

ACTA SOCIETATIS BOTANICORUM POLONIAE

Organ Polskiego Towarzystwa Botanicznego
Publication de la Société Botanique de Pologne



WARSZAWA 1956

TREŚĆ — SOMMAIRE

Vol. XXV. Nr 1.

T. Dominik i R. Pachlowski: Badanie mykotrofizmu zespołów roślinnych regla dolnego w Tatrach — Untersuchungen über den Mykotrophismus der Pflanzenassoziationen der unteren Waldstufe im Tatra-gebirge	3
W. Matuszkiewicz i A. Matuszkiewicz: Materiały do fitosocjologicznej systematyki ciepłolubnych dabrów w Polsce — Zur Systematik der <i>Quercetalia pubescentis</i> — Gesellschaften in Polen	27
L. Janota: Powiązanie anabolizmu z katabolizmem u <i>Pseudomonas extorquens</i> Bassalik — The relationship between Anabolism and Katabolism in <i>Pseudomonas extorquens</i> Bassalik	73
K. Wolniewicz - Czerwińska: Promieniowce z rodzaju <i>Streptomyces</i> ściółki i gleby lasu bukowego — Actinomycetes of the genus <i>Streptomyces</i> from the litter and soil of a beech wood	111
St. Domański: Studium nad grzybem <i>Phellinus punctatus</i> (Fr.) Pilát ze szczególnym uwzględnieniem jego rakotwórczej działalności na jesionie — A Study of <i>Phellinus punctatus</i> (Fr.) Pilát with special Reference to its cankerous activity on Ash	159
Z. Hejnowicz: O pierwszej chimerze peryklinalnej wśród nagonasiennych — The First Pereclinal Chimera among Gymnosperms	181

ACTA SOCIETATIS BOTANICORUM POLONIAE

Organ Polskiego Towarzystwa Botanicznego
Publication de la Société Botanique de Pologne

Vol. XXV Nr 1



WARSZAWA 1956

RADA REDAKCYJNA — CONSEIL DE RÉDACTION

B. HRYNIEWIECKI (WARSZAWA), ST. KULCZYŃSKI (WROCŁAW),

B. NIKLEWSKI (POZNAN), FR. X. SKUPIŃSKI (ŁÓDŹ),

W. SZAFER (KRAKÓW), P. WISNIEWSKI (LUBLIN),

J. ZABŁOCKI (TORUŃ).

KOMITET REDAKCYJNY — COMITÉ DE RÉDACTION

K. BASSALIK (WARSZAWA), W. GAJEWSKI (WARSZAWA),

A. GAJEWSKA (WARSZAWA)

PANSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE — DZIAŁ CZASOPISM
Warszawa 1, Krakowskie Przedmieście 79

Nakład 1605 + 105	Oddano od składu 11.X.55
Ark. wyd. 17,5, druk. 12,75	Podpisano do druku 20.I.56
Papier ilustr. III kl. 80 g 70×100/16	Druk ukończono w styczniu 1956
Cena zł 23.—	Zam. 495 B-6-145 ⁰⁹

Stł. Drukarnia Naukowa, Warszawa, Śniadeckich 8.

Badanie mykotrofizmu zespołów roślinnych regła dolnego w Tatrach

*Untersuchungen über den Mykotrophismus der Pflanzenassoziationen
der unteren Waldstufe im Tatragebirge*

T. DOMINIK i R. PACHLEWSKI

Niniejsza praca jest ostatnim ogniwem w łańcuchu badań, którym objęliśmy Tatry. Zajmuje się ona mykotrofizmem zespołów leśnych regla dolnego, które zostały zbadane dość dokładnie z punktu widzenia fitosocjologicznego przez Szafera, Kulczyńskiego i Pawłowskiego (1926) oraz Szafera i Sokołowskiego (1928).

Badania wymienionych autorów poświęcone są w pierwszym rzędzie zespołom naturalnym i pierwotnym, co wyrazili w następującym zdaniu: „Da die künstlich beeinflussten Wälder der unteren Waldstufe in phytosociologischer Hinsicht wenig Interesse erwecken, haben wir auf eine nähere Untersuchung derselben gänzlich verzichtet“ (Szafer, Kulczyński i Pawłowski, 1926, str. 22).

Badając zespoły regla dolnego musieliśmy się jednak na tych badaniach oprzeć i uzupełnić sobie obserwacje w lasach zagospodarowanych. Stosunki bowiem biocenotyczne takich lasów najwięcej wymagają badań i uwagi ze względu na potrzebę stworzenia jak najkorzystniejszych schematów dla zdrowej gospodarki leśnej.

Z wyżej wymienionych prac botaników polskich wynika, że regiel dolny charakteryzują lasy z udziałem buka. Występowanie buka jest dość rozmaite. Obficie znajduje go w Dolinie Strążyńskiej i w Dolinie Białego.

Leśne zespoły regla dolnego zostały określone jako zespoły bukowe, zwane *Fagetum tatricum*, w zależności od udziału gatunków roślin rozpadające się na:

Fagetum typicum (bez jaworu i jarzębiny, z małą ilością świerka),
Fageto-Abietetum (bez jarzębiny, z większą domieszką świerka),

Abieteto-Piceetum (z ogromną przewagą świerka).

Wreszcie twór sztuczny powstający z poprzednich po kompletnym usunięciu buka został nazwany

Piceo-Abietetum

i, jak już wspomnieliśmy, jest najmniej znany, gdyż sztucznością swą odstręcza botaników.

Badaniami naszymi objęliśmy wszystkie te zespoły oraz prócz nich najczęściej spotykany zespół źródliskowy: *Cratoneuron falcatum* — *Cardamine Opizii*.

Tym sposobem dość dokładnie pokryliśmy badaniami całokształt roślinności regła dolnego. Do zbadania można by jeszcze kwalifikować zupełnie sztuczne uprawy świerkowe, szkółki leśne itp., co być może okaże się konieczne dla celów leśniczych.

Badania nasze prowadziliśmy w Dolinie Strążyskiej (około 1000 m npm), na zboczach Ku Dziurze (około 1015 m npm) oraz nad Łysą Polaną (około 1100 m npm). Inne tereny, od Łysej Polany w kierunku na Głodówkę i Zakopane, zostały przez nas dokładnie przejrzone celem znalezienia obiektów ciekawszych, lecz nie natręczały nic takiego, co by wymagało specjalnych badań.

Drobniejsze asocjacje, wyróżnialne dla czułego oka fitosocjologa, zostały prawdopodobnie w naszych badaniach wcielone do zespołów opisywanych. Takie poszerzenie granic na pewno istnieje w zestawieniu gatunków dla zespołu źródliskowego.

Jako podglebie znajdowaliśmy przeważnie formacje wapienne: dolomity, margle i łupki triasowe. Pod litymi skupieniami *Vaccinium myrtillus* nie doszukaliśmy się piasku. Gatunek ten występował również na glinach.

W ciągu paroletnich obserwacji i zbiorów w runie badanych zespołów znaleźliśmy następujące grzyby:

Boletus aureus Fr., *Boletus edulis* Fr., *Boletus bovinus* Fr., *Boletus badius* Fr., *Boletus elegans* Fr. (tylko pod modrzewiami), *Boletus luridus* Fr., *Boletus miniatorporus* Secr., *Boletus pachypus* Fr., *Boletus piperatus* Fr., *Boletus porphyrosporus* Fr., *Boletus pseudoscaber* Kbh., *Boletus satanas* Lenz., *Boletus spadiceus* Schaeffer., *Boletus subtomentosus* Fr., *Polyporus confluens* (Alb. et Schw.) Fr., *Polyporus pes caprae* Pers., *Tremellodon gelatinosum* (Scop.) Bres., *Ramaria aurea* (Schaeff.) Quél., *Ramaria abietina* (Pers.) Quél., *Ramaria palmata* (Pers.) Quél., *Ramaria fastigiata* (Bull.) Quél., *Ramaria flava* (Schaeff.) Quél., *Hydnum coralloides* (Scop.) Fr., *Cantharellus cibarius* Fr., *Cantharellus infundibuliformis* (Scop.) Fr., *Cantharellus Friesii* Quél., *Cantharellus lutescens* Bull., *Neurophyllum clavatum* (Fr.) Pat., *Amanita muscaria* (L.) Fries., *Amanita muscaria* ssp. *umbrina* var. *hercynica* R. Schulz., *Amanita pantherina*

DC., *Amanita rubescens* Fries., *Amanita phalloides* (Vaill.) Fr., *Amanita verna* Birk., *Amanitopsis vaginata* Bull., *Biannularia imperialis* G. Beck., *Armillaria mellea* (Vahl.) Fr., *Lepiota amiantina* Scop., *Lepiota lenticularis* Lasch., *Hypholoma capnoides* Fr., *Hypholoma fasciculare* (Huds.) Fr., *Hypholoma sublatericium* Fr., *Inocybe lucifuga* Fr., *Inocybe descissa* Fr., *Myxarium delibitum* Fr., *Phlegmacium variicolor* (Pers.) Fries., *Phlegmacium arquatum* Fr., *Phlegmacium scaurum* Fr., *Phlegmacium varium* (Schaeff.) Fries., *Inoloma muricinum* Fr., *Inoloma traganum* Fr., *Dermocybe eumorpha* (Pers.) Fr., *Inoloma argutum* Fr., *Dermocybe sarniosa* Fr., *Telamonia armillata* Fr., *Rosites caperata* Karst., *Pholiota flammans* Fr., *Pholiota togularis* Bull., *Flammula liquiritiae* Pers., *Flammula spumosa* Fr., *Flammula alnicola* Fr., *Galera hypnorum* Schrank., *Tubaria pellucida* Fr., *Naucoria cidaris* Fr., *Tricholoma rutillans* Schaeff., *Tricholoma virgatum* Fr., *Tricholoma elytroides* Fr., *Tricholoma lascivum* Fr., *Tricholoma vaccinum* Fr., *Tricholoma tumidum* (Pers.) Fr., *Tricholoma equestre* (L.) Fr., *Tricholoma ionides* (Bull.) Fr., *Tricholoma melaleucum* (Pers.) Fr., *Tricholoma sulfureum* (Bull.) Fr., *Tricholoma album* (Schaeff.) Fr., *Tricholoma virgatum* Fr., *Mycena rosea* (Bull.) Sacc., *Mycena amicta* Fr., *Collybia dryophila* Bull., *Pluteus cervinus* Schaeff., *Clitocybe geotropa* Bull., *Clitocybe laccata* v. *ametistina* (Scop.) Fr., *Clitocybe infundibuliformis* Schaeff., *Clitocybe opaca* (Sow.) Fr., *Omphalia campanella* Batsch., *Eccilia vilis* Fr., *Nolanea infula* Fr., *Marasmius rotula* Scop., *Marasmius perforans* Hoffm., *Marasmius androsaceus* L., *Paxillus involutus* Batsch., *Paxillus atrotomentosus* Batsch., *Lactarius vellereus* L., *Lactarius scrobiculatus* Fr., *Lactarius deliciosus* Fr., *Lactarius turpis* Weinm., *Lactarius resimus* Fries., *Lactarius pipereatus* Scop., *Lactarius lignyotus* Fr., *Lactarius rufus* Fr., *Russula alutacea* Pers., *Russula delica* Fr., *Russula nigricans* Fr., *Russula ochroleuca* Pers., *Russula aurata* Fr., *Russula chamaeleontina* Fries., *Russula foetens* Pers., *Russula cyanoxantha* Schaeff., *Russula vesca* Fr., *Russula livida* Gramb., *Russula ochroleuca* Pers., *Lactarius volemus* Fr., *Limacium olivaceoalbum* Fr., *Hygrophorus chlorophanus* Fr., *Hygrophorus conicus* Scop., *Hygrophorus ceraceus* Wulf., *Hygrophorus psittacinus* Schaeff., *Gomphidius viscidus* L., *Gomphidius glutinosus* Schaeff., *Cantharellus aurantiacus* (Wulf.) Fr., *Dictyolus umbonatus* (Gmel.) Pat., *Bovista nigrescens* Pers., *Lycoperdon piriforme* (Schaeff.) Pers.

Mimo częstych poszukiwań między korzeniami świerków nie spotka-
liśmy w reglu dolnym Tatr *Elaphomyces cervinus* (Pers.) Schroet.,
a tenże grzyb w Karkonoszach właśnie w tym poziomie lasów był przez
nas najczęściej zbierany. W Tatrach znajdowaliśmy go w reglu górnym.
W Karkonoszach *Elaphomyces cervinus* jest częściej spotykany i to
w obu reglach.

Porównując zbiory grzybowe regła górnego w Tatrach ze zbiorami z regła dolnego dochodzi się do wniosku, że najbogatszą w grzyby krainą tatrzańską jest regiel dolny bez względu czy znajduje się na wapieniach, czy na granitach (tatrytach, które również zawierają dość dużą ilość wapnia).

Zbadane przez nas *Fagetum typicum* na zboczach Doliny Strążyskiej przedstawiało się jako drzewostan bukowy z domieszką jodły i świerka. Świerka było bardzo mało. Wiek drzewostanu około 80 lat. Drzewostan zbudowany jest piętrowo. W piętrze podrostu występuje masa buka. W nalocie znajdujemy buk, jodłę i bardzo rzadko świerk. W najniższym piętrze, prawie że nie wychodzącym z runa, występowały również sporadycznie jarzębina i jawor. Mimo tego bogactwa zieleni w piętrach górnych drzewostanu glebę pokrywa dodatkowo obficie wykształcone runo. Skład runa można odczytać z tabel przedstawiających wyniki badań nad mykotrofizmem zespołu.

Na pniakach bukowych znaleźliśmy dość licznie występującą opieńkę, która jednak działalność swą ograniczała do martwych pniaków. Nie znaleziono wymierających świerków, ani innych gatunków, których wygląd wskazywałby na atak opieńki. Gatunek ten raczej w miejscowych warunkach żyje saprofitycznie. W ściółce znajdowaliśmy dość silnie rozwinięte ryzomorfy opieńki.

Gleba pod zespołem przedstawiała się jako utwór piaszczysto-gliniasty na rumoszu skał wapiennych. Warstwy powierzchniowe gleby zawierały dużą domieszkę dobrze rozłożonej próchnicy. Odczyn gleby na powierzchni tuż pod ściółką wynosił $\text{pH} = 4,0$. Warstwa trochę głębsza (około 10 cm pod powierzchnią) wykazywała $\text{pH} = 6,0$.

W runie cieszyła oko obfitość storczyków. Mimo dużej ilości gatunków biorących udział w składzie runa, ton tej warstwie nadawała borówka czernica (*Vaccinium myrtillus*). Równocześnie występowały gatunki wybitnie charakterystyczne dla wysokich bonitacji bukowych: *Mercurialis perennis*, *Sanicula europaea*, *Melica nutans*, *Phyteuma spicatum*, *Dentaria glandulosa*, *Actaea spicata*, *Cardamine triflora*, *Galium rotundifolium*, *Impatiens noli tangere* itp.

Fageto-Abietetum znaleźliśmy jeszcze stosunkowo najmniej zdewastowane (nie wypasano od dłuższego czasu owiec) na zboczu końca dolinki-wąwozu, zwanego Ku Dziurze. Drzewostan składał się w pierwszym rzędzie z jodły. W domieszce występował świerk w znacznej ilości oraz pojedynczo buk. Wiek drzewostanu, obliczony według jodły, nie przekraczał średnio lat 120.

Drzewostan był złożony z różnowiecznych egzemplarzy drzew, które jednak dążyły do stworzenia jednego piętra. Podrost był bardzo ubogi, a miejscami pod okapem drzewostanu głównego znajdowało się tylko ru-

no z pewną ilością nalotu, wśród którego znaleźliśmy również stare skarłate egzemplarze drzew, a poza tym pewną ilość krzewów: *Pinus mughus*, *Cotoneaster tomentosa*, *Salix silesiaca*, *Daphne mesereum*, *Ribes alpinum*, drzewa skarłate: *Sorbus aria*, *Picea excelsa*, *Fagus silvatica*.



Ryc. 1. Fragment *Fagetum typicum* w Dolinie Strążyskiej.

Fot. T. Dominik



Ryc. 2. Fragment *Piceo-Abietetum* nad Łysą Polaną.

Fot. T. Dominik

W runie znaleziono poza pospolitymi w reglu roślinami: *Sweertia perennis*, *Laserpitium latifolium*, *Sweertia alpestris* i dużą ilość storczyków. Z roślin charakterystycznych: *Galium Schultesii*, *Daphne mesereum*, *Cystopteris montana*, *Dentaria glandulosa*.

Gleba gliniasta na rumoszu skał wapiennych a miejscami na łupkach. Domieszka próchnicy dość duża. Miejscami gleba wybitnie próchniczna zalega bezpośrednio na rumoszu skalnym. Odczyn gleby prawie obojętny $\text{pH} = 6,5 - 7,0$. Gлина pod warstwą próchniczną zawsze wykazywała $\text{pH} = 6,5$. Gleba próchniczna zaś była trochę kwaśniejsza $\text{pH} = 5,5$. W miejscach, gdzie nagromadziło się dużo ściółki bukowo-świerkowej, bezpośrednio na skale $\text{pH} = 4,0$, a tuż nad skałą $\text{pH} = 7,0$.

Charakterystycznie wytwarzały się w takich warunkach mykoryzy u świerka. Mianowicie gromadziły się w duże kuliste czarcie miotły, dochodzące do 7 cm średnicy. Były to raczej kule zbudowane z mykoryz

prosty lub rozgałęzionych dichotomicznie, które były silnie ściśnięte między sobą na podobieństwo mykoryz bulwiastych typu C, jednakże bez wszystkich cech tego typu. Mykoryzy te występowały w takiej masie, że gdy się wyjmowało grubszy korzeń z gleby, to zdawało się, że ciągnie się za nim cała warstwa gleby. Były to w olbrzymiej masie opisane mykoryzy oblepione próchnicą.

Obecność kosodrzewiny w tym zespole uważamy za przypadkową, lecz włączamy ją do spisów dla porównania jej zachowania się w tak niezwykłym dla niej miejscu z kosodrzewiną ze zwykłych stanowisk.

Zespół *Cratoneuron falcatum* — *Cardamine Opizii* realizuje się pośród powyżej opisanych zespołów w miejscach, gdzie płynie woda albo płasko po zboczu, albo w postaci strumyków.

Od czasu opisów poczynionych przez botaników przed około 30 laty do zespołu tego przybyło sporo gatunków, których spisy poprzednie nie przytaczają.

Poza tym w naszych spisach znajdują się rośliny nie należące do tego zespołu, a mimo to występujące w nim. Do takich gatunków należą wszelkie drzewa i ich siewki oraz gatunki przypadkowo rozwijające się w warunkach gleby źródłiskowej, a należące do poprzednio opisanych zespołów. Włączenie tych gatunków ma sens przy badaniu wpływu warunków ekologicznych na rozwój mykotrofizmu. Gdy ktoś wie, gdzie występuje zespół źródliskowy, to od razu będzie zorientowany, w jakich warunkach np. rozwijały się siewki jodły pod olbrzymimi parasolami liści *Petasites officinalis* na glebie nieomal płynnej przy stałym nadmiarze wody. Specjalnie szukaliśmy roślin obcych dla zespołu, które „wlażyły w błoto“. Botanicy zatem wybaczą nam, że pod spisem gatunków dla *Cratoneuron falcatum* — *Cardamine Opizii* znajdują również rzeczy dla niego obce.

Piceo-Abietetum, tak został nazwany przez S z a f e r a, K u l c z y ń s k i e g o i P a w ł o w s k i e g o (1926) sztuczny twór, który powstaje z *Fagetum typicum* po wycięciu kompletnym buka. Taki twór doskonale zachowany znaleźliśmy nad Łysą Polaną. Jest tam jeszcze kilka buków skupionych tuż nad Łysą Polaną oraz skupienie większe już na szczycie góry. Reszta terenu została buka kompletnie pozbawiona. Że kiedyś buki musiały występować tu obficie, świadczy nazwa ludowa, która miejsce naszych badań określa jako „Bucznic“. Drzewostan zalega na zboczu o wystawie południowo-wschodniej.

Gleba jest tu stara, dość głęboka, miejscami płytka na prawie odsłoniętej skale wapiennej. Domieszka próchnicy duża. Ogólnie określając można powiedzieć, że jest to gleba gliniasta z dużą domieszką próchnicy. Odczyn waha się od pH = 4,0 — 6,0. W miejscach, gdzie w glinie znajduje się większa domieszka piasku, odczyn zbliża się do obojętnego.



Ryc. 4. Fragment zespołu źródłiskowego. Średnica liści *Petasites officinalis* dochodzi tu do 1,5 m. Wysokość ogonków liściowych do 1 m. *Petasites officinalis* nie tworzył mykoryzy.

Fot. T. Dominiak

„Bucznik“ pokryty jest drzewostanem jodłowym z dość dużą domieszką świerka i opisanymi powyżej resztkami buka. Wiek drzewostanu według jodły sięga lat kilkuset, lecz był on użytkowany, więc wiek świerka przeciętnie nie przekracza lat 80. Podrostu brak. Runo dość rzadkie. Jedynie na maleńkich lukach obfitsze.

Z roślin charakterystycznych można przytoczyć: *Dentaria bulbifera*, *Dentaria glandulosa*, *Mercurialis perennis*, *Polygonatum verticillatum*, *Impatiens noli tangere*, *Digitalis ambigua*, *Carlina acaulis*, *Circaea alpina*, *Oxalis acetosella*, *Petasites albus*, *Actaea spicata*, *Sanicula europaea*, *Lonicera nigra*, *Galium rotundifolium*, *Melica nutans*, *Phyteuma spicatum*, *Gentiana asclepiadea*, *Gentiana verna*, *Soldanella alpina*.

Z przytoczonych poprzednio gatunków grzybów olbrzymia większość została zebrana w tym drzewostanie. Najcharakterystyczniejszym gatunkiem dla tego miejsca wydaje się być *Biannularia imperialis*, której nigdzie indziej nie znaleźliśmy. Gatunek ten owocuje przeważnie w zasięgu korzeni świerka.

Przy sposobności warto zaznaczyć, że *Biannularia imperialis* została dotychczas opisana tylko spod sosen. Innych wzmianek w literaturze nie ma. W najbliższym sąsiedztwie badanego przez nas zespołu *Piceo-Abietetum*, na odległej o paręset metrów Skałce nad Łysą Polaną występuje

Gatunek rośliny	włośniki	autotroficzny	mykoryza endotroficzna typu		mykoryza ektotroficzna typu			częstotliwość występowania
			tolypofagicznego	thamni-skofagicznego	A	C	Dn	

F a g e t u m t y p i c u m

<i>Abies alba</i>	—	—	—	—	+	—	+	++++
<i>Acer pseudoplatanus</i>	—	—	—	—	+	—	+	++++
<i>Aconitum napellus</i>	—	—	—	+	—	—	—	+++
<i>Actaea spicata</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Agrostis alba</i>	+	—	+	—	—	—	—	++
<i>Ajuga reptans</i>	+	—	+	+	—	—	—	+
<i>Asarum europaeum</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Aspidium filix mas</i>	—	—	+	—	+	—	+	+++
<i>Aspidium lonchitis</i>	+	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Brunella vulgaris</i>	—	—	—	+	—	—	—	++
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	—	—	+	—	—	—	—	++
<i>Campanula pseudolanceolata</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Cardamine triflora</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex caryophyllea</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex digitata</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex firma</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex montana</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex pilulifera</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex silvatica</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Chaerophyllum cicutaria</i>	—	—	—	+	—	—	—	+++
<i>Chrysanthemum rotundifolium</i>	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>Cirsium erysithales</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Coeloglossum viride</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Corallorrhiza trifida</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Crepis paludosa</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Daphne mesereum</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Dentaria glandulosa</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Digitalis ambigua</i>	+	—	+	—	—	—	—	+
<i>Epilobium alpestre</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Epilobium alsinae-folium</i>	—	—	—	+	—	—	—	+++
<i>Epipactis rubiginosa</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Fagus silvatica</i>	—	—	—	—	+	—	+	+++
<i>Fragaria vesca</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Galium rotundifolium</i>	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>Gentiana asclepiadea</i>	+	—	+	—	—	—	—	+
<i>Galium Schultesii</i>	—	—	—	—	—	—	+	+++
<i>Gnaphalium silvaticum</i>	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>Goodyera repens</i>	—	—	—	—	—	—	—	—

Gatunek rośliny	włośniki	autotroficzny	mykoryza endotroficzna typu		mykoryza ektotroficzna typu			częstotliwość występowania
			tolypofagicznego	thamni-skofagicznego	A	C	Dn	
<i>Hieracium villosum</i> × <i>alpinum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Hypericum quadrangulum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Lactuca muralis</i>	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>Listera ovata</i>	—	—	+	—	—	—	—	+
<i>Luzula nemorosa</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Luzula silvatica</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Lonicera nigra</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Majanthemum bifolium</i>	+	—	—	+	—	—	—	—
<i>Melica nutans</i>	—	—	—	+	—	—	—	—
<i>Mercurialis perennis</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Myosotis silvatica</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Neottia nidus avis</i>	—	—	+	—	—	—	—	+
<i>Orchis militaris</i>	—	—	+	—	—	—	—	+
<i>Oxalis acetosella</i>	+	—	—	+	—	—	—	+
<i>Paris quadrifolia</i>	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>Parnasia palustris</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Petasites albus</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Picea excelsa</i>	—	—	—	—	+	—	+	+
<i>Pirola minor</i>	—	—	+	—	—	—	—	+
<i>Pirola rotundifolia</i>	—	—	+	—	—	—	—	+
<i>Poa nemoralis</i>	+	—	—	—	+	—	—	+
<i>Phyteuma spicatum</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Polygonatum verticillatum</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Prenanthes purpurea</i>	+	—	+	—	—	—	—	—
<i>Primula elatior</i>	—	—	—	+	—	—	—	—
<i>Ranunculus acrifolius</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Rubus idaeus</i>	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>Rosa pendulina</i>	+	—	—	+	—	—	—	+
<i>Senecio Fuchsii</i>	—	—	—	+	—	—	—	—
<i>Sanicula europaea</i>	+	—	—	+	—	—	—	—
<i>Salix silesiaca</i>	—	—	—	—	+	—	+	+
<i>Sorbus aucuparia</i>	+	—	+	—	—	—	—	+
<i>Soldanella carpatia</i>	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>Senecio rivularis</i>	+	—	+	—	—	—	—	+
<i>Soldanella montana</i>	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>Solidago virga aurea</i>	—	—	+	—	—	—	—	—
<i>Sweetia alpestris</i>	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>Trifolium fragiferum</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Urtica dioica</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Vaccinium myrtillus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—

Gatunek rośliny	włosniki	autotroficzny	mykoryza endotroficzna typu		mykoryza ektotro- ficzna typu			częstotliwość występowania
			tolypofa- gicznego	thamni- skofagi- cznego	A	C	Dn	
<i>Veronica officinalis</i>	—	—	+	+	—	—	—	—
<i>Viola silvatica</i>	—	—	+	+	—	—	—	—

F a g e t o - A b i e t e t u m

<i>Abies alba</i>	—	—	—	—	+	—	+	++
<i>Acer pseudoplatanus</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Aconitum napellus</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Agrostis alba</i>	—	—	+	—	—	—	—	+
<i>Ajuga reptans</i>	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>Aspidium lonchitis</i>	+	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Aspidium spinulosum</i>	—	—	—	+	—	—	—	+++
<i>Asplenium viride</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Bellis perennis</i>	+	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Campanula cladrifolia</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Campanula rapunculoides</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Cardamine triflora</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carduus glaucus</i>	+	—	—	+	—	—	—	+
<i>Carex caryophyllaea</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex digitata</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex montana</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex pilulifera</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex tatarum</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Chaerophyllum cicutaria</i>	—	—	—	+	—	—	—	++
<i>Coeloglossum viride</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Corallorhiza trifida</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Cotoneaster tomentosus</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Cystopteris montana</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Daphne mesereum</i>	—	—	+	+	—	—	—	++++
<i>Dentaria glandulosa</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Epipactis rubiginosa</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Fagus silvatica</i>	—	—	—	—	+	—	+	++++
<i>Galium Schultesii</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Goodyera repens</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Knautia Kitaibelii</i>	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>Lactuca muralis</i>	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>Laserpitium latifolium</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Listera cordata</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Luzula nemorosa</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Luzula silvatica</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Lonicera nigra</i>	—	—	—	—	—	—	—	—

Gatunek rośliny	włośniki	autotroficzny	mykoryza endotroficzna typu		mykoryza ektotroficzna typu			częstotliwość występowania
			tolypofagicznego	thamni-skofagicznego	A	C	Dn	
<i>Neottia nidus avis</i>	—	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Orchis spec.</i>	—	—	—	—	—	—	—	+++
<i>Oxalis acetosella</i>	+	—	—	+	—	—	—	+
<i>Parnasia palustris</i>	—	—	+	+	—	—	—	+
<i>Picea excelsa</i>	—	—	—	—	+	—	—	+
<i>Pinus mughus</i>	—	—	—	—	+	—	—	—
<i>Pirola minor</i>	—	—	—	—	—	—	—	+++
<i>Pirola intermedia</i>	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>Pirola rotundifolia</i>	—	—	+	—	—	—	—	+
<i>Pirola secunda</i>	—	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Potentilla procumbens</i>	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>Prenathes purpurea</i>	—	—	—	+	—	—	—	—
<i>Ribes alpinum</i>	+	—	—	+	—	—	—	+++
<i>Schrophularia nodosa</i>	—	—	—	+	—	—	—	+++
<i>Senecio rivularis</i>	+	—	—	+	—	—	—	+++
<i>Salix silesiaca</i>	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>Sorbus aria</i>	—	—	+	—	—	—	—	—
<i>Sweetia alpestris</i>	—	—	—	+	—	—	—	—
<i>Sweetia perennis</i>	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>Thalictrum anquilegiiifolium</i>	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>Thymus sudeticus</i>	—	—	—	+	—	—	—	—
<i>Tofieldia calyculata</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Tussilago farfara</i>	—	—	—	+	—	—	—	—
<i>Vaccinium myrtillus</i>	—	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Valleriana tripteris</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Veronica officinalis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Poa nemoralis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Trifolium spadiceum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—

Cratoneuron falcatum -- Cardamine Opizii

<i>Abies alba</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Acer pseudoplatanus</i>	+	—	—	—	—	—	—	—
<i>Adenostyles alliariae</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Agrostis alba</i>	+	—	—	—	—	—	—	+
<i>Arabis arenosa</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Arabis bellidifolia</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Asarum europaeum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Aspidium robertianum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Astrantia major</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Bellidiastrum Micheli</i>	—	—	—	—	—	—	—	—

Gatunek rośliny	włośniki	autotroficzny	mykoryza endotroficzna typu		mykoryza ektotro- ficzna typu			częstość występowania
			tolypofa- gicznego	thamni- skofagi- cznego	A	C	Dn	
<i>Brunella vulgaris</i>	+	-	-	+	-	-	-	-+
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Caltha palustris</i>	-	-	+	-	-	-	-	+++
<i>Cardamine amara</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Cardamine Opizii</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Carex flava</i>	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Carex fusca</i>	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Carex gracilis</i>	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Carex rostrata</i>	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Carex stellata</i>	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Corthusa Matthioli</i>	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Chaerophyllum cicutaria</i>	-	-	-	+	-	-	-	+
<i>Cirsium erysithales</i>	-	-	-	+	-	-	-	++
<i>Cirsium palustre</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Crepis paludosa</i>	-	-	-	+	-	-	-	++
<i>Cystopteris fragilis</i>	-	-	+	-	-	-	-	+
<i>Digitalis ambigua</i>	-	-	-	+	-	-	-	++++
<i>Epilobium alsinaefolium</i>	-	+	-	+	-	-	-	-
<i>Equisetum palustre</i>	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Fagus silvatica</i>	-	-	-	-	+	-	-	++
<i>Fragaria vesca</i>	-	-	-	+	-	-	-	+++
<i>Galium palustre</i>	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Gentiana asclepiadea</i>	-	-	+	-	-	-	-	+
<i>Geranium Robertianum</i>	-	-	-	+	-	-	-	+
<i>Geum rivale</i>	+	-	+	-	-	-	-	+++
<i>Glyceria plicata</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Hypericum maculatum</i>	+	-	-	+	-	-	-	+++
<i>Juncus lamprocarpus</i>	+	-	-	+	-	-	-	+++
<i>Linum catharticum</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Myosotis scorpioides</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Oxalis acetosella</i>	+	-	+	-	-	-	-	+
<i>Parnasia palustris</i>	-	-	-	+	-	-	-	+++
<i>Paris quadrifolia</i>	+	-	+	-	-	-	-	+++
<i>Petasites albus</i>	-	-	-	+	-	-	-	+++
<i>Petasites officinalis</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Pinguicula alpina</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Poa alpina v. vivipara</i>	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Poa palustris</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Polygonatum verticillatum</i>	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Ranunculus acer</i>	-	-	-	+	-	-	-	++++
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	++++

Gatunek rośliny	włośniki	autotroficzny	mykoryza endotroficzna typu		mykoryza ektotroficzna typu			częstotliwość występowania
			tolypofagicznego	thamni-skofagicznego	A	C	Dn	
<i>Rosa pendulina</i>	+	—	+	—	—	—	—	
<i>Rubus idaeus</i>	—	—	+	—	—	—	—	+
<i>Rumex alpinus</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Salix silesiaca</i>	—	—	—	—	+	—	—	+++
<i>Salix spec.</i>	+	—	—	—	+	—	—	++++
<i>Senecio nemorensis</i>	—	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Scrophularia vernalis</i>	—	+	—	—	—	—	—	
<i>Soldanella carpatica</i>	—	—	+	—	—	—	—	+
<i>Soldanella montana</i>	—	—	—	+	—	—	—	+++
<i>Sorbus aucuparia</i>	—	+	—	—	—	—	—	
<i>Tofieldia calyculata</i>	—	+	—	—	—	—	—	
<i>Trifolium spadiceum</i>	—	—	+	+	—	—	—	
<i>Valleriana tripteris</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Phyteuma spicatum</i>	+	+	—	—	—	—	—	
<i>Heracleum sphondylium</i>	—	+	—	—	—	—	—	

P i c e o - A b i e t e t u m

<i>Abies alba</i>	—	—	—	—	+	—	+	+++
<i>Acer pseudoplatanus</i>	+	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Actaea spicata</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Ajuga reptans</i>	—	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Alchemilla alpestris</i>	—	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Asarum europeum</i>	+	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Asperula odorata</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Aspidium spinulosum</i>	+	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Brunella vulgaris</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Cardamine trifolia</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex montana</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex silvatica</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex spec.</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carlina acaulis</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Circaea alpina</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Daphne mesereum</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Dentaria bulbifera</i>	—	—	—	+	—	—	—	++
<i>Dentaria glandulosa</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Digitalis ambigua</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Epilobium alsinaefolium</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Fragaria vesca</i>	—	—	—	+	—	—	—	++
<i>Galium rotundifolium</i>	—	—	+	—	—	—	—	+

Gatunek rośliny	włosniki	autotroficzny	mykoryza endotroficzna typu		mykoryza ektotroficzna typu			częstotliwość występowania
			tolypofagicznego	thamni-skofagicznego	A	C	Dn	
<i>Gentiana asclepiadea</i>	—	—	—	+	—	—	—	+++
<i>Gentiana verna</i>	—	—	+	+	—	—	—	++++
<i>Geranium Robertianum</i>	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>Glechoma hederacea</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Gnaphalium norvegicum</i>	+	—	+	—	—	—	—	+
<i>Heracleum sphondylium</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Hieracium villosum</i> × <i>alpinum</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Hypericum maculatum</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Impatiens noli tangere</i>	+	—	+	—	—	—	—	++
<i>Lactuca muralis</i>	—	—	—	+	—	—	—	++
<i>Lilium martagon</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Listera ovata</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Lonicera nigra</i>	—	—	+	—	—	—	—	++
<i>Luzula nemorosa</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Lysimachia nemorum</i>	+	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Lysimachia nummularia</i>	—	—	+	+	—	—	—	++
<i>Melampyrum silvaticum</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Melica nutans</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Mercurialis perennis</i>	+	—	—	+	—	—	—	+
<i>Myosotis silvatica</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Oxalis acetosella</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Paris quadrifolia</i>	+	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Petasites albus</i>	+	—	+	+	—	—	—	++
<i>Phyteuma spicatum</i>	—	+	—	+	—	—	—	—+
<i>Picea exelsa</i>	—	—	—	—	+	—	+	++++
<i>Pirola minor</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Poa nemoralis</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Polygonatum verticillatum</i>	+	—	+	+	—	—	—	++++
<i>Prenanthes purpurea</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Ranunculus aconitifolius</i>	+	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Rubus spec.</i>	+	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Sanicula europea</i>	+	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Sedum carpaticum</i>	—	—	—	—	—	—	—	++
<i>Soldanella montana</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Solidago virga aurea</i>	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>Sorbus aucuparia</i>	+	—	—	+	—	—	—	++
<i>Thalictrum aquil.</i>	+	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Valeriana tripteris</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Veronica officinalis</i>	+	—	—	+	—	—	—	+++
<i>Viola biflora</i>	—	+	—	—	—	—	—	—

sosna relikтовая. Być więc może, że jej symbiont, rozsiewając się od lat tysięcy w okolicy, znalazł wdzięcznego towarzysza do stworzenia symbiozy w świerku.

Porównując ilościowo występowanie owocników grzybów kapeluszkowych w lasach naturalnych i pierwotnych z lasami zagospodarowanymi na jednakowych wysokościach w górach, dochodzi się do wniosku, że obficie i rozmaiciej wyrastają grzyby w tych ostatnich.

Następująca tabela przedstawia ilości gatunków w poszczególnych zespołach buka, ilość gatunków mykotroficznych oraz procent gatunków mykotroficznych w poszczególnych zespołach.

Nazwa zespołu	ogólna ilość gatunków	ilość gatunków mykotroficznych	ilość gatunków autotroficznych	% gatunków mykotroficznych
Fagetum typicum	80	56	24	70
Fageto Abietetum	64	46	18	72
Cratoneuron falcatum — Cardamine Opizii	66	37	29	56
Piceo-Abietetum	62	43	19	69

W powyższym zestawieniu najniższym procentem gatunków mykotroficznych charakteryzuje się zespół *Cratoneuron falcatum* — *Cardamine Opizii*. Nic dziwnego. Jest to zespół źródłkowy, w którym gleba przedstawia się jako prawie płynne błoto, a w większej części źródłiska po powierzchni płynie woda. Do omówienia tego zespołu jeszcze wrócimy.

Pomijając zespół źródłkowy widzimy, że zespoły bukowe w reglu dolnym prawie że bez różnicy wykazują procent gatunków mykotroficznych wahający się około 70%. Jest to procent znacznie skromniejszy niż w świerczynach regla górnego, gdzie znaleźliśmy zespoły mające 75 — 92 (100)%. Inne zaś zagospodarowane lasy wykazywały tam od 60 — 71% gatunków mykotroficznych.

Uważamy, że zespoły regla dolnego, mimo że podlegają ochronie, są lasami zagospodarowanymi. Znajdowaliśmy wśród gąszczu wyrobione drewno. Czyżby więc obecność nawet bardzo dyskretna człowieka z siekierą obniżała udział gatunków mykotroficznych? — Przecież ilościowo biorąc największe żniwo grzybowe zrobiliśmy właśnie w reglu dolnym, więc grzybów symbiotycznych na pewno jest w nim dosyć.

Przypuszczenie nasze jest inne. Mianowicie w reglu dolnym warunki świetlne są już słabsze, niż były w reglu górnym. A wiemy, że na ilość

i jakość światła bardzo silnie reagują grzyby i rośliny tworzące mykoryzę. Wystarczy ocienienie zespołu przez towarzyszące mu drzewa, aby nasilenie mykotrofizmu zmalało i ilościowo i jakościowo.

Najlepiej widać to na paproci *Cystopteris fragilis*, która w zespołach regla górnego była wybitnie mykotroficzną paprocią, a w reglu dolnym ledwie można było w niej doszukać się symbiotycznych strzępek. Również ilość korzeni mykotroficznych bardzo zmalała u tej paproci.

