zawartość białek prostych wzrasta od lata ku zimie przy jednoczesnym zmniejszaniu się aminokwasów (Parker 1958).

Z kwasów organicznych występują: cytrynowy, jabłkowy, winowy i pirogronowy.

Ziegler (1962) podaje, że płyn floemu zawiera witaminy: tiaminę, ryboflawinę, kwas nikotynowy, pantotenowy i askorbinowy, pyrodoksynę, mezoinozytol, a niekiedy również biotyne, pteryne, kwas foliowy. Z mineralnych składników występują przede wszystkim K i Mg, a także mikroelementy.

Braun i Sauter (1964) stwierdzili w płynie floemu u *Coniferae*

obecność kwasnych fosfatyz odgrywających ważną rolę podczas transportu węglowodanów.

Spadz świeżo wydaloną przez owady jest przezroczystym płynem o zawartości wody 82 - 95%. W stosunku do płynu floemowego, z którego powstała, zawiera o 50% mniej związków azotu, węglowodanów zaś około 10%.

Ogólna zawartość azotu w spadzi wynosi 0,2 - 1,8% suchej masy (Maurizio 1965). Związki azotu występują w postaci aminokwasów i amidów, a rodzaj ich zależy od rośliny, na której żerowały owady. Prawie połowa tych związków pochodzi z płynu floemu (Mittler 1958; Dehn 1961; Ehrhardt 1962). Witaminę B-kompleks wytwarzają symbionty (bakterie i grzyby) żyjące w ciele tłuszczowym lub w specjalnych wyrostkach jelita owadów (Szwanniewicz 1956).

Sucha masa spadzi składa się z 90 - 95% z węglowodanów (Maurizio 1965). Część z nich pochodzi z płynu floemu pobranego przez owady, większość jednak powstała pod wpływem enzymów śliny i soków trawiennych przewodu pokarmowego owadów.

Jakościowy oraz ilościowy skład cukrów zależy nie tylko od rośliny-gospodarza, na którym żerują owady (Michel 1942; Duspiva 1954; Mittler 1958), ale również od temperatury otoczenia (Dehn 1961). Dehn stwierdziła, że w temperaturze około 15°C spadz zawiera takie same cukry jak płyn floemu, z którego powstała, zaś w temp. 20°C w przewodzie pokarmowym mszyce zachodzi synteza oligosacharydów.

W Świętokrzyskim Parku Narodowym spadz na jodle wytwarzają żerujące na niej *Buchneria pectinata* Nördl. i *Mindarus abietinus* Koch (Soczek ms.). W skład wydalonej przez *Buchneria pectinata* spadzi wchodzi niewielkie ilości glukozy i fruktozy, dość duże — sacharozy, następnie melezytozy, fruktomaltozy i oligosacharydów (Maurizio 1965).

Grzyby na spadzi. Grzyby rozwijające się na spadzi są określane angielskim terminem „sooty moulds”, francuskim „fumagine” oraz niemieckim „Russtaupilze”. Tworzą one widoczne gołym okiem brązowe do czarnych, wołokowate bądź gąbczaste grzybnie owocowań konidialnych, typowych dla wielu grzybów, a często również ich stadiów doskonałych (Neger 1918; Hughes 1966). Grzyby spadziowe wyrastają głównie na gałęziach i gałązkach oraz liściach żywych roślin pokrytych spadzią wydaloną przez mszyce. Spotyka się je również na częściach roślin, na których brak tych owadów, a na które spadz skapuje, jak również na martwych szczątkach roślinnych, gdzie spadz akumuluje się w ten sposób.

Grzyby spadziowe są saprofitami; rozwijają się powierzchniowo nie tworząc haustoriów. Nie są więc bezpośrednio szkodliwe dla roślin, na których się rozwijają, mogą jedynie w pewnym stopniu ograniczać fotosyntezę (Fraser 1933). Występują we wszystkich strefach klimatycz-

Tabela 1 — Table 1

Porównawcze zestawienie grzybów wyrastających na spadzi na jodle w Niemczech (wg Negera 1918) i w Polsce (wg autorek)
Fungi growing on fir honey-dew in Germany (after Neger 1918) as compared with those in Poland (after the present authors)

Gatunek Species	Niemcy Germany	Polska Poland
<i>Capnophialophora pinophila</i> (Nees) Bor.	+	+++
<i>Triposporium pinophilum</i> Neger	+	+++
szczep nr 1	+	+++
<i>Fumago vagans</i> Pers.	+	+++
<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary) Arnaud	+	++
<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link ex Fr.	+	++
<i>Gyroceras fumagineum</i> Neger	+	
<i>Coniothecium crustaceum</i> Neger	+	
<i>Atichia glomerulosa</i> Stein	+	
<i>Alternaria tenuis</i> Nees ex Fr.	+	+
<i>Epicoccum purpureescens</i> Ehr. ex Wallr.	+	+
<i>Torula herbarum</i> Link ex Fr.	+	+
<i>Torula</i> sp.	+	
<i>Penicillium</i> spp.	+	+
<i>Helminthosporium</i> sp.		
<i>Stemphylium botryosum</i> Wallr.		+
<i>Stemphylium ilicis</i> Tangwall		+
<i>Hormodendrum</i> sp.		+
<i>Polyscytalina grisea</i> (?) Arnaud		+
<i>Nigrospora gossypii</i> Jacz.		+
<i>Trichothecium roseum</i> Link ex Fr.		+

+++ bardzo częsty (very frequent)

++ częsty (frequent)

+ rzadki (rare)

nych na różnych roślinach jako epifity (Neger 1918). Uważa się, że tworzą zbiorowiska różniące się od siebie, co pozostaje w wyraźnej zależności od warunków lokalnych (Neger 1918; Fraser 1933). Najobficiej rozwijają się w strefie tropikalnej; są one zaliczane głównie do rodzin *Capnodiaceae* i *Atichiaceae*. Natomiast w strefie umiarkowanej w zbiorowiskach tych częściej występują grzyby zaliczane do *Deuteromycetes* (Fraser 1933).