Takich przykładów można by wynotować więcej, lecz pozostawiamy to zainteresowanym, którzy mogą z tablic wyszukać różnice w mykotrofizmie poszczególnych gatunków w różnych zespołach.

Natomiast chcemy tu zwrócić uwagę na inne fakty, które mogą mieć większe znaczenie dla zrozumienia zjawiska mykotrofizmu. Gdy przeglądamy tablice zestawiające materiał ze wszystkich pięter, to rzuca się

Zestawienie rodzajów mykoryz ektotroficznych występujących na świerku w naturalnych zespołach roślinnych w Tatrach

Kraina	Zespół roślinny	Rodzaje mykoryz według klasyfikacji Dominika													
		Ac	Ba	Bc	Be	Bf	Bg	Cc	Cf	Db	Fa	Fc	Fg	Ga	Ha
alpejska	Firmetum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
	Saxifragetum perdurantis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
regiel górny	Piceetum excelsae myrtill. sphagn.	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
	Piceetum excelsae myrtill.	—	—	—	—	—	—	+	—	+	+	+	—	—	—
	Piceetum excelsae normale	+	+	+	+	—	—	+	—	—	+	+	—	+	—
regiel dolny	Fageto-Abietetum		+			+	+	+	—	—	—	+		+	
	Piceo-Abietetum	+	+	+	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	—
	Fagetum typicum	+	+	+	—	—	—	+	—	—	+	+	—	+	—
W ilu zespołach występuje ?		3	5	3	1	1	1	5	1	2	4	8	1	4	

U w a g a : Rodzaje przytoczone w tabeli nie wyczerpują całej klasyfikacji. Są tu tylko te rodzaje, które zostały znalezione na świerku w Tatrach i Karkonoszach. Z zestawienia wynika, że najsilniej ze świerkiem jest związany rodzaj Fc, który cechuje opilsń zbudowana z pseudoparenchymy koloru żółtego, o powierzchni gładkiej.

Zestawienie rodzajów mykoryz ektotroficznych występujących na świerku w różnych drzewostanach zagospodarowanych i naturalnych w Karkonoszach

Kraina	Typ drzewostanu	Rodzaje mykoryz według klasyfikacji Dominika													
		Ac	Ba	Bc	Be	Bf	Bg	Cc	Cf	Db	Fa	Fc	Fg	Ga	Ha
regiel górny	Piceetum excelsae myrtill.	+	—	—	—	—	—	+	—	—	—	+	—	+	—
regiel dolny	Czysty drzewostan świerkowy 15 letni	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
	Piceetum excelsae oxalidosum	+	+	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	+	—
	Fageto-Abietetum	+	+	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+	+
	Piceo-Abietetum	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	+	—	—	—
	Fagetum typicum	—	+	—	—	—	—	+	—	—	—	+	—	+	—
W ilu drzewostanach występuje?		4	3	1	—	—	—	4	—	—	1	4	—	4	2

U w a g a: Mykotrofizm świerka przedstawia się tu trochę inaczej niż w Tatrach. Widzimy, że wiele rodzajów mykoryz nie ma swych przedstawicieli. Są to jednak mykoryzy „podrzedniejsze” dla świerka, gdyż nawet w najnaturalniejszych naszych zespołach świerkowych w Tatrach bardzo rzadkie.

Natomiast najczęściej występujące rodzaje mykoryz w Tatrach również w Karkonoszach są reprezentowane obficie. Można więc wyciągnąć wniosek, że do najczęstszych (najwierniejszych) mykoryz świerka należą rodzaje: Fc, Cc, Ga, Ac.

Rodzaj Cc jest tworzony przez *Elaphomyces cervinus* (na świerku).

Rodzaj Ga tworzy ze wszystkimi roślinami *Cenococcum graniforme*.

Rodzaj Fc (a właściwie cały podtyp F) według przypuszczeń Melina jest tworzony przez rodzaj *Boletus*.

Rodzaje Ba i Ac, jak i reszta rodzajów znalezionych na świerku jest pochodzenia, nawet w przypuszczeniach, nieokreślonego.

Z tablic tych można wyciągnąć również wniosek ogólniejszy, że różnorodność typów współżycia, bardzo uboga w pobliżu szczytów gór, stopniowo wzrasta, gdy posuwamy się w kierunku dolin, a swe maksimum osiąga w najbardziej bogatych zespołach świerkowych i bukowych.

Wszystkich tych wniosków nie można by wyciągnąć przy stosowaniu klasyfikacji Melina, która podawała dla wszystkich krain stereotypową formułę dla świerka: typ A + typ Dn.

zmiana ilościowa w występowaniu typów mykoryz endotroficznych. W krainach wyżej położonych przeważał typ tolypofagiczny, natomiast w krainach bliższych podnóża gór częstszym staje się typ thamniskofagiczny. Również w siedliskach nieustalonych o zasiedleniu roślinnością pionierską przeważa typ tolypofagiczny. Często u roślin uchodzących za autotroficzne można spotkać współżycie typu tolypofagicznego. Można więc

przypuszczać, że mykoryza tolypofagiczna jest typem mniej wyspecjalizowanego współżycia, które powstaje w różnych warunkach przypadkowych.

Z pewnymi rodzinami wydaje się być również związany pewien typ współżycia np. rodzina *Orchidaceae* tworzy jedynie mykoryzy tolypofagiczne, rodzina *Ericaceae* — tolypofagiczne, rodzina *Compositae* przeważnie nie tworzy mykoryzy thamniskofagiczne itd. Przeglądając tabele można wysnuwać takie wnioski.

Jednakże poza wnioskami dotyczącymi terenu i zespołów narzuca się jeszcze inny wniosek, mianowicie, że podział mykoryz ektotroficznych w dotychczasowym ujęciu nic nie daje. Ogromne bogactwo form ujęte jest w trzy typy najczęściej występujące, typ czwarty (Da) jest rzadki i np. w Tatrach nie został ani razu znaleziony.

Od lat gromadziły się dane na temat różnorodności mykoryz. Liczne publikacje omawiały poszczególne przypadki, lecz dotychczas nikt się nie pokusił o zebranie tych danych i stworzenie konsekwentnej klasyfikacji.

Pierwszy autor niniejszej pracy opracował taką klasyfikację i oddał do druku. Mimo to, że jeszcze nie wyszła i przeszła przez dyskusję, zastosowaliśmy ją próbnie dla przedstawienia różnorodności form mykoryz ektotroficznych u jednego gatunku. Jako obiekt badań wzięliśmy *Picea excelsa* z terenu całych naszych Tatr i z terenu Karkonoszy dla porównania.

*

Pozostają jeszcze do omówienia zjawiska rzadsze, które nastroczają możliwości rozwijania badań z punktu widzenia fizjologii roślin. Ujmiemy je w kolejności, która nastroczyła się sama przy badaniach.

1) Niezbyt częstym zjawiskiem, ale zawsze identycznie występującym, są tak zwane mykoryzy pęcherzykowate („vesicular-arbuscular typ“ Butler, 1939) wywoływane przez rodzaj *Rhizophagus*, należący do rodziny *Endogonaceae*. Przypuszczalnie jest to forma konidialna rodzaju *Endogone*. Tego typu współżycie znaleźliśmy u *Ranunculus lanuginosus*, *Soldanella carpatica* i *Gentiana verna*.

2) U roślin zazwyczaj silnie mykotroficznych w pewnych warunkach ekologicznych zatracą się charakterystyczny typ współżycia, lecz grzyb nie ginie całkowicie. W miejscach bardzo wilgotnych obserwować można tzw. mykodomacjy. Są to pojedyncze komórki kory pierwotnej korzenia lub grupy niewielkie komórek, w których widzimy poskręcane kiełbaskowato całe strzępki. Trawienia nie obserwowano. Błony komórek tych przeważnie brązowieją, jednakże nie widać u grzyba objawów obumierania. Są to jakby resztki współżycia mykoryzowego. Mykodomacja obserwowaliśmy u *Petasites albus*, *Petasites officinalis*, *Poa palustris* i *Polygonatum verticillatum*. Gatunek wymieniony jako ostatni wyrósł przypadkowo w źródliku.

3) Mykoryza perytroficzna (J a h n), a właściwie zespół rośliny zielonej z grzybami rhizosfery, został znaleziony u następujących gatunków: *Dentaria glandulosa*, *Gentiana asclepiadea*, *Glechoma hederacea*, *Hieracium villosum* × *alpinum*, *Majanthemum bifolium*, *Polygonatum verticillatum* i *Sedum carpaticum*.

4) Do ciekawych zjawisk należy przejście między mykoryzą perytroficzną a ektotroficzną obserwowane na korzeniach *Poa nemoralis*. Rhizosfera przerośnięta była bardzo licznymi, gęsto splecionymi, czasem rozluźnionymi strzępkami koloru brązowego, cienkimi i wiotkimi, które przypominały luźno splecioną mufkę mykoryzy ektotroficznej. Strzępki z tej mufki przerastały do miękiszu korowego korzeni zarówno między błonami komórkowymi (co przypominało słabą sieć Hartiga), jak i wewnątrz ścianek komórkowych, dochodząc do endodermy wykształconej w postaci komórek silnie zgrubiałych od strony walca osiowego, podobnych do litery V (trzecie stadium rozwojowe endodermy). W niektórych komórkach miękiszu grzyb tworzył łańcuchy arthrospor. Nigdzie nie było widać procesów trawienia strzępek (fagocytozy), a mimo to kora nie przebarwiła się i komórki nie straciły turgoru. Zjawisko to przypominało mykoryzę ektotroficzną opisaną u *Dracena spec.* przez B o r a t y Ń s k ą (praca nie wydana). Strzępki wewnątrz kory zachowały swą barwę brązową. Strzępki w rhizosferze posiadały liczne przegrody poprzeczne i sprzążki.

5) U niektórych roślin zielnych znaleziono wybitne mykoryzy ektotroficzne. U *Galium rotundifolium* i *Galium Schultesii* występowała doskonale wykształcona mykoryza czarna (Dn) wywołana przez *Cenococcum graniforme*. Mufka grzybowa charakterystyczna i słaba bezbarwna sieć Hartiga. W jednym przypadku znaleziono słabiej wykształcone mufki, lecz za to *Cenococcum graniforme* wytworzyło na nich charakterystyczne chlamydospory, jajowato-gruszkowate, dwukomórkowe, gładkie, brązowe, powstające na końcach strzępek. Strzępki zarodnikonośne były charakterystycznie wykształcone: w nasadzie krótko rozdęte i wrosnięte między inne strzępki „płone“, potem sztywno podnoszące się do góry (wymiarów nie możemy podać, gdyż nie mamy mikrometru) i zakończone chlamydosporą. Tego rodzaju owocowanie było już opisane przez M i k o l a (1948) z czystych kultur *Cenococcum graniforme* z tą różnicą, że chlamydospory powstawały nie tylko na szczytach strzępek, lecz i interkalarnie i to wyłącznie wewnątrz pożywki, a nigdy na grzybni powietrznej. W naturze owocowanie takie nie było dotychczas znalezione. Niestety brak nam przyborów, więc opisu nie ilustrujemy mikrofotografią. U *Aspidium filix mas* znaleźliśmy dwa rodzaje mykoryz ektotroficznych: a) o mufce gęsto splecionej, bezbarwnej, prawie gładkiej i dobrze wykształconej sieci Hartiga (jest to typ A Melina lub podtyp B rodzaj Ba Dominika); b) o mufce pseudoparenchymatycznej, czarnej z bezbarwną siecią Harti-

ga (jest to typ Dn *M e l i n a* lub podtyp G rodzaj Ga *D o m i n i k a*). Identyczne mykoryzy znalezione zostały przez nas na tej paproci w zespołach sosnowych na Bałtykiem.

6) Otaczanie strzępek w komórkach kory pierwotnej pochwami celulozowymi znaleźliśmy u *Digitalis ambigua*. Cała warstwa miękiszu, gdzie występowały zdrowe strzępki, przedstawiała to zjawisko. W warstwie trawiennej znajdowały się doskonale wykształcone arbuskule z bardzo wyraźnymi sporangiolami. Poza tym otaczanie grzyba mykoryzowego celulozowymi pochwami znaleźliśmy u *Crepis paludosa*.

*

Na osobne omówienie zasługuje zespół *Cratoneuron falcatum* — *Cardamine Opizzi*. Jak wiadomo, jest to zespół realizujący się w źródłiskach. Woda płynie po powierzchni gleby, a w innych miejscach bardzo obficie nasycza glebę zamieniając ją w błoto. Są to warunki, które, zdaniem licznych specjalistów, powinny wykluczać mykotrofizm z dwu przyczyn: bo grzyby w wodzie nie tworzą mykoryz, a ściślej powiedziawszy, grzyby mykoryzowe nie żyją w warunkach wodnych; bo dostateczna ilość wody pozwala roślinom na duży bilans wodny, co, według *S t a h l a* (1900), warunkuje życie autotroficzne. *S t a h l* wyraził się trochę inaczej, mianowicie, że rośliny o dużym bilansie wodnym są autotroficzne.

Rośliny z tego zespołu pobieraliśmy albo z terenu zalanego, albo z rzadkiego błota, rzadziej z piasku zupełnie mokrego.

Otóż gatunki drzewiaste, przeważnie jako siewki, wyrastające pod olbrzymimi liśćmi *Petasites officinalis* lub *Adenostyles alliariae* zawsze wykazywały obecność mykoryz i to bardzo obfitą. Jedynie buk zmniejszył nasilenie mykotrofizmu, a jarzębina stała się rośliną autotroficzną, zgubiwszy symbionta.

Astrantia major, zebrana z wody, wykazała bardzo bogate współzycie typu thamniskofagicznego. *Adenostyles alliariae* jakby na przekór w opisanych warunkach stworzył znacznie silniejsze współzycie niż na stromych zboczach krainy kosodrzewu. *Bellidiastrum Michellii*, tworzące wysoko w górach słabe mykoryzy tolypofagiczne lub rzadziej bardzo słabe mykoryzy thamniskofagiczne, w reglu dolnym, w źródłisku, wytworzyło bardzo silną mykoryzę typu thamniskofagicznego. *Caltha palustris* również żyje we współzyciu silnym z grzybami. *Digitalis ambigua*, przypadkowo chyba rozwinąwszy się na grudce błota, wytworzyło bardzo silną mykoryzę thamniskofagiczną. *Parnasia palustris*, *Paris quadrifolia* i *Petasites albus* również nie pozbyły się bardzo silnego współzycia. Tak samo rodzaj *Ranunculus* tworzył bez zmian mykoryzy bardzo obfite. Wierzby jak i inne drzewa pozostały wierne mykoryzie ektotroficznej, która rozwinięta

była bardzo silnie. Jedynie róża zmniejszyła nasilenie mykotrofizmu. Poza tym rośliny fakultatywnie mykotroficzne, u których nawet w glebach normalnie przesyconych wodą mykotrofizm jest niestałym zjawiskiem, pozbyły się w źródłisku swych symbiontów.

Z powyższego wniosek, że nadmiar wody w glebie nie wpływa na likwidację mykoryz u drzew i gatunków zielnych obligatorycznie mykotroficznych. Jest to bardzo ważny wniosek dla leśnictwa, które ma do czynienia z zalesianiem terenów zalewanych wodą lub silnie podmokłych. Warunkiem jednak słuszności naszych wniosków jest woda szybko płynąca!

*

Na zakończenie przytaczamy kilka wniosków ogólniejszych:

- 1) Do najsilniej mykotroficznych zespołów Tatr należą zespoły świerkowe regła górnego.
- 2) Obfitość występowania grzybów kapeluszowych w zespole nie świadczy wcale o jego silnej mykotroficzności.
- 3) Gatunki obligatorycznie mykotroficzne nawet w błocie tworzą mykoryzy. O ile w nim woda płynie szybko.
- 4) *Cenococcum graniforme* jest grzybem powszechnie występującym, lecz nie we wszystkich glebach tworzącym mykoryzy.
- 5) *Cenococcum graniforme* może tworzyć mykoryzy ektotroficzne nawet z gatunkami roślin zielnych. Wniosek ten zgadza się z wnioskami Mik o l a (1948).
- 6) Do kosmopolitycznych gatunków grzybów mykoryzowych należy rodzaj *Rhizophagus spec.*
- 7) *Cenococcum graniforme* również w naturze tworzy opisane przez Mik o l a (1948) „chlamydospory“, lecz na trzonkach konidialnych.
- 8) Znalezione przejścia między skupieniem strzępek w rhizosferze korzeni (mykoryza perytroficzna J a h n) a mykoryzą ektotroficzną. Jest to potwierdzenie teorii J a h n a (1934), że jego mykoryza perytroficzna jest najpierwotniejszą formą współżycia, która może przechodzić w formy więcej ściśle i wyspecjalizowane.
- 9) W zespołach leśnych regła dolnego mykotrofizm osiąga bardzo stałą granicę około 70% gatunków mykotroficznych (69 — 72%).
- 10) Analiza mykoryz świerka, przeprowadzona według podziału mykoryz ektotroficznych stworzonego przez Dom i n i k a, wykazała, że najmniej urozmaicone współżycie występuje w najwyższych położeniach górskich, gdzie świerk jeszcze występuje, a najwięcej urozmaicone w *Piceetum excelsae normale* w reglu górnym i *Fageto-Abietetum* w reglu dolnym. Rozmaitość współżycia mykotroficznego nie ma nic wspólnego z nasileniem mykotrofizmu, które największe znaleźliśmy

w *Piceetum excelsae myrtilletosum* facji ze *Sphagnum* w reglu górnym.

- 11) Taka analiza wszystkich gatunków drzewiastych da duże podstawy do wnioskowania o przebiegu zjawiska mykotrofizmu w zespołach roślinnych Tatr, a jednocześnie ściślej określi samo zjawisko. Przeprowadzenie takiej analizy wymaga jednak oddzielnej pracy, która wykorzysta wszystkie dotychczasowe materiały opisowe.
- 12) Praca niniejsza jest zakończeniem naszych badań na terenie Tatr.

*

Prof. drowi Bogumiłowi Pawłowskiemu składamy serdeczne podziękowanie za łaskawe korygowanie oznaczeń roślin zielnikowych, co pozwoliło nam na dokładniejsze poznanie flory Tatr i uniknięcie błędnych oznaczeń.

Polskiej Akademii Nauk jesteśmy wdzięczni za przyznanie funduszy, które umożliwiły przeprowadzenie cyklu badań tatrzańskich.

Doc. mgrowi Janowi Krasickiemu składamy serdeczne podziękowanie za orędownictwo naszych spraw na Komitecie Ekologicznym PAN. W momencie bowiem, kiedyśmy zaczynali nasze badania, nie były one modne i zrozumiane.

Zakład Mikrobiologii Leśnej IBL

(Wpłynęło dn. 5.IV.1955 r.)

ZUSAMMENFASSUNG

Die Verfasser haben die mykotrophischen Verhältnisse folgender Assoziationen der unteren Waldstufe im Tatragebirge untersucht: *Fagetum typicum*, *Fageto-Abietetum*, *Cratoneuron falcatum* — *Cardamine Opizii* und *Piceo-Abietetum* (ein Weiss- und Rottannenbestand, der aus *Fagetum typicum* nach der Entnahme sämtlicher Buchen entstanden ist).

Die in der Arbeit zugefügten Tabellen stellen die Artenzusammensetzung der Assoziationen vor, die gleichzeitig eine Übersicht des Mykotrophismus aller Pflanzenarten geben.

Die Buchenassoziationen der unteren Waldstufe im Tatragebirge weisen ca 70% mykotrophischer Arten auf. Das ist ein niedriger Prozent als der Fichtenassoziationen der oberen Waldstufe in demselben Gebirge.

Wahrscheinlich in dieser Erniedrigung des Mykotrophismus spiegelt sich schwächerer Lichtzutritt zur Pflanzenassoziation und andere Zusammensetzung des Lichtes. Aus den schwedischen Untersuchungen wissen wir genau, dass Licht ein sehr einflussreicher Faktor bei der Mykorrhizabildung ist.

Mehrere Pflanzenarten der Waldbodenvegetation haben ihr Mykotrophismus stark verändert in den Raum von den Gipfeln der Gebirge bis zum Tal.

In den höchsten Stellen der Gebirge haben wir mehr tolypophagischen Typus der endotrophen Mykorrhiza gefunden, in den niedrigsten dagegen war thamniskophager Typus vorherrschend.

In allen Pflanzenassoziationen des Tatragebirges haben wir keine Mykorrhiza des Da-Typus entdeckt.

In vorliegender Arbeit haben wir probeweise die neue Klassifikation der ektotrophen Mykorrhizen von Dominik angewendet. Als Untersuchungsobjekt wurden nur die Fichtenmykorrhizen benutzt.

Die bisher benutzte Melinsche Mykorrhiza-Teilung hat den ganzen Reichtum der Formen nur in zwei Symbole „A“ und „Dn“ zusammengepresst.

Die neue Klassifikation hat dagegen vortrefflich grosse Reichtum der Formen (14 Mykorrhiza-Arten in 7 Mykorrhiza-Untertypen, wie nur auf dem Grund der morfologisch-anatomischen Merkmale unterschieden wurden) zur Geltung gebracht.

Auf Grund dieser Analyse konnten wir die häufigsten und treuesten Fichtenmykorrhiza-Arten entdecken.

Vergleichungsweise haben wir identische Analysen der Fichtenmykorrhizen im Riesengebirge durchgeführt.

Aus dem Vergleich ist es erwiesen, dass im Tatragebirge die Fichte grössere Mannigfaltigkeit der Mykorrhizaformen als im Riesengebirge hat. Dagegen die grundeigenschaftlichen Formen waren in beiden Gebirgen gleichgestaltet und fast gleich häufig. Zu diesen gehören folgende Mykorrhiza-Arten (nach Dominik): Fc, Cc, Ba, Ga und Ac.

Mykorrhiza Cc ist durch *Elaphomyces cervinus*, Mykorrhiza Ga durch *Cenococcum graniforme* (in Wirklichkeit Ga und Fh), Mykorrhiza Fc (nach Melinschen Angaben) wahrscheinlich durch *Boletus*-Arten gebildet.

Nebst schon beschriebenen haben wir folgende Schlüsse aus unseren Untersuchungen im Tatragebirge gezogen:

1) Aus dem Reichtum der fruktifizierenden Hutpilze kann man nicht über den Mykotrophismusgrad des Waldbestandes die Schlüsse ziehen.

2) Die obligatorisch mykotrophischen Pflanzenarten sind sogar in sumpfigem Boden (Quellbruch) immer höchst mykotroph: *Ranunculus*-Arten, *Abies alba*, *Acer pseudoplatanus*, *Adenostyles alliariae*, *Astrantia major*, *Digitalis ambigua*, *Paris quadrifolia* u. s. w. Hauptbedingung — fliessendes Wasser.

3) *Cenococcum graniforme* ist eine Pilzart die in allen Gebirgsböden an allen Gebirgsstufen reichlich vorkommt, aber nur in spezifischen Bedingungen (magere Böden, verödete Stellen u. s. w.) in dem Mykorrhiza-Verhältniss lebt.

4) *Cenococcum graniforme* kann auch mit Kräuterpflanzen die ektotrophischen Mykorrhizen bilden (dieser Schluss ist mit dem Mikolas-Schluss (1948) gleich).

5) *Cenococcum graniforme* auch in der Natur formt manchmal die Chlamydosporen, welche erstmal in der Mikolas-Arbeit (1948) beschrieben waren. Diese zweizelligen „Chlamydosporen“ nach unserer Beobachtung entstehen an schwach differenzierten, langen, steifen, in der Basis leicht verdickten, dunkelbraunen Konidiophoren.

6) Zu kosmopolitischen Pilzen gehören die Arten der Gattung *Rhizopagus* Dangeard, die im Tatra-Pflanzengesellschaften überall anwesend waren.

7) Diese Arbeit ist ein letztes Glied in unseren Untersuchungen über den Mykotrophismus der Pflanzengesellschaften im Tatragebirge.

L I T E R A T U R A

- Boratyńska W., 1951, Badanie mykotrofizmu roślin egzotycznych w Palmiarni w Poznaniu, Praca złożona do druku w Ann. Univ. M. Curie-Skłod. w Lublinie.
- Butler E. J., 1939, The occurrence and systematic position of the vesicular-arbuscular type of mycorrhizal fungi, The British Mycological Society Transaction, Vol. XXII, str. 274—301.
- Dominik T. i Nespiak A., 1953, Badanie mykotrofizmu zespołów roślinnych krainy kosodrzewu w granitowych Tatrach, Acta Soc. Bot. Pol., Vol. XXII, str. 753—769.
- Dominik T., Nespiak A. i Pachlewski R., 1954, Badanie mykotrofizmu roślinności zespołów na skałkach wapiennych w Tatrach, Acta Soc. Bot. Pol., Vol. XXIII, str. 471—485.
- Dominik T., Nespiak A. i Pachlewski R., 1954, Badanie mykotrofizmu zespołów roślinnych regla górnego w Tatrach, Acta Soc. Bot. Pol., Vol. XXIII, str. 487—504.
- Dominik T., 1955, Projekt nowego podziału mykoryz ektotroficznych oparty na cechach morfologiczno-anatomicznych. Maszynopis oddany do druku w Wyd. I. B. L. w Warszawie.
- Jahn E., 1934, Die peritrophe Mykorrhiza, Ber. deutsch. bot. Ges. Tom 52, str. 463.
- Mikola P., 1948, On the physiology and ecology of *Cenococcum graniforme* especially as a mycorrhizal fungus of birch, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae, tom 36, str. 1—104.
- Nespiak A., 1953, Badanie mykotrofizmu roślinności alpejskiej ponad granicą kosodrzewiny w granitowych Tatrach, Acta Soc. Bot. Pol., Vol. XXII str. 97—125.
- Stahl E., 1900, Der Sinn der Mykorrhizenbildung, Jahrb. f. wiss. Bot. tom 34.
- Szafer W., Kulczyński S. i Pawłowski B., 1926, Zespoły roślin w Tatrach, Część III, Bull. de l'Acad. Sc. et Lettres, Serie B. Supl. II, str. 22.
- Szafer W. i Sokołowski M., 1926, Zespoły roślinne w dolinach położonych na północ od Giewontu, Bull. de l'Acad. de Sc. et Lettres. Serie B. Supl. II, str. 123—144.
- Szafer W., Kulczyński S. i Pawłowski B., 1927, Zespoły roślinne w Tatrach, Część I. Zespoły roślinne w Dolinie Chochołowskiej, Rozpr. Wydz. Mat.-Przyr. Pol. Akad. Um. Seria III, tom 23/24. Dział A/B. Kraków, str. 203—298.
- Wąsowicz T., 1933, Badania nad glebami górskimi. PAU. Prace rolniczo-leśne. nr 7. Kraków.

Materiały do fitosocjologicznej systematyki ciepłolubnych dąbrów w Polsce

Zur Systematik der Quercetalia pubescentis- Gesellschaften in Polen

W. MATUSZKIEWICZ i A. MATUSZKIEWICZ

WSTĘP

Niniejsza notatka jest dalszym fragmentem tymczasowej syntezy systematyczno-fitosocjologicznej naszych zbiorowisk leśnych. Celowość i aktualność takiego opracowania została uzasadniona w pracy dotyczącej borów mieszanych (Matuszkiewicz W., Polakowska M., 1955) — nie będziemy zatem tematu tego rozwijać. To, że przedmiotem niniejszej pracy są właśnie zbiorowiska z rzędu *Quercetalia pubescentis*, jest ponieważ kwestią przypadku. Z racji opracowania dąbrów Puszczy Białowiejskiej (Matuszkiewicz A., 1955) wynikła konieczność ustalenia stanowiska systematycznego odnośnych zbiorowisk, co w konsekwencji spowodowało zestawienie większości tabel dotyczących naszych ciepłolubnych dąbrów. Nieznaczone rozszerzenie materiału porównawczego pozwoliło na dokonanie prowizorycznej syntezy systematycznej zbiorowisk rzędu *Quercetalia pubescentis* w Polsce. Pomimo że z gospodarczego punktu widzenia zbiorowiska te uznać należy raczej za mało ważne, choćby z uwagi na nieznaczną powierzchnię, jaką zajmują, to jednak szybkie opracowanie ich pod względem systematyki fitosocjologicznej było wskazane, ponieważ w ostatnich czasach daje się zauważyć wyraźny wzrost zainteresowania tymi zbiorowiskami ze strony przyrodników. Przyczyną tego jest między innymi fakt, że ciepłolubne dąbrowy należą do najciekawszych florystycznie i ekologicznie zbiorowisk leśnych. Z drugiej strony są to jednak zbiorowiska szczególnie zagrożone z punktu widzenia ochrony przyrody właśnie dlatego, że większość z nich stanowi utwory reliktowe, które wobec postępującej intensyfikacji gospodarki rolnej i leśnej bardzo łatwo mogą ulec zniszczeniu. Tym bardziej wskazane jest zatem jak najszybsze wszechstronne zbadanie tych pod względem geobotanicznym tak interesujących zbiorowisk.

1. STAN ZBADANIA ZESPOŁÓW RZĘDU *QUERCETALIA PUBESCENTIS* W POLSCE

Ciepolubne dąbrowy z rzędu *Quercetalia pubescentis* grają stosunkowo nieznaczną rolę w szacie roślinnej Polski. Centrum ich występowania w Europie środkowej leży na południe od łuku sudecko-karpackiego: w Niemczech południowych, Dolnej Austrii, w Czechach, na Morawach, na Węgrzech. Jako typ roślinności reprezentują one element przyśródziemnomorski; większość gatunków charakterystycznych związku i rzędu należy do przyśródziemnomorskiego lub pontyjsko-śródziemnomorskiego elementu geograficzno-florystycznego.

Na ziemiach polskich występują dąbrowy ciepolubne stosunkowo rzadko i nigdzie nie zajmują większych przestrzeni. Wykazują one przy tym wszelkie cechy utworów ekstrasjonalnych o charakterze wyraźnie reliktowym. Jako zbiorowiska bardzo ciekawe pod względem florystycznym, obfitujące w szereg rzadkich gatunków kserotermicznych, zwracały na siebie od dawna uwagę florystów. Pod względem fitosocjologicznym jednak zbiorowiska te zbadane są bardzo fragmentarycznie. W literaturze geobotanicznej wspomina się co prawda dość często o „zaroślach kserotermicznych“ lub „pontyjskich“, jednak stosunkowo niewiele jest prac, które ujmowałyby te zbiorowiska z punktu widzenia współczesnej socjologii roślin.

Pierwszą tabelę i opis fitosocjologiczny zbiorowiska z rzędu *Quercetalia pubescentis* z obszarów na północ od łuku sudecko-karpackiego opublikowała A. K o z ł o w s k a (1925) wyróżniając w szacie roślinnej Wyżyny Miechowskiej zespół *Corylus avellana-Peucedanum cervaria*. Nieco później A. K o z ł o w s k a (1928) stwierdziła występowanie tego samego zespołu również w południowej części Wyżyny Krakowsko-wieluńskiej proponując równocześnie zmianę nazwy zespołu na „*Prunus fruticosa-Peucedanum cervaria*“. W tym samym roku ukazała się praca H. J u r a s z e k (1928) dotycząca roślinności obszaru wydmowego na prawym brzegu Wisły pod Warszawą, w której autorka opisuje zbiorowisko *Pinetum fruticoso-herbosum* nie troszcząc się przy tym zupełnie o jego stanowisko systematyczno-fitosocjologiczne. Pomimo jaskrawych usterek i niedociągnięć odnośnej tabeli zdjęciowej zbiorowisko to z uwagi na swój skład florystyczny da się zakwalifikować jako postać jakiegoś zespołu z rzędu *Quercetalia pubescentis*, odchylona silnie w stronę zbiorowisk rzędu *Vaccinio-Piceetalia*.

Nieco wcześniej K. H u e c k (1927) opisując roślinność rezerwatu w Bielinku nad Odrą wspomina o występowaniu tam fragmentów zarośli pontyjskich z udziałem *Quercus pubescens* i *Lithospermum purpureo-coe-*

ruleum oraz podaje jedno zdjęcie. Zbiorowisko to zalicza W. Libbert (1933) do zespołu *Querceto — Lithospermetum* B. r. - B l. 1932, nie podaje jednak niestety tabeli fitosocjologicznej, cytując jedynie zdjęcie K. Hućka. W tej samej pracy wyróżnił W. Libbert (l. c.) drugie zbiorowisko z rzędu *Quercetalia pubescentis* i opisał je z Pojezierza Myśliborskiego jako zespół *Quercus — Potentilla alba*.

Wreszcie z obszaru Podola Zachodniego doniósł W. Szafer (1935) o występowaniu dwu zbiorowisk typu ciepłolubnej dąbrowy, a mianowicie leśnego zespołu o charakterze klimaksu — *Quercetum podolicum* oraz uwarunkowanych edaficznie i mikroklimatycznie zarośli kserotermicznych — *Querceto-Lithospermetum podolicum*.

W nowszych czasach E. Preissing (1943) stwierdził występowanie w Wielkopolsce zespołu *Querceto-Potentilletum albae* oraz wyraził pogląd, że zbiorowisko to jest zapewne znacznie szerzej rozpowszechnione, zwłaszcza ku wschodowi w pasie Wielkich Dolin. Z różnych części Wielkopolski podają ten zespół F. Celiński (1953), T. Krotoska (1953), H. Piotrowska (1950) i H. i T. Wojterscy (1953); wspomina o nim Z. Czubiński (1948) z Pojezierza Brodnickiego, ostatnio wreszcie A. Matuszkiewicz (1955) wykazała, że zespół ten w nieco zmienionej postaci występuje jeszcze w Puszczy Białowieskiej.

Na południu Polski A. Medwecka-Kornaś (1952) potwierdziła słuszność wyróżnienia i trafność ujęcia zespołu *Coryleto-Peucedanetum cervariae* oraz wykazała, że zbiorowisko to jest dość pospolite w południowej części Wyżyny Krakowsko-wieluńskiej. Autorka ta wyraziła pogląd, że omawiany zespół „...występuje prawdopodobnie tylko w Polsce południowej: na Wyżynie Małopolskiej (na obszarze Jury Krakowskiej, Miechowskiego i w okolicy Sandomierza), a być może także i na Wyżynie Lubelskiej“ (l. c. p. 197).

O występowaniu fragmentów zbiorowiska ze związku *Quercion pubescentis* w okolicy Puław donieśli niedawno A. i W. Matuszkiewiczowie (1954), jednak z powodu braku wystarczającej liczby zdjęć nie określili bliżej fitosocjologiczno-systematycznej pozycji tego zbiorowiska.

Jak widzimy dotychczasowe wiadomości o występowaniu zbiorowisk rzędu *Quercetalia pubescentis* w Polsce są raczej skromne. Można jednakże przypuszczać, że zbiorowiska te są u nas szeroko rozpowszechnione, choć nigdzie nie grają większej roli. Wydaje się przy tym, że wykazują one znaczną różnorodność i zmienność geograficzną zarówno pod względem florystycznym, jak ekologicznym. Uważamy, że krytyczny przegląd opisanych zbiorowisk oraz porównanie ich z podobnymi zespołami krajów ościennych jest jednym z drobniejszych, lecz aktualnych zagadnień naszej systematyki fitosocjologicznej.

2. MATERIAŁ I METODA

Podobnie jak w pracy na temat systematyki borów mieszanych, zestawiliśmy możliwie cały dostępny materiał z tabel fitosocjologicznych, dotyczących dąbrów ciepłolubnych na północ od łuku sudecko-karpackiego. Jesteśmy szczególnie wdzięczni mgrowi Florianowi Celińskiemu (Poznań) za udostępnienie nam swych niepublikowanych materiałów, dzięki którym zestawić można było pierwszą i jedyną dotychczas tabelę reliktowej dąbrowy z *Quercus pubescens* i *Lithospermum purpureo-coeruleum* z rezerwatu w Bielinku nad Odrą. Dla porównania zestawiliśmy kilka tabel reprezentujących zbiorowiska rzędu *Quercetalia pubescentis* w krajach ościennych: Słowacji, w Czechach, w Niemczech południowych i Szwajcarii. Udział poszczególnych gatunków w tabelach fitosocjologicznych waloryzowaliśmy za pomocą 5-stopniowej skali stałości.

Do statystycznego porównania zestawiliśmy następujące tabele:

- 1 8 zdjęć J. Futaka (1947) z zachodniej Słowacji (*Quercetum pubescentis prae-carpathicum*);
- 2 10 zdjęć J. Kliki (1933) z Czeskiego Średniogórza (zespół *Quercus pubescens-Lathyrus versicolor*);
- 3 12 zdjęć J. Kliki (1932) z Czeskiego Średniogórza (zespół *Quercus pubescens — Lathyrus versicolor*);
- 4 5 zdjęć K. Kuhna (1937) z Jury Szwabskiej (*Querceto-Lithospermetum*);
- 5 12 zdjęć J. Brauna - Blanqueta (1932) z północnej Szwajcarii (*Querceto-Lithospermetum*);
- 6 4 zdjęcia A. Kozłowskiej (1928) z Wyżyny Krakowsko-wieluńskiej (zespół *Prunus fruticosa — Peucedanum cervaria*);
- 7 10 zdjęć A. Medveckiej - Kornaś (1952) z południowej części Wyżyny Krakowsko-wieluńskiej (*Coryleto-Peucedanetum cervariae*);
- 8 8 zdjęć A. Kozłowskiej (1925) z Wyżyny Miechowskiej (zespół *Corylus avellana — Peucedanum cervaria*);
- 9 15 zdjęć F. Celińskiego i M. Filipka (niepublikowane) z rezerwatu w Bielinku nad Odrą;
- 10 5 zdjęć T. Krotoskiej (1953) z Promna koło Poznania (*Querceto-Potentilletum albae*);
- 11 9 zdjęć F. Celińskiego (1953) z Wielkopolskiego Parku Narodowego (*Querceto-Potentilletum albae*);
- 12 13 zdjęć H. i T. Wojterskich (1953) z Dziewiczej Góry koło Poznania (*Querceto-Potentilletum albae*);
- 13 9 zdjęć H. Piotrowskiej (1950) z Wielkopolskiego Parku Narodowego (*Querceto-Potentilletum albae*);
- 14 40 zdjęć E. Preissinga (1943) z Wielkopolski (*Querceto-Potentilletum albae vistulense* subasocjacja z *Entodon Schreberi*);
- 15 20 zdjęć E. Preissinga (1943) z Wielkopolski (*Querceto-Potentilletum albae vistulense typicum*);
- 16 12 zdjęć A. Matuszkiewicz (1955) z Puszczy Białowieskiej (*Querceto-Potentilletum albae*);

17. 5 zdjęć W. Libberta (1933) z Pojezierza Myśliborskiego (zespół *Quercus-Potentilla alba*);
18. 13 zdjęć H. Juraszek (1928) z obszaru wydumowego na prawym brzegu Wisły pod Warszawą (*Pinetum fruticoso-herbosum*);
19. 5 zdjęć W. Szafera (1935) z Podola Zachodniego (*Quercetum podolicum*).