Dotychczas ukazało się tylko kilka prac dotyczących flory grzybów spadziowych. Dokładniejszych opracowań doczekały się jedynie niektóre ich rodzaje, głównie przedstawiciele wymienionych rodzin (Tulasne 1863; Gaillard 1892 — wg Fraser 1933; Arnaud 1910; Barr 1955; Hughes 1966, 1967). Najwcześniejsze opracowania dotyczą tylko grzybów spadziowych występujących na drzewach cytrusowych w krajach tropikalnych (Farlow 1876; Penzig 1882 — wg Fra-

ser 1933). Laurent (1888 — wg Fraser 1933) wyhodował kilka gatunków grzybów ze spadzi z różnych krajów Europy; do najczęściej spotykanych na tym podłożu należały: *Cladosporium herbarum*, *Pullularia pullulans* oraz *Capnodium salicinum*. Neger (1918) opublikował rezultaty swoich badań grzybów rozwijających się na spadzi na różnych drzewach w Niemczech. Jest to jedyne dotychczas opracowanie tej grupy grzybów z naszej strefy klimatycznej i z Europy. Za najczęściej występujące na spadzi jodłowej uznał on: *Hormiscium pinophilum* Nees, *Gyroceras fumagineum* Neger, *Triposporium pinophilum* Neger, *Botryotrichum* sp., *Coniothecium* sp., *Atichia glomerulosa* Stein, *Torula* sp., *Helminthosporium* sp. oraz *Pullularia pullulans* Berkh.

Niektóre gatunki workowców rozwijających się na spadzi na Kaukazie opracował Woronichin (1926), a w Ameryce Północnej — Barr (1955). Dokładniejszego opracowania, ale niepełnego, doczekały się grzyby spadziowe Australii; Fraser (1933-1937) opublikowała kilka prac, w których omówiła biologię i właściwości fizjologiczne kilku gatunków. Zander (1949) przeprowadził badania mikoflory spadzi na *Prunus padus*, *Tillia platyphyllos*, *Acer platanoides* i *Abies alba* w Niemczech. Obserwacje jego w pełni potwierdziły wyniki badań Negera. Hughes zebrał w Nowej Zelandii 500 prób grzybów spadziowych; pierwsze jego prace (1966, 1967) opublikowane na podstawie tych materiałów pozwalają przypuszczać, że większość problemów dotyczących polimorfizmu grzybów spadziowych zostanie rozwiązana w niedługim czasie.

MATERIAL I METODY BADAŃ

Badania grzybów spadziowych na jodle przeprowadzono w Świętokrzyskim Parku Narodowym w latach 1967-1969. Materiał zbierano kilkakrotnie w ciągu roku w różnych miejscowościach (Psarska Góra, Góra Chelmowa, Św. Katarzyna, Bartoszewiny i Podgórze). Fragmenty gałązek jodły ze spadzią i rosnącymi na niej grzybami umieszczano bezpośrednio po zebraniu w wyjalowionych szalkach, a z części ich sporządzono okazy zielnikowe. W pracowni pobierano z szalek niewielkie fragmenty grzybní i umieszczano te inokula na agarze głodnym, agarze maltozowym i na agarze z jodłowym miodem spadziowym. Aby uzyskać szeroki obraz występowania grzybów, pobierano pędy z różnych części drzewa i w różnych stadiach opanowania spadzi przez grzyby. Sporządzono z nich również porównawcze preparaty mikroskopowe. Część materiału umieszczono w kamerach wilgotnych. Grzyby wyrastające na pożywkach wyjściowych oraz rozwijające się w kamerach wilgotnych przeszczepiano na pożywki: Czapek-Dox, maltozową i ziemniaczaną aż do uzyskania czystych kultur.

Podczas badań stwierdzono na spadzi obecność zarodników różnych grzybów, które na tym podłożu nie tworzyły kolonii, ani też nie rozwijały się po przeszczepieniu na pożywki. Zebrano wobec tego materiał porównawczy. Były nim fragmenty gałęzi innych drzew rosnących w pobliżu jodeł pokryte spadzią. Zebrano również rośliny zaatakowane przez grzyby pasożytnicze, a także próbki ściółki. Jako materiał porównawczy posłużyły stałe preparaty mikroskopowe sporządzone z miodów spadziowych z tych okolic, a zawierające liczne zarodniki grzybów.

GRZYBY WYSTĘPUJĄCE NA SPADZI JODŁOWEJ

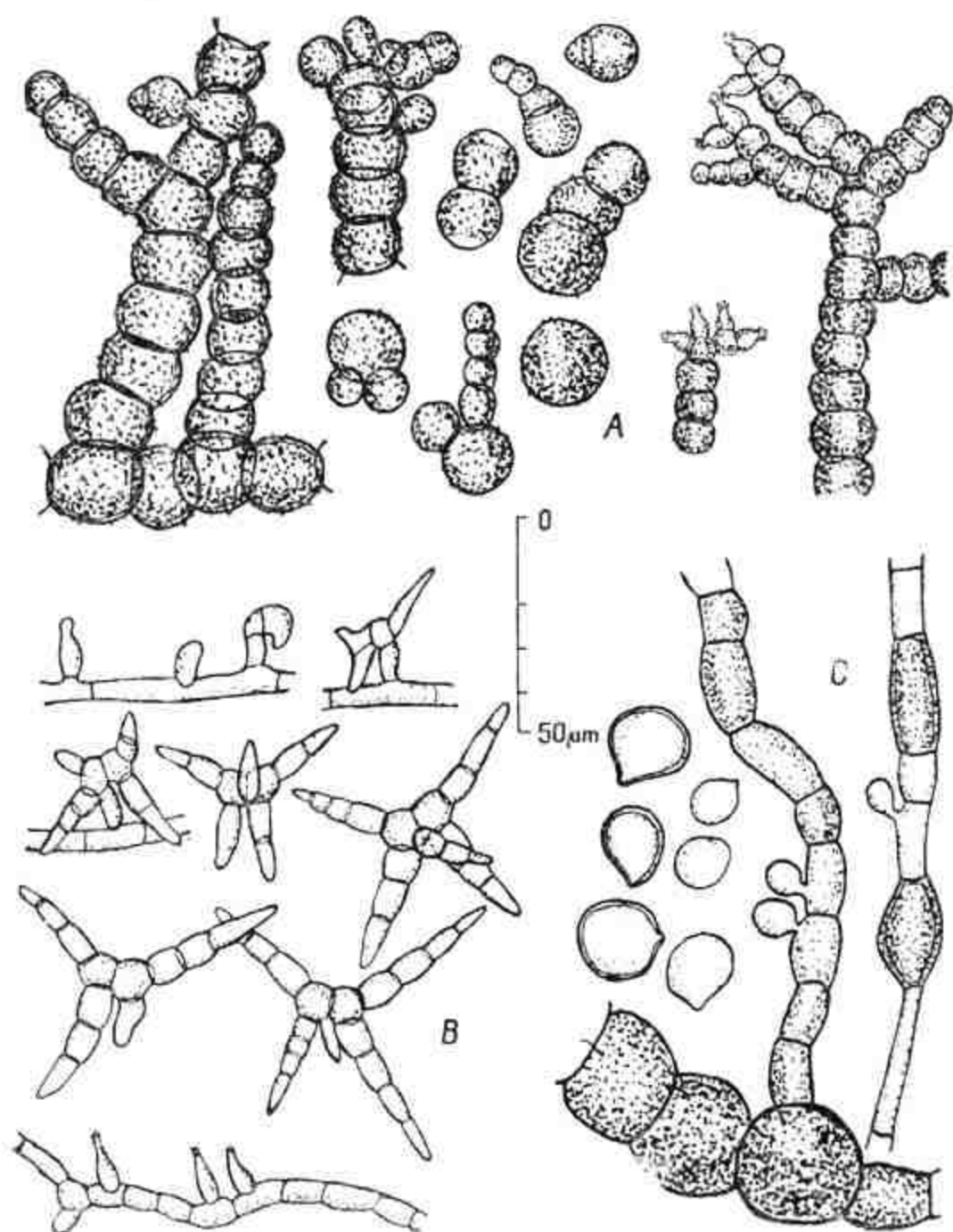
Grzyby występujące na spadzi jodłowej w Górach Świętokrzyskich należą głównie do *Deuteromycetes* (rodzina *Dematiaceae*). Część z nich rozwijała się na tym podłożu, a niektóre znajdowały się w formie diaspor. Najczęściej spotykano: *Capnophialophora pinophila* (Nees) Borowska (Borowska 1971), *Triposporium pinophilum* Neger, szczep nr 1 podobny do grzyba opisanego przez Negera (1918) jako *Botryotrichum* sp., *Fumago vagans* Pers., *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link ex Fr. i *Aureobasidium pullulans* (de Bary) Arnaud (= *Pullularia pullulans* Berk.).

Spośród wymienionych gatunków trzy pierwsze zasługują na szczególną uwagę, ponieważ wydaje się, że są związane tylko z tak specyficznym podłożem, jakim jest spadz.

Capnophialophora pinophila (ryc. 1A) była wielokrotnie notowana przez różnych autorów (sub *Hormiscium pinophilum* (Nees) Lindau) na spadzi jodłowej (Neger 1918; Woronichin 1926).

Triposporium pinophilum opisanie zostało przez Negera (1918) na spadzi jodłowej w Niemczech. Strzępki tego grzyba rozwijają się niekiedy w obrębie kolonii *Capnophialophora pinophila*, są jednak od nich jaśniejsze, węższe, dłuższe i wyrastają ukośnie ponad powierzchnię ich zwartej gąbczastej grzybni. Na strzępkach tworzą się pojedyncze liczne zarodniki typu staurospor, o 4 lub 5 ramionach. Oprócz zarodników tego typu stwierdzono częste tworzenie się (na podłożu naturalnym) pojedynczych fialospor w buteleczkowatych, lekko szarawych fialidach, $17,5 \times 5 \mu\text{m}$, wyrastających szczególnie często na jesieni (ryc. 1B).

Triposporium pinophilum na pożywce Czapek-Dox oraz na maltozowej tworzy kolonie o ograniczonym wzroście; po 1 miesiącu osiągają one średnicę 1,5 cm w temp. 25°C i są ciemnoszaro-zielone. Skąpo rozgałęzione strzępki, do $7,5 \mu\text{m}$ szerokie, wyrastają z centrum kolonii ku górze pod pewnym kątem, na nich tworzą się zarodniki 4- lub 5-ramienne, siedzące. Centralna część staurospory składa się z dwóch jednakowych komórek, najczęściej $7,5 \times 7,3 \mu\text{m}$, od których w różnych kierun-



Ryc. 1. A — *Capnophialophora pinophila* (Ness) Borowska, fragment grzybní, konidia oraz szczytowa część grzybní z fialidami; B — *Triposporium pinophilum* Neger, tworzenie się konidium, konidia oraz fragment grzybní z fialidami; C — szczep Nr 1, fragmenty grzybní i konidia

rys. A. Borowska

A — *Capnophialophora pinophila* (Ness) Borowska, fragment of mycelium, conidia and apical part of mycelium with phialids; B — *Triposporium pinophilum* Neger, formation of conidium, conidia and fragment of mycelium with phialids; C — strain No. 1, fragments of mycelium and conidia