Poza tym wykorzystaliśmy następujące pojedyncze zdjęcia, których niestety nie można uwzględnić przy opracowaniu statystycznym:

1 zdjęcie K. Huecka (1927) z Bielinka nad Odrą (por. także Libbert 1933);

1 zdjęcie W. Szafera (1935) z Podola Naddniestrzańskiego (*Querceto-Lithospermetum podolicum*);

1 zdjęcie W. Matuszkiewicza (niepublikowane) z nadleśnictwa Chojnów koło Warszawy;

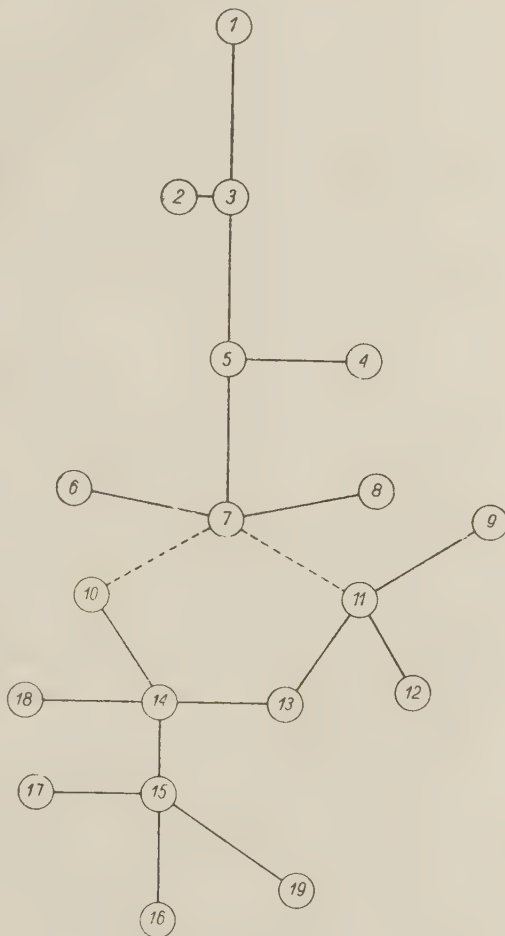
1 zdjęcie A. i W. Matuszkiewiczów (niepublikowane) z lasu „Ruda” w Puławach.

Materiał, którym rozporządzaliśmy, obejmuje zatem łącznie 219 zdjęć fitosocjologicznych, w tym 172 zdjęcia z obszaru na północ od łuku sudeckokarpackiego.

Materiał opracowaliśmy w sposób podany w pracy na temat systematyki borów mieszanych (Matuszkiewicz, Polakowska M., 1955) stosując w szczególności te same metody statystyczne (współczynnik podobieństwa tabel fitosocjologicznych wg wzoru Steinhausa, dendryt, diagram Czekanowskiego).

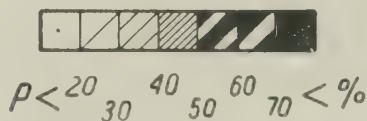
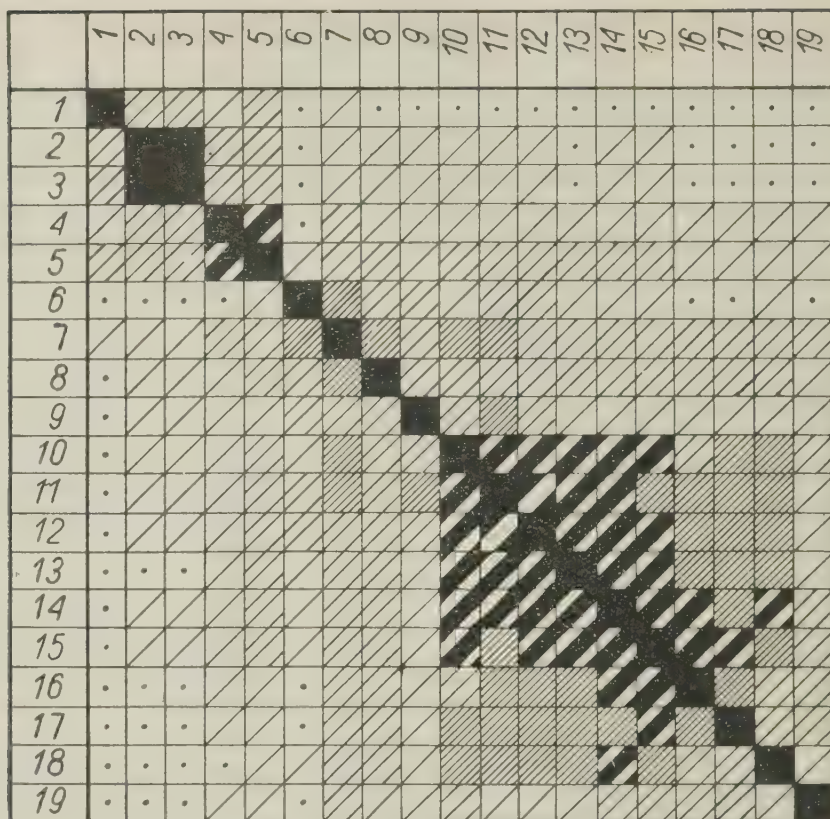
3. WYNIKI OPRACOWANIA STATYSTYCZNEGO

Stosunki pokrewieństwa florystycznego 19 porównanych tabel fitosocjologicznych przedstawiają graficznie ryc. 1—2. Dendryt (ryc. 1) obrazuje system omawianych zbiorowisk oparty na zasadzie najmniejszej odległości systematycznej oraz pozwala na przeprowadzenie ich podziału, diagram Czekanowskiego (ryc. 2) ilustruje stosunki wzajemnego podobieństwa wszystkich badanych elementów umożliwiając w ten sposób ich klasyfikację. Łączna interpretacja graficzno-statystycznych obrazów pozwala wyciągnąć następujące wnioski:



Ryc. 1. Dendryt dąbrów ciepłolubnych Europy Środkowej.

Dendrit der 19 untersuchten Quercion pubescentis — Gesellschaften Mitteleuropas.



Ryc. 2. Diagram podobieństwa 19 zbiorowisk dąbrów ciepłolubnych Europy Środkowej.

Verwandtschaftsdiagramm der untersuchten *Quercion pubescentis*-Gesellschaften Mitteleuropas — 19 Tabellen.

1. Zróżnicowanie badanego materiału jest znaczne; podobieństwo porównanych tabel waha się w granicach od 11 do 92%.

2. W opracowanym materiale wyróżnić należy 7 jednostek systematycznych odpowiadających zasadniczo zespołom, a mianowicie:

- Quercetum pubescentis praecarpaticum* Klika (1937) z zachodniej Słowacji (tabela 1);
- asocjacja *Quercus pubescens* — *Lathyrus versicolor* Klika (1932) z Czech (tabela 2, 3);
- Querceto-Lithospermetum* Br.-Bl. (1932) z Szwajcarii i Niemiec południowo-zachodnich (tabele 4, 5);

- d) *Coryleto-Peucedanetum cervariae* K o z ł o w s k a (1925) z Wyżyny Małopolskiej (tabele 6, 7, 8);
- e) zbiorowisko z *Quercus pubescens* i *Lithospermum purpureo-coeruleum* z Bielinka nad Odrą (tabela 9);
- f) *Querceto-Potentilletum albae* L i b b e r t (1933) z obszaru niżowego Polski (tabele 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 i 18);
- g) *Quercetum podolicum* S z a f e r (1935) z Podola Zachodniego (tabela 19).

3. Z uwagi na pokrewieństwo florystyczne łączą się wymienione zespoły w dwie grupy, a mianowicie zespoły „a“, „b“ i „c“ tworzą kompleks południowy z przeciętną wartością współczynnika podobieństwa 53,4⁰%. Zbiorowiska występujące na północ od Karpat i Sudetów („d“, „e“, „f“ i „g“) wykazują średnie podobieństwo 42,5⁰%; przeciętna wartość współczynnika podobieństwa między obu grupami wynosi 22,6⁰%.

4. Zbiorowisko z Bielinka nad Odrą zaliczane nieraz do *Querceto-Lithospermetum* wykazuje z tym zespołem podobieństwo wyraźnie niższe aniżeli z polskimi zespołami *Coryleto-Peucedanetum cervariae* i *Querceto-Potentilletum albae*.

5. Zgodnie z pośrednim charakterem swego zasięgu wykazuje *Coryleto-Peucedanetum cervariae* również pośrednie stanowisko systematyczne między zbiorowiskami południowymi a północno-polskim *Querceto-Potentilletum albae*.

6. W ramach zespołu *Querceto-Potentilletum albae* konsekwentnie wyróżnia się względną odrębnością zbiorowisko z Puszczy Białowieskiej. Reprezentuje ono zapewne swoistą odmianę geograficzną tego zespołu.

Analiza składu florystycznego porównywanych tabel potwierdza powyższe wnioski (por. tabela 1).

Zwraca uwagę przede wszystkim ogromne zróżnicowanie uwzględnionych zbiorowisk, jeśli chodzi o gatunki charakterystyczne. W grupie 76 gatunków charakterystycznych dla rzędu *Quercetalia pubescentis-sessiliflorae* i związku *Quercion pubescentis-sessiliflorae* nie ma ani jednego, który występowałby we wszystkich zespołach. Gatunków brakujących w jednym z 7 zespołów mamy zaledwie 4, tj. 5,3⁰%. Są to: *Campanula persicifolia* i *Trifolium alpestre* nie występujące w *Quercetum pubescentis praecarpaticum* oraz *Lathyrus niger* i *Vincetoxicum officinale*, których brak w zespole *Quercus pubescens* — *Lathyrus versicolor*. Gatunków brakujących w dwu zespołach jest 9 (= 11,8⁰%) a mianowicie:

Calamintha vulgaris (brak w obu zespołach czesko-słowackich),
Digitalis grandiflora (brak w obu zespołach czesko-słowackich),
Carex montana (brak w *Quercetum pub. praecarp.* i w Bielinku),
Potentilla alba (brak w *Quercetum pub. praecarp.* i w Bielinku),
Melittis melissophyllum (brak w zesp. czeskim i w Bielinku),
Asperula tinctoria (brak w zesp. czeskim i na Podolu),

Tabela (Tabelle) 1.

Zróżnicowanie florystyczne 19 zbiorowisk dąbrów ciepłolubnych Europy środkowej pod względem gatunków charakterystycznych — Floristische Differenzierung von 19

Quercetalia pubescentis-Gesellschaften Mitteleuropas in Bezug auf die
Charakterarten.

Zespól — Assoziation	a	b	c	d	e	f	g
Nr tabeli Nr der Tabelle	1	2 3	4 5	6 7 8	9	10 11 12 13 14 15 16 17 18 19	
<i>Euphorbia polychroma</i>							
Kern.	2	.	.	.	.	.	.
<i>Laser trilobum</i> (L.) Bornh.	4	.	.	.	.	.	.
<i>Orchis purpurea</i> Huds.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Orysopsis virescens</i> (Trin.)							
Beck	2	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus cerris</i> L.	2	.	.	.	.	.	.
<i>Lathyrus versicolor</i> Beck		2 2	.	.	.	.	.
<i>Melica picta</i> Koch.		1 2	.	.	.	.	.
<i>Silene nemoralis</i> W. K.		2 3	.	.	.	.	.
<i>Acer opalus</i> Mill.		.	.	1	.	.	.
<i>Amelanchier ovalis</i> Med.		.	.	2	.	.	.
<i>Calamintha officinalis</i>							
Mnch.			3	.	.	.	.
<i>Cerasus mahaleb</i> (L.) Mill.		.	1	.	.	.	.
<i>Coronilla coronata</i> L.		4	3	.	.	.	.
<i>Coronilla emerus</i> L.			3	.	.	.	.
<i>Cotoneaster tomentosa</i> Ldl.			2	.	.	.	.
<i>Digitalis lutea</i> L.			2	.	.	.	.
<i>Helleborus foetidus</i> L.			3	.	.	.	.
<i>Rhamnus saxatilis</i> L.			1	.	.	.	.
<i>Sorbus domestica</i> L.			1	.	.	.	.
<i>Sorbus latifolia</i> (Lam.) Pers.			3	.	.	.	.
<i>Thesium bavarum</i> Schrd.			2 2	.	.	.	.
<i>Cytisus capitatus</i> Scop.	1	.	.	4 1	.	.	.
<i>Cytisus ruthenicus</i> Fisch.		.	.	2 1 4	.	.	2
<i>Inula hirta</i> L.	1	.	1	4 3 4	.	.	.
<i>Pulmonaria angustifolia</i> L.		.	.	.	.	2 2	2 3 1
<i>Ranunculus polyanthem.</i> L.		.	.	.	.	1 5	3 2 5 5 2
<i>Vicia cassubica</i> L.		.	.	.	1	4 5 5 4	3 3 2
<i>Pulmonaria mollissima</i>							
Kern.	.	.	.	1	.	.	5
<i>Agrimonia pilosa</i> Led.		.	.	.	.	.	2
<i>Ferulago silvatica</i> (Bess.)		.	.	.	.	.	.
Rchb.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Galium polonicum</i> Bl.		.	.	.	.	.	2
<i>Cornus mas</i> L.	5	3 3	.	.	.	.	.
<i>Arabis pauciflora</i> (Grimm)							
Gke	1	.	1	.	.	.	.
<i>Bupleurum falcatum</i> L.		3 3	5 1	.	.	.	.
<i>Dictamnus albus</i> L.		3 3	2	.	.	.	.
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	4	3 3	2 5	.	1	.	.
<i>Melampyrum cristatum</i> L.		3 3	2	.	.	.	1
<i>Primula officinalis</i> (L.) Hill.							
var. <i>canescens</i> Opiz.	3	2 2	3	.	.	.	.
<i>Sorbus aria</i> (L.) Cr.	3	2 3	5 5	.	.	.	.

Tabela (Tabelle) 1 (c. d.)

Zespól — Assoziation	a	b	c	d	e	f								g	
Nr tabeli—Nr der Tabelle	1	2 3	4 5	6 7 8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Cr.	5	2 3	3 5	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Thlaspi montanum</i> L.	1	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lithospermum purpureo-coeruleum</i> L.	2	2 2	3 1	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus pubescens</i> Willd.	5	5 5	3	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cytisus nigricans</i> L.	2	.	1 2	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cotoneaster integer</i> . Med.	.	2 3	1	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cephalanthera rubra</i> (L.) Rich.	1	.	.	3	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.
<i>Trifolium medium</i> L.	1	.	1 5	.	.	.	1	1	.	3	.	2	5	5	1
<i>Viburnum lantana</i> L.	2	.	5 5	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
<i>Symphytum tuberosum</i> L.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
<i>Anthericum liliago</i> L.	.	.	2	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Inula conyza</i> DC.	.	.	1 2	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium rubens</i> L.	.	.	2 4	.	2 2	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica teucrium</i> L.	.	.	1 1	2 3	.	4	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Peucedanum cerv.</i> (L.) Lap.	.	.	4 5	3 4 5	.	4	.	3 2	1 2	1 4	1	.	.	.	.
<i>Viscaria vulgaris</i> Röhl.	.	.	.	4 1	.	1	4 5	5	.	2 1	1 1	1 2	.	.	.
<i>Vicia tenuifolia</i> Roth.	.	.	.	.	.	4	.	1 2	.	.	.	.	.	.	3
<i>Laserpitium pruthen.</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1 1	3	.	.	.	2
<i>Lathyrus niger</i> (L.) Bernh.	3	.	4 2	3 2	.	1	3 3	5 2	3 3	5 3	.	.	.	.	4
<i>Vincetoxicum offic.</i> Mnch.	4	.	4 5 5	.	.	5	1 5	5 2	1 1	.	.	.	.	1	2
<i>Campanula persicifolia</i> L.	.	2 3	2 5	1 3	.	2	5 4	5 3	4 5	3 5	2	1	.	.	1
<i>Trifolium alpestre</i> L.	.	4 4	3	4 4 5	.	2	4 5	5	.	4 4	5	.	.	.	2
<i>Calamintha vulgaris</i> (L.) Druce	.	.	4 1	1 5 5	.	4	4 4	4 4	2 4	4 5	5 5	1 4	.	.	4
<i>Digitalis grandiflora</i> Mill.	.	.	1 1	3	.	2	2 3	2	.	2 3	2	.	.	.	3
<i>Carex montana</i> L.	.	3 2	2 2	2	.	.	2 1	5	.	3 4	5 2	.	.	.	4
<i>Potentilla alba</i> L.	.	1 2	1	2 5	.	.	3 4	5 4	4 4	4 4	5 1	3	.	.	3
<i>Melittis melissophyllum</i> L.	2	.	5	2 4	.	.	.	.	.	1 1	5	.	.	.	.
<i>Asperula tinctoria</i> L.	1	.	3	1	.	2	2 2	3	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hypericum montanum</i> L.	.	2 2	4 5	.	2	1	4 3	4 3	2 3	4 3	1	.	.	.	.
<i>Viola hirta</i> L.	.	2 2	2 3	3 1 4	.	5	1 2	2	.	1	.	.	.	.	.
<i>Geranium sanguineum</i> L.	1	1 2	5 5	5 5 4	.	.	1 4	4 3	3 3	2 4	1 2	.	.	.	.
<i>Polygonactum odor.</i> (Mill.) Druce	.	3 3	2 4	1 4	.	.	2 3	3 4	4 4	3 5	2 1	.	.	.	.
<i>Thalictrum minus</i> L.	1	.	1	.	.	3	1 3	1	.	1 1	.	.	.	1	.
<i>Viola collina</i> Bess.	.	.	2	3 3	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Chrysanthemum corymbosum</i> L.	4	5 5	5 5	2 4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
<i>Anemone silvestris</i> L.	.	1 2	.	3 1 4	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Clematis recta</i> L.	1	2 2	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Berberis vulgaris</i> L.	.	.	3	4 1	.	.	.	.	2 1	.	.	.	.	1	.
<i>Laserpitium latifolium</i> L.	.	.	4 2	3 2	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	2

Zespoły — Assoziationen:

- Quercetum pubescentis praecarpaticum* K l i k a 1937.
- Quercus pubescens* — *Lathyrus versicolor* K l i k a 1932.
- Querceto-Lithospermatum* B r. - B l. 1932.
- Coryleto-Peucedanetum, cervariae* K o z ł o w s k a 1925.
- Querceto-Lithospermetum subboreale* Mat. 1956.
- Querceto-Potentilletum albae* L i b b e r t 1938.
- Quercetum podolicum* S z a f e r 1935.

Hypericum montanum (brak w zespole słowackim i na Podolu),
Viola hirta (brak w zespole słowackim i na Podolu),
Geranium sanguineum (brak w Bieliniku i na Podolu).

Dopuszczając możliwość, że wymienione braki wynikają po prostu z przypadku na skutek niewielkiej ilości uwzględnionych tabel, otrzymalibyśmy listę 13 gatunków, tj. zaledwie 17,1⁰% ogółu charakterystycznych, które uważać by można za wspólne dla wszystkich zespołów rzędu *Quercetalia pubescentis* na obszarze objętym porównaniem.

Znaczny udział natomiast posiadają gatunki występujące wyłącznie lub prawie wyłącznie w jednym z 7 zespołów; można je uznać za charakterystyczne dla poszczególnych asocjacji w sensie terytorialnym. Gatunków tych jest 28, co stanowi 36,8⁰% ogółu charakterystycznych.

Poszczególne zespoły są florystycznie wyraźnie wyodrębnione. Świadczy o tym znaczna liczba gatunków charakterystycznych dla poszczególnych wyróżnionych jednostek. Jedynie dąbrowa z Bielinika nad Odrą nie posiada żadnego gatunku z grupy charakterystycznych, który wykazywałby do niej wyraźne przywiązanie. Wskazywałoby to m. in. na florystyczno-fitosocjologiczne zubożenie odnośnego zbiorowiska.

Odrębność wyróżnionych zespołów znajduje wyraz również w obecności całego szeregu gatunków z grup towarzyszących, których występowanie ogranicza się w mniejszym lub większym stopniu do poszczególnych zespołów. Mają one wartość gatunków wyróżniających.

Co się tyczy podziału badanych zespołów na dwie geograficznie odrębne grupy, to stwierdzić należy, że podział ten ma pełne uzasadnienie florystyczne. Zbiorowiska południowe są przede wszystkim znacznie bogatsze w gatunki charakterystyczne związku i rzędu w porównaniu ze zbiorowiskami występującymi na północ od łuku karpacko-sudeckiego. Do najlepszych gatunków wyróżniających należą tu:

Cornus mas (tylko w zespołach czesko-słowackich)
Bupleurum falcatum
Dictamnus albus
Primula officinalis var. *canescens*
Sorbus aria

nie występujące zupełnie w zespołach grupy północnej oraz

Ligustrum vulgare,
Melampyrum cristatum i
Sorbus torminalis

spotykane tam tylko zupełnie wyjątkowo.

Do tej samej grupy gatunków zaliczyć należy również *Quercus pubescens* i *Lithospermum purpureo-coeruleum*, które w zespołach południowych należą do pospolitych składników dąbrów, na północy zaś występują jedynie jako relikty tylko w zbiorowisku z Bielinika nad Odrą.

Wśród wymienionych gatunków przeważa element przyśródziemnomorski.

Zbiorowiska północne różnią się jednak od południowych także pozytywnie, jakkolwiek liczba gatunków wyróżniających jest tu znacznie mniejsza. Poza charakterystycznymi dla poszczególnych zespołów wchodzi tu w grę *Viscaria vulgaris* i *Vicia tenuifolia* a w znacznie mniejszym stopniu także *Laserpitium pruthenicum*, które na południu jest rośliną raczej łąkową.

Różnice między omawianymi grupami zespołów przejawiają się także w składzie gatunków niecharakterystycznych z tym jednak, że liczniej reprezentowane są gatunki wyróżniające zespoły północne. Dla dąbrów południowych należy wymienić *Hippocrepis comosa*, *Rosa gallica*, *Teucrium chamaedrys* a zwłaszcza *Sesleria calcaria*, które bądź to wcale nie występują w zespołach polskich, bądź też występując na naszym terenie wchodzi z reguły w skład zbiorowisk murawowych — cieplejszych i bardziej słonecznych niż dąbrowy. Natomiast lista gatunków wyróżniających północne zespoły w stosunku do południowych jest dość długa obejmując między innymi:

<i>Acer platanoides</i>	<i>Asperula odorata</i>
<i>Galeobdolon luteum</i>	<i>Geum urbanum</i>
<i>Moehringia trinervia</i>	<i>Sanicula europaea</i>
<i>Hieracium sabaudum</i>	<i>Veronica officinalis</i>
<i>Agrimonia eupatoria</i>	<i>Dianthus carthusianorum</i>
<i>Phleum Boehmeri</i>	<i>Salvia pratensis</i>
<i>Veronica spicata</i>	<i>Galium verum</i>
<i>Ajuga genevensis</i>	<i>Hypericum perforatum</i>
<i>Astragalus glycyphyllos</i>	<i>Rosa tomentosa</i>
<i>Campanula rapunculoides</i>	<i>Taraxacum officinale</i>
<i>Evonymus verrucosa</i>	<i>Thymus pulegioides</i>
<i>Frangula alnus</i>	

Wśród wymienionych gatunków znaczną rolę grają elementy rzędu *Fagetalia* i klasy *Querceto-Fagetea* oraz gatunki charakterystyczne zbiorowisk murawowych z klasy *Festuco-Brometea*. Jak wiadomo zespoły rzędu *Quercetalia pubescentis* wchodzi w bliższy kontakt z oboma grupami zbiorowisk, a co więcej pozostają z nimi w określonym stosunku dynamiczno-genetycznym. Na południu jednak odnośne jednostki fitosocjologiczne rozdzielone są zasadniczo wyraźnie, natomiast na północy, gdzie skutkiem mniej sprzyjających warunków klimatycznych zbiorowiska rzędu *Quercetalia pubescentis* wykształcają się na ogół fragmentarycznie, zaznacza się w większym stopniu przenikanie elementów zbiorowisk kontaktowych.

Ważną cechą wyróżniającą nasze zespoły ciepłolubnych dąbrów jest pojawianie się w ich składzie florystycznym gatunków mezotroficznych

Tabela (Tabelle) 2.

Zróznicowanie florystyczne 19 zbiorowisk dąbrów ciepłolubnych Europy środkowej pod względem gatunków towarzyszących — Floristische Differenzierung von 19 *Quercetalia pubescentis*-Gesellschaften Mitteleuropas in Bezug auf die Begleiter.

Zespół — Assoziation	a		b		c		d		e	f						g
Nr tabeli — Nr der Tabelle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	19	
										11	13	15	17			
<i>Melica uniflora</i> Retz.	5	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Phyteuma spicatum</i> L.	3	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Centaurea Triumfetti</i> All.	.	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium cymosum</i> L.	.	2	2	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Thlaspi alpestre</i> L.	.	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carduus defloratus</i> L.	.	.	.	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex glauca</i> Scop.	.	.	.	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia dulcis</i> L.	.	.	.	4	3	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lonicera xylosteum</i> L.	.	1	1	5	4	2	2	.	.	1	.	1	.	1	.	2
<i>Ranunculus nemorosus</i> DC.	.	.	.	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rosa arvensis</i> Huds.	.	.	.	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Arabis arenosa</i> (L.) Scop.	.	.	.	.	.	3	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Arabis hirsuta</i> (L.) Scop.	.	.	.	.	.	3	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Evonymus verrucosa</i> Scop.	.	.	.	.	.	3	4	4	.	.	.	1	.	.	2	1
<i>Festuca duriuscula</i> L.	.	.	.	.	.	5	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca sulcata</i> (Hack.) Nym.	.	.	.	.	.	2	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thymus glabrescens</i> Willd.	.	.	.	.	.	4	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Campanula bononiensis</i> L.	.	1	2	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.	.
<i>Falcaria vulgaris</i> Bernh.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dorycnium herbaceum</i> Vill.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Inula germanica</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stachys germanica</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth	.	.	.	.	.	.	1	.	.	3	2	3	5	5	5	2
<i>Entodon Schreberi</i> (Willd.) Mnch	.	.	.	.	.	.	1	.	.	3	3	5	5	5	1	2
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	.	.	.	.	.	.	1	.	.	3	3	3	4	5	3	5
<i>Scorzonera humilis</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	3	2	4	1
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	.	.	.	.	.	3	1	.	.	4	3	4	5	4	5	3
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	2	1	5	5	5	5	1
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	5	2	3	3
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	4	4	3	4	3	2
<i>Campanula rotundifolia</i> L.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	3	2	1	2	2	1	1
<i>Galium boreale</i> L.	.	.	.	1	.	1	2	.	.	3	4	5	5	5	5	4
<i>Geranium Robertianum</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	.	2	1	2	3
<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	5	5	4	2	1	1
<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	3	2	5	5	5	3
<i>Oxalis acetosella</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	1	1	3	4
<i>Rubus idaeus</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	3	2	3	1	2	4
<i>Sieglingia decumbens</i> (L.) Lam.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	1	2	3	.	1	2
<i>Viola Riviniana</i> Rechb.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	5	.	2	5	5	5	1

Tabela (Tabelle) 2. c. d.

Zespół — Assoziation	a	b	c	d	e	f							g		
Nr tabeli — Nr der Tabelle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	19
										11	13	15	17		
<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench.	.	.	.	1	1	.	1	.	.	.	1	.	.	.	5
<i>Vicia dumetorum</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5
<i>Scrophularia nodosa</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	.	1	1	5
<i>Actaea spicata</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
<i>Melandryum rubrum</i> (Weig.) Gke	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
<i>Anthriscus silvestris</i> (L.) Hoff.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
<i>Euphorbia angulata</i> Jacq.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	3
<i>Listera ovata</i> (L.) R. Br.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
<i>Polygonatum latifolium</i> (Jacq.) Desf.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
<i>Salvia glutinosa</i> L.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
<i>Cimicifuga europaea</i> Szpicz.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Crepis praemorsa</i> (L.) Tsch.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Galium cruciata</i> (L.) Scop.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Lactuca stricta</i> W. K.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Ranunculus Steveni</i> Andrz.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Asperula glauca</i> (L.) Bess.	2	3	4	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hippocrepis comosa</i> L.	2	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sesleria calcaria</i> (Pers.) Opiz.	2	2	3	2	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	2	3	3	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Acer campestre</i> L.	2	3	3	5	3	.	.	.	5	.	.	1	.	1	2
<i>Acer platanoides</i> L.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	1	3	.	3	1
<i>Galeobdolon luteum</i> Huds.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	.	1	.	1
<i>Geum urbanum</i> L.	.	.	.	.	.	.	1	.	3	1	2	2	2	1	1
<i>Moehringia trinervia</i> (L.) Clair.	.	.	.	.	.	.	1	.	2	4	3	2	3	2	5
<i>Veronica officinalis</i> L.	.	.	.	.	.	.	2	2	1	4	4	3	.	4	2
<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	.	.	.	.	.	.	1	1	3	2	.	3	2	2	.
<i>Dianthus carthusianorum</i> L.	.	.	.	.	.	.	4	.	1	1	3	4	3	1	.
<i>Phleum Boehmeri</i> Wib.	.	.	.	.	.	.	5	1	.	1	.	2	3	.	.
<i>Salvia pratensis</i> L.	.	.	.	.	.	.	3	.	4	.	2	2	1	.	1
<i>Veronica spicata</i> L.	.	.	.	.	.	.	2	.	2	1	4	4	1	.	1
<i>Ajuga genevensis</i> L.	.	.	.	.	.	.	4	1	.	4	2	5	3	2	.
<i>Astragalus glycyphyllos</i> L.	.	.	.	1	.	.	2	2	4	4	3	4	2	3	2
<i>Frangula alnus</i> Mill.	.	.	.	.	.	.	3	2	4	.	3	2	.	4	3
<i>Galium verum</i> L.	.	.	.	.	.	.	4	1	.	5	2	4	5	5	2
<i>Hypericum perforatum</i> L.	1	.	.	.	.	.	5	2	4	1	3	4	5	5	2
<i>Rosa tomentosa</i> Sm.	.	.	.	.	.	.	5	1	.	1	.	1	.	1	2
<i>Rubus saxatilis</i> L.	.	.	.	.	1	.	.	.	2	.	1	2	2	3	3
<i>Serratula tinctoria</i> L.	.	.	.	.	1	.	.	1	2	.	.	2	3	2	3
<i>Hieracium pilosella</i> L.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	1	2	4	4	2	2
<i>Sedum maximum</i> Sut.	.	.	.	.	1	.	4	3	.	1	2	4	4	2	.

Zespoły — Assoziationen:

a. — g. jak w tabeli 1 (wie in der Tabelle 1).

i umiarkowanie acidofilnych, m. in. elementów klasy *Vaccinio-Piceetea* (sensu lato). Gatunków tych brak zupełnie w typowych dąbrowach grupy południowej (jedynie *Juniperus communis*, *Melampyrum pratense* i *Solidago virga-aurea* występują z rzadka w *Querceto-Lithospermetum*). Natomiast w naszych dąbrowach stanowią one dość częstą domieszkę, przy czym znaczenie ich rośnie wyraźnie ku północy: w najdalej eksponowanym *Querceto-Potentilletum albae* są one już stałym, a ilościowo znacznym składnikiem odnośnego zbiorowiska. Fakt ten niewątpliwie wiąże się z dynamicznym charakterem naszych zespołów z rzędu *Quercetalia pubescentis*, które w następstwie zachodzących procesów glebotwórczych w związku z aktualnymi stosunkami klimatycznymi wykazują tendencję do sukcesji w kierunku zbiorowisk borowych.

Pod względem geograficznym znaczną część gatunków wyróżniających dla północnej grupy zespołów tworzą elementy sarmackie, czyli boreo-meridionalno-kontynentalne, stanowiące główny składnik flory kserotermicznej w nieco wyższych szerokościach geograficznych Europy wschodniej. Oprócz nich pewną rolę grają mezotroficzne gatunki kserofilne o szerokim typie zasięgu, przynależne do elementu eurazjatyckiego.

Na podstawie analizy statystyczno-florystycznej ustaliliśmy zatem, że zbiorowiska ciepłolubnych dąbrów na obszarach położonych na północ od łuku karpacko-sudeckiego wykazują istotne różnice w porównaniu z „klasycznymi” zespołami rzędu *Quercetalia pubescentis* z południowej części Europy środkowej. Różnice te wynikają przede wszystkim z odmiennych warunków ekologicznych, pozostają jednak także w związku z niejednakową historią rozwoju flory i roślinności odnośnych terenów. Tym samym jednak stwierdzamy słuszność dokonanego przez różnych autorów wydzielenia większości zbiorowisk ciepłolubnych dąbrów na obszarze ziem polskich jako samodzielnych asocjacji — odrębnych od zachodnio- i środkowo-europejskich.

Mamy zatem z interesującego nas terenu cztery zespoły, których odrębność wynika jasno z florystyczno-statystycznego porównania. Są to *Coryleto-Peucedanetum cervariae*, *Querceto-Potentilletum albae*, *Quercetum podolicum* oraz zbiorowisko z Bielinka nad Odrą o nie rozstrzygniętej dotychczas przynależności systematycznej, zaliczane przez niektórych do *Querceto-Lithospermetum*. Jeśli dodamy do tego opisane przez W. Szafera (1935) fragmentarycznie *Querceto-Lithospermetum podolicum*, które, niestety, nie mogło być włączone do opracowania statystycznego, ponieważ reprezentowane jest tylko jednym zdjęciem, a którego odrębność fitosocjologiczna zdaje się jednak nie ulegać wątpliwości, to otrzymamy zdaje się kompletną listę zespołów rzędu *Quercetalia pubescentis* znanych aktualnie z obszaru na północ od Sudetów i Karpat.

4. PRZEGLĄD KRAJOWYCH ZESPOŁÓW RZĘDU *QUERCETALIA PUBESCENTIS*

Z kolei podamy krótką charakterystykę fitosocjologiczną zespołów dąbrów ciepłolubnych dotychczas wyróżnionych i opisanych z interesujących nas terenów, położonych na północ od łuku sudecko-karpackiego. W szczególności chodzi nam o ściślejsze rozgraniczenie i florystyczną analizę poszczególnych zbiorowisk w oparciu o wyniki statystycznego porównania materiału, stanowiącego w danym zakresie dotychczasowy dorobek naszej fitosocjologii. Przy omawianiu każdego zespołu podamy również jego charakterystyczną kombinację gatunków w formie tabeli syntetycznej. Stopnie stałości podajemy zasadniczo w procentach na podstawie wszystkich zestawionych tabel danego zespołu według zasady:

$$100 \times \frac{\text{suma stopni stałości (I — V) w poszczególnych tabelach}}{5 \times \text{ilość zestawionych tabel}}$$

Gatunki towarzyszące o stałości mniejszej niż 20% pomijamy.

a. *Coryleto-Peucedanetum cervariae* Kozłowska (1925), zespół *Corylus avellana* — *Peucedanum cervaria* Kozłowska (1925), Medwecka - Kornaś (1925); zespół *Prunus fruticosa* — *Peucedanum cervaria* Kozłowska (1928); zbiorowisko z *Geranium sanguineum* Kornaś (1950).

Gatunki charakterystyczne dla zespołu (regionalnie)

73% *Inula hirta* L.

47% *Cytisus ruthenicus* Fisch.

33% *Cytisus capitatus* Scop.

Gatunki charakterystyczne związku *Quercion pubescentis* i rzędu *Quercetalia pubescentis*

93 *Geranium sanguineum* L.

87 *Trifolium alpestre* L.

80 *Peucedanum cervaria* (L.) Lap.

73 *Calamintha vulgaris* (L.) Druce

67 *Vincetoxicum officinale* Mnch.

53 *Anemone silvestris* L.

53 *Viola hirta* L.

47 *Fragaria viridis* Duch.

47 *Potentilla alba* L.

40 *Chrysanthemum corymbosum* L.

40 *Melittis melissophyllum* L.

40 *Viola collina* Bess.

33 *Berberis vulgaris* L.

33 *Lathyrus niger* (L.) Bernh.

33 *Laserpitium latifolium* L.

33 *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce

33 *Veronica teucrium* L.

33 *Viscaria vulgaris* Röhl.

27 *Campanula persicifolia* L.

27 *Trifolium rubens* L.

20 *Digitalis grandiflora* Mill.

13 *Carex montana* L.

13 *Cotoneaster integerrima* Medi.

13 *Hypericum montanum* L.

13 *Viola mirabilis* L.

7 *Asperula tinctoria* L.

7 *Clematis recta* L.

7 *Cytisus nigricans* L.

7 *Inula conyza* DC.

7. *Pulmonaria mollissima* Kern.

Gatunki charakterystyczne rzędu *Fagetalia*

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------------|
| 60 <i>Carpinus betulus</i> L. | 27 <i>Galium Schultesii</i> Vest. |
| 60 <i>Galium vernum</i> Scop. | 27 <i>Lathyrus vernus</i> (L.) Bernh |
| 33 <i>Carex digitata</i> L. | 27 <i>Tilia cordata</i> Mill. |
| 27 <i>Fagus silvatica</i> L. | 20 <i>Acer pseudoplatanus</i> L. |

Gatunki charakterystyczne klasy *Querceto-Fagetea*

- | | |
|--|-------------------------------------|
| 93 <i>Corylus avellana</i> L. | 33 <i>Evonymus europaea</i> L. |
| 73 <i>Prunus spinosa</i> L. | 27 <i>Asarum europaeum</i> L. |
| 67 <i>Cornus sanguinea</i> L. | 27 <i>Hepatica nobilis</i> Garsault |
| 67 <i>Crataegus monogyna</i> Jacq. | 27 <i>Lonicera xylosteum</i> L. |
| 47 <i>Brachypodium silvaticum</i> (Huds)
Roem. et Schult. | 20 <i>Pulmonaria obscura</i> Dum. |
| 47 <i>Viburnum opulus</i> L. | 20 <i>Viola silvestris</i> Rchb. |

Gatunki charakterystyczne klasy *Vaccinio-Piceetea*

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 67 <i>Juniperus communis</i> L. | 27 <i>Veronica officinalis</i> L. |
| 53 <i>Solidago virga-aurea</i> L. | 20 <i>Populus tremula</i> L. |
| 27 <i>Sorbus aucuparia</i> L. | |

Gatunki charakterystyczne klasy *Festuco-Brometea*

- | | |
|--|---|
| 80 <i>Euphorbia cyparissias</i> L. | 27 <i>Cirsium pannonicum</i> (L.) Gaud. |
| 67 <i>Stachys recta</i> L. | 27 <i>Dianthus carthusianorum</i> L. |
| 40 <i>Festuca sulcata</i> (Hack.) Nym. | 27 <i>Helianthemum ovatum</i> (Viv.) Dun. |
| 49 <i>Phleum Boehmeri</i> Wib. | 27 <i>Hieracium Baurhini</i> Schult. |
| 33 <i>Agrimonia eupatoria</i> L. | 27 <i>Pimpinella saxifraga</i> L. |
| 33 <i>Thymus glabrescens</i> Willd. | 27 <i>Veronica spicata</i> L. |
| 33 <i>Thymus Marschallianus</i> Willd. | 20 <i>Campanula sibirica</i> L. |
| 27 <i>Achillea millefolium</i> L. | 20 <i>Medicago falcata</i> L. |
| ssp. <i>pannonica</i> (Scheelle) Hayek | 20 <i>Potentilla arenaria</i> Borkh. |
| 27 <i>Arabis hirsuta</i> (L.) Scop. | 20 <i>Salvia pratensis</i> L. |
| 27 <i>Arenaria serpyllifolia</i> L. | 20 <i>Saxifraga tridactylites</i> L. |
| 27 <i>Artemisia campestris</i> L. | 20 <i>Sempervivum soboliferum</i> Sims. |
| 27 <i>Asperula cynanchica</i> L. | 20 <i>Veronica austriaca</i> L. |

Gatunki towarzyszące

- | | |
|--------------------------------------|--|
| 73 <i>Achillea millefolium</i> L. | 47 <i>Poa nemoralis</i> L. |
| 73 <i>Evonymus verrucosa</i> Scop. | 47 <i>Sedum maximum</i> Sut. |
| 73 <i>Hypericum perforatum</i> L. | 47 <i>Silene nutans</i> L. |
| 73 <i>Rhamnus cathartica</i> L. | 40 <i>Fragaria vesca</i> L. |
| 67 <i>Rosa canina</i> L. | 40 <i>Origanum vulgare</i> L. |
| 60 <i>Frangula alnus</i> Mill. | 40 <i>Poa pratensis</i> L. |
| 60 <i>Genista tinctoria</i> L. | 40 <i>Quercus sessilis</i> Ehrh. |
| 60 <i>Melampyrum nemorosum</i> L. | 40 <i>Rosa tomentosa</i> Sm. |
| 53 <i>Astragalus glycyphyllos</i> L. | 33 <i>Ajuga genevensis</i> L. |
| 53 <i>Coronilla varia</i> L. | 33 <i>Anthericum ramosum</i> L. |
| 53 <i>Festuca duriuscula</i> L. | 33 <i>Arabis arenosa</i> (L.) Scop. |
| 53 <i>Galium mollugo</i> L. | 33 <i>Briza media</i> L. |
| 53 <i>Melica nutans</i> L. | 33 <i>Galium verum</i> L. |
| 53 <i>Quercus robur</i> L. | 33 <i>Koeleria gracilis</i> Pers. |
| 47 <i>Betonica officinalis</i> L. | 33 <i>Primula officinalis</i> (L.) Hill. |

33 <i>Veronica chamaedrys</i> L.	27 <i>Trifolium montanum</i> L.
27 <i>Agrostis vulgaris</i> With.	27 <i>Turritis glabra</i> L.
27 <i>Allium montanum</i> Schmidt.	20 <i>Aquilegia vulgaris</i> L.
27 <i>Aster amellus</i> L.	20 <i>Asplenium ruta-muraria</i> L.
27 <i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) P. B.	20 <i>Campanula rapunculoides</i> L.
27 <i>Carex caryophyllea</i> Latourette	20 <i>Carex Michellii</i> Host.
27 <i>Carex contigua</i> Hoppe	20 <i>Calamintha acinos</i> (L.) Clairv.
27 <i>Carex humilis</i> Leyss.	20 <i>Cotoneaster melanocarpa</i> Lodd.
27 <i>Centaurea rhenana</i> Bor.	20 <i>Erophila verna</i> (L.) C. A. M.
27 <i>Cerasus fruticosa</i> (Pall.) Woronow	20 <i>Galium boreale</i> L.
27 <i>Echium vulgare</i> L.	20 <i>Hieracium pilosella</i> L.
27 <i>Festuca ovina</i> L.	20 <i>Myosotis micrantha</i> Pall.
27 <i>Medicago lupulina</i> L.	20 <i>Ranunculus acer</i> L.
27 <i>Pinus silvestris</i> L.	20 <i>Rubus plicatus</i> W. et N.
27 <i>Polygala comosa</i> Schkr.	20 <i>Serratula tinctoria</i> L.
27 <i>Scabiosa ochroleuca</i> L.	20 <i>Thymus pulegioides</i> L.
27 <i>Sedum acre</i> L.	