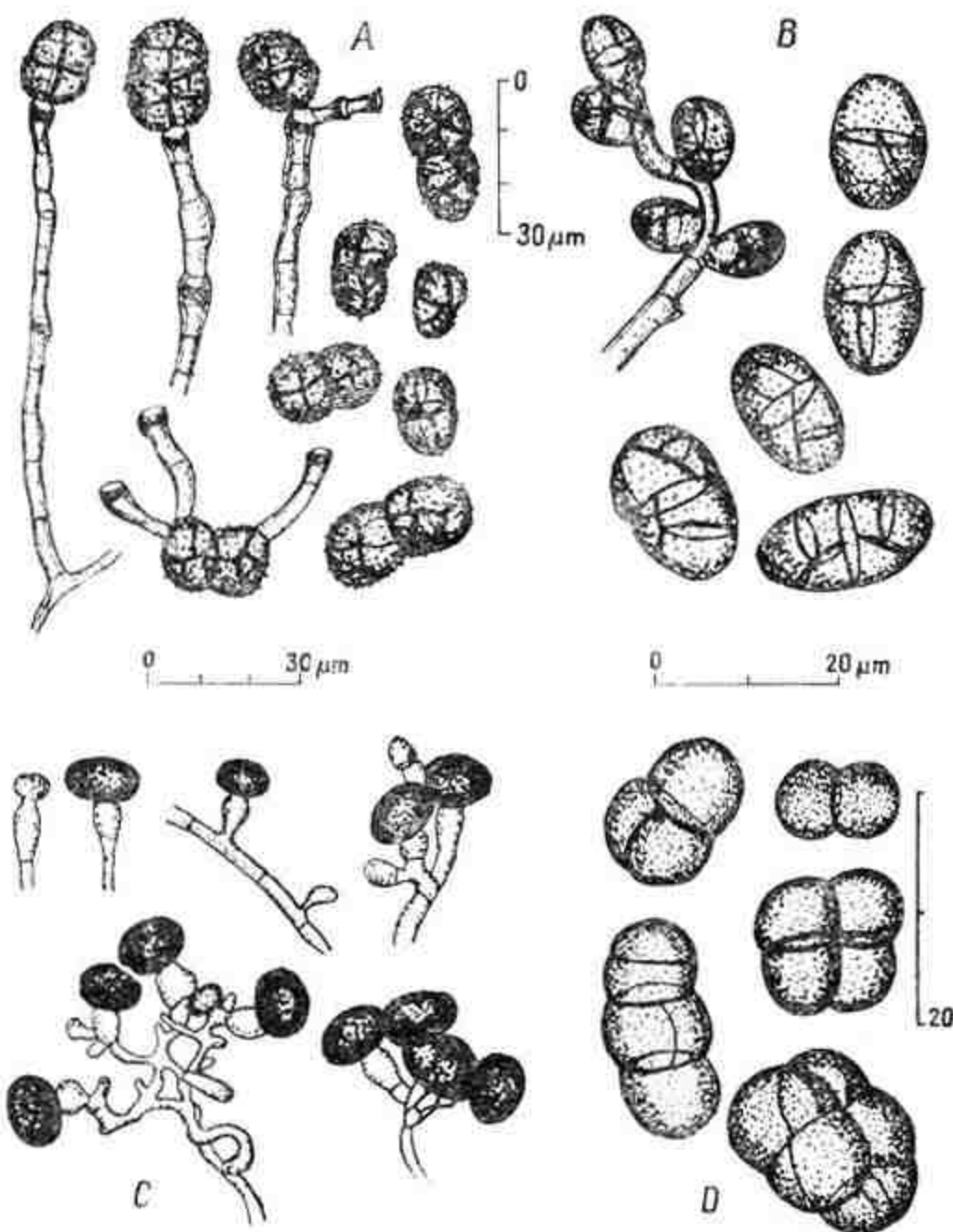
del. A. Borowska

kach wyrasta 4 lub 5 wydłużonych ramion; jedno ramię jest krótkie, do $17,5 \mu\text{m}$, 1- lub 2-komórkowe, pozostałe są najczęściej 4-komórkowe (u podstawy do $7,5 \mu\text{m}$, zężają się ku szczytowi do $2,7 \mu\text{m}$), lekko przewężone w miejscach przegród poprzecznych, szarawe do oliwkowych, osiągają $25 - 32,5 \mu\text{m}$ długości. Zarodniki wytwarzane przez grzyb na podłożu naturalnym są większe, o ramionach do $50 \mu\text{m}$ długich i często 5-komórkowych. Nigdy nie zaobserwowano, aby grzyb na pożywkach wytwarzał fialidy.

Chociaż N e g e r (1918) dosyć dokładnie opisał ten grzyb, nie podał wymiarów zarodników; mimo to na podstawie rysunku zamieszczonego w jego pracy można stwierdzić, że były one 4-ramienne, o ramionach do $30 \mu\text{m}$ długich, z 4 przegradami poprzecznymi, a fialidy — 1-komórkowe, butelczkowate, $15 \times 5 \mu\text{m}$. *Triposporium pinophilum* zbliżony jest do *T. myrti* Lindau, grzyba związanego ze środowiskiem wodnym, wytwarzającym mniejsze zarodniki z centralnymi komórkami nieco ciemniejszymi od pozostałych. Ingold (1957) stwierdza, że w pewnych warunkach ekologicznych grzyb ten wytwarza fialidy i fialospory. Wydaje się, że również *T. pinophilum* tworzy je w specjalnych warunkach.

Szczep nr 1, podobny do grzyba opisanego przez N e g e r a (1918) jako *Botryotrichum* sp., szczególnie często był izolowany ze spadzi na igłach jodły; nie udało się zaliczyć go do żadnego ze znanych rodzajów z rodziny *Dematiaceae*, do której niewątpliwie należy, a zaklasyfikowanie go do rodzaju *Botryotrichum* nie wydaje się słuszne, ponieważ grzyb ten — oprócz podobnych zarodników — nie ma żadnych innych cech predysponujących go do takiej identyfikacji. Na spadzi grzyb tworzy ciemnobrązową płaską grzybnię, wypukłą w okresie tworzenia zarodników. Na pożywce maltozowej i innych rośnie szybko; kolonie po 2 tygodniach osiągają średnicę 5 cm, stają się ciemnobrązowo-czerwone; początkowo tworzą je sznury strzępek o grubych ścianach, mają tendencję do skupiania się tak, że po pewnym czasie powierzchnia kolonii staje się skórzasta, lekko błyszcząca, z kępkami zwartych, wyrastających ponad powierzchnię pożywki strzępek. W okresie tworzenia konidiów powierzchnia kolonii staje się lekko biaława i śluzowata. Komórki grzybni mają grube ściany i wówczas są czerwonawobrązowe, od wydłużonych, $12 - 27,5 \times 7,5 - 19 \mu\text{m}$, do kulistych o średnicy do $20 \mu\text{m}$; między nimi tworzą się komórki cienkościenne i prawie bezbarwne, do $25 \times 8 \mu\text{m}$. Deuterospory wytwarzane są na krótkich wyrostkach lub wprost na komórkach grzybni; są one bezbarwne, jajowate, $17,5 - 25 \times 12,5 - 17,5 \mu\text{m}$, niekiedy z małą brodawką i lekko wcięte z jednej strony lub kuliste, do $12,5 \mu\text{m}$ średnicy; mogą formować krótkie łańcuchy (ryc. 1C). Na pożywce z miodem spadziowym strzępki grzybni otoczone są galaretowatą substancją.

N e g e r (1918) uważa, że *Fumago vagans* jest grzybem termofilnym



Ryc. 2. A — *Stemphylium botryosum* Wallr. konidiofory i konidia; B — *S. ilicis* Tangwall, fragment konidioforu i konidia; C — *Nigrospora gossypii* Jaczewski, konidiofory z konidiami oraz tworzące się konidium; D — *Fumago vagans* Pers. konidia

rys. A. Borowska

A — *Stemphylium botryosum* Wallr. conidiophores and conidia; B — *S. ilicis* Tangwall, fragment of conidiophore and conidia; C — *Nigrospora gossypii* Jaczewski, conidiophores with conidia and a conidium under formation; D — *Fumago vagans* Pers. conidia

del. A. Borowska

i potwierdza, iż nigdy nie znalazł go w warunkach naturalnych. Wydaje się jednak, że raczej Lindau (1910) miał rację pisząc, że jest to grzyb

spotykany na spadzi na różnych roślinach w całej Europie, Azji i Ameryce Pn. Opinię tę potwierdzają liczne materiały zielnikowe z Polski, Rumunii i Brazylii oraz żywe materiały zebrane jesienią 1969 r. na spadzi na: jodle (ryc. 2D), sośnie, świerku, lipie (Góry Świętokrzyskie), trzcinnie (Mikołajki), berberysie oraz cisie (Ogród Botaniczny U.W.).

Aureobasidium pullulans często wyrastający na spadzi jodłowej ma właściwości patogenne dla pszczół. Jest przyczyną melanozy ich matek wywołanej przez przynoszenie do uli spadzi z zarodnikami tego grzyba; stwierdzili to Poltiev i inni (1969).

Rzadko notowano wyrastanie na spadzi; *Alternaria tenuis* Nees ex Fr., *Epicoccum purpurescens* Ehrenberg ex Wallr., *Torula herbarum* Link ex Fr., *Stemphylium botryosum* Wallr. (ryc. 2A), *S. ilicis* Tangwall (ryc. 2B), *Penicillium* spp., *Trichothecium roseum* Link ex Fr., *Hormodendrum* sp., *Polyscytalina grisea* Arnaud (?), *Nigrospora gossypii* Jaczewski (ryc. 2C) i różnych gatunków grzybów drożdżoidalnych. Tylko jeden raz stwierdzono obecność kolonii: *Monopodium uredopsis* Delacr., *Papularia sphaerosperma* (Pers.) Höhn., *Hormiscium* sp., *Humicola grisea* Traaen, *Mucor* sp., *Absidia* sp. Są to pospolite saprofity, których obecność na spadzi prawdopodobnie jest przypadkowa.

W formie zarodników często występowały: *Helminthosporium tiliae* Fr., *Helminthosporium* sp., *Endophragma* sp., *Cercospora* sp. (?), *Coniothecium* sp., *Asterosporium Hoffmani* Kuntze, *Heterosporium* sp., różne grzyby z rzędów *Uredinales*, *Ustilaginales* i *Agaricales* oraz liczne workowce.

Oprócz grzybów na spadzi rozwijały się sinice i zielenice, bakterie oraz porosty. Wydaje się, że spośród tych organizmów bakterie i porosty ograniczają wzrost grzybów, natomiast glony mogą rozwijać się równolegle z grzybami. Spotykano również ziarna pyłku roślin wiatropylnych, np. traw.

TWORZENIE SIĘ ZBIOROWISKA GRZYBÓW NA SPADZI JODŁOWEJ

Specyficzne podłoże, jakim jest spadz, umożliwia bujny wzrost licznych grzybów. Czynniki, które mają decydujący wpływ na kolejność zasiedlania spadzi przez grzyby oraz na formowanie się typowego dla tego podłoża zbiorowiska, są: okresowe występowanie spadzi, wilgotność, temperatura, nasłonecznienie oraz wzajemne oddziaływanie grzybów na siebie oraz na inne organizmy. Akumulowanie się spadzi z roku na rok na pędach i igłach umożliwia tworzenie się długotrwałego zbiorowiska grzybów.