Coryleto-Peucedanetum jest zespołem zaroślowym, w którym z rzadka rozrzucone drzewa (dęby, sosna) grają nieznaczną rolę. Zbiorowisko to jest florystycznie zupełnie wyraźnie wyodrębnione nie tylko lokalnie w porównaniu z innymi zbiorowiskami występującymi na danym terenie, lecz także w znaczeniu terytorialnym, tj. na tle środkowo-europejskich zespołów rzędu *Quercetalia pubescentis* w ogóle. Zawdzięcza to przede wszystkim obecności kilku gatunków charakterystycznych i towarzyszących, wykazujących pewne przywiązanie do tego właśnie zespołu.

Jako regionalne gatunki charakterystyczne zespołu *Coryleto-Peucedanetum* wymieniamy:

Cytisus capitatus
Cytisus ruthenicus
Inula hirta

Żaden z nich nie jest bezwzględnie wierny dla omawianego zespołu; pojawiają się one, choć rzadziej, również w innych porównywanych zbiorowiskach, wykazują jednak wyraźne przywiązanie do *Coryleto-Peucedanetum*.

• *Inula hirta* reprezentowana wyższymi stopniami stałości we wszystkich trzech tabelach z Wyżyny Małopolskiej (6, 7, 8) występuje poza tym sporadycznie w *Querceto-Lithospermetum* w Szwajcarii oraz w *Quercetum pubescentis praecarpaticum* ze Słowacji.

Cytisus ruthenicus występuje również we wszystkich tabelach z *Coryleto-Peucedanetum*. Poza tym zespołem pojawia się ze stałością II w białowieskiej odmianie *Querceto-Potentilletum albae*.

Wreszcie *Cytisus capitatus*, którego brak w tabeli z Wyżyny Miechowskiej (8), występuje poza swoim zespołem jeszcze sporadycznie w słowackim *Quercetum pubescentis praecarpaticum*.

Wszystkie trzy gatunki charakterystyczne należą do submeridionalno-kontynentalnego typu zasięgu wg klasyfikacji *Meusela* (1943). Podkreśla to odrębność zespołu *Coryleto-Peucedanetum* w stosunku do pozostałych ciepłolubnych dąbrów Europy środkowej, gdzie wśród gatunków charakterystycznych większości zespołów przeważa element submediterański, czyli submeridionalno-oceaniczny.

Spośród gatunków towarzyszących następujące można uważać za przywiązane w pewnym stopniu do *Coryleto-Peucedanetum* i wyróżniające ten zespół regionalnie w stosunku do reszty zbadanych zbiorowisk z rzędu *Quercetalia pubescentis*:

Festuca sulcata

Arabis arenosa

Festuca duriuscula

Arabis hirsuta

Evonymus verrucosa

Thymus glabrescens

Przeważają tu również elementy kontynentalne, boreomeridionalne bądź submeridionalne.

W składzie florystycznym *Coryleto-Peucedanetum* zwraca uwagę znaczny udział gatunków z klasy *Festuco-Brometea*. Niewątpliwie po części wynika to z trudności wydzielenia w terenie czystych płatów zespołu, ponieważ odnośne fitocenozy tworzą z reguły mozaikowy kompleks ze zbiorowiskami murawowymi. Skutkiem tego poszczególne zdjęcia często zawierają gatunki nie wchodzące zasadniczo w skład omawianego zbiorowiska. Niezależnie od tego szereg gatunków z klasy *Festuco-Brometea* występuje w *Coryleto-Peucedanetum* w następstwie genetyczno-dynamicznych związków między oboma zbiorowiskami. W porównaniu bowiem z murawami rzędu *Festucetalia valesiacae* stanowią kserotermiczne zarośla typu *Coryleto-Peucedanetum* następne stadium sukcesyjne w procesie zalesienia skalistych i wapiennych zboczy. Gatunki charakterystyczne klasy *Festuco-Brometea* są zatem w *Coryleto-Peucedanetum* formami reliktowymi z poprzedniego stadium sukcesji. Wskazuje na to również fakt stwierdzony przez *A. Medwecką-Kornaś* (1952) a mianowicie, że spotykane w *Coryleto-Peucedanetum* gatunki murawowe nie tylko występują tam z mniejszą stałością i w mniejszej ilości, ale również wykazują zmniejszony stopień żywotności.

Ostateczne ustalenie pozycji systematycznej *Coryleto-Peucedanetum* zależeć będzie między innymi od tego, jakie stanowisko zajmiemy wobec propozycji *R. Tüxena* (1952) wydzielenia zbiorowisk zaroślowych jako osobnego rzędu *Prunetalia spinosae* w ramach klasy *Querceto-Fagetea*. W cytowanej pracy zalicza *R. Tüxen* do tego rzędu m. in. także omawiane zbiorowisko z Wyżyny Małopolskiej, znane mu na podstawie tabeli *A. Kozłowskiej* (1928). Sprawa wymagać będzie jeszcze dalszych badań tym bardziej, że znajomość zbiorowisk z rzędu *Prunetalia spinosae* jest w ogóle u nas jeszcze bardzo słaba.

Coryleto-Peucedanetum cervariae znany dotychczas jedynie z południowej części Wyżyny Krakowsko-częstochowskiej oraz z Wyżyny Miechowskiej. Zespół ten występuje na dość stromych zboczach eksponowanych ku południowi. Podłoże stanowi wapień jurajski lub kredowy, pokryty cienką warstwą lessu (do 20 cm). Odczyn gleby jest słabo kwaśny lub neutralny (pH 5,3 — 7,4) w poziomie akumulacyjnym, a lekko zasadowy w warstwie rumoszu skalnego. W lessowym poziomie przejściowym notowała A. Medwecka - Kornas (1952) niekiedy znaczne zwiększenie kwasowości, osiągające wartość pH nawet 4,8.

b. *Querceto-Potentilletum albae* Libbert 1933,

zespół *Quercus-Potentilla alba* W. Libbert (1933); *Querceto-Potentilletum albae* H. Piotrowska (1950), F. Celiński (1953), T. Krotoska (1953), H. i T. Wojterscy (1953); *Querceto-Potentilletum albae vistulense* E. Preissing (1943); *Querceto-Potentilletum albae trollietosum* A. Matuszkiewicz (1955); *Pinetum fruticoso-herbosum* H. Juraszek (1928), *Pineto-Festucetum* R. Kobendza (1930) p. p.

Gatunki charakterystyczne dla zespołu (regionalnie)

58% *Vicia cassubica* L.

51% *Ranunculus polyanthemos* L.

22% *Pulmonaria angustifolia* L.

Gatunki charakterystyczne związku *Quercion pubescentis* i rzędu

Quercetalia pubescentis:

80 *Campanula persicifolia* L.

76 *Potentilla alba* L.

73 *Calamintha vulgaris* (L.) Druce

60 *Hypericum montanum* L.

60 *Lathyrus niger* (L.) Bernh.

60 *Polygonatum odoratum* (Mill.)

Druce

60 *Trifolium alpestre* L.

53 *Geranium sanguineum* L.

49 *Carex montana* L.

47 *Viscaria vulgaris* Röhl.

40 *Trifolium medium* L.

36 *Vincetoxicum officinale* Mnch.

31 *Digitalis grandiflora* Mill.

31 *Peucedanum cervaria* (L.) Lap.

18 *Thalictrum minus* L.

16 *Asperula tinctoria* L.

16 *Melittis melissophyllum* L.

13 *Laserpitium pruthenicum* L.

13 *Viola hirta* L.

11 *Fragaria viridis* Duch.

11 *Viola mirabilis* L.

9 *Berberis vulgaris* L.

2 *Veronica teucrium* L.

7 *Vicia tenuifolia* Roth.

4 *Cephalanthera rubra* (L.) Rich.

4 *Cytisus ruthenicus* Fisch.

2 *Laserpitium latifolium* L.

2 *Ligustrum vulgare* L.

2 *Melampyrum cristatum* L.

2 *Pulmonaria mollissima* Kern.

2 *Sorbus torminalis* (L.) Cr.

2 *Trifolium rubens* L.

Gatunki charakterystyczne rzędu *Fagetalia*

40 *Carpinus betulus* L.

36 *Festuca heterophylla* Lam.

36 *Mycelis muralis* (L.) Dum.

27 *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott.

27 *Lilium martagon* L.

24 *Lathyrus vernus* (L.) Bernh.

22 *Catharinaea undulata* (L.)

20 *Carex digitata* L.

20 *Milium effusum* L.

20 *Tilia cordata* Mill.

Gatunki charakterystyczne klasy *Querceto-Fagetea*

- | | |
|---|---|
| 58 <i>Corylus avellana</i> L. | 31 <i>Geum urbanum</i> L. |
| 56 <i>Moehringia trinervia</i> (L.) Clairv. | 29 <i>Brachypodium silvaticum</i> (Huds.) |
| 45 <i>Crataegus oxyacantha</i> L. | Roem. et Schult. |
| 36 <i>Crataegus monogyna</i> Jacq. | 29 <i>Thalictrum aquilegifolium</i> L. |
| 36 <i>Prunus spinosa</i> L. | 20 <i>Acer platanoides</i> L. |
| 33 <i>Viola silvestris</i> Rechb. | |

Gatunki charakterystyczne rzędu *Vaccinio-Piceetalia*

- | | |
|----------------------------------|------------------------------------|
| 42 <i>Melampyrum pratense</i> L. | 30 <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L. |
| 62 <i>Vaccinium myrtillus</i> L. | 20 <i>Pirola secunda</i> L. |

Gatunki charakterystyczne klasy *Vaccinio-Piceetea*

- | | |
|--|--|
| 73 <i>Sorbus aucuparia</i> L. | 31 <i>Populus tremula</i> L. |
| 69 <i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn | 29 <i>Sieglingia decumbens</i> (L.) Lam. |
| 65 <i>Solidago virga-aurea</i> L. | 27 <i>Scorzonera humilis</i> L. |
| 60 <i>Entodon Schreberi</i> (Willd.) Moench. | 22 <i>Hieracium umbellatum</i> L. |
| 60 <i>Veronica officinalis</i> L. | 22 <i>Scleropodium purum</i> |
| 56 <i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth. | 20 <i>Holcus mollis</i> L. |
| 42 <i>Betula verrucosa</i> Ehrh. | 20 <i>Hylocomium proliferum</i> |
| 31 <i>Juniperus communis</i> L. | |

Gatunki charakterystyczne klasy *Festuco-Brometea*

- | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| 62 <i>Pimpinella saxifraga</i> L. | 24 <i>Veronica spicata</i> L. |
| 47 <i>Euphorbia cyparissias</i> L. | 22 <i>Agrimonia eupatoria</i> L. |
| 29 <i>Dianthus carthusianorum</i> L. | |

Gatunki towarzyszące

- | | |
|---|--|
| 100 <i>Fragaria vesca</i> L. | 49 <i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult. |
| 89 <i>Veronica chamaedrys</i> L. | 47 <i>Galium mollugo</i> L. |
| 84 <i>Galium boreale</i> L. | 47 <i>Vicia sepium</i> L. |
| 80 <i>Pinus silvestris</i> L. | 45 <i>Galium verum</i> L. |
| 76 <i>Betonica officinalis</i> L. | 42 <i>Hieracium pilosella</i> L. |
| 76 <i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd. | 42 <i>Pirus communis</i> L. |
| 69 <i>Quercus robur</i> L. | 40 <i>Poa pratensis</i> L. |
| 69 <i>Quercus sessilis</i> Ehrh. | 40 <i>Primula officinalis</i> (L.) Hill. |
| 67 <i>Hypericum perforatum</i> L. | 40 <i>Rubus idaeus</i> L. |
| 65 <i>Festuca ovina</i> L. | 38 <i>Ajuga reptans</i> L. |
| 62 <i>Convallaria maialis</i> L. | 38 <i>Genista tinctoria</i> L. |
| 60 <i>Achillea millefolium</i> L. | 38 <i>Majanthemum bifolium</i> (L.) F. W. Schn. |
| 58 <i>Anthericum ramosum</i> L. | 38 <i>Sedum maximum</i> Sut. |
| 58 <i>Melica nutans</i> L. | 36 <i>Poa nemoralis</i> L. |
| 58 <i>Peucedanum oreoselinum</i> (L.) Moench. | 33 <i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) P. B. |
| 58 <i>Rubus saxatilis</i> L. | 33 <i>Potentilla erecta</i> (L.) Hampe |
| 56 <i>Anthoxanthum odoratum</i> L. | 31 <i>Campanula rotundifolia</i> L. |
| 53 <i>Agrostis vulgaris</i> With. | 29 <i>Malus silvestris</i> (L.) Mill. |
| 53 <i>Astragalus glycyphyllos</i> L. | 29 <i>Silene nutans</i> L. |
| 51 <i>Dactylis glomerata</i> L. | 29 <i>Urtica dioica</i> L. |
| 51 <i>Serratula tinctoria</i> L. | 27 <i>Ajuga genevensis</i> L. |
| 51 <i>Viola Riviniana</i> Rechb. | 27 <i>Dryopteris spinulosa</i> (Müll.) O. Kuntze |
| 49 <i>Frangula alnus</i> Mill. | 27 <i>Geranium Robertianum</i> L. |
| 49 <i>Hieracium murorum</i> L. | 27 <i>Melampyrum nemorosum</i> L. |

27 <i>Origanum vulgare</i> L.	20 <i>Festuca rubra</i> L.
24 <i>Oxalis acetosella</i> L.	20 <i>Galeopsis tetrahit</i> L.
24 <i>Rumex acetosella</i> L.	20 <i>Polygonum dumetorum</i> L.
24 <i>Torilis japonica</i> (Houtt.) DC.	20 <i>Prunella vulgaris</i> L.
22 <i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth.	20 <i>Rhamnus cathartica</i> L.
22 <i>Linaria vulgaris</i> (L.) Mill.	20 <i>Rosa canina</i> L.
22 <i>Mnium</i> sp.	20 <i>Rumex acetosa</i> L.

W przeciwieństwie do poprzednio omówionego zespołu jest *Querceto-Potentilletum albae* zbiorowiskiem niewątpliwie leśnym z wyraźnie wykształconą warstwą drzew. Gatunkami panującymi są zwykle dąb bezszypułkowy (rzadziej szypułkowy) i sosna. Ta ostatnia występowała niewątpliwie często już w warunkach naturalnych, jednak wskutek od dawna prowadzonej gospodarki leśnej udział jej wzrósł bardzo znacznie. W poszczególnych przypadkach drzewostan tworzyć może niemal wyłącznie sosna z nieznaczną domieszką brzozy i dębów. Warstwa krzewów wykształciła się dość obficie, choć nie w tym stopniu, co w poprzednim zespole. Runo jest na ogół bardzo obfite i bogate florystycznie.

Querceto-Potentilletum albae jest niewątpliwie samodzielnym zespołem dobrze wyodrębnionym pod względem fitosocjologicznym. Następujące gatunki uważać można za charakterystyczne w sensie regionalnym:

Vicia cassubica
Ranunculus polyanthemus
Pulmonaria angustifolia

Wymienione gatunki wykazują znaczne przywiązanie do omawianego zespołu i nie przechodzą na ogół do innych zbiorowisk rzędu *Quercetalia pubescentis*. Jedynie *Vicia cassubica* pojawia się sporadycznie w zbiorowisku z *Lithospermum purpureo-coeruleum* w Bielinku nad Odrą.

Wszystkie gatunki charakterystyczne *Querceto-Potentilletum* należą do boreomeridionalnej strefy zasięgów, przy czym dwa pierwsze reprezentują element kontynentalny, a *Pulmonaria angustifolia* element południowo-podgórsko-środkowo-europejski według klasyfikacji H. Meusela (1943). Wskazuje to na istotne różnice omawianego zespołu w stosunku do pozostałych zbiorowisk z rzędu *Quercetalia pubescentis*, a w szczególności w stosunku do *Coryleto-Peucedanetum*, którego gatunki charakterystyczne należą do submeridionalno-kontynentalnego typu zasięgów. Odrębność fitosocjologiczna zespołu *Querceto-Potentilletum albae* znajduje zatem uzasadnienie także od strony zasięgowo-geograficznej.

Jako gatunki charakterystyczne dla omawianego zespołu wymieniane bywają niekiedy *Trifolium alpestre*, *Carex montana*, *Potentilla alba*, *Lathyrus niger*, *Campanula persicifolia*, *Viscaria vulgaris* i *Laserpitium*

pruthenicum. Z nich tylko nieliczne wykazują pewne przywiązanie do naszego zespołu, przejawiające się w nieznacznym podwyższeniu stałości. Zwraca uwagę fakt, że są wśród nich również elementy boreomeridionalno-kontynentalne typu sarmackiego (*Lathyrus niger*, *Potentilla alba*, *Viscaria vulgaris*) lub eurazjatyckiego (*Campanula persicifolia*). Wymienione gatunki występują jednak tak często w różnych innych zespołach ciepłolubnych dąbrów, że wydaje się nam słuszne traktowanie ich jako gatunków charakterystycznych związku bądź rzędu.

W porównaniu z *Coryleto-Peucedanetum* brak w omawianym zespole całego szeregu gatunków z *Quercetalia pubescentis*, reprezentujących w naszej florze elementy raczej południowe. Są to:

<i>Anemone silvestris</i>	<i>Cytisus nigricans</i>
<i>Chrysanthemum corymbosum</i>	<i>Inula conyza</i>
<i>Clematis recta</i>	<i>Viola collina</i>
<i>Cotoneaster integerrima</i>	

nie licząc gatunków, które uznaliśmy za terytorialnie charakterystyczne dla *Coryleto-Peucedanetum*. Jako dalszą różnicę przytoczymy sporadyczne występowanie w omawianym zespole *Trifolium rubens*, *Veronica teucrium* i *Viola hirta*. Gatunki te na południu Polski należą do częstych składników ciepłolubnych dąbrów.

W składzie florystycznym *Querceto-Potentilletum albae* zwraca uwagę poważny udział gatunków borowych. Wyższe stopnie stałości (V — III) osiągają następujące gatunki charakterystyczne rzędu *Vaccinio-Piceetalia*:

<i>Vaccinium myrtillus</i>
<i>Melampyrum pratense</i>

i klasy *Vaccinio-Piceetea*:

<i>Betula verrucosa</i>	<i>Solidago virga-aurea</i>
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	<i>Sorbus aucuparia</i>
<i>Entodon Schreberi</i>	<i>Veronica officinalis</i>
<i>Pteridium aquilinum</i>	

Pod względem ekologicznym są to gatunki słabo acidofilne i oligomezotroficzne, na ogół o dużej skali wyżycia. Geograficznie przeważnie reprezentują one element holarktyczny o szerokim typie zasięgu bądź element borealny. Obecność tych gatunków w *Querceto-Potentilletum* wskazuje na pogorszenie się warunków edaficznych i niewątpliwie pozostaje w związku z chłodniejszym i wilgotniejszym klimatem, charakterystycznym dla obszarów zajętych przez to najbardziej na północ wysunięte zbiorowisko z rzędu *Quercetalia pubescentis*.

Gatunki wspomnianej grupy na ogół nie występują w pozostałych zespołach. Jedynie *Juniperus communis*, *Melampyrum pratense* i *Solidago virga-aurea* pojawiają się sporadycznie w szwajcarskim *Querceto-Lithospermetum*.

Gatunki borowe z rzędu *Vaccinio-Piceetalia* i klasy *Vaccinio-Piceetea* mają więc wartość gatunków wyróżniających zespół *Querceto-Potentilletum*.

Stosunkowo nielicznie reprezentowane są gatunki murawowe z klasy *Festuco-Brometea*; większą stałością odznaczają się jedynie *Euphorbia cyparissias* i *Pimpinella saxifraga*.

Z pozostałych gatunków towarzyszących niżej wymienione wykazują względne przywiązanie do *Querceto-Potentilletum* wyróżniając ten zespół w stosunku do innych zbiorowisk rzędu *Quercetalia pubescentis*:

<i>Agrostis vulgaris</i>	<i>Luzula pilosa</i>
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	<i>Oxalis acetosella</i>
<i>Campanula rotundifolia</i>	<i>Rubus idaeus</i>
<i>Galium boreale</i>	<i>Scorzonera humilis</i>
<i>Geranium Robertianum</i>	<i>Torilis japonica</i>
<i>Knautia arvensis</i>	<i>Viola Riviniana</i>
<i>Linaria vulgaris</i>	

Są to w większości heliofilne gatunki mezotroficzne, wskazujące również na zachodzące ubożenie gleby. Niektóre z nich, jak *Luzula* i *Oxalis*, świadczą wyraźnie o rozpoczętym procesie zakwaszania siedliska.

Charakteryzując ogólnie zespół *Querceto-Potentilletum albae* pod względem składu florystycznego stwierdzić możemy, że różni się on od pozostałych zbiorowisk ciepłolubnych dąbrów znacznie mniejszym udziałem gatunków eutroficznych i basofilnych przy równoczesnym wzroście znaczenia gatunków kwasolubnych i oligo-mezotroficznych. Odpowiada temu spektrum geograficzno-florystyczne zespołu: główny trzon stanowią gatunki boreomeridionalne, wśród których znaczną rolę grają elementy kontynentalne, a zwłaszcza tak zwane sarmackie; w porównaniu z resztą zbiorowisk z rzędu *Quercetalia pubescentis* udział form submeridionalnych, a w szczególności submediterrańskich jest wyraźnie mniejszy, natomiast większe znaczenie osiągają rzadkie w tamtych zespołach gatunki borealne względnie szeroko rozpowszechnione, lecz niewybredne ekologicznie elementy holarktyczne.

Swoista struktura florystyczna *Querceto-Potentilletum albae* znajduje uzasadnienie w analizie siedliskowo-ekologicznej tego zespołu. Warunki klimatyczne są tu znacznie mniej korzystne: temperatura jest niższa a wilgotność większa, okres wegetacji trwa krócej. Czynniki te wpływają decydująco na procesy glebotwórcze powodując nasilenie bielnicowania. Znajduje to wyraz w typie gleb zajętych przez omawiane zbiorowisko: są to gleby brunatne zdegradowane lub gleby skrytobielicowe. Zakwaszenie jest wyraźne, zwłaszcza w górnych horyzontach. W dzielnicach zachodnich pH warstwy akumulacyjnej wynosi najczęściej (4,8) — 5,5 — (6,0), a poziom neutralny leży na głębokości (25) — 75 cm. Ku wschodowi wzrasta stopień zakwaszenia gleby: w fitocenozach *Querceto-Potentilletum*

w Puszczy Białowieskiej odczyn warstw akumulacyjnych waha się już w granicach (4,7) — 5,0 — (5,1) pH, a jeszcze na głębokości 70 — 90 cm wynosi średnio zaledwie 5,6 pH.

Pomimo tego siedliska zajmowane przez fitocenozy typu *Querceto-Potentilletum* należą w poszczególnych przypadkach do względnie żyźniejszych, są one przy tym zawsze ciepłe i stosunkowo suche. Zespół ten występuje najczęściej na podłożu morenowym porastając gleby o urozmaiconym składzie petrograficznym i różnej ziarnistości. Unika — jak się zdaje — jedynie głębokich luźnych piasków, poza tym skład mechaniczny gleby zdaje się nie odgrywać większej roli (por. F. Celiński 1953, A. Matuszkiewicz 1955, H. i T. Wojterscy 1953).

Querceto-Potentilletum albae jest zespołem — jak się zdaje — dość rozpowszechnionym w pasie Wielkich Dolin, a prawdopodobnie także w pasie Wyżyn Pomorskich. Nieliczne opublikowane dotychczas tabele dowodzą jego występowania na Pojezierzu Myśliborskim, w Wielkopolsce w okolicach Poznania, w okręgu mazowieckim w okolicach Warszawy, wreszcie w Puszczy Białowieskiej. Z. Czubiński (1948) opisuje z Pojezierza Brodnickiego ogólnikowo szereg zbiorowisk leśnych, wśród których „światlisty bór suchy“ oraz „widne lasy mieszane sosnowo-dębowe, dębowe i sosnowo-dębowo-lipowe“ odznaczają się występowaniem licznych gatunków charakterystycznych rzędu *Quercetalia pubescentis*, a między innymi *Vicia cassubica* i *Ranunculus polyanthemos*, co wskazywałoby na przynależność niektórych przynajmniej płatów do *Querceto-Potentilletum albae*.

Wobec braku odpowiednich materiałów nie można dziś wykreślić nawet w przybliżeniu zasięgu występowania omawianego zespołu. W szczególności nie wiadomo, jak daleko sięga on na południe i gdzie styka się z areałem *Coryleto-Peucedanetum cervariae*. W notatce o roślinności okolic Piotrkowa Trybunalskiego wspomina W. Kulesza (1921) o występowaniu pięknych mieszanych lasów sosnowo-dębowych z obfitym podszycem leszczynowym i bogatym runem, w którym panują elementy rzędu *Quercetalia pubescentis* (*Potentilla alba*, *Melitis melissophyllum*, *Digitalis grandiflora*, *Vincetoxicum officinale*, *Berberis vulgaris* i in.). Autor nie podaje jednak żadnego gatunku, który pozwalałby na hipotetyczne choćby rozstrzygnięcie, czy mamy tu do czynienia z *Querceto-Potentilletum*, czy z *Coryleto-Peucedanetum*. Podobnie jak wiele zagadnień dotyczących systematyki i geografii naszych zbiorowisk leśnych, tak i kwestię południowej granicy *Querceto-Potentilletum* wyjaśnią dopiero dalsze prace.

Równie niewiele jak o rozmieszczeniu możemy powiedzieć o zmienności zespołu *Querceto-Potentilletum albae*. E. Preissing (1943) wyróżnia dwie subasocjacje, a mianowicie podzespół typowy (z trzema odmianami) oraz znacznie uboższy podzespół z *Eutodon Schreberi* (z cztere-

ma odmianami). Ten ostatni wykazuje znaczniejszy udział elementów borowych i stanowi postać zbiorowiska silnie odchyloną w kierunku zespołu *Pineto-Quercetum* z rzędu *Vaccinio-Piceetalia* — prawdopodobnie na skutek zniekształcenia w wyniku jednostronnej, schematycznej gospodarki leśnej. Jeszcze bardziej zniekształconą w tym kierunku formę przedstawia tabela H. J u r a s z e k (1928) z okolic Warszawy.

Wyniki naszego porównania zestawionych tabel nie potwierdzają poglądów E. P r e i s s i n g a (l. c.) na zmienność omawianego zespołu. W szczególności wyróżnienie aż siedmiu jednostek niższych od asocjacji wydaje się nam nieuzasadnione. Diagram współczynników podobieństwa (p. ryc. 2) dowodzi, że oba podzespoły E. P r e i s s i n g a wraz ze zbiorowiskami z okolic Poznania (tabele 10, 11, 12, 13) tworzą bardzo zwartą i jednolitą grupę, którą traktować należy jako jeden podzespół. Do tej grupy prawdopodobnie należy również klasyczna tabela W. L i b b e r t a (1933) z Pojezierza Myśliborskiego.

Wyraźnie odrębne stanowisko zajmuje zbiorowisko z Puszczy Białowieskiej (tabela 16). Nawiązuje ono do tabel E. P r e i s s i n g a, odbiega jednak od pozostałych zbiorowisk wielkopolskich. A. M a t u s z k i e w i c z (1955) uważa je za osobny podzespół *Querceto-Potentilletum albae trollietosum*. Szereg dobrych gatunków wyróżniających uzasadnia słuszność tego poglądu.

Mielibyśmy zatem dwa podzespoły *Querceto-Potentilletum*: jeden w zachodniej części kraju, obejmujący fitocenozy pomorsko-wielkopolskie, i drugi znany na razie tylko z Puszczy Białowieskiej. Co się tyczy tabeli H. J u r a s z e k (1928) z okolic Warszawy, to przyczyna pozornej odrębności tego zbiorowiska leży w tym, że mamy tu do czynienia ze słabą tabelą fitosocjologiczną. Nie ma podstaw do uznania jej za odrębną jednostkę systematyczną, trudno również na podstawie odnośnych danych rozstrzygnąć o przynależności tego zbiorowiska do jednego z dwu podzespołów. Poprzestać musimy na stwierdzeniu, że reprezentuje ono nietypową postać zespołu *Querceto-Potentilletum albae*.

Załączona tabela 3 przedstawia różnice florystyczne wyodrębnionych podzespołów, a mianowicie:

- a. *Querceto-Potentilletum albae typicum* (P r e i s s i n g 1943) em. M a t. (1956) (dąbrowa świetlista typowa).
- b. *Querceto-Potentilletum albae trollietosum* A. M a t. (1955) (dąbrowa świetlista pełnikowa).

Gatunki wyróżniające dąbrowę świetlistą typową mają wyraźniej podkreślony charakter form kserotermicznych. Z charakterystycznych należą tu *Asperula tinctoria*, *Vincetoxicum officinale* i *Viola hirta*. Spośród towarzyszących zwraca uwagę grupa gatunków z klasy *Festuco-Brometea* (*Euphorbia cyparissias*, *Dianthus carthusianorum*, *Pimpinella saxifraga*,

Tabela (Tabelle) 3.

Gatunki wyróżniające podzespołów *Querceto-Potentilletum albae* — Differentialarten
der Subassoziationen von *Querceto-Potentilletum albae*.

Podzespół — Subassoziation	a								b
Nr tabeli — Nr der Tabelle	10	11	12	13	14	15	17	18	16
<i>Asperula tinctoria</i> L.	2	2	3	.	.	.	.	.	.
<i>Vincetoxicum officinale</i> Mnch.	1	5	5	2	1	1	.	1	.
<i>Viola hirta</i> L.	1	2	2	.	1	.	.	.	.
<i>Brachypodium silvaticum</i> (Huds.) Roem., Sch.	3	1	2	4	1	1	1	.	.
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq. }	3	2	3	4	2	2	4	1	.
<i>Crataegus oxyacantha</i> L. }									
<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Sch.	1	.	.	2	1	2	5	1	.
<i>Festuca heterophylla</i> Lam.	1	1	3	4	2	4	1	.	.
<i>Prunus spinosa</i> L.	3	3	4	3	1	1	.	1	.
<i>Dianthus carthusianorum</i> L.	1	3	4	3	1	.	.	1	.
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	3	5	5	4	1	1	.	2	.
<i>Pimpinella saxifraga</i> L.	3	4	5	5	3	2	2	4	.
<i>Achillea millefolium</i> L.	3	5	5	4	2	1	3	4	.
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	3	4	4	3	4	3	2	2	.
<i>Campanula rotundifolia</i> L.	3	2	1	2	2	1	1	2	.
<i>Frangula alnus</i> Mill.	3	2	.	4	3	3	5	2	.
<i>Galium verum</i> L.	2	4	5	5	2	1	.	1	.
<i>Hieracium murorum</i> L.	4	3	2	3	3	3	4	.	.
<i>Hieracium pilosella</i> L.	2	4	4	2	2	.	.	5	.
<i>Quercus sessilis</i> Ehrh.	2	5	4	5	5	5	4	1	.
<i>Melittis melissophyllum</i> L.	.	.	.	.	1	1	.	.	5
<i>Viola mirabilis</i> L.	.	1	.	1	.	.	.	.	3
<i>Cytisus ruthenicus</i> Fisch.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Daphne mezereum</i> L.	.	.	.	.	1	.	.	.	5
<i>Eurhynchium Zetterstedtii</i> Ster.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
<i>Festuca gigantea</i> (L.) Vill.	.	.	.	.	.	2	.	.	4
<i>Ranunculus lanuginosus</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
<i>Betula pubescens</i> Ehrh.	2	.	1	.	.	.	.	.	5
<i>Hieracium umbellatum</i> L.	.	.	.	.	2	1	.	2	5
<i>Trientalis europaea</i> L.	.	.	.	.	1	1	.	.	5
<i>Picea excelsa</i> (Lam.) Lk.	1	.	.	1	.	.	.	.	4
<i>Aquilegia vulgaris</i> L.	.	.	.	.	.	1	.	1	5
<i>Geranium silvaticum</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	5
<i>Trollius europaeus</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	5
<i>Angelica silvestris</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
<i>Centaurea austriaca</i> Willd.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
<i>Succisa pratensis</i> Mnch.	.	.	.	.	2	1	.	.	4
<i>Gladiolus imbricatus</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
<i>Lathyrus laevigatus</i> (W. K.) Frit.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
<i>Vicia cracca</i> L.	1	.	.	.	.	1	.	.	3
<i>Vicia silvatica</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
<i>Arnica montana</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	1

Podzespoły — Subassoziationen:

a. *Querceto-Potentilletum albae typicum* (P r e i s. 1943) em. M a t. 1950.

b. *Querceto-Potentilletum albae trollietosum* A. M a t. 1955.

Veronica spicata) i rzędu *Prunetalia spinosae* (*Crataegus monogyna*, *C. oxyacantha*, *Prunus spinosa*, *Rosa canina*, *Rosa tomentosa* i in.) a także szereg gatunków szerzej rozpowszechnionych, lecz wyraźnie kserofilnych, jak *Achillea millefolium*, *Campanula rotundifolia*, *Galium verum* i *Hieracium pilosella*.

Bardziej kseromorficzny charakter omawianego podzespołu pozostaje w związku z rozmieszczeniem tego zbiorowiska w stosunkowo suchym obszarze Niziny Wielkopolskiej. Przeciwnie, *Querceto-Potentilletum trollietosum* występuje w terenie, gdzie warunki termiczne są mniej korzystne, a ilość opadów znacznie większa. Różnicę klimatu ilustruje poniższe zestawienie (wg danych L. Mroczkiewicza 1952):

Stacja	Średnia temperatura			Suma opadów w mm	
	stycznia	lipca	roku	roczna	w mies. V-IX.
Poznań	— 1,4	19,0	8,5	508	278
Białystok	— 4,1	18,4	7,0	578	342

Querceto-Potentilletum trollietosum stanowi jednostkę dobrze wyodrębnioną florystycznie. Wśród gatunków wyróżniających poważną rolę grają elementy borowe (*Betula pubescens*, *Hieracium umbellatum*, a zwłaszcza *Picea excelsa* i *Trientalis europaea*). Liczna jest grupa gatunków, które na południu Polski należą do składników roślinności łąkowej, tutaj zaś występują prawie wyłącznie w lesie. Tu należą np. *Gladiolus imbricatus*, *Laserpitium pruthenicum*, *Serratula tinctoria*, *Succisa pratensis*, *Trollius europaeus*, *Vicia cracca* i inne. Gatunków wyraźnie kserofilnych brak niemal zupełnie.

Pod względem geograficznym zaznacza się wśród gatunków wyróżniających udział elementów borealnych (np. *Betula*, *Picea*, *Trientalis*, *Geranimum silvaticum*, *Arnica montana*) oraz pojawianie się form wschodnich, jak *Centaurea austriaca*, *Cytisus ruthenicus* i *Lathyrus laevigatus*.

Wyróżnienie zatem w obrębie świetlistej dąbrowy dwu podzespołów wydaje się zupełnie uzasadnione tak florystycznie, jak ekologicznie.

Dotychczasowe dane wskazują jednak, że oba podzespoły zdają się różnić także pod względem dynamiczno-rozwojowym. *Querceto-Potentilletum typicum*, zdaniem wielkopolskich fitosocjologów, ma charakter reliktowego zbiorowiska trwałego, uwarunkowanego lokalnymi stosunkami edaficznymi i topograficznymi. Natomiast *Querceto-Potentilletum trollietosum* uważane jest przez A. Matuszkiewicza (1955) za utwór pseudoreliktowy, to jest mający jako typ zbiorowiska cechy naturalnego reliktu, w konkretnych jednak płatach uwarunkowany w znacznym stopniu

ingerencją człowieka. Różnica dynamiki zespołu odpowiada różnicom warunków ekologicznych w związku z trwającymi od postglacjalnego optimum zmianami klimatu w kierunku niekorzystnym dla zbiorowisk rzędu *Quercetalia pubescentis*. Natężenie tego procesu w Wielkopolsce pozwala jeszcze na utrzymywanie się w sprzyjających edaficznie warunkach zespołu *Querceto-Potentilletum* jako zbiorowiska naturalnego — w Puszczy Białowieskiej zespół ten nosi już cechy utworu półnaturalnego. Wyjaśnienie nasuwających się tu problemów wymaga jednak dalszych badań.

c. *Querceto-Lithospermetum subboreale* ass. nov.

Gatunki charakterystyczne dla zespołu (lokalnie)

IV *Lithospermum purpureo-coeruleum* L.

II *Anthericum liliago* L.

II *Quercus pubescens* Willd.

I (*Clematis vitalba* L.).

Gatunki wyróżniające

V *Campanula bononiensis* L.

I *Inula germanica* L.

IV *Falcaria vulgaris* Bernh.

I *Stachys germanica* L.

I *Dorycnium herbaceum* Vill.

Gatunki charakterystyczne związku *Quercion pubescentis* i rzędu

Quercetalia pubescentis

V *Vincetoxicum officinale* Mnch.

II *Asperula tinctoria* L.

V *Viola hirta* L.

II *Digitalis grandiflora* Mill.

IV *Calamintha vulgaris* (L.) Druce

II *Campanula persicifolia* L.

IV *Peucedanum cervaria* (L.) Lap.

II *Trifolium alpestre* L.

IV *Veronica teucrium* L.

I *Hypericum montanum* L.

IV *Vicia tenuifolia* Roth.

I *Lathyrus niger* (L.) Bernh.

IV *Viola collina* Bess.

I *Vicia cassubica* L.

III *Thalictrum minus* L.

I *Viscaria vulgaris* Röhl.

II *Anemone silvestris* L.

Gatunki charakterystyczne rzędu *Fagetalia*

II *Carpinus betulus* L.

II *Fagus silvatica* L.

Gatunki charakterystyczne klasy *Querceto-Fagetea*

V *Acer campestre* L.

III *Geum urbanum* L.

V *Crataegus* sp.

III *Ulmus campestris* L.

V *Prunus spinosa* L.

II *Corylus avellana* L.

IV *Campanula trachelium* L.

II *Moehringia trinervia* (L.) Clairv.

IV *Evonymus europaea* L.

Gatunek charakterystyczny klasy *Vaccinio-Piceetea*

II *Juniperus communis* L.