Zarodniki grzybów są przenoszone na spadz przez wiatr, owady lub wodę. Lepkość podłoża i włoski na pędach jodły ułatwiają zatrzymywanie

nie się zarodników. Przy odpowiedniej wilgotności i temperaturze na bardzo bogatym w węglowodany podłożu zarodniki grzybów bardzo szybko kielkują wytwarzając grzybnię. W pierwszej kolejności na świeżej spadzi wyrastają pospolite saprofity — *Cladosporium herbarum*, *Fumago vagans* i *Aureobasidium pullulans*. Nieco później zaczyna się rozwój *Capnophialophora pinophila* oraz *Triposporium pinophilum*; może on trwać kilka lat. W miejscach nie opanowanych przez te grzyby mogą wyrastać inne gatunki, ale ich rozwój jest krótki i wkrótce wytwarzają formy przetrwalnikowe.

Przyjmując za kryterium długość okresu wzrostu grzybów na spadzi można je podzielić na kilka grup:

1. długotrwałych (kilkuletnich) — *Capnophialophora pinophila*, *Triposporium pinophilum*, szczep nr 1;

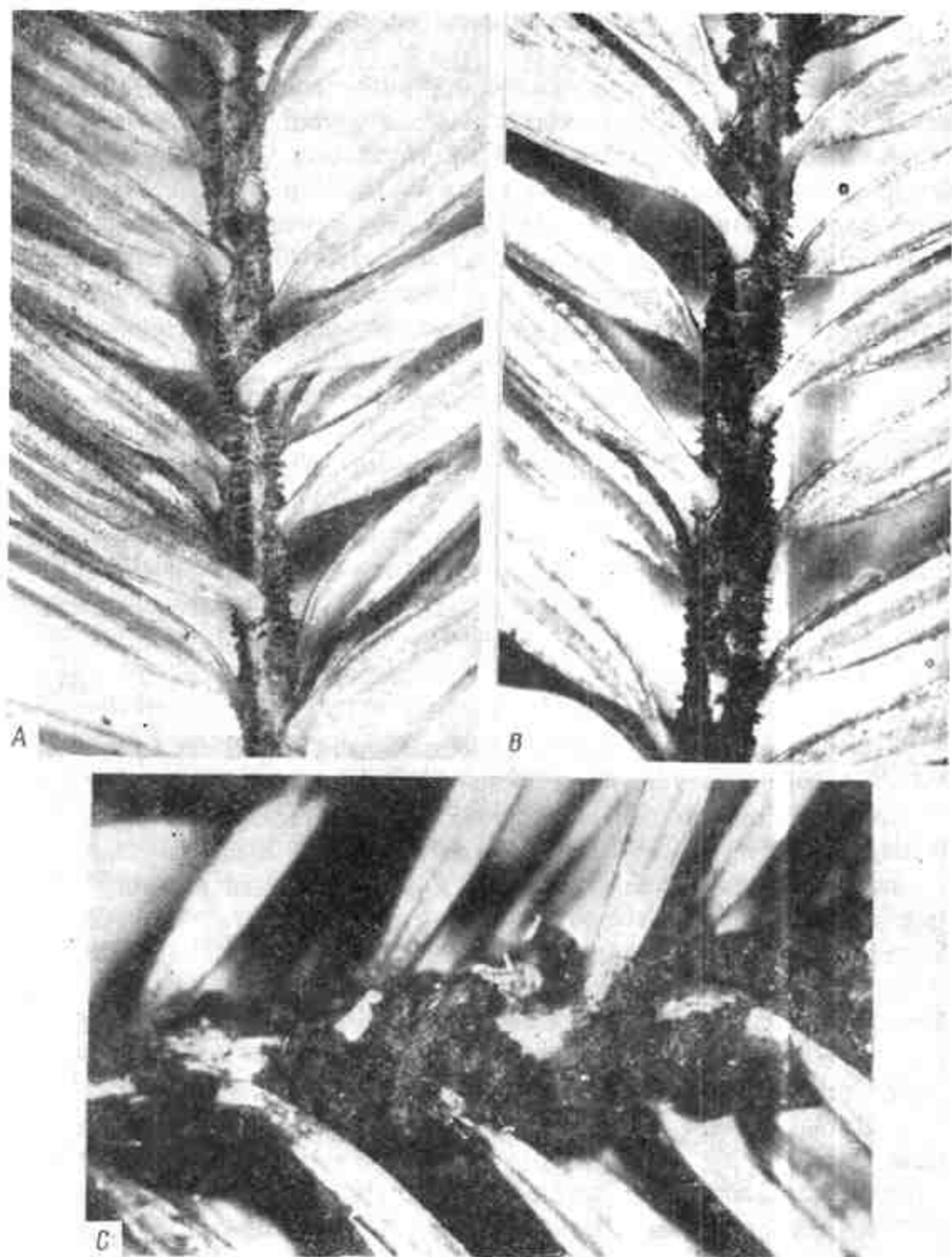
2. rocznych — *Cladosporium herbarum*, *Fumago vagans*, *Aureobasidium pullulans*;

3. efemeryd (pojawiające się od czasu do czasu) — *Alternaria tenuis*, *Epicoccum purpurescens*, *Torula herbarum*, *Stemphylium botryosum*, *S. ilicis*, *Penicillium* sp., *Trichothecium roseum*, *Hormodendrum* sp., *Polyscytalina grisea* (?), *Nigrospora gossypii*;

4. przypadkowych — *Monopodium uredopsis*, *Papularia sphaerosperma*, *Humicola grisea*, *Hormiscium* sp., *Mucor* sp. i *Absidia* sp.

Kolejność zasiedlania spadzi przez grzyby prześledzono również na jednej jodli o wysokości 3 m. Materiał zebrano 29.X ze wszystkich części drzewa. Na gałązkach z wierzchołka drzewa stwierdzono rozpoczynający się rozwój *Fumago vagans* i *Cladosporium herbarum* oraz obecność fragmentów grzybni i konidiów *Aureobasidium pullulans*, *Capnophialophora pinophila*, *Triposporium pinophilum* oraz *Heterosporium* sp. Szczególne zagęszczenie tych elementów było na włoskach oraz u podstawy wyrastających igieł (ryc. 3A). Na niższych gałązkach, bliżej pnia, stwierdzono bardziej intensywny rozwój grzybów; *Cladosporium herbarum*, *Aureobasidium pullulans* i *Fumago vagans* obficie wytwarzały konidia, zaczynał się wzrost *Capnophialophora pinophila* i *Triposporium pinophilum*. Liczne były toruloidalne grzybnie nie zidentyfikowanych grzybów oraz zarodniki *Alternaria tenuis*, *Stemphylium botryosum*, *Cercospora* sp. (?), *Helminthosporium* sp., *Penicillium* sp., *Heterosporium* sp. Na jeszcze innych gałązkach zaobserwowano coraz obfitsze grzybnie *Capnophialophora pinophila* oraz *Triposporium pinophilum*, a między nimi niekiedy szczepu nr 1. Na gałązkach położonych najniżej oraz wyższych, lecz blisko pnia, były widoczne gołym okiem czarne poduszeczki grzybni *C. pinophila*, a między nimi niższe ciemnobrązowe grzybnie innych grzybów pokrywające prawie całą powierzchnię pędów (ryc. 3B, C).

Mniej intensywny rozwój grzybów odbywa się na spadzi na igłach. Grzyby wyrastają najczęściej na dolnej powierzchni igieł i tworzą raczej



Ryc. 3. Fragmenty gałązek jodły ze spadzią w różnych etapach opanowania jej przez grzyby

A — stadium inicjalne (konidia i pierwsze grzybnie skupione u podstawy włosków na pędzie jodły); B — późniejsze stadium (grzyby tworzą dosyć rozległe grzybnie); C — stadium końcowe (obfite, czarne, gąbczaste, poduszczkowate grzybnie)

fol. W. Michocki

Fragmentary twigs of *Abies* with honey-dew, showing various stages of the invasion of fungi

A — initial stage (conidia and earliest mycelia around bases of hairs on a larch branch); B — later stage (fungi forming rather large mycelia); C — final stage (abundance of black spongy cushion-like mycelia)

photo by W. Michocki

plaskie grzybnie. Najczęściej są to: *Aureobasidium pullulans*, *Fumago vagans*, *Heterosporium* sp., szczep nr 1, ciemne toruloidalne strzępki wegetatywne grzybów różnych gatunków, rzadko *Capnophialophora pinophila* i *Triposporium pinophilum*, niekiedy *Cladosporium herbarum* i *Stemphylium botryosum* oraz zarodniki różnych grzybów.

WNIOSKI

1. Grzyby wyrastające na spadzi na jodle w naszej strefie klimatycznej występują głównie w formie konidialnej. Niektóre z nich można uznać za związane tylko z tym specyficznym podłożem, np. *Capnophialophora pinophila* i *Triposporium pinophilum*.

2. Badania potwierdziły opinię Negera (1918) i Fraser (1933), że grzyby wyrastające na spadzi tworzą różne, bardzo charakterystyczne zbiorowiska esmofilne. Wydaje się, że zależne są one również od gatunku rośliny, na której wytwarzana jest spadz. Grzybami tworzącymi typowe dla spadzi jodłowej zbiorowisko z dominującym komponentem *Capnophialophora pinophila* są: *Triposporium pinophilum*, *Fumago vagans*, *Cladosporium herbarum*, *Aureobasidium pullulans* i szczep nr 1.

3. Zbiorowisko grzybów na spadzi jodłowej tworzy się w ciągu kilku lat i można wyróżnić kilka etapów zasiedlenia tego substratu.

Autorki serdecznie dziękują prof. dr Alinie Skirgiello za cenne rady w czasie opracowywania niniejszego tematu oraz mgr. inż. E. Krzysztofikowi i mgr. inż. W. Majowi za pomoc przy zbieraniu materiału do badań.

SUMMARY

A review is given of the literature concerned with honey-dew producing insects, the composition of honey-dew and the fungi growing on honey-dew.

Fungi growing on fir-honey-dew have been investigated between 1967 and 1969 at several sites within the Holy Cross National Park. Observations have been carried out in natural habitat as well as in damp chambers, the cultures were grown on the hungry agar medium, the maltose agar medium and the fir-honey-dew medium.

Fungi of the family *Dematiaceae* growing on fir honey-dew were encountered frequently and in fair abundance. The most common ones were: *Capnophialophora pinophila* (Nees) Borowska, *Triposporium pinophilum* Neger, strain No. 1 resembling a fungus described by Neger (1918) as *Botryotrichum* sp., *Fumago vagans* Pers., *Aureobasidium pullulans* (de Bary) Arnaud and *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link ex Fr. Those rarely occurring on honey-dew are: *Alternaria tenuis* Nees ex Fr., *Epicoccum purpurescens* Ehrenberg ex Wallr., *Torula herbarum* Link ex Fr., *Stemphylium botryosum* Wallr., *S. illicis* Tang., *Penicillium* spp., *Trichothecium roseum* Link ex Fr., *Hormodendrum* sp., *Nigrospora gossypii* Jaczewski, also various species of yeast fungi. *Helminthosporium tilliae* Fr., *Helminthosporium* sp., *Brachy-*

sporium sp., *Cercospora* sp. (?), *Coniothecium* sp., *Asterosporium Hoffmani* Kuntze, *Heterosporium* sp., various fungi belonging to the orders *Uredinales*, *Ustilaginales* and *Agaricales*, also numerous *Ascomycetes* often occur as spores.

It appears that *Capnophialophora pinophila* and *Triposporium pinophilum* represent fungi growing only on honey-dew.