Gatunki charakterystyczne klasy *Festuco-Brometea*

V *Euphorbia cyparissias* L.

II *Linosyris vulgaris* Cass.

IV *Salvia pratensis* L.

II *Pimpinella saxifraga* L.

III *Medicago falcata* L.

II *Plantago media* L.

III *Stachys recta* L.

II *Verbascum lychnitis* L.

II *Agrimonia eupatoria* L.

Gatunki towarzyszące

V <i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) P. B.	III <i>Agropyron repens</i> (L.) P. B.
V <i>Dactylis glomerata</i> L.	III <i>Bromus inermis</i> Leyss.
V <i>Galium verum</i> L.	III <i>Filipendula hexapetala</i> Gilib.
V <i>Quercus robur</i> L.	III <i>Poa nemoralis</i> L.
V <i>Rhamnus cathartica</i> L.	II <i>Alliaria officinalis</i> Andr.
V <i>Taraxacum officinale</i> Web.	II <i>Asparagus officinalis</i> L.
IV <i>Achillea millefolium</i> L.	II <i>Centaurea jacea</i> L.
IV <i>Ajuga genevensis</i> L.	II <i>Chaerophyllum temulum</i> L.
IV <i>Astragalus glycyphyllos</i> L.	II <i>Galium aparine</i> L.
IV <i>Coronilla varia</i> L.	II <i>Glechoma hederacea</i> L.
IV <i>Poa pratensis</i> L.	II <i>Lithospermum officinale</i> L.
var. <i>angustifolia</i>	II <i>Origanum vulgare</i> L.
IV <i>Primula officinalis</i> (L.) Hill.	II <i>Pirus communis</i> L.
IV <i>Quercus sessilis</i> Ehrh.	II <i>Poa compressa</i> L.
IV <i>Rosa canina</i> L.	II <i>Polygonum dumetorum</i> L.
IV <i>Veronica chamaedrys</i> L.	II <i>Turritis glabra</i> L.

Kserotermiczne zarośla w Bielinku nad Odrą stanowią zupełnie odrębny, jedyny w swoim rodzaju w Polsce typ zbiorowiska roślinnego. Dzięki występowaniu szeregu pierwszorzędnych rzadkości florystycznych zbiorowisko to należy do największych osobliwości szaty roślinnej u nas. Budziło ono od dawna zainteresowanie botaników; od r. 1924 otoczono je ochroną jako rezerwat ścisły. Szczegółowy opis roślinności tego niezwykłego terenu podają K. Hueck (1927), W. Libbert (1933) i H. Czeczotowa (1948), tak że pod względem florystycznym są pontyjskie zarośla w Bielinku dobrze poznane.

Tym bardziej uderza brak opracowań fitosocjologicznych. Z interesującego nas zbiorowiska K. Hueck (1927) przytacza jedno zdjęcie. W. Libbert (1933) zaliczając odnośny płat do *Querceto-Lithospermetum* Br.-Bl. 1932 cytuje jedynie zdjęcie K. Huecka. Dopiero badania F. Celińskiego i M. Filipka (niepublikowane) przyniosły obfity materiał zdjęciowy pozwalający na zestawienie pierwszej tabeli. Z tą chwilą dopiero stało się możliwe rozwiązanie kwestii przynależności systematyczno-fitosocjologicznej kserotermicznych zarośli z Bielinka. Wg W. Libberta (l. c.) mamy tu do czynienia ze zubożałym płatem *Querceto-Lithospermetum* Br.-Bl. 1932, zespołu występującego dość często w południowych Niemczech, Austrii i Szwajcarii. Wskazywałaby na to obecność takich gatunków, jak *Anthericum liliago*, *Lithospermum purpureo-coeruleum*, a zwłaszcza *Quercus pubescens* — uważanych powszechnie za charakterystyczne dla wspomnianego zespołu. A. Medvecká-Kornaś (1952) wspominając o zbiorowisku z Bielinka wyraża się, że płat ten „...równie dobrze jednak mógłby być uważany za zubożały fragment występującego w Czechach zespołu *Quercus pubescens* — *Lathyrus ver-*

sicolor." (l. c. str. 198). Poglądy na stanowisko systematyczne interesującego nas zbiorowiska nie są zatem zgodne. Rozpatrzmy więc, jak przedstawia się sprawa w wyniku naszego porównawczego zestawienia.

Analiza statystyczna pozwala ustalić następujące fakty (por. ryc. 1 i 2):

1. Kserotermiczne zarośla w Bielinku wykazują niski stopień podobieństwa florystycznego ($P = 20 - 30\%$) zarówno do szwajcarsko-niemieckiego *Querceto-Lithospermetum*, jak i czeskiego zespołu *Quercus pubescens* — *Lathyrus versicolor*.

2. Zbiorowisko to nawiązuje raczej do zespołów polskich, a mianowicie do *Coryleto-Peucedanetum cervariae* oraz do niektórych wielkopolskich tabel *Querceto-Potentilletum albae*.

3. W grupie polskich zespołów rzędu *Quercetalia pubescentis* stanowią zarośla w Bielinku zupełnie odrębny, swoisty typ zbiorowiska roślinnego.

Florystyczna odrębność omawianego zbiorowiska w porównaniu z pozostałymi zespołami naszych ciepłolubnych dąbrów wynika z obecności całego szeregu gatunków o wysokim stopniu wierności. Z grupy charakterystycznych należą tu *Anthericum liliago*, *Clematis vitalba*, *Lithospermum purpureo-coeruleum* i *Quercus pubescens*. Dwa ostatnie znamy w ogóle tylko z jednego stanowiska. Również jedynie w Bielinku występują gatunki towarzyszące *Dorycnium herbaceum* i *Inula germanica*, które uważać można za wyróżniające dla omawianego zbiorowiska, podobnie jak *Campanula bononiensis*, *Falcaria vulgaris* i *Stachys germanica*, które mają już szerszy zasięg w Polsce.

Pomimo tego kserotermiczne zarośla w Bielinku nie mają gatunków, które uznać by można za charakterystyczne dla tego zbiorowiska w znaczeniu terytorialnym. Utrudnia to bardzo ustalenie jego systematycznej pozycji. W każdym razie stwierdzić musimy, iż w grupie polskich zespołów ciepłolubnych dąbrów odrębność florystyczna omawianego zbiorowiska jest tak duża, że traktować je musimy bezwzględnie jako reprezentanta osobnej asocjacji. Należy sprawdzić, w jakim stosunku pozostaje ona do znanych z Europy środkowej zespołów rzędu *Quercetalia pubescentis*.

Przeprowadzona przez nas analiza florystyczno-statystyczna wskazuje, że jeśli chodzi o zbiorowiska obce, to zespół z Bielinka stosunkowo najbardziej zbliża się do *Querceto-Lithospermetum*. Wszystkie gatunki lokalnie charakterystyczne występują także w zespole szwajcarsko-niemieckim. Z nich dwa (*Anthericum liliago* i *Clematis vitalba*) nie są reprezentowane w tabelach zespołu *Quercus pubescens* — *Lathyrus versicolor* Klika (1932). Następujące gatunki charakterystyczne rzędu są poza tym wspólne *Querceto-Lithospermetum* i zarośłom w Bielinku, a nie występują w zespole czeskim:

Asperula tinctoria
Calamintha vulgaris
Digitalis grandiflora
Lathyrus niger
Peucedanum cervaria

Thalictrum minus
Veronica teucrium
Vincetoxicum officinale
Viola colina

Odwrotnie tylko *Anemone silvestris* występuje w Bielinku i w zespole J. Kliki, a brak go w *Querceto-Lithospermetum*. Wynika z tego, że łączenie interesującego nas zbiorowiska z zespołem *Quercus pubescens* — *Lathyrus versicolor* nie byłoby uzasadnione.

Pozostaje z kolei ustalić stosunek zbiorowiska z Bielinka do zespołu *Querceto-Lithospermetum* Br. - Bl. 1932. Odmienne od poglądu W. Libberta (1933) jesteśmy skłonni przyjąć, że kserotermiczne zarośla w Bielinku tworzą odrębny zespół spokrewniony z *Querceto-Lithospermetum* J. Brauna - Blanqueta, ale z nim nie identyczny. Wskazują na to następujące fakty:

1. Niskie wartości współczynników podobieństwa florystycznego między zbiorowiskiem z Bielinka a tabelami ze Szwajcarii i Niemiec (28%, 26%), podczas gdy wzajemne podobieństwo tych ostatnich wyraża się wartością $P = 51\%$.

2. Brak najlepszych gatunków charakterystycznych, jak *Acer opulus*, *Coronilla coronata*, *C. emerus*, *Helleborus foetidus*, *Thesium bavarum* i inne. Występujące w Bielinku gatunki podawane nieraz za charakterystyczne dla *Querceto-Lithospermetum* (*Lithospermum purpureo-coeruleum*, *Quercus pubescens* a także *Anthericum lilago*) występują jednak w licznych innych zespołach rzędu *Quercetalia pubescentis*, tak że uważane być muszą za charakterystyczne dla związku lub rzędu i co najwyżej wyróżniają grupę zespołów południowych.

3. Brak w interesującym nas zbiorowisku wielu gatunków charakteryzujących południową grupę zespołów rzędu *Quercetalia pubescentis*, do której należy *Querceto-Lithospermetum*. Z gatunków charakterystycznych należy wymienić *Bupleurum falcatum*, *Dictamnus albus*, *Ligustrum vulgare*, *Melampyrum cristatum*, *Sorbus aria* i *S. torminalis*, z towarzyszących przede wszystkim *Sesleria calcaria* i *Teucrium chamaedrys*.

4. Obecność w omawianym zbiorowisku gatunków o charakterze kontynentalnym należących do boreomeridionalnego pasa zasięgów nie występujących w *Querceto-Lithospermetum* Europy środkowej. Należą tu m. in. z charakterystycznych *Vicia cassubica*, *V. tenuifolia*, *Viscaria vulgaris* a z towarzyszących *Ajuga genevensis*, *Galium verum*, *Rosa tomentosa*, *Campanula sibirica*, *Dianthus carthusianorum*, *Agrimonia eupatoria*, *Linum catharticum*. Obecność tych gatunków zbliża zbiorowisko z Bielinka do pozostałych zespołów polskich: *Coryleto-Peucedanetum* i *Querceto-Potentilletum*.

5. Oprócz wyżej wymienionych następujące gatunki wyróżniają zbiorowisko z Bielinka w stosunku do szwajcarsko-niemieckiego *Querceto-Lithospermetum* wskazując równocześnie na związki florystyczne z polskimi zespołami ciepłolubnych dąbrów:

Asparagus officinalis
Campanula rapunculoides
Geum urbanum
Moehringia trinervia

Pimpinella saxifraga
Salvia pratensis
Turritis glabra
Ulmus campestris.

Przytoczone fakty wskazują, że różnice florystyczne zbiorowiska w Bielinku w stosunku do *Querceto-Lithospermetum* Braun - Blanka - Queta mają cechy nie tylko negatywne, co uważać by można po prostu za przejaw zubożenia, ale także i pozytywne, wynikające z istotnych różnic ekologicznych (klimatycznych) oraz będące następstwem swojej historii rozwoju flory tego zbiorowiska. Uważamy, że kserotermicznych zarośli w Bielinku nad Odrą nie można identyfikować z zespołem *Querceto-Lithospermetum* Br. - Bl. 1932 i że należy je wyróżnić jako odrębną asocjację. Dla zbiorowiska tego zaproponowaliśmy nazwę *Querceto-Lithospermetum subboreale*, podkreślającą zarówno istotne cechy strukturalno-florystyczne, jak i geograficzną odrębność zespołu.

Querceto-Lithospermetum subboreale nie ma gatunków charakterystycznych w znaczeniu terytorialnym. Niemniej jednak wyodrębnia się bardzo dobrze dzięki gatunkom, które lokalnie odznaczają się najwyższym stopniem wierności w stosunku do tego zbiorowiska. Wartość tych lokalnych gatunków charakterystycznych powiększa fakt ścisłej izolacji geograficznej omawianego zespołu. Brak gatunków charakterystycznych w sensie terytorialnym nie jest w tym przypadku przeszkodą w wyróżnieniu zespołu, wskazuje tylko na jego reliktowy charakter.

Geobotaniczna odrębność *Querceto-Lithospermetum subboreale* w stosunku do pozostałych zespołów dąbrów ciepłolubnych występujących u nas przejawia się również w spektrum geograficzno-florystycznym. Wszystkie gatunki charakterystyczne i wyróżniające zespół należą do elementów południowych; zdecydowanie przeważa element przyśródziemnomorski, czyli europejsko-submeridionalno-oceaniczny. Tu należą takie gatunki, jak: *Anthericum liliago*, *Dorycnium herbaceum*, *Lithospermum purpureo-coeruleum*, *Quercus pubescens*, i *Stachys germanica*. Na drugim miejscu stoi element pontyjsko-pannoński, czyli submeridionalno-europejsko-kontynentalny (*Campanula bononiensis*, *Falcaria vulgaris*, *Inula germanica*). Jedynie *Clematis vitalba* reprezentuje element południowo-europejsko-podgórsko-środkowo-europejski wg klasyfikacji H. Meusela (1943). Ten typ spektrum geograficznego, w którym na pierwszy plan wysuwają się elementy submediterrańskie, odpowiada na ogół typowym zespołom rzędu *Quercetalia pubescentis*.

Querceto-Lithospermetum subboreale jest niewątpliwie zespołem reliktowym. Wskazuje na to fakt, że liczne gatunki, a wśród nich większość charakterystycznych, występują tu na stanowiskach wyspowych daleko oderwanych od zwartego zasięgu. Przybyły one nad dolną Odrę w okresie postglacjalnego optimum klimatycznego prawdopodobnie z ostoi w Turynгии, na co wskazują stanowiska pośrednie. Brak takich stanowisk na Wyżynie Małopolskiej, Śląsku i ziemi lubuskiej przemawia przeciwko migracji przez Bramę Morawską z Czech. W zgodzie z tym pozostaje fakt silniejszych nawiązań florystycznych naszego zespołu do zbiorowisk południowo-niemieckich niż do zespołu czeskiego. Równocześnie jednak udział licznych gatunków boreomeridionalno-kontynentalnych, a zwłaszcza sarmackich, świadczy, że migracja niektórych elementów odbywała się wprost ze wschodu za pośrednictwem dolin dyluwialnych, a zwłaszcza toruńsko-eberswaldzkiej. W ten sposób swoisty skład florystyczny *Querceto-Lithospermetum subboreale* jest wynikiem syntezy różnych procesów geograficzno-roślinnych.

O reliktowym charakterze omawianego zespołu świadczy również analiza warunków siedliskowych odnośnych fitocenoz w Bielinku. Interesujące nas kserotermiczne zarośla występują na wystawionych ku południowi stromych zboczach doliny Odry w miejscu, gdzie na powierzchnię wychodzi podłoże wapienne. Odczyn gleby jest neutralny lub słabozasadowy. Decydującym czynnikiem dla utrzymania się tego południowego, wybitnie kserotermicznego zbiorowiska są lokalne warunki klimatyczne. Teren Bielinka leży na obszarze Odrzańskiej Krainy Stepowej, wg terminologii prof. S z a f e r a charakteryzującej się szczególnie niską sumą opadów 450 — 500 mm rocznie. Położenie topograficzne stwarza szczególne warunki mikroklimatyczne. K. H u e c k (1927) podaje interesujące wyniki pomiarów, z których wynika, że temperatura wierzchnich horyzontów gleby oraz przyziemnych warstw powietrza w zbiorowiskach kserotermicznych jest w okresie wegetacji w dzień znacznie wyższa, nocą zaś niższa aniżeli w sąsiednich płatach roślinności. Skutkiem znacznych wahań temperatury w przekroju dziennym mikroklimat nabiera cech swoistego kontynentalizmu. Silne nagrzewanie zwiększa również bardzo wydawnie zdolność ewaporacyjną powietrza wpływając w ten sposób na intensywność transpiracji.

Na podstawie powyższych uwag możemy stwierdzić, że *Querceto-Lithospermetum subboreale* na swoim jedynym znanym dotychczas stanowisku w Bielinku nad Odrą jest mikroklimatycznie i edaficznie uwarunkowanym zbiorowiskiem trwałym i wykazuje wszelkie cechy utworów reliktowych. Zbiorowisko to będące jedną z największych osobliwości naszej szaty roślinnej wymaga bezwzględnej ochrony.

d. *Quercetum podolicum* Szafer 1935.

Gatunki charakterystyczne dla zespołu (prowizorycznie)

- | | |
|--------------------------------------|--|
| V <i>Pulmonaria mollissima</i> Kern. | II <i>Ferulago silvatica</i> (Bess.) Rchb. |
| II <i>Agrimonia pilosa</i> Led. | II <i>Galium polonicum</i> Bł. |

Gatunki charakterystyczne związku *Quercion pubescentis* i rzędu *Quercetalia pubescentis*

- | | |
|--|---|
| IV <i>Calamintha vulgaris</i> (L.) Druce | III <i>Vicia tenuifolia</i> Roth. |
| IV <i>Carex montana</i> L. | III <i>Viola mirabilis</i> L. |
| IV <i>Lathyrus niger</i> (L.) Bernh. | II <i>Laserpitium latifolium</i> L. |
| IV <i>Symphytum tuberosum</i> L. | II <i>Laserpitium pruthenicum</i> L. |
| IV <i>Viburnum lantana</i> L. | II <i>Trifolium alpestre</i> L. |
| III <i>Chrysanthemum corymbosum</i> L. | II <i>Vincetoxicum officinale</i> Mnch. |
| III <i>Digitalis grandiflora</i> Mill. | I <i>Campanula persicifolia</i> L. |
| III <i>Melittis melissophyllum</i> L. | I <i>Clematis recta</i> L. |
| III <i>Potentilla alba</i> L. | I <i>Viola collina</i> Bess. |

Gatunki charakterystyczne rzędu *Fagetalia*

- | | |
|--------------------------------------|---|
| V <i>Cerasus avium</i> (L.) Moench | IV <i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott. |
| V <i>Galium Schultesii</i> Vest. | IV <i>Ranunculus auricomus</i> L. |
| V <i>Galium verum</i> Scop. | III <i>Carpinus betulus</i> L. |
| V <i>Lathyrus vernus</i> (L.) Bernh. | III <i>Dactylis Aschersoniana</i> Graebn. |
| V <i>Sanicula europaea</i> L. | III <i>Lilium martagon</i> L. |
| IV <i>Actaea spicata</i> L. | II <i>Milium effusum</i> L. |
| IV <i>Carex digitata</i> L. | II <i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All. |
| IV <i>Daphne mezereum</i> L. | |

Gatunki charakterystyczne klasy *Querceto-Fagetea*

- | | |
|--|---|
| V <i>Cornus sanguinea</i> L. | III <i>Salvia glutinosa</i> L. |
| V <i>Geum urbanum</i> L. | III <i>Thalictrum aquilegifolium</i> L. |
| V <i>Scrophularia nodosa</i> L. | II <i>Acer campestre</i> L. |
| V <i>Viola silvestris</i> Rchb. | II <i>Anemone nemorosa</i> L. |
| IV <i>Crataegus monogyna</i> Jacq. | II <i>Asarum europaeum</i> L. |
| IV <i>Prunus spinosa</i> L. | II <i>Bromus Beneckeni</i> (Lange) Syme |
| IV <i>Rubus caesius</i> L. | II <i>Chaerophyllum aromaticum</i> L. |
| III <i>Aegopodium podagraria</i> L. | II <i>Corylus avellana</i> L. |
| III <i>Brachypodium silvaticum</i> (Huds.) | II <i>Lonicera xylosteum</i> L. |
| Roem et Schult. | II <i>Pulmonaria obscura</i> Dum. |
| III <i>Moehringia trinervia</i> (L.) Clairv. | |

Gatunki charakterystyczne klasy *Vaccinio-Piceetea*

- | | |
|------------------------------|-----------------------------------|
| II <i>Populus tremula</i> L. | III <i>Betula verrucosa</i> Ehrh. |
|------------------------------|-----------------------------------|

Gatunek charakterystyczny klasy *Festuco-Brometea*

- | |
|-------------------------------|
| IV <i>Agrimonia eupatoria</i> |
|-------------------------------|

Gatunki towarzyszące

- | | |
|-------------------------------------|---|
| V <i>Ajuga reptans</i> L. | V <i>Vicia dumetorum</i> L. |
| V <i>Astragalus glycyphyllos</i> L. | IV <i>Chaerophyllum temulum</i> L. |
| V <i>Convallaria maialis</i> L. | IV <i>Galeopsis tetrahit</i> L. |
| V <i>Fragaria vesca</i> L. | IV <i>Majanthemum bifolium</i> (L.) F. W. Schm. |
| V <i>Galium aparine</i> L. | IV <i>Melandryum rubrum</i> (Weig.) Garcke |
| V <i>Quercus robur</i> L. | IV <i>Primula officinalis</i> (L.) Hill. |
| V <i>Urtica dioica</i> L. | |

IV <i>Veronica chamaedrys</i> L.	III <i>Polygonatum latifolium</i> (Jacq.) Desf.
IV <i>Vicia sepium</i> L.	II <i>Angelica silvestris</i> L.
III <i>Anthriscus silvester</i> (L.) Hoffm.	II <i>Carex contigua</i> Hoppe
III <i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth.	II <i>Cimicifuga europaea</i> Szpicz.
III <i>Betonica officinalis</i> L.	II <i>Crepis praemorsa</i> (L.) Tsch.
III <i>Dryopteris spinulosa</i> (Müll.) O. Kuntze	II <i>Galium cruciata</i> (L.) Scop.
III <i>Euphorbia angulata</i> Jacq.	II <i>Lactuca stricta</i> W. K.
III <i>Filipendula hexapetala</i> Gilib.	II <i>Peucedanum oreoselinum</i> (L.) Moench.
III <i>Listera ovata</i> (L.) R. Br.	II <i>Ranunculus Steveni</i> Andrz.
III <i>Pirus communis</i> L.	II <i>Rosa canina</i> L.
III <i>Poa nemoralis</i> L.	II <i>Rubus saxatilis</i> L.
III <i>Poa pratensis</i> L.	II <i>Taraxacum officinale</i> Web.

Opisany przez W. Szafera (1935) z Podola zachodniego zespół *Quercetum podolicum* jest zbiorowiskiem leśnym z dobrze wykształconą warstwą drzew, złożoną głównie z dębu szypułkowego. Zwarcie koron wynosi przeciętnie 60%, jest więc dostatecznie duże, by zapewnić warunki rozwoju roślinności typowo leśnej. Zbiorowisko to reprezentuje dotychczas, niestety, tylko jedna tabela złożona z pięciu zdjęć; stąd charakterystyka florystyczno-fitosocjologiczna tego nadęder ciekawego zespołu ma wartość tymczasową.

Zbiorowisko to jest wyodrębnione florystycznie wyraźnie od pozostałych zespołów dąbrów ciepłolubnych. Lokalnie wyróżnia się w stosunku do innych zbiorowisk udziałem licznych gatunków w mniejszym lub większym stopniu przywiązanych do niego. W. Szafer (1935) wymienia 21 gatunków jako lokalnie charakterystyczne. Kilka z nich wykazuje pewien stopień wierności w szerszym terytorialnym znaczeniu. Zaliczamy tu (prowizorycznie) *Agrimonia pilosa*, *Ferulago silvatica*, *Galium polonicum* a zwłaszcza *Pulmonaria mollissima*. Reprezentują one wschodnie kontynentalne elementy naszej flory.

Quercetum podolicum odznacza się szczególnie dużym udziałem gatunków z rzędu *Fagetalia*, tak że nawet powstać mogłaby kwestia co do przynależności systematycznej omawianego zespołu. *Cerasus avium*, *Galium Schultesii*, *Galium verum*, *Lathyrus vernus* i *Sanicula europaea* należą do składników stałych; ogólna liczba gatunków z tej grupy występujących w dąbrowie podolskiej wynosi 24. *Quercetum podolicum* zdaje się zatem być zbiorowiskiem przejściowym między rzędami *Fagetalia* a *Quercetalia pubescentis*. Jest to wynikiem między innymi tego, że w omawianym zbiorowisku skutkiem dość znacznego zwarcia koron warunki świetlne kształtują się mniej korzystnie dla heliofilnych gatunków z rzędu *Quercetalia pubescentis* niż w innych zespołach tego rzędu, a sprzyjają pojawianiu się typowo leśnych, bardziej wytrzymałych na ocienienie elementów grądów i buczyn. To samo dotyczy gatunków charakterystycznych klasy *Querceto-Fagetea*, które występują w dąbro-

wie podolskiej również obficie niż w innych porównanych zespołach ciepłolubnych dąbrów.

Większe zacinienie dna lasu jest również przyczyną nikłego udziału gatunków murawowych z klasy *Festuco-Brometea* w stopniu nie spotykanym w innych zbiorowiskach omawianego rzędu. Jedynie *Agrimonia eupatoria* występuje często; poza tym jako sporadyczną domieszkę spotykamy 3 gatunki.

Bardzo znamieny jest znikomy udział elementów borowych. Brak zupełnie gatunków z rzędu *Vaccinio-Piceetalia* i klasy *Vaccinio-Piceetea* (s. str.). Występują tylko z rzadka niektóre gatunki, zaliczane u nas do flory borów, a na zachodzie uważane za słabo charakterystyczne dla związku *Quercion roboris*; są to *Betula verrucosa* i *Populus tremula* oraz trafiające się sporadycznie *Hieracium sabaudum* i *Pteridium aquilinum*.

Quercetum podolicum nawiązuje do zbiorowisk grupy południowej. Spośród gatunków charakterystycznych wskazuje na to między innymi poważna rola, jaką w składzie dąbrowy podolskiej grają *Viburnum lantana* i *Symphytum tuberosum*. Pierwszy z nich stanowi element submediterrański, występujący poza *Quercetum podolicum* stale w *Querceto-Lithospermetum* a niezbyt często w *Quercetum pubescentis praecarpaticum*; drugi należy do grupy gatunków południowo-wschodnich, występuje stale w *Quercetum pubescentis praecarpaticum* i wskazuje na związki genetyczno-florystyczne dąbrowy podolskiej z tym zespołem.

Florystyczną odrębność zespołu *Quercetum podolicum* podkreśla jeszcze obecność szeregu gatunków towarzyszących, dobrze wyróżniających omawiany zespół w skali terytorialnej. Są to po większej części gatunki dość rzadkie, z reguły reprezentujące wschodni, kontynentalny typ zasięgu. Należą tu:

<i>Cimicifuga europaea</i>	<i>Lactuca stricta</i>
<i>Crepis praemorsa</i>	<i>Polygonatum latifolium</i>
<i>Euphorbia angulata</i>	<i>Ranunculus Steveni</i> i inne.

Również do wyróżniających zaliczyć należy jeszcze

<i>Anthriscus silvestris</i>	<i>Melandryum rubrum</i>
<i>Galium cruciata</i>	<i>Salvia glutinosa</i>
<i>Listera ovata</i>	<i>Vicia dumetorum</i> .

Jest rzeczą wysoce prawdopodobną, że w wyniku szerszego i dokładniejszego zbadania zespołów roślinnych Podola niektóre z wymienionych gatunków uznać trzeba będzie w przyszłości za charakterystyczne dla *Quercetum podolicum*.

W końcu podnieść należy jako znamieny rys dąbrowy podolskiej znaczną rolę elementów sarmackich. Ograniczając się do gatunków charakterystycznych i wyróżniających wymienimy *Agrimonia pilosa*, *Cimicifuga europaea*, *Crepis praemorsa*, *Galium polonicum*, *Lathyrus niger*, *Potentilla alba*, *Viola collina*. Gatunki te podkreślają wschodni, kontynen-

talny charakter *Quercetum podolicum* a równocześnie wskazują na to, że na rozwój historyczny dąbrowy podolskiej wpływały różne procesy geobotaniczne i że jej skład florystyczny jest wynikiem syntezy różnych kierunków i fal migracyjnych.

Quercetum podolicum występuje na północnej płytowej części Podola zachodniego oraz na zachodnim („leśnym“) Pokuciu. Porasta gleby gliniaste i lessowe typu zdegradowanych czarnoziemów. Poziom wyługowania wapna w dolnej części horyzontu akumulacji zaznacza się wyraźnie. Gleby są bardzo słabo zakwaszone; odczyn w warstwie powierzchniowej waha się od pH 6,0 do pH 6,8; na głębokości 60 cm — ok. pH 5,8.

Według W. S z a f e r a (1935) *Quercetum podolicum* stanowi na najważniejszej części Podola zachodniego zespół klimaksowy; jedynie w obszarze „ciepłego“ Podola naddniestrzańskiego ustępuje miejsca asocjacji *Querceto-Carpinetum podolicum*.

e. *Querceto-Lithospermetum podolicum* S z a f e r (1935).

Według badań W. S z a f e r a (1935) na Podolu Zachodnim występuje jeszcze jeden zespół ciepłolubnej dąbrowy, a mianowicie pontyjska dąbrowa ściankowa — *Querceto-Lithospermetum podolicum*. Z zespołu tego opublikowano niestety tylko jedno zdjęcie, toteż trudno wyrobić sobie bliższy pogląd na jego strukturę fitosocjologiczną. W każdym razie nie ulega wątpliwości, że mamy tu do czynienia z odrębną asocjacją. Wskazuje na to obecność szeregu gatunków pontyjskich, które być może mają wartość gatunków charakterystycznych:

Acer tataricum L.

Scutellaria altissima L.

Asparagus tenuifolius Lam.

Viola cyanea Cel.

Lathyrus pannonicus (Kram.) Garcke

W porównaniu z *Quercetum podolicum* omawiany zespół przedstawia znacznie bardziej typowe zbiorowisko z rzędu *Quercetalia pubescentis*. Domieszka gatunków z rzędu *Fagetalia* gra minimalną rolę. Zespół ten należy bezwzględnie do południowej grupy asocjacji ciepłolubnych dąbrów, jak o tym świadczy obecność następujących gatunków, nie występujących w *Quercetum podolicum*:

Bupleurum falcatum

Lithospermum purpureo-coeruleum

Cornus mas

Melica picta

Dictamnus albus

Sorbus torminalis.

Cornus mas i *Melica picta* wskazują, że najbliższym spokrewnionym zbiorowiskiem jest czeski zespół *Quercus pubescens* — *Lathyrus versicolor*, a nie szwajcarskie *Querceto-Lithospermetum*. Różnice między zespołem czeskim a pontyjską dąbrową ściankową są jednak na tyle istotne, że nie może być mowy o identyfikowaniu tych obu zbiorowisk.

Querceto-Lithospermetum podolicum znane jest z Podola zachodniego z nielicznych stanowisk. Porasta strome ścianki jarów o ekspozycji S.

lub SW — suche, słoneczne i silnie nagrzewane. Gleba ma charakter rędziny, jest neutralna lub słabo alkaliczna ($\text{pH} = 7,0 - 7,4$). W. Szafer (1935) uważa ten zespół za zbiorowisko reliktowe, utrzymujące się w określonych położeniach topograficznych dzięki zbiegowi szczególnie korzystnych czynników mikroklimatycznych i glebowych.

5. STRESZCZENIE

1. Systematyczno-fitosocjologiczne porównanie zbiorowisk ciepłolubnych dąbrów w Polsce i krajach sąsiednich przeprowadzane za pomocą metod statystycznych wykazało, że wszystkie występujące na północ od łuku sudecko-karpackiego zespoły rzędu *Quercetalia pubescentis* różnią się bardzo istotnie od analogicznych zbiorowisk południowo-środkowo-europejskich i w związku z tym można mówić w obrębie związku *Quercion pubescentis* o grupie zespołów północnych (sarmackich) przeciwstawiając je grupie zespołów południowych.

2. Ustalono, że na obszarze na północ od Karpat i Sudetów znanych jest 5 zespołów dąbrów ciepłolubnych, których systematyka przedstawia się następująco:

Klasa: *Querceto-Fagetea* Br. - Bl., Vlieg. 1937.

Rząd: *Quercetalia pubescentis-sessiliflorae* (Tx. 1951) Malc. 1935.

Związek: *Quercion pubescentis-sessiliflorae* Br. - Bl. 1931.

- Zespół: 1. *Querceto-Lithospermetum subboreale* Mat. 1955.
 2. *Coryleto-Peucedanetum cervariae* Kozłowska 1925.
 3. *Querceto-Potentilletum albae* Libert 1933.
 a. *Qu.-Pot. albae typicum* Preissing 1943.
 em. Mat. 1956.
 b. *Qu.-Pot. albae trollietosum* A. Mat. 1955.
 4. *Quercetum podolicum* Szafer 1935.
 5. *Querceto-Lithospermetum podolicum* Szafer 1935.

W granicach państwowych PRL występują tylko trzy pierwsze zespoły.

3. Poszczególne zespoły różnią się wyraźnie florystycznie i fizjonomicznie, a także pod względem typu zasięgu gatunków charakterystycznych i wyróżniających:

w *Querceto-Lithospermetum subboreale* przeważa element przyśródziemnomorski (europejsko-submeridionalno-oceaniczny);

w *Coryleto-Peucedanetum cervariae* przeważa element submeridionalno-kontynentalny a w szczególności pontyjsko-pannoński;

w *Querceto-Potentilletum albae* na pierwszy plan wysuwa się element boreomeridionalno-kontynentalny, a w szczególności sarmacki.

4. Poszczególne zespoły wykazują zjawisko geograficznego wikaryzmu, jeśli chodzi o ich zasięgi.

5. Przeważna większość zespołów rzędu *Quercetalia pubescentis* występujących na północ od Karpat i Sudetów ma charakter utworów reliktowych. Niektóre z nich, jak *Querceto-Lithospermetum subboreale* i *Querceto-Lithospermetum podolicum*, występują w ogóle fragmentarycznie na oderwanych stanowiskach. Jedynie *Quercetum podolicum* uważane jest na pewnym obszarze za zbiorowisko klimaksowe.

Zakład Ekologii Roślin U. W

(Wpłynęło 1.VI.1955 r.)

ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit bringen wir eine vorläufige pflanzensoziologisch-systematische Synthese der polnischen xerothermen Eichenwälder als Resultat eines statistisch-floristischen Vergleiches des gesammten verfügbaren Tabellenmaterials. Nach der ähnlichen Bearbeitung der azidophilen Eichenmischwälder von Matuszkiewicz W. und Polakowska M. (1955) ist das der zweite Beitrag zur Klärung der systematischen Verhältnisse der Waldgesellschaften von Polen. Was die methodische Seite unserer Mitteilung anbetrifft, mögen wir auch auf die angeführte Arbeit anweisen.

Die xerothermen Eichenwälder und -gebüsch, welche der *Quercetalia pubescentis*-Ordnung einzureihen sind, treten zerstreut durch das ganze mitteleuropäische Gebiet nördlich vom sudetisch-karpathischen Bogen vor, ohne irgendwo eine flächenmässig grössere Rolle zu spielen. Die pflanzensoziologische Erforschung dieser eigenartigen Gesellschaften ist bei uns noch recht bescheiden. Aus dem in Frage kommenden Gebiet wurden bisher nur wenige Tabellen veröffentlicht. Es sind: 3 Tabellen aus der Kleinpolnischen Hochebene von A. Kozłowska (1925, 1928) und A. Medwecka-Kornaś (1952); 1 Tabelle aus der Neumark von W. Libbert (1933); 4 Tabellen aus der Umgegend von Posen (F. Celiński 1953, T. Krotoska 1953, H. Piotrowska 1950, H. und T. Wojterscy 1953); 2 Sammeltabellen von E. Preissing (1943) aus dem Wartheland; 1 Tabelle aus dem Dünengebiet bei Warschau von H. Juraszek (1928); 1 Tabelle aus dem Urwald von Białowieża von A. Matuszkiewicz (1955) und 1 Tabelle aus West-Podolien von W. Szafer (1935). Einzelne Aufnahmen liegen aus dem Naturschutzgebiet Bellinchen a. d. Oder (K. Hueck 1927, W. Libbert 1933) und aus Südwest-Podolien (W. Szafer 1935) vor. Dazu kommt noch eine unveröffentlichte Tabelle Celiński's aus dem Flaumeichenbusch bei Bellinchen. Aus dem ganzen Gebiet standen uns insgesamt 172 pflanzensoziologische Aufnahmen zur Verfügung.

Zum Vergleich haben wir noch einige mitteleuropäische *Quercion pubescentis* — Gesellschaften mitberücksichtigt, und zwar:

1. 8 Aufnahmen von J. F u t á k (1947) aus der Slowakei (*Quercetum pubescentis praecarpaticum*);
2. 10 Aufnahmen von J. K l i k a (1933) und
3. 12 Aufnahmen von J. K l i k a (1932) — beide Tabellen stammen aus dem Böhmischem Mittelgebirge und beziehen sich auf die *Quercus pubescens-Lathyrus versicolor* — Assoziation;
4. 5 Aufnahmen von K. K u h n (1937) aus der Schwäbischen Alb (*Querceto-Lithospermetum*);
5. 12 Aufnahmen von J. B r a u n - B l a n q u e t (1932) aus der Schweiz (*Querceto-Lithospermetum*).

Alle genannten Tabellen wurden zusammengestellt und in Bezug auf ihre floristische Verwandtschaft statistisch verglichen. Ein anschauliches Bild der Ähnlichkeitsverhältnisse geben graphische Darstellungen (s. Fig. 1. — Seite 61 und Fig. 2. — Seite 62).

Die nachfolgende floristische Analyse ergab, dass die untersuchten Tabellen ein soziologisch recht uneinheitliches Material darstellen. Man kann deutlich 7 Einheiten von Assoziationswert unterscheiden. Diese verteilen sich in 2 Gruppen: die eine umfasst südliche (ausländische) Gesellschaften (Tabellen 1, 2, 3, 4, 5); zu der anderen dagegen gehören die Assoziationen, welche nördlich vom Sudeten-Karpathen-Bogen auftreten (Tabellen 6 — 19). Ueber die floristischen Unterschiede der betreffenden Gesellschaften geben Auskunft tabellarische Darstellungen, welche dem polnischen Text beigelegt sind (Tabelle 1. und 2.). Sowohl einzelne Assoziationen als auch deren Gruppen sind floristisch gut charakterisiert. Als territoriale Differentialarten der südlichen („submediterranen“) Gruppe sind zu nennen:

a) Charakterarten

<i>Bupleurum falcatum</i>	<i>Melampyrum cristatum</i>
<i>Cornus mas</i>	<i>Primula officinalis</i> var. <i>canescens</i>
<i>Dictamnus albus</i>	<i>Quercus pubescens</i>
<i>Ligustrum vulgare</i>	<i>Sorbus aria</i>
<i>Lithospermum purpureo-coeruleum</i>	<i>Sorbus torminalis</i>

b) Begleiter

<i>Hippocrepis comosa</i>	<i>Sesleria calcaria</i>
<i>Rosa gallica</i>	<i>Teucrium chamaedrys</i> .

Als Differentialarten der nördlichen („sarmatischen“) Assoziationsgruppe mögen folgende Arten genannt werden:

a) Charakterarten

<i>Viscaria vulgaris</i>
<i>Vicia tenuifolia</i>
<i>Laserpitium pruthenicum</i>

b) Begleiter

<i>Acer platanoides</i>	<i>Dianthus carthusianorum</i>
<i>Asperula odorata</i>	<i>Geum urdanum</i> ,
<i>Galeobdolon luteum</i>	<i>Moehringia trinervia</i>
<i>Hieracium sabaudum</i>	<i>Sanicula europaea</i>
<i>Agrimonia eupatoria</i>	<i>Veronica officinalis</i>

<i>Phleum Boehmeri</i>	<i>Frangula alnus</i>
<i>Salvia pratensis</i>	<i>Galium verum</i>
<i>Veronica spicata</i>	<i>Hypericum perforatum</i>
<i>Ajuga genevensis</i>	<i>Rosa tomentosa</i>
<i>Astragalus glycyphyllos</i>	<i>Taraxacum officinale</i>
<i>Campanula rapunculoides</i>	<i>Thymus pulegioides</i>
<i>Evonymus verrucosa</i>	

Südliche Gruppe wird also durch mächtigen Anteil von submediterranen, und zwar submediterranen Elementen gekennzeichnet; für die nördliche Gruppe sind Arten des boreomeridional-kontinentalen Areal-typenkreises besonders charakteristisch.

Im floristischen Gefüge der nördlichen Assoziationsgruppe fällt ein nicht unbedeutender Anteil von *Querceto-Fagetea*-, *Festuco-Brome-tea*-, aber auch *Vaccinio-Piceetea*-Arten besonders auf. Daraus folgt, dass die *Quercetalia pubescentis*-Ordnung durch Assoziationen der südlichen Gruppe in typischer Form vertreten wird; die nördlichen Gesellschaften stellen verarmte Ausbildungsformen in der Grenzzone des Ordnungsareals dar.

Unsere Vergleichsuntersuchungen haben gezeigt, dass nördlich von den Karpathen und Sudeten 5 getrennte Assoziationen der xerothermen Eichenwälder vorkommen. Ihre systematische Stellung verhält sich folgendermassen:

Klasse: *Querceto-Fagetea* Br. - Bl., Vlieg. 1937.

Ordnung: *Quercetalia pubescentis-sessiliflorae* (Tx. 1931) Malc. 1935.

Verband: *Quercion pubescentis-sessiliflorae* Br. - Bl. 1931.

Assoziationen: 1. *Querceto-Lithospermetum subboreale* Mat. 1955.

2. *Coryleto-Peucedanetum cervariae* Kozłowska 1925.

3. *Querceto-Potentilletum albae* Libbert 1933.

a. *Qu.-Pot. albae typicum* (Preiss. 1943) em. Mat. 1956.

b. *Qu.-Pot. albae trollietosum* A. Mat. 1955.

4. *Quercetum podolicum* Szafer 1935.

5. *Querceto-Lithospermetum podolicum* Szafer 1935.

Das floristische Gefüge der genannten Assoziationen unter Berücksichtigung ihrer ökologischen und areal-geographischen Verhältnisse wurde im polnischen Text eingehend analysiert. Dasselbst sind auch die synthetischen Tabellen der betreffenden Gesellschaften zu finden. Wir wollen nur die einzelnen Assoziationen hier in aller kürzester Form charakterisieren.

1. *Querceto-Lithospermetum subboreale* Mat. 1956. (Assoziationstabelle s. Seite 54-5). Zu dieser Assoziation gehören Phytozönosen welche den Flaumeichenbusch in Bellinchen a. d. Oder bilden. Sie wurden von K. Hueck (1927) und von W. Libbert (1933) eingehend beschrieben und vorläufig dem *Querceto-Lithospermetum* Br. - Bl. 1932. zugeordnet. Die systematische Stellung der betreffenden Gesellschaften war aber unsicher, solange nur vereinzelte Aufnahmen und lose Beobachtungen vorlagen. Erst in der letzten Zeit wurde von Celiński ein grösseres Aufnahmемaterial gesammelt und tabellarisch zusammengestellt worden.

Auf Grund einer floristisch-systematischen Analyse dieser anderswo noch nicht veröffentlichten Tabelle lässt sich feststellen, dass der Flaumeichenbusch von Bellinchen stark von der süddeutsch-schweizerischen Assoziation abweicht und sich in gewisser Hinsicht den übrigen polnischen *Quercion pubescentis* — Gesellschaften nähert. Alle territorialen Charakterarten des *Querceto-Lithospermetums* B r. - B l. 1932. wie *Acer opalus*, *Coronilla coronata*, *C. emerus*, *Helleborus foetidus*, *Thesium bavarum* u. a. fehlen der bellinchener Gesellschaft überhaupt. *Lithospermum purpureo-coeruleum* und *Quercus pubescens* dürfen nicht als solche bewertet werden, weil sie in manchen *Quercion pubescentis* — Assoziationen mit $\pm$ ähnlicher Stetigkeit, Abundanz und Vitalität vorzukommen pflegen. Nur *Anthericum lilago* deutet auf eine nähere Verwandtschaft der beiden Gesellschaften hin.

Andererseits gibt es im unseren Bestand einige sarmatische Elemente wie *Vicia cassubica*, *Vicia tenuifolia*, *Viscaria vulgaris* und eine Reihe von Begleitern (*Ajuga genevensis*, *Galium verum*, *Rosa tomentosa*, *Campanula sibirica*, *Dianthus carthusianorum*, *Agrimonia eupatoria*, *Linosyris vulgaris*), welche die nördliche Gesellschaftsgruppe charakterisieren.

Die floristischen und geographisch-dynamischen Unterschiede der Gesellschaft von Bellinchen sind, unseres Erachtens, so tiefgreifend, dass es uns unzweckmässig scheint diese Gesellschaft bloss als eine äusserst verarmte Form von *Querceto-Lithospermetum* B r. - B l. 1932. zu bewerten; wir halten für besser sie als eine der genannten Assoziation recht verwandte, aber dennoch selbständige Einheit zu trennen. Für diese schlagen wir die Benennung *Querceto-Lithospermetum subboreale* vor.

Trotz Mangel an Charakterarten von territorialer Bedeutung ist die Gesellschaft lokal gut fassbar dank der Anwesenheit von einigen Verbandsarten, welche sich hier durch die höchsten Treuegrade auszeichnen. Als solche lokale Charakterarten sind *Anthericum lilago*, *Lithospermum purpureo-coeruleum*, *Quercus pubescens* und wahrscheinlich auch *Clematis vitalba* zu nennen. Dazu kommen noch einige regionalgefasste Differenzialarten, und zwar *Campanula bononiensis*, *Dorycnium herba-ceum*, *Falcaria vulgaris*, *Inula germanica* und *Stachys germanica*.

Zur scharfen floristisch-soziologischen Fassung des *Querceto-Lithospermetum subboreale* trägt eine strenge geographisch-ökologische Isolierung der betreffenden Bestände bei.

Querceto-Lithospermetum subboreale ist eine der typischsten *Quercion pubescentis* — Gesellschaften der sarmatischen Gesellschaftsgruppe, was ja auch im geographischen Spektrum der Charakter- und Differenzialarten zum Ausdruck kommt. Unter diesen überwiegen submediterrane (submeridional-ozeanisch-europäische) Elemente; ihnen folgen pontisch-pannonische (submeridional-kontinental-europäische) Arten. Diese Verteilungsart ist für die meisten *Quercion pubescentis* — Gesellschaften besonders charakteristisch.

2. *Coryleto-Peucedanetum cervariae* K o z ł o w s k a 1925. (Assoziations-tabelle s. Seite 41-2-3) wurde von A. K o z ł o w s k a (1925, 1928) und von A. M e d w e c k a - K o r n a ś (1925) aus der Kleinpolnischen Hochebene beschrieben. Es stellt einen thermo- und basiphilen Busch mit dominierender Haselnuss dar. Die soziologische Selbständigkeit der Gesellschaft wird durch einige submeridional-kontinentale Arten gewährleistet, welche

als recht gute territoriale Charakterarten gelten können. Es sind *Cytisus capitatus*, *Cytisus ruthenicus* und *Inula hirta*. Als Differentialarten den übrigen verglichenen Assoziationen gegenüber mögen folgende Pflanzen genannt werden: *Festuca sulcata*, *Festuca duriuscula*, *Evonymus verrucosa*, *Arabis arenosa* (schwach), *Arabis hirsuta* und *Thymus glabrescens*.

Für das *Coryleto-Peucedanetum* ist ein bedeutender Anteil von Trockenrasenelementen (*Festuco-Brometea*) besonders bezeichnend. Das hängt mit gegenseitigen Kontakt — und dynamischen Verhältnissen der beiden Gesellschaften zusammen.

Nach R. Tüxen (1952) ist *Coryleto-Peucedanetum* der *Prunetalia spinosae*-Ordnung einzureihen. Da die betreffenden Hecken- und Waldsaumgesellschaften bei uns noch soziologisch so gut wie ganz unbekannt sind, halten wir vorläufig bisherige systematische Anordnung der xerothermen Gebüsche bei.

3. *Querceto-Potentilletum albae* Libbert 1933. (Assoziationstabelle s. Seite 45-6-7). Diese von W. Libbert treffend ausgeschiedene Assoziation ist als verarmte nordöstlichste Form des Verbandes aufzufassen. Sie ist im nordpolnischen Flachlande vom Südwest-Pommern (W. Libbert 1933) über Umgebung von Posen (F. Celiński 1953, T. Krotoska 1953, H. Piotrowsa 1950, E. Preissing 1943, H. u. T. Wojterscy 1953) und von Warschau (H. Juraszek 1928) bis zum Urwald von Białowieża (A. Matuzkiewicz 1955) verhältnismässig weitverbreitet. Nach der eingenommenen Fläche ist *Querceto-Potentilletum* der wichtigste Vertreter des *Quercion pubescentis*-Verbandes in Polen.

Als territoriale Assoziationscharakterarten nennen wir *Vicia cassubica*, *Ranunculus polyanthemos* und *Pulmonaria angustifolia*. Sie gehören meist zu dem boreomeridional-kontinentalen („sarmatischen“) Element. Im übrigen wird die in Frage kommende Waldgesellschaft durch einen mächtigen Anteil von sarmatischen Elementen gekennzeichnet. Dadurch wird die pflanzensoziologische Eigenart des *Querceto-Potentilletums* auch von der areal-geographischen Seite her beleuchtet.

Seinem Verbreitungsbereich entsprechend trägt *Querceto-Potentilletum* einen deutlich subborealen Charakter. Manche südliche Arten, welche noch im *Coryleto-Peucedanetum* vorkommen, bleiben hier aus. Es sind *Anemone silvestris*, *Chrysanthemum corymbosum*, *Clematis recta*, *Cotoneaster integerrima*, *Cytisus nigricans*, *Inula conyza* und *Viola collina*. Dafür treten oligotrophe, schwach azidophile boreale Arten hervor. Bezeichnend für das *Querceto-Potentilletum* ist ein bedeutender Zuschlag von Nadelwaldelementen. Folgende *Vaccinio-Piceetalia* — und *Vaccinio-Piceetea* — Arten erreichen hier höhere Stetigkeitsgrade (V — III):

<i>Vaccinium myrtillus</i>	<i>Pteridium aquilinum</i>
<i>Melampyrum pratense</i>	<i>Solidago virga-aurea</i>
<i>Betula verrucosa</i>	<i>Sorbus aucuparia</i>
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	<i>Veronica officinalis</i> .
<i>Entodon Schreberi</i>	

Durch Degradierung infolge einseitiger Wirtschaftsmassnahmen werden einzelne Bestände in fast reine, soziologisch schwer fassbare Kiefernforste umgewandelt.

Unter den Begleitern gibt es auch solche, die als regionale Differentialarten des *Querceto-Potentilletums* betrachtet werden können. Hier über-

wiegen auch schwach azidophile, oligo-mezotrophe Arten: *Agrostis vulgaris*, *Anthoxanthum odoratum*, *Galium boreale*, *Luzula pilosa*, *Oxalis acetosella*, *Scorzonera humilis* u. a.

Wie die Resultate unseres statistisch-floristischen Vergleiches zeigen wird die in Frage kommende Assoziation einer deutlichen regionalen Variabilität unterworfen. Die westlichen, wartheländischen Bestände stellen eine typische Ausbildungsform dar. Wir fassen sie als *Querceto-Potentilletum albae typicum* zusammen. Diese Subassoziation wird u. a. durch einige xerotherme Arten, wie *Asperula tinctoria*, *Vincetoxicum officinale*, *Viola hirta*, gewisse *Festuco-Brometea* — und *Prunetalia*-Elemente gekennzeichnet. Dieser Gesellschaft wird das von A. Matuszkiewicz (1955) aus dem Urwald von Białowieża beschriebene *Querceto-Potentilletum albae trollietosum* als eigene Subassoziation gegenübergestellt. Diese subboreale Form wird durch eine ganze Reihe ausgezeichneter Differentialarten, wie *Trollius europaeus*, *Geranium silvaticum*, *Aquilegia vulgaris*, *Serratula tinctoria*, *Picea excelsa*, *Trientalis europaea* und viele anderen charakterisiert. Die floristische Differenzierung des *Querceto-Potentilletums* wird durch die beigelegte Tabelle 3. zum Vorschein gebracht.

4. *Quercetum podolicum* Szafer 1935. (Assoziationstabelle s. Seite 60-1). Die von W. Szafer (1935) aus West-Podolien beschriebene Assoziation stellt ein Zwischenglied der *Quercetalia pubescentis*- und *Fagetalia*-Gesellschaften dar. Elemente der letztgenannten Ordnung sind stark vertreten. Fünf von ihnen (*Cerasus avium*, *Galium Schultesii*, *Galium verum*, *Lathyrus vernus* und *Sanicula europaea*) gehören zu den steten Arten. Der mächtige Zuschlag von *Fagetalia*- aber auch *Querceto-Fagetea*-Arten hängt wahrscheinlich mit dem verhältnismässig hohen Kronenschluss der betreffenden Bestände zusammen.

Quercetum podolicum stellt zweifelsohne eine selbständige Assoziation dar. Als territoriale Charakterarten nennen wir *Pulmonaria mollissima*, *Agrimonia pilosa*, *Ferulago silvatica* und *Galium polonicum*. Dazu kommen noch einige Begleiter, welche eine gewisse Bindung an diese Gesellschaft zeigen. Es sind meist (wie auch die Charakterarten) östliche, kontinentale Elemente:

Cimicifuga foetida

Crepis praemorsa

Euphorbia angulata

Lactuca stricta

Polygonatum latifolium

Ranunculus Steveni u. a.

Der südöstliche Charakter des *Quercetum podolicum* wird durch den Anteil von *Viburnum lantana* und *Symphytum tuberosum* noch im wesentlichen gesteigert.

Quercetum podolicum ist auf dem nord-westlichen Plateau des sogenannten „kalten“ Podoliens weit verbreitet. Von W. Szafer (1935) wird diese Assoziation für das betreffende Gebiet als klimatisch bedingte Schlussgesellschaft aufgefasst.

a *Querceto-Lithospermetum podolicum* Szafer 1935 (fragm.). Obwohl wir nur über eine einzige Aufnahme der betreffenden Gesellschaft verfügen, besteht doch über deren Selbständigkeit kein Zweifel. Dies wird durch die Anwesenheit von solchen ausgezeichneten pontischen Arten, wie *Acer tataricum*, *Asparagus tenuifolius*, *Lathyrus pannonicus*, *Scu-*

tellaria altissima und *Viola cyanea* gewährleistet. Wir möchten dieselben als territoriale Assoziationscharakterarten betrachten.

Die Gesellschaft gehört entschieden zur südlichen Assoziationsgruppe; dafür zeugen folgende Differentialarten: *Bupleurum falcatum*, *Cornus mas*, *Dictamnus albus*, *Lithospermum purpureo-coeruleum*, *Melica picta*, *Sorbus torminalis* und *Viburnum lantana*. *Quercus pubescens* und *Anthericum liliago* fehlen.

Querceto-Lithospermetum podolicum bildet einen xerothermen Busch auf sonnigen, südexponierten Kalkhängen der südpodolischen Schluchten. Es ist nur fragmentarisch entwickelt und demzufolge vorläufig noch nicht genügend erforscht.

Fast alle geschilderten Wald- und Buschgesellschaften tragen ausgeprägten Reliktencharakter. *Querceto-Lithospermetum subboreale* und *Querceto-Lithospermetum podolicum* kommen überhaupt nur fragmentarisch auf getrennten, ihrer topographischen Lage wegen besonders begünstigten Fundorten vor. *Coryleto-Peucedanetum cervariae* und *Querceto-Potentilletum albae* stellen geographisch vikarierende, mikroklimatisch und edaphisch bedingte Dauergesellschaften dar. Nur *Quercetum podolicum* soll in einem engbegrenzten, nach Südosten vorgeschobenen Gebiet als eine Klimaxgesellschaft aufgefasst werden.

L I T E R A T U R A

- Braun - Blanquet J., 1932, Zur Kenntnis nordschweizerischer Waldgesellschaften, Beih. Bot. Centralbl. 49. Erg. Bd.: 7—42.
- Celiński F., 1953, Czynniki glebowe a roślinność kserotermiczna Wielkopolskiego Parku Narodowego, Prace Monogr. nad Przyr. Wlkp. Parku Narod. pod Poznaniem 2.8.: (191)—(251).
- Czeczottowa H., 1948, O rezerwacie leśno-stepowym w Bielinku nad Odrą. Chrońmy przyrodę ojczystą 4.5/6.: 3—11.
- Czubiński Z., 1948, Stosunki florystyczne południowo-wschodniej części Pojezierza Brodnickiego. Pozn. Tow. Przyj. Nauk. Wydz. Mat.-przyr. Kom. Biolog. 11.3: (297)—(361).
- Czubiński Z., 1950, Zagadnienia geobotaniczne Pomorza. Badania Fizjograficzne nad Polską zachodnią, 2.4: 439—658. Wydawn. Pozn. Tow. Przyj. Nauk.
- F u t á k J., 1947, Xertermá vegetácia Skupiny Knažneho Stola. 258pp. Spolok Sv. Vojtecha v Trnave.
- Hueck K., 1927, Die Pflanzenwelt, in publikacji Das v. Keudellsche Naturschutzgebiet Bellinchen a. d. O. Neudamm.
- Juraszek H., 1928, Pflanzensoziologische Studien über die Dünen bei Warschau. Bull. Acad. Polon. Sc. Sér. B.: 565—610.
- Klika J., 1932, Lesy v xerothermni oblasti Čech. Sborn. Česko-slov. Acad. Zeměd. 7.
- Klika J., 1933, Studien über die xerotherme Vegetation Mitteleuropas. II. Xerotherme Gesellschaften in Böhmen. Beih. Bot. Centralbl. 50. Abt. 2.
- Klika J., 1937, Xerotherme und Waldgesellschaften der Westkarpathen (Brezover Berge). Beih. Bot. Centralbl. 57. B.: 295—342.
- Kobendza R., 1930, Stosunki Fitosocjologiczne Puszczy Kampinoskiej. 200 pp. Warszawa — nakł. Tow. Nauk. Warsz.

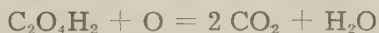
- Kornaś J., 1950, Revue systematique et spectres de la biologie florale des associations végétales rocheuses du Jura Cracovien, Bull. Acad. Polon. Sc. Sér. B. Sc. Nat. (I) 1949.: 85—97.
- Kozłowska A., 1925, La variabilité de *Festuca ovina* L. en rapport avec la succession des associations steppiques du plateau de la Petite Pologne, Bull. Acad. Polon. Sc., Sér. B.: 325—377.
- Kozłowska A., 1928, Etudes phyto-sociologiques sur la végétation des roches du plateau de la Petite-Pologne, Bull. Acad. Polon. Sc., Sér. B. Suppl. II.: 1—56.
- Krotoska T., 1953, Zespoły leśne Parku Natury w Promnie pod Poznaniem. Pozn. Tow. Przyj. Nauk — Wyd. Mat.-przyr. Prace Kom. Biolog., 14,3: (63) — (114).
- Kuhn K., 1937, Die Pflanzengesellschaften im Neckargebiet der Schwäbischen Alb. 340 pp. Öhringen, Hohenlohesche Buchhandlung Ferdinand Rau.
- Kulesza W., 1921, Skupienia roślinne w okolicy Piotrkowa Trybunalskiego. Kosmos 43—44.: 123—153.
- Libbert W., 1933, Die Vegetationseinheiten der neumärkischen Staubeckenlandschaft. 2. Teil, Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg 74,3: 229—348.
- Matuszkiewicz A., 1955, Stanowisko systematyczne i tendencje rozwojowe dąbrów białowieskich, Acta Soc. Bot. Pol., 24,2: 217—252.
- Matuszkiewicz A., Matuszkiewicz W., 1954, Wstępna charakterystyka fitosocjologiczna lasu „Ruda“ w Puławach, Ekologia Polska 2,1: 5—22.
- Matuszkiewicz W., Polakowska M., 1955, Materiały do fitosocjologicznej systematyki borów mieszanych w Polsce, Acta Soc. Bot. Pol., 24,2: 179—216.
- Medwecka-Kornaś A., 1952, Zespoły leśne Jury Krakowskiej. Ochrona Przyrody 20.: 133—236.
- Meusel H., 1943, Vergleichende Areaikunde XII + 466/XII + 92 pp. Berlin — Zehlendorf, Gebrüder Bornträger.
- Mroczkiewicz L., 1952, Podział Polski na krainy i dzielnice przyrodniczo-leśne. 120 pp. Warszawa, PWRiL.
- Piotrowska H., 1950, Materiały do znajomości szaty leśnej Wielkopolskiego Parku Narodowego. Prace Monogr. nad Przyr. Wlkp. Parku Narod. pod Poznaniem. 2,5.: (111)—(141).
- Preissing E., 1943, Die Waldgesellschaften des Warthe- und Weichsellandes. Arbeiten aus der Zentralstelle für Vegetationskartierung des Reiches. Als Manuskript vervielfältigt.
- Szafer W., 1935, Las i step na zachodnim Podolu, Rozpr. Wyd. Mat.-przyr. P. A. U., 71. Dz. B. 1935. (Ser. III, t. 31) nr 2: (31)—(154).
- Szafer W., Kulczyński S., Pawłowski B., 1953, Rośliny Polskie, 1020 pp. Warszawa, PWN.
- Tüxen R., 1952, Hecken und Gebüsche. Mitt. Geogr. Gesellschaft in Hamburg. 50.: 85—117.
- Wojterscy H. i T., 1953, Roślinność Dziewiczej Góry pod Poznaniem. Pozn. Tow. Przyj. Nauk. — Wyd. Mat.-przyr. Prace Kom. Biolog., 14,4: (115)—(240).

Powiązanie anabolizmu z katabolizmem u *Pseudomonas extorquens* Bassalik

*The Relationship between Anabolism and Katabolism
in Pseudomonas extorquens Bassalik*

L. JANOTA

W 1913 r. ukazała się w „Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik“ praca Bassalika (1913) na temat bakterii rozkładających kwas szczawiowy. W pracy tej została wyjaśniona kwestia mineralizacji kwasu szczawiowego w glebie. W wyniku badań nad możliwością rozkładu szczawianów przez 90 różnych mikroorganizmów Bassalik stwierdził, że jedynie wyizolowany przez niego z odchodów dżdżownicy *Bacillus extorquens* rozkładał szczawiany szybko i zupełnie. Przy rozkładzie tym, który jak wykazał Bassalik, katalizowany jest przez ektoenzym, nie powstawały jako produkty uboczne ani kwasy tłuszczowe, ani alkohole, ani aldehydy. Z produktów gazowych rozkładu wykrył Bassalik jedynie dwutlenek węgla, natomiast nie wykrył tlenku węgla ani metanu. Bassalik wykonał również pomiary pochłanianego tlenu i wydzielanego dwutlenku węgla przez *B. extorquens* w czasie rozkładu szczawianów i na tej podstawie ułożył bilans energetyczny i węglowy. Stwierdził on, że ilość rozkładanego szczawianu wystarcza na pokrycie energetycznego zapotrzebowania bakterii. Ilość zużytego tlenu odpowiada ilości potrzebnej teoretycznie do utlenienia kwasu szczawiowego, natomiast ilość wydzielonego dwutlenku węgla jest dwukrotnie mniejsza niż wynikająca z równania:



Celem wyjaśnienia procesu syntezy materiałów komórkowych *B. extorquens*, Bassalik zbadał wzrost tych bakterii na pożywkach zawierających różne źródła węgla. Okazało się, że prócz kwasu szczawiowego źródłem węgla może być kwas malonowy, bursztynowy, oksaminowy, oksamid, kwas mezoksalowy, glioksalowy, formaldehyd, alkohol metylowy i etylowy, gliceryna, glukoza, rozcieńczony fenol, mocznik, alloksan. Brak natomiast było wzrostu na kwasie octowym.

Bassalik wziął pod uwagę trzy możliwe drogi przemian, którym ulega kwas szczawiowy:

- 1) redukcja kwasu szczawiowego do gliksalowego
- 2) rozpad kwasu szczawiowego na kwas mrówkowy i dwutlenek węgla
- 3) utlenienie kwasu szczawiowego z wytworzeniem dwutlenku węgla, który następnie zostanie zredukowany.

Omawiając powyższe hipotezy Bassalik stwierdził, że za redukcją kwasu szczawiowego do gliksalowego przemawia dobry wzrost i szybkie rozmnażanie *B. extorquens* na kwasie gliksalowym. Hipoteza druga jest najstabsza, ze względu na to, że *B. extorquens* rośnie gorzej na mrówczanie niż na szczawianie. Gdyby hipoteza trzecia była słuszna, metabolizm *B. extorquens*, organizmu rozkładającego sole kwasu szczawiowego, byłby podobny do metabolizmu bakterii autotroficznych, jak np. utleniających amoniak, siarkowodór itp., w tym sensie, że energia jest otrzymywana z utleniania prostego związku organicznego, jakim jest kwas szczawiowy, a nie z jakiegoś związku nieorganicznego, podczas gdy w procesach syntezy użytkowany jest węgiel pochodzący z redukcji dwutlenku węgla.

W 1948 r. Bhatti i Barker H. A. opublikowali pracę o wyizolowaniu nowej bakterii rozkładającej szczawiany, *Vibrio oxaliticus*. Znowu wysunęli oni zagadnienie wiązania dwutlenku węgla przez bakterie kwasu szczawiowego, ale zagadnienia tego nie rozwiązali. W 1948 r. zostały wyizolowane przez autorkę (Janota 1950) bakterie rozkładające szczawiany. Bakterie te okazały się identyczne pod względem morfologicznym i fizjologicznym z bakteriami wyizolowanymi i zbadanymi przez Bassalika. (W okresie, gdy Bassalik wyizolował i badał te mikroorganizmy, brak było ustalonej ogólnie przyjętej systematyki. W pracy swej Bassalik podawał, że według Fischera bakterie te powinny być zaliczone do *Bactrinium*, według Miguli do *Pseudomonas*, ale wobec panującego chaosu w systematyce można nazwać je po prostu *Bacillus*. Ja używam jednak nazwy rodzajowej *Pseudomonas*, jako zgodnej z obecnie przyjętą nomenklaturą Bergeya).

W pierwszym okresie badań nad *Pseudomonas extorquens*, tzn. w roku 1948/49 określiłam zużywanie kwasu szczawiowego przez te bakterie w zależności od ilości szczepionego materiału. Pozostawała jednak w dalszym ciągu nie sprawdzona nowszymi metodami, niezwykle ciekawa hipoteza Bassalika, czy *Ps. extorquens* zdolna jest do wiązania dwutlenku węgla kosztem energii uzyskanej ze szczawianu jako jedyne źródła węgla dodawanego do pożywki. Stwierdzenie, że jakiś organizm korzystający ze związku organicznego, zużywający ten związek, zdolny jest do wiązania dwutlenku węgla, możliwe jest albo przez stosowanie techniki izotopowej, albo przez bardzo dokładną analizę gazową. Nie mając możliwości zastosowania techniki izotopowej w pracy niniejszej, której celem było

kontynuowanie badań nad metabolizmem *Ps. extorquens*, ograniczyłam się do pomiarów gazowych metodą Warburga. Jednym z podstawowych założeń pracy było przyjęcie ścisłego powiązania między procesami katabolicznymi i anabolicznymi, gdyż łańcuchy reakcji prowadzące do syntezy materiału komórkowego rozpoczynają się od pewnych stadiów procesów dysymilacyjnych.

Twierdzenie to podkreślone przez van Niela w 1940 r. było oparte na wynikach prac szeregu badaczy, między innymi H. A. Barkera (1936), Giesbergera (1936) i Cliftona (1937). H. A. Barker badał utlenianie szeregu związków organicznych przez *Prototheca zopfii*. Potwierdził on na podstawie pomiarów manometrycznych, że nie ma proporcjonalności między ilością tlenu pobieranego w doświadczeniu, a ilością potrzebną do całkowitego spalania danego związku, wyliczoną teoretycznie. Barker postawił hipotezę, że związek utleniany przez *P. zopfii* nie ulega całkowitemu spalaniu, lecz część pośrednich produktów utleniania jest wykorzystana w procesie asymilacji.

Hipoteza Barkera została potwierdzona przez badania Giesbergera nad utlenianiem związków organicznych przez różne gatunki *Spirillum* i badania Cliftona nad utlenianiem również związków organicznych przez *Pseudomonas calco-acetica* i *Escherichia coli*.

Clifton starał się doprowadzić do całkowitego spalania kwasu octowego przez *Ps. calco-acetica* blokując różnymi truciznami komórkowymi procesy asymilacji. Wyniki jego badań były następujące:

- 1) fluorek sodu w stężeniu M/100 nie ma wpływu na utlenianie,
- 2) cyjanek potasu w stężeniu M/800 działa hamująco na intensywność pobierania tlenu, działanie to zmniejsza się z czasem,
- 3) jodooctan w stężeniu większym niż M/80000 zmniejsza intensywność pobierania tlenu,
- 4) jodooctan w stężeniu M/10000 do M/70000, azydek sodu w stężeniu M/600 do M/1000 i 2,4 dwunitrofenol w stężeniu M/4000 do M/8000 zwiększają zużycie tlenu do 90% ilości potrzebnej do zupełnego spalania octanu.

Te same trucizny komórkowe wpływają hamująco zarówno na procesy syntezy, jak i na procesy oddychania, jednakże niskie stężenia trucizn hamują oddychanie słabiej niż syntezę. Wpływ czynnika hamującego na pobieranie tlenu zależy nie tylko od utlenianego związku, lecz również od gatunku, a nawet od odmiany badanego organizmu.

Autorzy wyżej przytoczonych prac nie identyfikowali pośrednich produktów utleniania wchodzących później do syntezy. Stwierdzili tylko ich istnienie, opierając się między innymi na wynikach pomiarów manometrycznych wykazujących niezupełne utlenienie substratu oraz zwiększenie całkowitej ilości pobieranego tlenu przy zahamowaniu procesu syntezy.

Interpretację działania trucizn takich, jak 2,4 — dwunitrofenol (DNP), azydki, wodzian chloralu, gramicydyna, toksyna dyfterytyczna, podali po raz pierwszy Lardy i Elvehjem (1945). Autorzy ci wysunęli hipotezę, że związki powyższe, które hamują użytkowanie energii oddychania lub glikolizy, wstrzymują powstawanie wysokoenergetycznych związków fosforowych. Wpływ pobudzający tych ciał na glikolizę i oddychanie tłumaczą autorzy tym, że odpada zależność tych procesów od dopływu nieorganicznego fosforanu i ADP, które normalnie stanowią czynnik ograniczający szybkość glikolizy.

Przed oddaniem niniejszej pracy do druku jeszcze jeden raz zostały wyizolowane bakterie rozkładające szczawiany.

W 1953 r. J a y a s u r i y a (1954) referował pracę na zjeździe mikrobiologów brytyjskich na temat wyizolowania z ziemi bakterii rozkładających kwas szczawiowy różniących się pod względem pewnych cech fizjologicznych od *Pseudomonas extorquens* i *Vibrio oxaliticus*. J a y a s u r i y a podał omyłkowo, że bakterie wyizolowane przez autorkę, zostały nazwane *Ps. oxaliticus* i różnią się od *Bacillus extorquens* wyizolowanego przez B a s s a l i k a. Optymalne stężenie szczawianu potasu dla bakterii wyizolowanych przez J a y a s u r i y a wynosi 0,8 do 1%, jest więc blisko dziesięciokrotnie większe niż dla *Ps. extorquens*, dla którego optymalne stężenie szczawianu wynosi 0,12%. Jednakże na podstawie pomiarów wymiany gazowej J a y a s u r i y a stwierdził, że badane przez niego bakterie utleniają tylko 10% podanego szczawianu. Są one zdolne również do utleniania kwasu bursztynowego, fumarowego, jabłkowego, pyrogronowego, mlekowego, octowego, mrówkowego. Zdolności utleniające komórek zależne są od pożywki, na której bakterie wyrosły. Kwas monofluoroocetowy w stężeniu 0.001M hamuje utlenianie kwasu szczawiowego w 55%.

METODY

Oznaczanie pobierania tlenu oraz wydzielania dwutlenku węgla przez bakterie *Pseudomonas extorquens* przeprowadzono metodą bezpośrednią Warburga według opracowania U m b r e i t a i wsp. (1948).

Bakterie, których oddychanie badano w pożywce zawierającej szczawian amonu jako jedyne źródło węgla, hodowano w pożywce płynnej, zawierającej w 1 litrze wody destylowanej:

Pożywka A	K_2HPO_4	— 0,5 g
	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	— 0,1 g
	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	— 0,02 g
	NaCl	— 0,3 g
	$(COO)_2(NH_4)_2$	— 1,2 g

Bakterie, których oddychanie badano w pożywce z glukozą, hodowano w pożywce płynnej zawierającej w 1 litrze wody destylowanej:

Pożywka B	ekstrakt mięsny	— 3 g
	pepton	— 5 g
	glukoza	— 20 g

(pH pożywek wynosiło ok. 7)

Hodowlę prowadzono w temperaturze 27°C przez 11 — 12 dni. W miarę alkalizowania pożywki ze szczawianem amonu dodawano do niej kwasu szczawowego do zobojętnienia. Po 11 — 12 dniach bakterie odwirowywano, przemywano dwukrotnie wodą destylowaną i pozostawiano w wodzie destylowanej w temp. około 0°C przez 24 godziny. Po 24 godzinach bakterie przemywano po raz trzeci wodą destylowaną, odwirowywano, mokrą masę wkładano do naczynka Warburga, gdzie suszono je w próżni w temp. pokojowej.

Do pomiarów starano się używać jak najbardziej zbliżone ilości bakterii, a wszystkie otrzymane wyniki przeliczano na 10 mg suchej masy. Pożywki stosowane do pomiarów były identyczne z pożywkami, w których prowadzono hodowlę, przygotowano je w ilościach 2 ml na jedno naczynko Warburga. Do pochłaniania dwutlenku węgla stosowano 0,2 ml 20% KOH. Temperatura pomiarów wynosiła 27°.

Bakterie hodowano również w pożywkach nie zawierających organicznych związków węgla. Skład tych pożywek był następujący:

Pożywka C	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	— 0,5 ‰
	NaHCO_3	— 0,1 ‰
	K_2HPO_4	— 0,02‰
	MgCl_2	— 0,01‰
	NH_4Cl	— 0,04‰
	ślady żelaza	
	pH ok. 8	
Pożywka D	NaHCO_3	— 0,1 ‰
	K_2HPO_4	— 0,05‰
	NH_4Cl	— 0,04‰
	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	— 0,01‰
	ślady żelaza	
	pH ok. 7	
Pożywka E	NaCl	— 0,03‰
	K_2HPO_4	— 0,05‰
	NH_4Cl	— 0,04‰
	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	— 0,01‰
	ślady żelaza	
	pH ok. 7	

Do wszystkich trzech pożywek używano wodę podwójnie destylowaną oraz odczynniki chemicznie czyste. Hodowlę prowadzono w temp. 27°C. Azotyny i azotany wykrywano za pomocą reakcji barwnej z dwufenyloaminą w stężonym kwasie siarkowym. Zużycie amoniaku określano kolorymetrycznie (jakościowo) odczynnikiem Nesslera. Oznaczanie tiosiarczianów przeprowadzono za pomocą miareczkowania 0,01 n roztworem jodu.

BADANIA WYMIANY GAZOWEJ

Oznaczanie współczynnika oddechowego Ps. extorquens w pożywce ze szczawianem amonu

Pomiar wymiany gazowej bakterii znajdujących się w pożywce ze szczawianem amonu trwał 8 godzin, odczyty manometryczne dokonywano co 30 minut. Stwierdzono, że w ciągu całego doświadczenia 10 mg suchej masy bakterii pobrało 183,9 μl O_2 , wydzieliło 104,4 μl CO_2 . Wartości współczynnika oddechowego wzrastały od 0,28 do 0,61 (tabela 1). Bakterie utleniają nie tylko kwas szczawiowy, ale również substancje komórkowe oraz produkty autolizy komórek martwych. Otrzymane ilości pobranych mikrolitrów tlenu oraz wydzielonych mikrolitrów dwutlenku węgla są ilościami wypadkowymi procesu utleniania kwasu szczawiowego i utleniania wyżej wymienionych, nieokreślonych co do jakości i ilości składników komórkowych. Aby otrzymać te ilości gazów, które rzeczywiście odpowiadałyby utlenianiu samego kwasu szczawiowego, należy określić ilości gazów pobieranych i wydzielanych, gdy bakterie znajdują się w wodzie destylowanej. Przeprowadzono doświadczenie, w którym oznaczono ilość pobranego tlenu i wydzielonego dwutlenku węgla przez bakterie znajdujące się w wodzie destylowanej. Wyniki przedstawiono w tabeli 2. Stwierdzono, że w ciągu 8 godzin 10 mg suchej masy bakterii pobrało 100,2 μl O_2 , wydzieliło 41,2 μl CO_2 . Są to dość znaczne ilości oznaczonych gazów w porównaniu z ilościami przedstawionymi w tabeli 1. Poza tym przez pierwsze 2 godziny 30 minut dwutlenek węgla był pobierany przez bakterie, a nie wydzielany. Dopiero po tym czasie rozpoczęło się wydzielanie CO_2 i współczynnik oddechowy zaczął wzrastać od wartości 0,04 do wartości 0,41 po 8 godzinach doświadczenia.

Dla stwierdzenia, jakie ilości pobranego tlenu i wydzielonego dwutlenku węgla są związane z samym utlenianiem kwasu szczawiowego, od ilości pobranego tlenu i wydzielonego dwutlenku węgla w pożywce ze szczawianem odjęto ilości pobranego tlenu i wydzielonego dwutlenku węgla przez bakterie znajdujące się w wodzie destylowanej. Uzyskane wyniki przedstawiono w tabeli 3.

Wyliczono, że w okresie ośmiu godzin 10 mg suchej masy bakterii pobrało 83,7 μl O_2 , wydzieliło 63,2 μl CO_2 . W pierwszych dwóch godzinach doświadczenia wartość współczynnika oddechowego wynosiła około 2, po ośmiu godzinach spadła do 0,76.