In the course of several years and after several developmental stages, the fungi growing on fir honey-dew in the Holy Cross region produce an assemblage typical of this habitat. It comprises *Capnophialophora pinophila*, *Triposporium pinophilum*, *Fumago vagans*, *Aureobasidium pullulans* and *Cladosporium herbarum*.

LITERATURA

- Arnaud G., 1910, Contribution à l'étude des Fumagine, Ann. Myc. 7: 470-476.
 Arnaud G., 1953, Mycologie Concrète: Genera II. Bull. Trim. Soc. Myc. Fr. 69: 283-284.
 Barnett H. L., 1957, Illustrated of Imperfect Fungi, Minneapolis.
 Barr M. E., 1955, Species of sooty molds from Western North America, Cand. J. Botany 33(5): 505-507.
 Borowska A., 1971, *Capnophialophora pinophila* comb. nov., Acta Mycol. (w druku).
 Braun H. J., Sauter J. J., 1964, Phosphatase — Aktivität in den Siebzellen der Koniferennadeln, Naturwiss. 51: 170.
 Dehn M., 1961, Untersuchungen zur Ernährungsphysiologie der Aphiden, Z. f. vergl. Physiol. 45: 88-108.
 Duspiva F., 1954, Enzymatische Prozesse bei der Honigtaubildung der Aphiden, Verh. dt. Zool. Ges. 440-447.
 Ehrhardt P., 1961, Zur Nahrungsaufnahme von *Megoura viciae* Buckt. einer phloemsaugenden Aphide, Experientia 17: 461-463.
 Ehrhardt P., 1962, Untersuchungen zur Stoffwechselfysiologie von *Megoura viciae* Buckt. einer phloemsaugenden Aphide, Z. vergl. Phys. 46: 169-211.
 Fraser L., 1933, An investigation of the sooty moulds of New South Wales I., Proc. Linn. Soc. N. S. W. 58: 377-395.
 Fraser L., 1934, ibid. 59: 123-142.
 Fraser L., 1935, ibid. 60: 97-118, 159-178, 279-290.
 Hughes S. J., 1951, Studies on micro-fungi. XII., Mycol. Pap. 49: 1-35.
 Hughes S. J., 1966, New Zealand Fungi. 7. *Capnocybe* and *Capnophialophora*, new form genera of sooty moulds, N. Z. J. Bot. 4: 333-353.
 Hughes S. J., 1967, New Zealand Fungi. 9. *Ophiocapnocomma* with *Hormiokrypsis* and *Capnophialophora* states, N. Z. J. Bot. 5: 117-133.
 Ingold C. T., Cox V. L., 1957, On *Tripospermum* and *Campylospora*, Trans. Brit. mycol. Soc. 40: 317-321.
 Kloft W., Fossel A., Schaels J., 1965, Die Honigtau-Erzeuger des Waldes, Das Waldhonigbuch, 35-154.
 Lindau G., 1907, Die Pilze. 8. Fungi Imperfecti in Rabenhorst's Kryptogamen-Flora: 597-599.
 Lindau G., 1922, Die mikroskopischen Pilze (Ustilagineen, Uredineen, Fungi imperfecti), 2, Berlin.
 Lindemann C., 1948, Beitrag zur Ernährungsphysiologie der Blattläuse, Z. vergl. Physiologie 31: 112-133.
 Maurizio A., 1965, Honigtau-Honigtauohonig, Das Waldhonigbuch: 159-188.

- Michel E., 1942, Beiträge zur Kenntnis von *Lachnus (Pterolachnus) roboris* L. einer wichtigen Honigtau-Erzeugerin an der Eiche, Z. angew. Entomol. 29: 243.
- Mittler T. E., 1953, Amino-acids in phloem sap and their excretion by aphids, Nature (Lond.): 172.
- Mittler T. E., 1957, Studies on the feeding and nutrition of *Tuberoiachnus salignus* Gmelin, (Homoptera, Aphididae). I. The uptake of phloem sap, J. exp. Biol. 34: 334 - 341.
- Mittler T. E., 1958, The nitrogen and sugar composition of ingested phloem sap and excreted honeydew, J. exp. Biol. 35: 74 - 84.
- Neergard P., 1945, Danish species of *Alternaria* and *Stemphylium*, Copenhagen.
- Neger F. W., 1918, Experimentelle Untersuchungen über Russtaupilze, Flora N. F., 10: 103 - 110.
- Parker J., 1958, Changes in sugars and nitrogenous compounds of tree barks from summer to winter, Naturwissenschaften 45: 139.
- Poltiev V. J., 1969, Eksperimentalnyj melanoz pčel vyznavanyj grıbom *Aureobasidium pullulans* (de Bary) Arnaud, Doklady sovietskich učenyh i specjali-stov, XXII Inter. Apicultural Congress.
- Soczek Z., Występowanie mszycy spadziującej *Cinaria pectinatae* (Nördl) na terenie województwa kieleckiego (w druku).
- Szwanwicz B., 1956, Entomologia ogólna, Warszawa.
- Wanner H., 1953, Die Zusammensetzung des Siebröhrensaftes, Bericht. Schw. Bot. Ges. 63: 162.
- Woronichin N. N., 1926, Zur Kenntnis der Morphologie und Systematik der Russtaupilze Transkaukasiens, Ann. Myc. 24: 251 - 254.
- Zander E., 1949, Beiträge zur Herkunftbestimmung bei Honig. IV. Studien zur Herkunftbestimmung bei Waldhonigen, München.
- Ziegler H., 1960, Die chemische Zusammensetzung des Siebröhrensaftes, Verh. XI, Intern. Kongr. Entomol. Wien, 2: 538 - 540.
- Ziegler H., 1962, Die wasserlöslichen Vitamine in den Siebröhrensaften einiger Bäume, Flora 152: 257.
- Zimmermann M. H., 1957, Translocation of organic substances in trees Plant Phys. 32: 288, 399.