Pobieranie dwutlenku węgla przez bakterie znajdujące się w wodzie destylowanej można by wytłumaczyć w następujący sposób. *Pseudomonas extorquens* są zdolne do redukcji dwutlenku węgla z powietrza (hipoteza postawiona przez K. Bassalika w 1909 r.). Gdy znajdują się one w pożywce zawierającej kwas szczawiowy, energię potrzebną do re-

Tabela 1

Pobieranie tlenu i wydzielanie dwutlenku węgla przez *Ps. extorquens* w pożywce ze szczawianem

The respiration of *Ps. extorquens* on oxalate

Czas time in hours	$\mu\text{l O}_2$	$\mu\text{l CO}_2$	$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$
0 ⁰⁰	—	—	—
0 ³⁰	— 9,0	+ 2,5	0,28
1 ⁰⁰	— 20,7	+ 8,9	0,43
1 ³⁰	— 24,4	+ 11,2	0,46
2 ⁰⁰	— 34,3	+ 16,4	0,48
2 ³⁰	— 47,8	+ 24,7	0,52
3 ⁰⁰	— 56,8	+ 28,9	0,51
3 ³⁰	— 67,6	+ 35,2	0,52
4 ⁰⁰	— 80,2	+ 42,5	0,53
4 ³⁰	— 92,8	+ 49,9	0,54
5 ⁰⁰	— 102,1	+ 55,9	0,55
5 ³⁰	— 110,9	+ 61,6	0,56
6 ⁰⁰	— 120,8	+ 68,4	0,57
6 ³⁰	— 132,5	+ 79,8	0,60
7 ⁰⁰	— 146,0	+ 88,1	0,60
7 ³⁰	— 159,5	+ 97,3	0,61
8 ⁰⁰	— 183,9	+ 104,4	0,57

Tabela 2

Pobieranie tlenu i wydzielanie dwutlenku węgla przez *Ps. extorquens* w wodzie destylowanej

Bakterie wyhodowane w pożywce ze szczawianem

The endogenous respiration of *Ps. extorquens*, grown on oxalate

Czas time in hours	$\mu\text{l O}_2$	$\mu\text{l CO}_2$	$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$
0 ⁰⁰	—	—	—
0 ³⁰	— 4,6	— 6,4	—
1 ⁰⁰	— 9,8	— 7,4	—
1 ³⁰	— 16,1	— 5,6	—
2 ⁰⁰	— 21,8	— 3,6	—
2 ³⁰	— 27,7	— 1,0	—
3 ⁰⁰	— 33,3	+ 1,5	0,045
3 ³⁰	— 41,0	+ 6,3	0,153
4 ⁰⁰	— 46,6	+ 8,7	0,187
4 ³⁰	— 54,1	+ 13,9	0,26
5 ⁰⁰	— 61,2	+ 18,2	0,30
5 ³⁰	— 67,1	+ 21,4	0,32
6 ⁰⁰	— 75,1	+ 26,0	0,35
6 ³⁰	— 80,9	+ 29,3	0,36
7 ⁰⁰	— 87,8	+ 33,9	0,39
7 ³⁰	— 94,9	+ 38,1	0,40
8 ⁰⁰	100,2	+ 41,2	0,41

T a b e l a 3

Różnice w ilości pobranego tlenu i wydzielonego dwutlenku węgla przez *Ps. extorquens* w pożywce ze szczawianem i w wodzie destylowanej

The differences between uptake of oxygen and output of carbon dioxide by *Ps. extorquens* on oxalate and on distilled water

Czas time in hours	$\mu\text{l O}_2$ pożywka substrate	$\mu\text{l O}_2$ H_2O	różnica diffe- rence	$\mu\text{l CO}_2$ pożywka substrate	$\mu\text{l CO}_2$ H_2O	różnica diffe- rence	$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$
0 ⁰⁰	—	—	—	—	—	—	—
0 ³⁰	— 9,0	— 4,6	4,4	+ 2,5	— 6,4	+ 8,9	2,02
1 ⁰⁰	— 20,7	— 9,8	10,9	+ 8,9	— 7,4	+ 16,3	1,50
1 ³⁰	— 24,4	16,1	8,3	+ 11,2	— 5,6	+ 16,8	2,03
2 ⁰⁰	34,3	21,8	12,5	+ 16,4	— 3,6	+ 20,0	1,60
2 ³⁰	47,8	27,7	20,1	+ 24,7	— 1,0	+ 25,7	1,28
3 ⁰⁰	56,8	33,3	23,5	+ 28,9	+ 1,5	+ 27,4	1,17
3 ³⁰	67,6	41,0	26,6	+ 35,2	+ 6,3	+ 28,9	1,09
4 ⁰⁰	80,2	46,6	33,6	+ 42,5	+ 8,7	+ 33,8	1,01
4 ³⁰	92,8	54,1	38,7	+ 49,9	+ 13,9	+ 36,0	0,93
5 ⁰⁰	102,7	61,2	41,5	+ 55,9	+ 18,2	+ 37,7	0,91
5 ³⁰	110,9	67,1	43,8	+ 61,6	+ 21,4	+ 40,2	0,92
6 ⁰⁰	120,8	75,1	45,7	+ 68,4	+ 26,0	+ 42,4	0,93
6 ³⁰	132,5	80,9	51,6	+ 79,8	+ 29,3	+ 50,5	0,98
7 ⁰⁰	146,0	87,8	58,2	+ 88,1	+ 33,9	+ 54,2	0,93
7 ³⁰	159,5	94,9	64,6	+ 97,3	+ 38,1	+ 59,2	0,90
8 ⁰⁰	183,9	100,2	83,7	+ 104,4	+ 41,2	+ 63,2	0,76

dukcji dwutlenku węgla uzyskują z utleniania kwasu. W wyniku tej redukcji wartość współczynnika oddechowego powinna być obniżona. Jednakże samo obniżanie wartości współczynnika nie może świadczyć o zdolności do redukcji dwutlenku węgla. Gdy bakterie *Ps. extorquens* znajdują się w wodzie destylowanej, energię potrzebną na redukcję dwutlenku węgla uzyskują przez spalanie materiałów komórkowych i zautolizowanych komórek. Wprawdzie i wtedy pewna ilość dwutlenku węgla powinna być wydzielona, ale ilość zredukowanego dwutlenku przewyższa początkowo ilość wydzielonego, tak że w efekcie następuje pobranie.

W celu potwierdzenia hipotezy zakładającej zdolność do redukcji dwutlenku węgla przez *Pseudomonas*, bakterie zaszczepiono do pożywek C, D i E nie zawierających organicznych związków węgla. We wszystkich trzech pożywkach wzrost rozpoczął się po 48 godzinach. Naprzód nastąpiło zmętnienie całej pożywki, następnie zaczęła się wytwarzać, jak normalnie na pożywce szczawianowej, delikatna błonka na dnie i ściankach naczynia. Przy poruszeniu błonka odrywała się i unosiła w płynie. Po tygodniu błonki w pożywce C i D zaczęły się zabarwiać na kolor różowy, w pożywce E pozostały bezbarwne.

W doświadczeniu powyższym stwierdzono dość dobry wzrost bakterii w pożywkach, które jako źródło węgla zawierały tylko nieorganiczne węglany, bądź w pożywce bezwęglowej, gdzie źródłem węgla mógł być tylko dwutlenek węgla z powietrza. Źródłem energii dla redukcji dwutlenku węgla nie było ani utlenianie tiosiarczanu (oznaczonego jodometrycznie), ani utlenianie amonu (wykazano brak azotynów i azotanów). Jedynie wykryto jakościowo ubytek amonu. Można przypuścić, że wobec tego źródłem energii dla rozmnażających się komórek było utlenianie zautolizowanego materiału, wprowadzonego przy szczepieniu wraz z komórkami żywymi.

Oznaczanie współczynnika oddechowego Ps. extorquens w pożywce z glukozą

Pomiar wymiany gazowej bakterii znajdujących się w pożywce z glukozą trwał 4 godziny, odczyty manometryczne dokonywano co 15 minut. Stwierdzono, że w ciągu całego doświadczenia ilość pobranych mikrolitrów tlenu w przeliczeniu na 10 mg suchej masy bakterii wyniosła 289,9 a ilość wydzielonych mikrolitrów dwutlenku węgla — 212,8. Wartości współczynnika oddechowego wzrosły z 0,58 do 0,73. Ilości pobrane w równych odstępach czasu, w pierwszej godzinie mniej więcej równe, zaczynają najprzód powoli, a w ostatniej godzinie szybko spadać (tabela 4). Stwierdzamy w tym doświadczeniu, że współczynnik oddechowy 0,58 — 0,73 jest niższy od współczynnika wyliczonego teoretycznie, równego 1. Wynik ten można by wytłumaczyć zużyciem części produktów

Tabela 4

Pobieranie tlenu i wydzielanie dwutlenku węgla przez *Ps. extorquens* w pożywce z glukozą

The respiration of *Ps. extorquens* on glucose

Czas time in hours	$\mu\text{l O}_2$	$\mu\text{l CO}_2$	$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$
0 ⁰⁰	—	—	—
0 ¹⁵	— 15,6	+ 9,0	0,58
0 ³⁰	— 44,9	+ 29,5	0,66
0 ⁴⁵	— 68,9	+ 42,3	0,61
1 ⁰⁰	— 94,9	+ 58,7	0,62
1 ¹⁵	— 121,0	+ 75,3	0,62
1 ³⁰	— 140,4	+ 87,0	0,62
1 ⁴⁵	— 160,4	+ 102,0	0,64
2 ⁰⁰	— 179,0	+ 126,6	0,65
2 ¹⁵	— 197,1	+ 131,4	0,67
2 ³⁰	— 214,4	+ 145,9	0,68
2 ⁴⁵	— 232,0	+ 161,0	0,69
3 ⁰⁰	— 248,2	+ 175,7	0,71
3 ¹⁵	— 262,7	+ 189,2	0,72
3 ³⁰	— 271,2	+ 196,8	0,73
3 ⁴⁵	— 280,7	+ 204,6	0,73
4 ⁰⁰	— 289,9	+ 212,8	0,73

Tabela 5

Pobieranie tlenu i wydzielanie dwutlenku węgla przez *Ps. extorquens* w wodzie destylowanej

Bakterie wyhodowane w pożywce z glukozą
The endogenous respiration of *Ps. extorquens*, grown on glucose

Czas time in hours	$\mu\text{l O}_2$	$\mu\text{l CO}_2$	$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$
0 ⁰⁰	—	—	—
0 ¹⁵	— 6,1	+ 5,6	0,92
0 ³⁰	— 12,0	+ 10,5	0,87
0 ⁴⁵	— 18,6	+ 15,5	0,83
1 ⁰⁰	— 24,1	+ 19,8	0,82
1 ¹⁵	— 30,0	+ 27,3	0,91
1 ³⁰	— 34,8	+ 27,5	0,79
1 ⁴⁵	— 41,1	+ 32,3	0,79
2 ⁰⁰	— 45,7	+ 36,2	0,79
2 ¹⁵	— 51,4	+ 40,5	0,79
2 ³⁰	— 56,4	+ 44,0	0,78
2 ⁴⁵	— 61,2	+ 47,4	0,77
3 ⁰⁰	— 66,1	+ 51,2	0,77
3 ¹⁵	— 70,2	+ 54,5	0,78
3 ³⁰	— 74,0	+ 57,5	0,78
3 ⁴⁵	— 78,6	+ 61,1	0,78
4 ⁰⁰	— 82,8	+ 64,4	0,78

rozkładu glukozy w syntezie nowych związków komórkowych. W tabeli 5 przedstawiono wyniki pomiarów wymiany gazowej bakterii znajdujących się w wodzie destylowanej. Oddychanie bakterii w wodzie destylowanej było już opisane uprzednio; różnica między doświadczeniami polegała na tym, że w pierwszym wypadku *Ps. extorquens* była hodowana w pożywce ze szczawianem, w drugim wypadku w pożywce z glukozą. Różnica ta spowodowała bardzo znaczne odchylenia w ilościach pobieranych i wydzielanych gazów oraz w ich wzajemnym stosunku. W okresie 4-godzinnym, gdy bakterie hodowane w pożywce z glukozą pobrały 82,8 μ l tlenu, wydzieliły 64,4 μ l dwutlenku węgla, bakterie hodowane w pożywce ze szczawianem pobrały 46,6 μ l tlenu, wydzieliły 8,7 μ l dwutlenku węgla. Gdy współczynnik oddechowy bakterii wyhodowanych w pożywce ze szczawianem był bardzo niski (początkowo ujemny, dwutlenek węgla był pobierany) i po czterech godzinach wynosił 0,19, współczynnik oddechowy bakterii wyhodowanych w pożywce z glukozą wahał się w granicach 0,92 — 0,78. Powyższe wyniki można by wytłumaczyć różnicami w ilości ewentualnie jakości materiałów zapasowych samych bakterii hodowanych na różnych pożywkach oraz różnym ich metabolizmem.

Zgodnie z założeniem postawionym na początku opisu części eksperymentalnej, aby otrzymać ilości gazów związane z utlenianiem tylko samej glukozy, od ilości pobranego tlenu i wydzielonego dwutlenku węgla w pożywce odjęto ilości pobranego tlenu i wydzielonego dwutlenku węgla przez bakterie znajdujące się w wodzie. Otrzymane wyniki przedstawiono w tabeli 6. W okresie czterogodzinnym, gdy bakterie na utlenianie kwasu szczawowego zużyły 33,6 μ l tlenu (tabela 3), na utlenianie glukozy zużyły 207,1 μ l tlenu (tabela 6). Gdy w wypadku pierwszym wartości współczynnika oddechowego spadły z 2,02 do 1,01, w drugim wzrastały od 0,36 do 0,72. Kwas szczawowy jest dużo silniej utlenionym związkiem niż glukoza. Aby całkowicie utlenić tę samą ilość wagową glukozy, co kwasu szczawowego, potrzeba około sześć razy więcej tlenu, co odpowiadałoby mniej więcej stosunkowi 207,1 : 33,6. Należy przy tym zaznaczyć, że ilość glukozy w pożywce branej do pomiarów wynosiła ok. 2%, ilość kwasu szczawowego ok. 0,1% (optymalna dla *Ps. extorquens*). Otrzymane wyniki wskazują na to, że szybkość utleniania glukozy była mniej więcej równa szybkości utleniania kwasu szczawowego, mimo że ilość glukozy była dwudziestokrotnie większa.

Należy tu zaznaczyć, że bardziej właściwe porównanie wymiany gazowej bakterii w pożywce ze szczawianem i z glukozą uzyskano by, gdyby pożywki te zawierały jednakowe ilości węgla i azotu. W pracy tej stosowano jednak pożywkę z 2% glukozy, peptonem i bulionem ze względu na wyjątkowo dobry wzrost hodowanych w niej bakterii, które od 1948 r. są przechowywane na agarze z glukozą.

T a b e l a 6

Różnice w ilości pobranego tlenu i wydzielonego dwutlenku węgla przez *Ps. extorquens* w pożywce z glukozą i wodzie destylowanej

The differences between uptake of oxygen and output of carbon dioxide by *Ps. extorquens* on glucose and on distilled water

Czas time in hours	$\mu\text{l O}_2$ pożywka substrate	$\mu\text{l O}_2$ H ₂ O	różnica diffe- rence	$\mu\text{l CO}_2$ pożywka substrate	$\mu\text{l CO}_2$ H ₂ O	różnica diffe- rence	CO ₂ O ₂
0 ⁰⁰	—	—	—	—	—	—	—
0 ¹⁵	— 15,6	— 6,1	— 9,5	+ 9,0	+ 5,6	+ 3,4	0,36
0 ³⁰	— 44,9	— 12,0	— 32,9	+ 29,5	+ 10,5	+ 19,0	0,58
0 ⁴⁵	— 68,9	— 18,6	— 50,3	+ 42,3	+ 15,5	+ 26,8	0,53
1 ⁰⁰	— 91,9	— 24,1	— 70,8	+ 58,7	+ 19,8	+ 38,9	0,55
1 ¹⁵	— 121,0	— 30,0	— 91,0	+ 75,3	+ 27,3	+ 48,0	0,53
1 ³⁰	— 140,4	— 34,8	— 105,6	+ 87,0	+ 27,5	+ 59,5	0,56
1 ⁴⁵	— 160,4	— 41,1	— 119,3	+ 102,0	+ 32,3	+ 69,7	0,58
2 ⁰⁰	— 179,0	— 45,7	— 133,3	+ 116,6	+ 36,2	+ 80,4	0,60
2 ¹⁵	— 197,1	— 51,4	— 145,7	+ 131,4	+ 40,5	+ 90,9	0,62
2 ³⁰	— 214,4	— 56,4	— 158,0	+ 145,9	+ 44,0	+ 101,9	0,64
2 ⁴⁵	— 232,0	— 61,2	— 170,8	+ 161,0	+ 47,4	+ 113,6	0,66
3 ⁰⁰	— 248,2	— 66,1	— 182,1	+ 175,7	+ 51,2	+ 124,5	0,68
3 ¹⁵	— 262,7	— 70,2	— 192,5	+ 189,2	+ 54,5	+ 134,7	0,70
3 ³⁰	— 271,2	— 74,0	— 197,2	+ 196,8	+ 57,5	+ 139,3	0,71
3 ⁴⁵	— 280,7	— 78,0	— 202,1	+ 204,6	+ 61,1	+ 143,5	0,71
4 ⁰⁰	— 289,9	— 82,8	— 207,1	+ 212,8	+ 64,4	+ 148,4	0,72

*Wpływ azydku sodu na metabolizm Ps. extorquens
w pożywce ze szczawianem amonu*

Doświadczenie mające na celu zbadanie wpływu azydku sodu na metabolizm *Ps. extorquens* było przeprowadzone analogicznie do doświadczenia, w którym oznaczono współczynnik oddechowy bakterii w pożywce ze szczawianem amonu, z tą różnicą, że do pożywki dodano azydku sodu w ilości M/400. Pomiar wymiany gazowej bakterii trwał 8 godzin, odczyty manometryczne dokonywano co 30 minut. Stwierdzono, że ilość pobranych μl tlenu w przeliczeniu na 10 mg suchej masy bakterii w ciągu całego doświadczenia wyniosła 93,1, ilość zaś wydzielonych μl dwutlenku węgla — 79,9. Wartości współczynnika oddechowego wzrastały od 0,78 do 0,86 (tabela 7). Dodanie azydku sodu w ilości M/400 do pożywki ze szczawianem spowodowało zmniejszenie ilości pobranego przez bakterie tlenu do 50,6%, ilości zaś wydzielonego dwutlenku węgla do 76,5%, w wyniku czego końcowa wartość współczynnika oddechowego wzrosła z 0,57 do 0,86. Przeprowadzono również pomiar wymiany gazowej bakterii znajdujących się w wodzie destylowanej z dodatkiem M/400 azydku sodu. I w tym wypadku stwierdzono hamujący wpływ azydku na pobieranie tlenu przez bakterie. Ilość pobranego tlenu równa 71,5 μl w przeliczeniu na 10 mg suchej masy stanowi 71,3% ilości tlenu pobranego przez bakterie w wodzie destylowanej bez azydku. Natomiast ilość wydzielonego dwutlenku węgla wzrosła do 50,8 μl , co stanowi 123,5% ilości dwutlenku węgla wydzielonego przez bakterie w wodzie destylowanej bez azydku. Na skutek powyższych zmian w ilościach pobranego tlenu i wydzielonego dwutlenku węgla współczynnik oddechowy wzrósł z wartości 0,41 do wartości 0,71. Wyniki powyższego doświadczenia przedstawiono w tabeli 8.

W tabeli 9 przedstawiono różnice w ilości pobranego tlenu i wydzielonego dwutlenku węgla przez bakterie znajdujące się w pożywce ze szczawianem i w wodzie destylowanej w obecności azydku sodu. Ilość tlenu zużytego na utlenienie kwasu szczawiowego spadła pod wpływem azydku do 21,6 μl (25,8%), ilość wydzielonego dwutlenku węgla do 29,1 μl (46%). Wartości współczynnika oddechowego, odpowiadające początkowo mniej więcej wartościom przy utlenianiu kwasu szczawiowego przez bakterie niezatrute, po dwu i pół godzinach od początku doświadczenia były stale wyższe. Po ośmiu godzinach współczynnik oddechowy bakterii zatrutych wynosił 1,35, niezatrutych 0,76. Na podstawie danych umieszczonych w tablicach: 1, 2, 3, 7, 8, 9 sporządzono trzy wykresy obrazujące wymianę gazową *Pseudomonas* niezatrutych i zatrutych azydkiem.

Na wykresie I przedstawiono pobieranie tlenu przez bakterie w pożywce ze szczawianem i w wodzie destylowanej. Dodanie azydku sodu

Tabela 7

Pobieranie tlenu i wydzielanie dwutlenku węgla przez *Ps. extorquens* w pożywce ze szczawianem z dodatkiem M/400 azydki sodu

The respiration of *Ps. extorquens* on oxalate in presence of M/400 sodium azide

Czas time in hours	$\mu\text{l O}_2$	$\mu\text{l CO}_2$	$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$
0 ⁰⁰	—	—	—
0 ³⁰	— 6,9	+ 5,6	0,81
1 ⁰⁰	— 12,6	+ 9,9	0,79
1 ³⁰	— 18,6	+ 14,6	0,78
2 ⁰⁰	— 25,1	+ 20,7	0,82
2 ³⁰	— 30,8	+ 24,9	0,81
3 ⁰⁰	— 37,0	+ 30,8	0,83
3 ³⁰	— 42,1	+ 34,5	0,82
4 ⁰⁰	— 47,8	+ 39,7	0,83
4 ³⁰	— 53,4	+ 44,9	0,84
5 ⁰⁰	— 59,0	+ 49,2	0,83
5 ³⁰	— 64,1	+ 52,8	0,82
6 ⁰⁰	— 69,8	+ 58,1	0,83
6 ³⁰	— 76,1	+ 65,0	0,85
7 ⁰⁰	— 83,6	+ 71,4	0,85
7 ³⁰	— 87,4	+ 74,5	0,85
8 ⁰⁰	— 93,1	+ 79,9	0,86

Tabela 8

Pobieranie tlenu i wydzielanie dwutlenku węgla przez *Ps. extorquens* w wodzie destylowanej z dodatkiem M/400 azydki sodu

Bakterie wyhodowane w pożywce ze szczawianem
The endogenous respiration of *Ps. extorquens*, grown on oxalate, in presence of M/400 sodium azide

Czas time in hours	$\mu\text{l O}_2$	$\mu\text{l CO}_2$	$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$
0 ⁰⁰	—	—	—
0 ³⁰	— 3,5	+ 0,8	—
1 ⁰⁰	— 8,3	+ 1,3	0,16
1 ³⁰	— 12,3	+ 4,2	0,34
2 ⁰⁰	— 15,9	+ 7,0	0,44
2 ³⁰	— 19,8	+ 9,1	0,46
3 ⁰⁰	— 24,5	+ 12,9	0,52
3 ³⁰	— 28,0	+ 15,5	0,55
4 ⁰⁰	— 30,9	+ 18,1	0,59
4 ³⁰	— 35,6	+ 21,7	0,61
5 ⁰⁰	— 39,8	+ 25,2	0,63
5 ³⁰	— 45,3	+ 29,7	0,66
6 ⁰⁰	— 50,5	+ 34,0	0,67
6 ³⁰	— 55,4	+ 37,7	0,68
7 ⁰⁰	— 60,5	+ 41,7	0,69
7 ³⁰	— 65,9	+ 46,5	0,70
8 ⁰⁰	— 71,5	+ 50,8	0,71

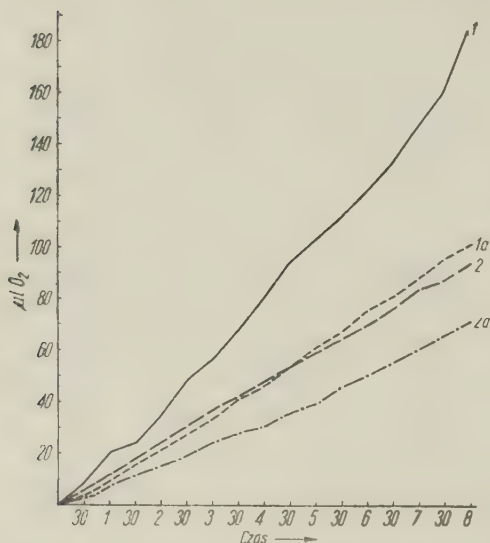
T a b e l a 9

Różnice w ilości pobranego tlenu i wydzielonego dwutlenku węgla przez *Ps. extorquens* w pożywce ze szczawianem i w wodzie destylowanej w obecności M/400 azydku sodu

The differences between uptake of oxygen and output of carbon dioxide by *Ps. extorquens* on oxalate and on distilled water, in presence of M/400 sodium azide

Czas time in hours	$\mu\text{l O}_2$ pożywka substrate	$\mu\text{l O}_2$ H ₂ O	różnica diffe- rence	$\mu\text{l CO}_2$ pożywka substrate	$\mu\text{l CO}_2$ H ₂ O	różnica diffe- rence	$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$
0 ⁰⁰	—	—	—	—	—	—	—
0 ³⁰	— 6,9	— 3,5	— 3,4	+ 5,6	— 0,8	+ 6,4	1,88
1 ⁰⁰	— 12,6	— 8,3	— 4,3	+ 9,9	+ 1,3	+ 8,6	2,00
1 ³⁰	— 18,6	— 12,3	— 6,3	+ 14,6	+ 4,2	+ 10,4	1,65
2 ⁰⁰	— 25,1	— 15,9	— 9,2	+ 20,7	+ 7,0	+ 13,7	1,49
2 ³⁰	— 30,8	— 19,8	— 11,0	+ 24,9	+ 9,1	+ 15,8	1,44
3 ⁰⁰	— 37,0	— 24,5	— 12,5	+ 30,8	+ 12,9	+ 17,9	1,43
3 ³⁰	— 42,1	— 28,0	— 14,1	+ 34,5	+ 15,5	+ 19,0	1,35
4 ⁰⁰	— 47,8	— 30,9	— 16,9	+ 39,7	+ 18,1	+ 21,6	1,28
4 ³⁰	— 53,4	— 35,6	— 17,8	+ 44,9	+ 21,7	+ 23,2	1,30
5 ⁰⁰	— 59,0	— 39,8	— 19,2	+ 49,2	+ 25,2	+ 24,0	1,25
5 ³⁰	— 64,1	— 45,3	— 18,8	+ 52,8	+ 29,7	+ 23,1	1,23
6 ⁰⁰	— 69,8	— 50,5	— 19,3	+ 58,1	+ 34,0	+ 24,1	1,25
6 ³⁰	— 76,1	— 55,4	— 20,7	+ 65,0	+ 37,7	+ 27,3	1,32
7 ⁰⁰	— 83,6	— 60,5	— 23,1	+ 71,4	+ 41,7	+ 29,7	1,29
7 ³⁰	— 87,4	— 65,9	— 21,5	+ 74,5	+ 46,5	+ 28,0	1,31
8 ⁰⁰	— 93,1	— 71,5	— 21,6	+ 79,9	+ 50,8	+ 29,1	1,35

spowodowało silniejsze zahamowanie pobierania tlenu w pożywce ze szczawianem niż w wodzie. Jak wynika z wykresu II, azydek sodu działał cały czas stymulująco na wydzielanie dwutlenku węgla przez bakterie



Wykres I. Pobieranie tlenu przez *Ps. extorquens* w pożywce ze szczawianem i w wodzie destylowanej.

The uptake of oxygen by *Ps. extorquens* on oxalate and in distilled water

1 — pobieranie tlenu w pożywce ze szczawianem
the uptake of oxygen on oxalate

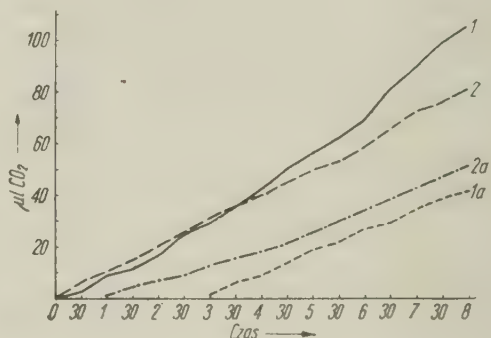
2 — pobieranie tlenu w pożywce ze szczawianem z dodatkiem M/400 azydku sodu

the uptake of oxygen on oxalate in presence of M/400 sodium azide

1a — pobieranie tlenu w wodzie destylowanej
the uptake of oxygen in distilled water

2a — pobieranie tlenu w wodzie destylowanej z dodatkiem M/400 azydku sodu

the uptake of oxygen in distilled water in presence of M/400 sodium azide



Wykres II. Wydzielanie dwutlenku węgla przez *Ps. extorquens* w pożywce ze szczawianem i wodzie destylowanej

The output of carbon dioxide by *Ps. extorquens* on oxalate and in distilled water

1 — wydzielanie dwutlenku węgla w pożywce ze szczawianem

the output of carbon dioxide on oxalate

2 — wydzielanie dwutlenku węgla w pożywce ze szczawianem z dodatkiem M/400 azydku sodu

the output of carbon dioxide on oxalate in presence of M/400 sodium azide

1a — wydzielanie dwutlenku węgla w wodzie destylowanej

the output of carbon dioxide in distilled water

2a — wydzielanie dwutlenku węgla w wodzie destylowanej z dodatkiem M/400 azydku sodu

the output of carbon dioxide in distilled water in presence of M/400 sodium azide

znajdujące się w wodzie, natomiast wydzielanie dwutlenku węgla przez bakterie w pożywce szczawianowej z początku słabo stymulował, zaś po trzech i pół godzinach zaczął hamować.

Na wykresie III przedstawiono pobieranie tlenu i wydzielanie dwutlenku węgla związane z samym utlenianiem kwasu szczawiowego. Azydek sodu zahamował zarówno pobieranie tlenu, jak i wydzielanie dwutlenku węgla, lecz wskutek tego, że intensywność hamowania była różna, w wypadku bakterii niezatrutych ilości wydzielonego dwutlenku węgla po 4 godzinach zaczynają być mniejsze niż ilości pobranego tlenu.

w wypadku bakterii zatrutych ilości wydzielonego dwutlenku węgla są stale większe niż ilości pobranego tlenu.

Ilości wydzielonego przez bakterie dwutlenku węgla związane są nie tylko z procesami utleniania, ale i z procesami syntezy. Wzmożenie procesu syntezy powinno spowodować zmniejszenie się ilości wydzielonego dwutlenku węgla, i na odwrót — zahamowanie, zwiększenie się ilości wydzielonego dwutlenku węgla. Jeżeli jakiś związek działałby na metabolizm organizmu w ten sposób, że nie wpływając na oddychanie zahamowałby całkowicie procesy syntezy, ilości wymienianych gazów powinnyby odpowiadać teoretycznie wyliczonym ilościom potrzebnym dla utleniania danego substratu. W wyżej przytoczonych doświadczeniach azydek sodu działał hamująco na procesy utleniania, jak i na procesy syntezy. Jednak wyraźne zwiększenie się współczynnika oddechowego świadczy o tym, że hamował on silniej procesy syntezy.

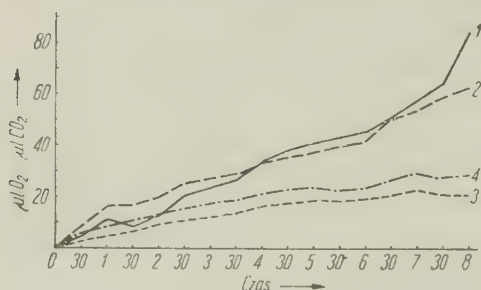
Wpływ azydku sodu na Ps. extorquens w pożywce z glukozą

Doświadczenia nad zbadaniem wpływu azydku sodu na metabolizm *Pseudomonas extorquens* zostały przeprowadzone analogicznie do wyżej opisanego doświadczenia, w którym oznaczono współczynnik oddechowy bakterii w pożywce z glukozą. Pomiar trwał cztery godziny, odczyty manometryczne dokonywano co 15 minut. Ilość dodanego azydku sodu wynosiła w doświadczeniu pierwszym M/600, w doświadczeniu drugim M/400, w doświadczeniu trzecim M/200.

Ilości pobranego tlenu i wydzielonego dwutlenku węgla przez *Ps. extorquens* w ciągu 4 godzin.

	Ilość pobranego O ₂ w μ l	Ilość pobranego O ₂ w %	Ilość wydzielonego CO ₂ w μ l	Ilość wydzielonego CO ₂ w %	$\frac{CO_2}{O_2}$
Bakterie w pożywce z glukozą					
Bez azydku	289,9	100	212,8	100	0,73
NaN ₃ = M/600	346,8	119,6	279,9	131,9	0,81
NaN ₃ = M/400	346,4	119,5	295,7	139	0,85
NaN ₃ = M/200	244,3	84,3	216,7	101,8	0,89
Bakterie w wodzie destylowanej					
Bez azydku	82,8	100	64,4	100	0,78
NaN ₃ = M/600	64,8	78,3	59,5	92,4	0,92
NaN ₃ = M/400	90,8	109,7	81,6	126,7	0,90
NaN ₃ = M/200	76,0	91,8	70,8	109,9	0,93
Ilości gazów związane z samym utlenianiem glukozy					
Bez azydku	207,1	100	148,4	100	0,72
NaN ₃ = M/600	282,0	136,1	220,4	148,5	0,78
NaN ₃ = M/400	255,6	123,4	214,1	144,3	0,84
NaN ₃ = M/200	168,3	81,3	145,9	98,0	0,87

W doświadczeniu pierwszym stwierdzono, że 10 mg suchej masy bakterii pobrało w ciągu 4 godzin 346,8 μl tlenu, tj. 119,6% w stosunku do ilości tlenu pobranego przez bakterie niezatrute, oraz wydzieliło 279,9 μl



Wykres III. Pobieranie tlenu i wydzielanie dwutlenku węgla przez *Ps. extorquens* związane z samym utlenianiem szczawianu

The differences between uptake of oxygen and output of carbon dioxide by *Ps. extorquens* on oxalate and in distilled water

- 1 — pobieranie tlenu — the uptake of oxygen
- 2 — wydzielanie dwutlenku węgla
the output of carbon dioxide
- 3 — pobieranie tlenu przez bakterie zatrute azydkiem w stężeniu M/400
the uptake of oxygen in presence of M/400 sodium azide
- 4 — wydzielanie dwutlenku węgla przez bakterie zatrute azydkiem w stężeniu M/400
the output of oxygen in presence of M/400 sodium azide

tlenu węgla do 220,4 μl , tj. do 148,5%. Końcowa wartość współczynnika oddechowego wzrosła z 0,72 do 0,78 (tabela 12).

W następnym doświadczeniu zastosowano większe stężenie azydku sodu M/400, które w efekcie końcowym podziało równie stymulująco na pobieranie tlenu przez bakterie znajdujące się w pożywce z glukozą, co stężenie M/600 (ogólna ilość tlenu pobranego w okresie 4 godzin wynosiła 346,4 μl). Ilość wydzielonego dwutlenku węgla wzrosła do 295,7 μl , tj. do 139%. Końcowa wartość współczynnika oddechowego wzrosła do 0,85 (tabela 13).

Większe stężenie azydku w wodzie destylowanej nie spowodowało zahamowania pobierania tlenu, a przeciwnie, podziało raczej stymulująco. Ilość μl tlenu pobrana przez 10 mg suchej masy bakterii w okresie 4 godzin wyniosła 90,8 μl , tj. 109,7% w stosunku do bakterii niezatrutych. Również ilość wydzielonego dwutlenku węgla wzrosła do 81,6 μl , tj. do

dwutlenku węgla, tj. 131,5% w stosunku do ilości dwutlenku węgla wydzielonego przez bakterie niezatrute. Końcowa wartość współczynnika oddechowego wzrosła od 0,73 do 0,81 (tabela 10).

10 mg suchej masy bakterii w wodzie destylowanej z dodatkiem M/600 azydku sodu pobrało w ciągu 4 godzin 64,8 μl tlenu, tj. 78,3% w stosunku do ilości tlenu pobranego przez bakterie niezatrute, oraz wydzieliło 59,5 μl dwutlenku węgla, tj. 92,4% w stosunku do ilości dwutlenku węgla wydzielonego przez bakterie niezatrute. Końcowa wartość współczynnika oddechowego wzrosła z 0,78 do 0,92 (tabela 11).

Ilość tlenu pobrana na samo utlenianie glukozy (wynikła z różnicy między ilością tlenu pobranego przez bakterie w pożywce z glukozą i w wodzie destylowanej) pod wpływem azydku sodu wzrosła do 282 μl , tj. do 136,1%, a ilość wydzielonego dwu-

126,7%. Wartości współczynnika oddechowego były mniej więcej takie same, jak wartości współczynnika w wodzie z mniejszym stężeniem azyd-ku, tym samym większe niż współczynnik oddechowy bakterii w wodzie destylowanej, więc niezatrutych (tabela 14).

Ilość tlenu pobrana na samo utlenianie glukozy zmniejszyła się pod wpływem większego stężenia azyd-ku do 255,6 μ l, była jednak w dalszym ciągu większa niż ilość pobrana przez bakterie niezatrute, stanowiła bowiem 123,4%. Ilość wydzielonego dwutlenku węgla spadła do 214,1 μ l, pozostając jednak również większą niż ilość wydzielona przez bakterie niezatrute — 144,3%. Końcowa wartość współczynnika oddechowego wzrosła w tym wypadku do 0,84 (tabela 15).

Największe stosowane stężenie azyd-ku wynosiło M/200. Taka ilość azyd-ku zahamowała pobieranie tlenu przez bakterie na pożywce z glukozą do 84,3% (ilość pobieranego tlenu w okresie 4 godzin wynosiła 244,3 μ l) oraz prawie nie zmieniła ogólnej ilości wydzielanego dwutlenku węgla. Współczynnik oddechowy wzrósł do 0,89 (tabela 16). W wodzie destylowanej stężenie azyd-ku M/200 lekko zahamowało pobieranie tlenu (ilość pobranego tlenu przez 10 mg suchej masy bakterii w wodzie z azyd-kiem wyniosła 76 μ l, tj. 91,8% w stosunku do ilości pobranej przez bakterie niezatrute). Ilość wydzielonego dwutlenku węgla, mimo że mniejsza niż przy stężeniu azyd-ku M/400, była jednak większa od ilości wydzielonej przez bakterie znajdujące się w wodzie bez azyd-ku. W okresie 4 godzin bakterie wydzieliły 70,8 μ l dwutlenku węgla, tj. 109,9%. Końcowa wartość współczynnika oddechowego wzrosła do 0,93 (tabela 17).

Ilość μ l tlenu wyliczona z różnicy między ilością pobranego tlenu przez bakterie w pożywce z glukozą i ilością pobranego tlenu przez bakterie w wodzie destylowanej przy zatruciu M/200 azyd-kiem sodu zmniejszyła się do 168,3 μ l, czyli do 81,3% w stosunku do tej samej różnicy z bakteriami niezatrutymi. Ogólne ilości wydzielonego dwutlenku węgla przez bakterie zatrute i niezatrute, obliczone na tej samej zasadzie co pobranie tlenu, były mniej więcej równe (145,9 i 148,4 μ l). Maksymalna wartość współczynnika oddechowego wynosiła 0,87 (tabela 18).

Z wyżej przytoczonych wyników doświadczeń można wyprowadzić wniosek, że to samo stężenie azyd-ku sodu działa inaczej na pobieranie przez bakterie tlenu, inaczej na wydzielanie dwutlenku węgla. Poza tym działanie to uzależnione jest od substratu utlenianego przez bakterie i nawet od pożywki, w której wyrosły bakterie użyte do doświadczenia. Np. azydek sodu w stężeniu 1/400 molarnym zahamował częściowo pobieranie tlenu i zwiększył wydzielanie dwutlenku węgla przez bakterie znajdujące się w wodzie destylowanej, wyhodowane w pożywce ze szczawianem. To samo stężenie azyd-ku działało stymulująco tak na pobieranie tlenu, jak na wydzielanie dwutlenku węgla (na wydzielanie dwutlenku

Tabela 10

Pobieranie tlenu i wydzielanie dwutlenku węgla przez *Ps. extorquens* w pożywce z glukozą z dodatkiem M/600 azydki sodu

The respiration of *Ps. extorquens* on glucose in presence of M/600 sodium azide

Czas time in hours	$\mu\text{l O}_2$	$\mu\text{l CO}_2$	$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$
0 ⁰⁰	—	—	—
0 ¹⁵	— 29,1	+ 28,4	0,98
0 ³⁰	— 50,4	+ 45,2	0,90
0 ⁴⁵	— 76,7	+ 66,3	0,86
1 ⁰⁰	— 104,8	+ 88,0	0,84
1 ¹⁵	— 139,2	+ 116,2	0,83
1 ³⁰	— 168,9	+ 138,6	0,82
1 ⁴⁵	— 198,7	+ 162,4	0,82
2 ⁰⁰	— 225,6	+ 182,6	0,81
2 ¹⁵	— 251,3	+ 202,1	0,80
2 ³⁰	— 269,4	+ 213,7	0,79
2 ⁴⁵	— 284,2	+ 223,3	0,79
3 ⁰⁰	— 298,2	+ 235,7	0,79
3 ¹⁵	— 311,4	+ 247,1	0,79
3 ³⁰	— 329,9	+ 258,3	0,78
3 ⁴⁵	— 334,9	+ 264,1	0,79
4 ⁰⁰	— 346,8	+ 279,9	0,81

Tabela 11

Pobieranie tlenu i wydzielanie dwutlenku węgla przez *Ps. extorquens* w wodzie destylowanej z dodatkiem M/600 azydki sodu

Bakterie wyhodowane w pożywce z glukozą
The endogenous respiration of *Ps. extorquens*, grown on glucose, in presence of M/600 sodium azide

Czas time in hours	$\mu\text{l O}_2$	$\mu\text{l CO}_2$	$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$
0 ⁰⁰	—	—	—
0 ¹⁵	— 5,9	+ 5,9	1,00
0 ³⁰	— 11,5	+ 10,4	0,90
0 ⁴⁵	— 16,7	+ 15,0	0,90
1 ⁰⁰	— 21,2	+ 18,8	0,89
1 ¹⁵	— 26,8	+ 24,3	0,91
1 ³⁰	— 30,9	+ 27,9	0,90
1 ⁴⁵	— 35,0	+ 31,6	0,90
2 ⁰⁰	— 39,1	+ 35,4	0,91
2 ¹⁵	— 43,2	+ 39,5	0,91
2 ³⁰	— 47,3	+ 43,1	0,91
2 ⁴⁵	— 51,0	+ 46,5	0,91
3 ⁰⁰	— 54,0	+ 49,4	0,91
3 ¹⁵	— 56,6	+ 51,8	0,92
3 ³⁰	— 60,7	+ 55,6	0,92
3 ⁴⁵	— 62,2	+ 56,8	0,91
4 ⁰⁰	— 64,8	+ 59,5	0,92

T a b e l a 12

Różnice w ilości pobranego tlenu i wydzielonego dwutlenku węgla przez *Ps. extorquens* w pożywce z glukozą i w wodzie destylowanej w obecności M/600 azydki sodu
 The differences between uptake of oxygen and output of carbon dioxide by *Ps. extorquens* on glucose and on distilled water in presence of M/600 sodium azide

Czas time in hours	$\mu\text{l O}_2$ pożywka substrate	$\mu\text{l O}_2$ H_2O	różnica diffe- rence	$\mu\text{l CO}_2$ pożywka substrate	$\mu\text{l CO}_2$ H_2O	różnica diffe- rence	CO_2 O_2
0 ⁰⁰	—	—	—	—	—	—	—
0 ¹⁵	— 29,1	— 5,9	— 23,2	+ 28,4	+ 5,9	+ 22,5	0,97
0 ³⁰	— 50,4	— 11,5	— 38,9	+ 45,2	+ 10,4	+ 34,8	0,89
0 ⁴⁵	— 76,7	— 16,7	— 60,0	+ 66,3	+ 15,0	+ 51,3	0,85
1 ⁰⁰	— 104,8	— 21,2	— 83,6	+ 88,0	+ 18,8	+ 69,2	0,83
1 ¹⁵	— 139,2	— 26,8	— 112,4	+ 116,2	+ 24,3	+ 91,9	0,82
1 ³⁰	— 168,9	— 30,9	— 138,0	+ 138,6	+ 27,9	+ 110,7	0,80
1 ⁴⁵	— 198,7	— 35,0	— 163,7	+ 162,4	+ 31,6	+ 130,8	0,80
2 ⁰⁰	— 225,6	— 39,1	— 186,5	+ 182,6	+ 35,4	+ 147,2	0,79
2 ¹⁵	— 251,3	— 43,2	— 208,1	+ 202,1	+ 39,5	+ 162,6	0,78
2 ³⁰	— 269,4	— 47,3	— 222,1	+ 213,7	+ 42,1	+ 170,6	0,77
2 ⁴⁵	— 284,2	— 51,0	— 233,2	+ 223,3	+ 46,5	+ 176,8	0,76
3 ⁰⁰	— 298,2	— 54,0	— 244,2	+ 235,7	+ 49,4	+ 186,3	0,76
3 ¹⁵	— 311,4	— 56,6	— 254,8	+ 247,1	+ 51,8	+ 195,3	0,77
3 ³⁰	— 229,9	— 60,7	— 269,2	+ 258,3	+ 55,6	+ 202,7	0,75
3 ⁴⁵	— 334,9	— 62,2	— 272,7	+ 264,1	+ 56,8	+ 207,3	0,76
4 ⁰⁰	— 346,8	— 64,8	— 282,0	+ 279,9	+ 59,5	+ 220,4	0,78

T a b e l a 13

Pobieranie tlenu i wydzielanie dwutlenku węgla przez *Ps. extorquens* w pożywce z glukozą z dodatkiem M/400 azydku sodu

The respiration of *Ps. extorquens* on glucose in presence of M/400 sodium azide

Czas time in hours	$\mu\text{l O}_2$	$\mu\text{l CO}_2$	$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$
0 ⁰⁰		—	—
0 ¹⁵	— 19,5	+ 15,0	0,77
0 ³⁰	— 37,8	+ 29,1	0,77
0 ⁴⁵	— 54,5	+ 41,1	0,75
1 ⁰⁰	— 72,8	+ 55,2	0,76
1 ¹⁵	— 92,3	+ 70,3	0,76
1 ³⁰	— 112,0	+ 87,5	0,78
1 ⁴⁵	— 132,6	+ 105,4	0,79
2 ⁰⁰	— 155,0	+ 123,9	0,80
2 ¹⁵	— 178,4	+ 143,6	0,80
2 ³⁰	— 202,9	+ 164,7	0,81
2 ⁴⁵	— 226,7	+ 186,1	0,82
3 ⁰⁰	— 251,2	+ 208,1	0,83
3 ¹⁵	— 276,5	+ 231,3	0,84
3 ³⁰	— 301,3	+ 254,4	0,84
3 ⁴⁵	— 325,0	+ 276,7	0,85
4 ⁰⁰	— 346,4	+ 295,7	0,85

T a b e l a 14

Pobieranie tlenu i wydzielanie dwutlenku węgla przez *Ps. extorquens* w wodzie destylowanej z dodatkiem M/400 azydku sodu

Bakterie wyhodowane w pożywce z glukozą
The endogenous respiration of *Ps. extorquens*, grown on glucose, in presence of M/400 sodium azide

Czas time in hours	$\mu\text{l O}_2$	$\mu\text{l CO}_2$	$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$
0 ⁰⁰	—	—	—
0 ¹⁵	— 8,5	+ 8,1	0,95
0 ³⁰	— 15,6	+ 15,0	0,96
0 ⁴⁵	— 22,6	+ 21,4	0,95
1 ⁰⁰	— 31,0	+ 28,8	0,93
1 ¹⁵	— 37,1	+ 34,3	0,92
1 ³⁰	— 43,0	+ 40,0	0,93
1 ⁴⁵	— 48,3	+ 44,9	0,93
2 ⁰⁰	— 53,9	+ 49,8	0,92
2 ¹⁵	— 59,4	+ 54,2	0,91
2 ³⁰	— 64,7	+ 58,6	0,91
2 ⁴⁵	— 69,3	+ 62,7	0,90
3 ⁰⁰	— 73,7	+ 66,7	0,91
3 ¹⁵	— 78,5	+ 70,6	0,90
3 ³⁰	— 82,3	+ 73,9	0,90
3 ⁴⁵	— 86,6	+ 77,8	0,90
4 ⁰⁰	— 90,8	+ 81,6	0,90

T a b e l a 15

Różnice w ilości pobranego tlenu i wydzielonego dwutlenku węgla przez *Ps. extorquens* w pożywce z glukozą i w wodzie destylowanej w obecności M 400 azydku sodu
 The differences between uptake of oxygen and output of carbon dioxide by *Ps. extorquens* on glucose and on distilled water in presence of M/400 sodium azide

Czas time in hours	$\mu\text{l O}_2$ pożywka substrate	$\mu\text{l O}_2$ H ₂ O	różnica diffe- rence	$\mu\text{l CO}_2$ pożywka substrate	$\mu\text{l CO}_2$ H ₂ O	różnica diffe- rence	$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$
0 ⁰⁰							
0 ¹⁵	— 19,5	— 8,5	— 11,0	+ 15,0	+ 8,1	+ 6,9	0,63
0 ³⁰	— 37,8	— 15,6	— 22,2	+ 29,1	+ 15,0	+ 14,1	0,64
0 ⁴⁵	— 54,5	— 22,6	— 31,9	+ 41,1	+ 21,4	+ 19,7	0,62
1 ⁰⁰	— 72,8	— 31,0	— 41,8	+ 55,2	+ 28,8	+ 26,4	0,63
1 ¹⁵	— 92,3	— 37,1	— 55,2	+ 70,3	+ 34,3	+ 36,0	0,65
1 ³⁰	— 112,0	— 43,0	— 69,0	+ 87,5	+ 40,0	+ 47,5	0,69
1 ⁴⁵	— 132,6	— 48,3	— 84,3	+ 105,4	+ 44,9	+ 60,5	0,72
2 ⁰⁰	— 155,0	— 53,9	— 101,1	+ 123,9	+ 49,8	+ 74,1	0,73
2 ¹⁵	— 178,4	— 59,4	— 119,0	+ 143,6	+ 54,2	+ 89,4	0,75
2 ³⁰	— 202,9	— 64,7	— 138,2	+ 164,7	+ 58,6	+ 106,1	0,77
2 ⁴⁵	— 226,7	— 69,3	— 157,4	+ 186,1	+ 62,7	+ 123,4	0,78
3 ⁰⁰	— 251,2	— 73,7	— 177,5	+ 208,1	+ 66,7	+ 141,4	0,80
3 ¹⁵	— 276,5	— 78,5	— 198,0	+ 231,3	+ 70,6	+ 160,7	0,81
3 ³⁰	— 301,3	— 82,3	— 219,0	+ 254,4	+ 73,9	+ 180,5	0,82
3 ⁴⁵	— 325,0	— 86,6	— 238,4	+ 276,7	+ 77,8	+ 198,9	0,83
4 ⁰⁰	— 346,4	— 90,8	— 255,6	+ 295,7	+ 81,6	+ 214,1	0,84

T a b e l a 16

Pobieranie tlenu i wydzielanie dwutlenku węgla przez *Ps. extorquens* w pożywce z glukozą z dodatkiem M/200 azydku sodu

The respiration of *Ps. extorquens* on glucose in presence of M/200 sodium azide

Czas time in hours	$\mu\text{l O}_2$	$\mu\text{l CO}_2$	$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$
0 ⁰⁰	—	—	—
0 ¹⁵	— 17,5	+ 15,7	0,90
0 ³⁰	— 34,6	+ 29,5	0,85
0 ⁴⁵	— 49,5	+ 43,3	0,87
1 ⁰⁰	— 64,7	+ 57,0	0,88
1 ¹⁵	— 79,2	+ 70,1	0,89
1 ³⁰	— 93,5	+ 83,1	0,89
1 ⁴⁵	— 108,2	+ 95,5	0,88
2 ⁰⁰	— 123,5	+ 109,7	0,89
2 ¹⁵	— 138,0	+ 122,9	0,89
2 ³⁰	— 154,0	+ 137,1	0,89
2 ⁴⁵	— 168,6	+ 150,2	0,89
3 ⁰⁰	— 184,6	+ 162,9	0,88
3 ¹⁵	— 199,1	+ 176,2	0,88
3 ³⁰	— 213,8	+ 189,1	0,88
3 ⁴⁵	— 229,1	+ 203,2	0,89
4 ⁰⁰	— 244,3	+ 216,7	0,89

T a b e l a 17

Pobieranie tlenu i wydzielanie dwutlenku węgla przez *Ps. extorquens* w wodzie destylowanej z dodatkiem M/200 azydku sodu

Bakterie wyhodowane w pożywce z glukozą
The endogenous respiration of *Ps. extorquens*, grown on glucose, in presence of M/200 sodium azide

Czas time in hours	$\mu\text{l O}_2$	$\mu\text{l CO}_2$	$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$
0 ⁰⁰	—	—	—
0 ¹⁵	— 5,4	+ 5,8	1,07
0 ³⁰	— 11,9	+ 11,8	0,99
0 ⁴⁵	— 17,7	+ 17,4	0,98
1 ⁰⁰	— 23,3	+ 22,4	0,96
1 ¹⁵	— 28,7	+ 27,8	0,97
1 ³⁰	— 33,2	+ 32,3	0,97
1 ⁴⁵	— 39,0	+ 37,2	0,95
2 ⁰⁰	— 44,0	+ 42,1	0,96
2 ¹⁵	— 48,2	+ 45,8	0,95
2 ³⁰	— 52,1	+ 49,7	0,95
2 ⁴⁵	— 55,9	+ 53,2	0,95
3 ⁰⁰	— 60,5	+ 56,8	0,94
3 ¹⁵	— 65,1	+ 61,0	0,94
3 ³⁰	— 68,7	+ 64,1	0,93
3 ⁴⁵	— 72,1	+ 67,3	0,93
4 ⁰⁰	— 76,0	+ 70,8	0,93

T a b e l a 18

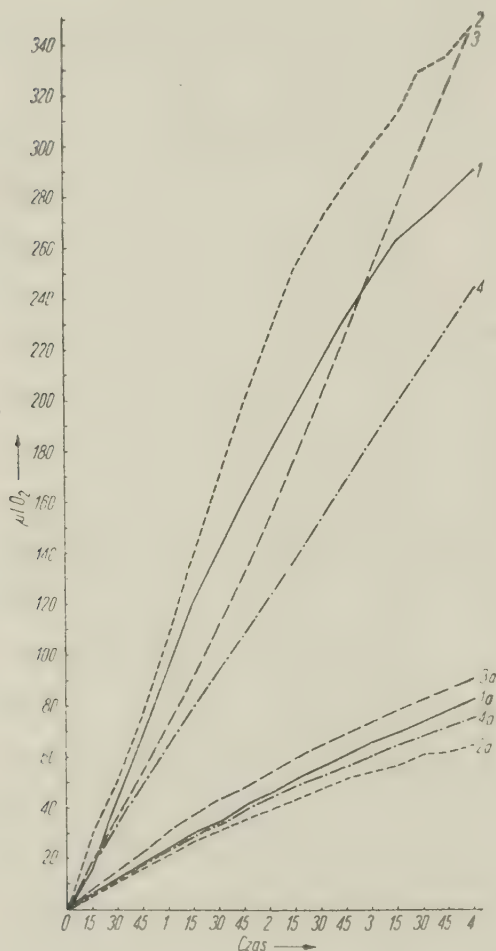
Różnice w ilości pobranego tlenu i wydzielonego dwutlenku węgla przez *Ps. extorquens* w pożywce z glukozą i w wodzie destylowanej w obecności M/200 azydku sodu
 The differences between uptake of oxygen and output of carbon dioxide by *Ps. extorquens* on glucose and on distilled water in presence of M/200 sodium azide

Czas time in hours	$\mu\text{l O}_2$ pożywka substrate	$\mu\text{l O}_2$ H_2O	różnica diffe- rence	$\mu\text{l CO}_2$ pożywka substrate	$\mu\text{l CO}_2$ H_2O	różnica diffe- rence	$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$
0 ⁰⁰	—	—	—	—	—	—	—
0 ¹⁵	— 17,5	— 5,4	— 12,1	+ 15,7	+ 5,8	+ 9,9	0,82
0 ³⁰	— 34,6	— 11,9	— 22,7	+ 29,5	+ 11,8	+ 17,7	0,78
0 ⁴⁵	— 49,5	— 17,7	— 31,8	+ 43,3	+ 17,4	+ 25,9	0,81
1 ⁰⁰	— 64,7	— 23,3	— 41,4	+ 57,0	+ 22,4	+ 34,6	0,84
1 ¹⁵	— 79,2	— 28,7	— 50,5	+ 70,1	+ 27,8	+ 42,3	0,84
1 ³⁰	— 93,5	— 33,2	— 60,3	+ 83,1	+ 32,3	+ 50,8	0,84
1 ⁴⁵	— 108,2	— 39,0	— 69,2	+ 95,5	+ 37,2	+ 58,3	0,84
2 ⁰⁰	— 123,5	— 44,0	— 79,5	+ 109,7	+ 42,1	+ 67,6	0,85
2 ¹⁵	— 138,0	— 48,2	— 89,8	+ 122,9	+ 45,8	+ 77,1	0,86
2 ³⁰	— 154,0	— 52,1	— 101,9	+ 137,1	+ 49,7	+ 87,4	0,86
2 ⁴⁵	— 168,6	— 55,9	— 112,7	+ 150,2	+ 53,2	+ 97,0	0,86
3 ⁰⁰	— 184,6	— 60,5	— 124,1	+ 162,9	+ 56,8	+ 106,1	0,85
3 ¹⁵	— 199,1	— 65,1	— 134,0	+ 176,2	+ 61,0	+ 115,2	0,86
3 ³⁰	— 213,8	— 68,7	— 145,1	+ 189,1	+ 64,1	+ 125,0	0,86
3 ⁴⁵	— 229,1	— 72,1	— 157,0	+ 203,2	+ 67,3	+ 135,9	0,87
4 ⁰⁰	— 244,3	— 76,0	— 168,3	+ 216,7	+ 70,8	+ 145,9	0,87

silniej), jeżeli bakterie, które podczas pomiaru znajdowały się w wodzie destylowanej, wyrosły w pożywce z glukozą. Współczynnik oddechowy po czterech godzinach od początku doświadczenia w pierwszym wypadku

wzrósł od wartości 0,19 do 0,59, w drugim od wartości 0,78 do 0,90.

Z powyższego wynika, iż metabolizm bakterii ograniczonych do



Wykres IV. Pobieranie tlenu przez *Ps. extorquens* w pożywce z glukozą i w wodzie destylowanej
The uptake of oxygen by *Ps. extorquens* on glucose and in distilled water

- 1 — pobieranie tlenu w pożywce z glukozą
the uptake of oxygen on glucose
- 2 — pobieranie tlenu w pożywce z glukozą z dodatkiem M/600 azydku sodu
the uptake of oxygen on glucose in presence of M/600 sodium azide
- 3 — pobieranie tlenu w pożywce z glukozą z dodatkiem M/400 azydku sodu
the uptake of oxygen on glucose in presence of M/400 sodium azide
- 4 — pobieranie tlenu w pożywce z glukozą z dodatkiem M/200 azydku sodu
the uptake of oxygen on glucose in presence of M/200 sodium azide
- 1a — pobieranie tlenu w wodzie destylowanej
the uptake of oxygen in distilled water
- 2a — pobieranie tlenu w wodzie destylowanej z dodatkiem M/600 azydku sodu
the uptake of oxygen in distilled water in presence of M/600 sodium azide
- 3a — pobieranie tlenu w wodzie destylowanej z dodatkiem M/400 azydku sodu
the uptake of oxygen in distilled water in presence of M/400 sodium azide
- 4a — pobieranie tlenu w wodzie destylowanej z dodatkiem M/200 azydku sodu
the uptake of oxygen in distilled water in presence of M/200 sodium azide

spalania substancji komórkowych uzależniony jest od typu reakcji katalizowanych w okresie normalnego wzrostu.

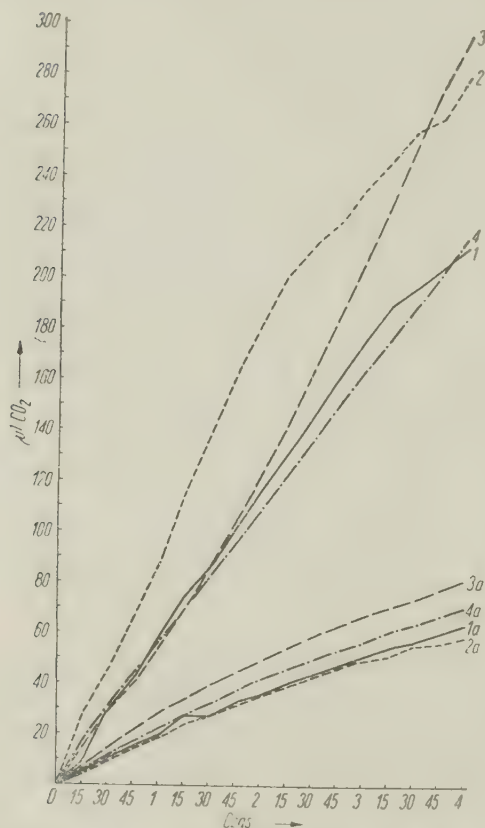
Celem jaśniejszego przedstawienia, jak działają różne stężenia azydku sodu na pobieranie tlenu i wydzielanie CO_2 przez bakterie znajdujące się w pożywce z glukozą, w wodzie destylowanej, oraz uwzględniając tylko samo utlenianie glukozy, na podstawie tabel 6, 12, 15 i 17, zrobiono szereg wykresów.

Wykres IV obrazuje pobieranie tlenu w μl przez bakterie znajdujące się w pożywce z glukozą oraz w wodzie destylowanej, przy różnych stężeniach azydku. Z przebiegu krzywej 1 (pobieranie tlenu przez bakterie

niezatrute) wynika, że natężenie procesu utleniania glukozy, z początku silniejsze, po godzinie zaczyna powoli słabnąć. Dodanie do pożywki z glukozą azydku sodu w stężeniu M/600 (krzywa 2) wpływa na zwiększenie ilości pobieranego tlenu, przy czym natężenie procesu utleniania również słabnie, lecz mniej niż przy bakteriach niezatrutych. Większe stężenie azydku powoduje z początku zmniejszenie ilości pobieranego tlenu (krzywa 3 w porównaniu z krzywą 1), ponieważ jednak pobieranie to jest raczej równomierne, po czterech godzinach ogólna ilość pobranego tlenu jest większa niż przy bakteriach niezatrutych. Największe stosowane stężenie azydku wpływa jeszcze bardziej hamująco na pobieranie tlenu, ale z przebiegu krzywej 4 wynika, iż po pewnym czasie może ona przeciąć krzywą 1 i ostatecznie ilość pobranego tlenu może znowu przewyższyć ilość pobraną przez bakterie oddychające w pożywce z glukozą bez azydku. Na tym samym wykresie przedstawiono pobieranie tlenu przez bakterie wyhodowane w pożywce z glukozą znajdujące się w wodzie destylowanej. Pobieranie tlenu przez bakterie niezatrute, dużo słabsze niż w pożywce z glukozą, mimo to jednak dość znaczne, odbywało się raczej równomiernie (krzywa 1a). Dodanie azydku sodu w stężeniu 1/600 molarnym spowodowało największe zahamowanie pobierania tlenu (krzywa 2a), wynik doświadczenia trudny do objaśnienia. Stężenie azydku M/400 od początku do końca pomiarów działało stymulująco (krzywa 3a), stężenie M/200 — hamująco (krzywa 4a).

Wykres V obrazuje wydzielanie dwutlenku węgla w μ l przez bakterie znajdujące się w pożywce z glukozą oraz w wodzie destylowanej przy różnych stężeniach azydku. Z przebiegu krzywej 1 (bakterie niezatrute) wynika, że wydzielanie dwutlenku węgla, z początku dość równomierne, w czwartej godzinie wyraźnie słabnie. Dodanie azydku sodu w stężeniu M/600 powoduje bardzo silne zwiększanie ilości wydzielonego dwutlenku (krzywa 2), z tym, że po dwóch godzinach proces ten zaczyna słabnąć. Większe stężenie azydku — M/400 początkowo prawie nie wpływa na wydzielanie CO_2 , po 1,5 godzinie zaczyna działać stymulująco, a ponieważ w tym wypadku wydzielanie odbywa się równomiernie, po czterech godzinach ogólna ilość dwutlenku jest większa niż przy bakteriach niezatrutych lub zatrutych mniejszym stężeniem azydku. Azydek w stężeniu M/200 również początkowo nie wpływa na wydzielanie dwutlenku, po 1 godz. i 15 minutach zaczyna działać hamująco. Krzywa 4 po 3 godz. i 45 min. przecina krzywą 1, tak że ogólna ilość wydzielonego dwutlenku węgla w okresie 4 godzin, nawet przy największym stężeniu azydku, jest większa niż ilość CO_2 wydzielonego przez bakterie niezatrute. Krzywe przedstawiające wydzielanie dwutlenku węgla przez bakterie wyhodowane w pożywce z glukozą, a w okresie pomiaru znajdujące się w wodzie destylowanej, są bardzo zbliżone do analogicznych krzywych pobie-

rania tlenu. Hamująco na wydzielanie dwutlenku węgla działa tylko najmniejsze stężenie azydki, większe stężenie działa stymulująco, największe słabiej stymulująco.



1 — wydzielanie dwutlenku węgla w pożywce z glukozą

the output of carbon dioxide on glucose

2 — wydzielanie dwutlenku węgla w pożywce z glukozą z dodatkiem M/600 azydki sodu

the output of carbon dioxide on glucose in presence of M/600 sodium azide

3 — wydzielanie dwutlenku węgla w pożywce z glukozą z dodatkiem M/400 azydki sodu

the output of carbon dioxide on glucose in presence of M/400 sodium azide

4 — wydzielanie dwutlenku węgla w pożywce z glukozą z dodatkiem M/200 azydki sodu

the output of carbon dioxide on glucose in presence of M/200 sodium azide

1a — wydzielanie dwutlenku węgla w wodzie destylowanej

the output of carbon dioxide in distilled water

2a — wydzielanie dwutlenku węgla w wodzie destylowanej z dodatkiem M/600 azydki sodu

the output of carbon dioxide in distilled water in presence of M/600 sodium azide

3a — wydzielanie dwutlenku węgla w wodzie destylowanej z dodatkiem M/400 azydki sodu

the output of carbon dioxide in distilled water in presence of M/400 sodium azide

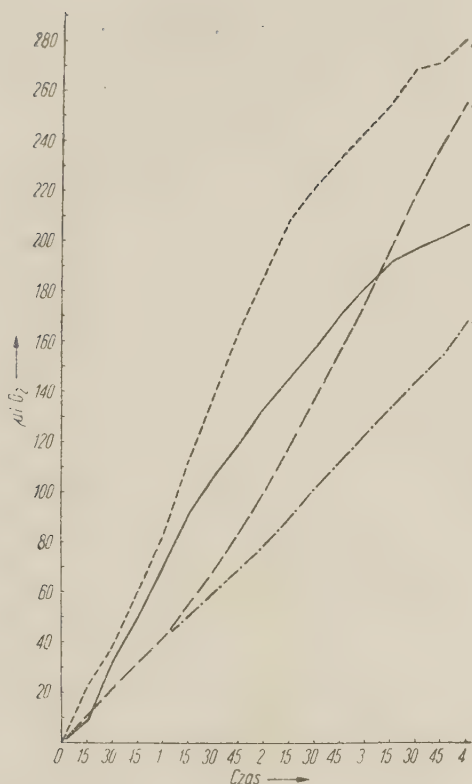
4a — wydzielanie dwutlenku węgla w wodzie destylowanej z dodatkiem M/200 azydki sodu

the output of carbon dioxide in distilled water in presence of M/200 sodium azide

Wykres V. Wydzielanie dwutlenku węgla przez *Ps. extorquens* w pożywce z glukozą i w wodzie destylowanej

The output of carbon dioxide by *Ps. extorquens* on glucose and in distilled water

Na wykresie VI przedstawiono pobieranie tlenu związane tylko z samym utlenianiem glukozy. Pobieranie tlenu przez bakterie niezatrute obrazuje krzywa 1. Po godzinie i 15 minutach od początku doświadczenia zaczyna się osłabienie w pobieraniu tlenu, które trwa aż do ostatniego pomiaru. Dodanie najmniejszego stosowanego stężenia azydki — M/600 powoduje bardzo wyraźne zwiększenie pobierania tlenu, a lekki spadek w natężeniu tego procesu rozpoczyna się po dwóch godzinach (krzywa 2). Drugie kolejne stężenie azydki M/400 z początku działa silnie hamująco, ponieważ jednak w tym wypadku natężenie procesu pobierania tlenu z biegiem czasu wzrasta, ogólna ilość tlenu pobrana w okresie czterech godzin jest znacznie większa niż przy bakteriach niezatrutych (krzywa 3). Największe stężenie azydki — M/200 jeszcze silniej hamuje pobieranie



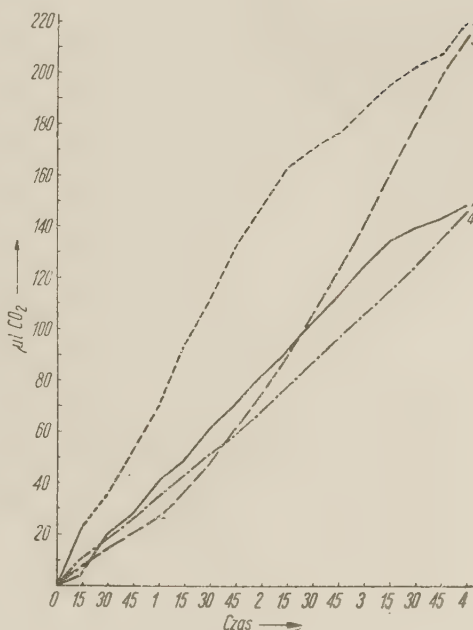
Wykres VI. Pobieranie tlenu przez *Ps. extorquens* związane z samym utlenianiem glukozy

The differences between uptake of oxygen by *Ps. extorquens* on glucose and in distilled water

- 1 — pobieranie tlenu — the uptake of oxygen
- 2 — pobieranie tlenu przez bakterie zatrute azydkiem sodu w stężeniu M/600
the uptake of oxygen in presence of M/600 sodium azide
- 3 — pobieranie tlenu przez bakterie zatrute azydkiem sodu w stężeniu M/400
the uptake of oxygen in presence of M/400 sodium azide
- 4 — pobieranie tlenu przez bakterie zatrute azydkiem sodu w stężeniu M/200
the uptake of oxygen in presence of M/200 sodium azide

tlenu niż stężenie M/400, ale i tutaj ilości tlenu pobierane w równych odstępach czasu są coraz większe (krzywa 4).

Na wykresie VII przedstawiono wydzielanie dwutlenku węgla związane z samym utlenianiem glukozy. Wydzielanie to (krzywa 1) odbywa się z początku równomiernie, po trzech godzinach i 15 minutach słabnie.



Wykres VII. Wydzielanie dwutlenku węgla przez *Ps. extorquens* związane z samym utlenianiem glukozy

The differences between output of carbon dioxide by *Ps. extorquens* on glucose and in distilled water

- 1 — wydzielanie dwutlenku węgla
the output of carbon dioxide
- 2 — wydzielanie dwutlenku węgla przez bakterie zatrute azydkiem sodu w stężeniu M/600
the output of carbon dioxide in presence of M/600 sodium azide
- 3 — wydzielanie dwutlenku węgla przez bakterie zatrute azydkiem sodu w stężeniu M/400
the output of carbon dioxide in presence of M/400 sodium azide
- 4 — wydzielanie dwutlenku węgla przez bakterie zatrute azydkiem sodu w stężeniu M/200
the output of carbon dioxide in presence of M/200 sodium azide

Azydek w stężeniu M/600 powoduje znaczne zwiększenie wydzielania CO_2 , tym niemniej natężenie procesu słabnie po 2 godzinach i 15 minutach (krzywa 2). Większe stężenie azydku wpływa z początku hamująco, lecz po 1,5 godzinie intensywność wydzielania dwutlenku wzrasta tak, że po czterech godzinach ogólna ilość dwutlenku węgla jest prawie taka sama, jak przy słabszym stężeniu azydku (krzywa 3). Maksymalne stosowane stężenie azydku, tzn. M/200, powoduje lekkie osłabienie procesu wydzielania dwutlenku i w tym jednym wypadku proces przebiega równomiernie, tak że pod koniec doświadczenia ogólna ilość wydzielonego dwutlenku węgla jest prawie taka, jak przy bakteriach niezatrutych (krzywa 4).

Z wyżej opisanych doświadczeń, które miały na celu zbadanie wpływu azydku sodu na metabolizm *Pseudomonas extorquens* w pożywce z glukozą, można wyprowadzić wniosek, że mniejsze stężenia trucizny stymulują wymianę gazową, większe zaś hamują, przy czym to samo stężenie azydku silniej hamuje pobieranie tlenu niż wydzielanie dwutlenku węgla.

DYSKUSJA

Celem opisanej pracy, jak zostało zaznaczone w części teoretycznej, było kontynuowanie badań nad metabolizmem *Pseudomonas extorquens* rozpoczętych przez Bassalika oraz ewentualne potwierdzenie nowszymi metodami pracy słuszności hipotezy, że bakterie te są zdolne do redukcji dwutlenku węgla.

Z powodu niemożności zastosowania metody izotopowej, dzięki której można bezpośrednio sprawdzić występowanie w składnikach bakteryjnych węgla pochodzącego z dwutlenku węgla względnie ze szczawianu, ograniczono się do pomiarów gazowych metodą Warburga.

Co do ścisłości wyników otrzymywanych tą metodą istnieją słuszne zastrzeżenia, jednakże daje ona pewne możliwości poznania metabolizmu badanego obiektu.

Ilości pobranego tlenu i wydzielonego dwutlenku węgla przez bakterie są to ilości związane z procesami katabolicznymi i procesami anabolicznymi. Proces utleniania jakiegoś związku przez dany organizm nie tylko dostarcza mu koniecznej do życia energii, ale również produkty pośrednie tego rozkładu stanowią materiały wyjściowe do syntezy. Jeżeli np. kwas pyrogronowy, powstały z rozkładu jakiegoś związku utlenianego, da w wyniku β -karboksylacji kwas szczawiooctowy (jedna z początkowych reakcji procesu syntezy) przy tej samej ilości pobranego tlenu, zmniejszy się ilość wydzielonego dwutlenku węgla. Zmniejszenie to zresztą nastąpi również bez wiązania dwutlenku węgla w wypadku, gdy pew-

ne produkty pośrednie powstałe w wyniku procesów katabolicznych nie zostaną spalone całkowicie do dwutlenku węgla i wody. Poza tym, jeżeli w doświadczeniu nie stosuje się oczyszczonego preparatu enzymatycznego, a zawiesinę bakteryjną, utleniany jest nie tylko podany substrat, lecz również zapasowe materiały komórkowe i produkty autolizy martwych komórek.

W opisanej pracy starano się w pierwszym rzędzie ustalić współczynnik oddechowy dla badanych bakterii w pożywce ze szczawianem i w pożywce z glukozą. W jednym i w drugim wypadku stwierdzone współczynniki były niższe niż wynikało z wyliczenia teoretycznego. Jednak gdy przy utlenianiu glukozy różnica ta była niezbyt wysoka (po czterech godzinach od początku doświadczenia $RQ = 0,73$, teoretycznie wyliczony współczynnik = 1), przy utlenianiu kwasu szczawiowego znaleziony współczynnik był niespodziewanie niski (po ośmiu godzinach od początku doświadczenia $RQ = 0,57$, teoretycznie wyliczony współczynnik = 4).

Ponieważ do doświadczeń używano zawiesinę bakteryjną, w celu stwierdzenia, jakie ilości gazów są związane z przemianą materiałów komórkowych i produktów autolizy, oznaczono ilości pobranego tlenu i wydzielonego dwutlenku węgla przez bakterie znajdujące się w wodzie destylowanej. Okazało się, że wyniki tego doświadczenia zależały od tego, w jakiej pożywce bakterie wyrosły. Jeżeli bakterie były wyhodowane w pożywce z glukozą, współczynnik oddechowy przy pomiarach w wodzie destylowanej ustalił się przy wartości 0,78, a więc był zbliżony do współczynnika utleniania glukozy. Jeżeli natomiast bakterie były wyhodowane w pożywce ze szczawianem, współczynnik oddechowy przy pomiarach w wodzie destylowanej był niespodziewanie niski, po ośmiu godzinach osiągnął maksymalną swą wartość 0,41, a przez pierwsze dwie i pół godziny dwutlenek był nawet pobierany.

Wydaje się, że te różnice można wytłumaczyć jedynie różnym metabolizmem bakterii utleniających glukozę i utleniających szczawian, działalnością innych enzymów, które mimo iż pozbawione substratu zewnątrzkomórkowego, a ograniczone do substratu wewnątrzkomórkowego, katalizują dalej ten sam typ reakcji. Wydaje się również, że wyraźne wiązanie CO_2 w pierwszym okresie doświadczenia przez bakterie, które poprzednio jako substrat miały kwas szczawiowy, jest dowodem tego, że wiążą one normalnie dwutlenek węgla przy utlenianiu szczawianów.

Pobieranie dwutlenku węgla przez *Pseudomonas extorquens* w wodzie możliwe było do stwierdzenia przy zastosowaniu metody Warburga, gdyż metoda ta polega na określaniu wymiany gazowej stosunkowo dużej ilości żywego materiału (w pracy niniejszej w jednym naczyniu Warburga znajdowało się około 10 mg suchej masy bakteryjnej). Określając natomiast gazy pobierane i wydzielane przez bakterie szczepione w nie-

wielkich ilościach, ilość pobieranego dwutlenku węgla jest nie do uchwycenia.

Powstaje teraz zagadnienie, czy wystarczająca jest ilość energii wyzwolonej przy utlenianiu materiałów komórkowych i produktów autolizy do redukcji CO_2 .

Pewne dane przemawiające za tym uzyskano przez otrzymanie wyraźnego wzrostu bakterii w pożywkach zawierających jako jedyne źródło węgla tylko nieorganiczne węglany lub dwutlenek z powietrza. Należy przy tym zaznaczyć, że — jak to podano już w opisie doświadczenia — nie stwierdzono, stosując przytoczone metody, ani utleniania związków siarki, ani utleniania soli amonowych. W tym wypadku zachodzi możliwość, że jedynym źródłem energii mogło być utlenienie wprowadzonego, zautolizowanego materiału bakteryjnego przy szczepieniu. Jednakże ta część doświadczeń wymaga dokładniejszego opracowania i stanowi punkt wyjścia do dalszych badań.

W celu oznaczenia wymiany gazowej bakterii związanej z przemianą samego substratu podanego w doświadczeniu, tj. szczawianu lub glukozy, od ilości pobranego tlenu i wydzielonego dwutlenku węgla w pożywce odjęto ilości pobranego tlenu i wydzielonego dwutlenku węgla w wodzie destylowanej. Stwierdzono, że współczynnik oddechowy związany z samym utlenianiem glukozy jest nieco niższy niż współczynnik oddechowy związany z utlenianiem glukozy i materiałów komórkowych. Natomiast współczynnik oddechowy związany z samym utlenianiem szczawianu jest o wiele wyższy niż współczynnik związany z utlenianiem szczawianu i materiałów komórkowych (wartość jego w pierwszych godzinach pomiaru waha się około 2). Prawdliwość powyższych przeliczeń jest uzależniona od tego, czy dodanie łatwo zużywanego substratu (w pracy niniejszej szczawianu i glukozy) nie wpływa na obniżenie wymiany gazowej komórek zawieszonych w wodzie. Metoda manometryczna jest niewystarczająca dla określenia „oddychania endogennego” w obecności substratu. Oddychanie to może natomiast być określone przy zastosowaniu techniki izotopowej według metody zaproponowanej w 1949 r. przez *Burrisa*, a zastosowanej przez *Cochrane’a* i *Gibbsa* (1951), którzy badając metabolizm *Streptomyces coelicolor* stwierdzili, że utlenianie glukozy czy pyrogronianu nie wpływa na „oddychanie endogenne”. Wynik ich pracy nie przesądza naturalnie, że utlenianie glukozy, czy szczawianu nie wpływa na „oddychanie endogenne” *Ps. extorquens*, stanowi jednak pewną sugestię w tym kierunku wymagającą sprawdzenia z chwilą udostępnienia w naszych badaniach związków zawierających węgiel izotopowy.

Jak zostało już na początku dyskusji podkreślone, procesy oddychania i syntezy są ściśle ze sobą skojarzone. Powiązanie to występuje wyraź-

niej, jeśli zwróci się uwagę na fakt, że cały szereg związków trujących dla organizmów takich, jak fluorek sodu, cyjanek potasu, jodooctan, azydek sodu, 2,4-dwunitrofenol i inne działają hamująco tak na oddychanie jak i na syntezę. Jednak, jak wynika z literatury, te same stężenia danej trucizny słabiej hamują oddychanie, silniej natomiast syntezę, istnieją zaś stężenia „krytyczne“, które całkowicie hamują syntezę, częściowo tylko osłabiając oddychanie.

Opierając się na powyższych danych z literatury, w opisanej pracy starano się w oznaczeniach metodą Warburga chociaż częściowo wyeliminować procesy syntezy i w ten sposób uzyskać więcej danych dotyczących metabolizmu badanych bakterii. Przeprowadzono przy tym następujące rozumowanie. Jeżeli rzeczywiście zastosowany związek trujący będzie hamował silniej proces syntezy niż proces utleniania, współczynnik oddechowy ulegnie zwiększeniu. Gdyby udało się znaleźć wyżej wspomniane stężenie „krytyczne“ trucizny i zastosować je do oznaczeń metodą Warburga, wtedy przy całkowitym spalaniu badanego związku współczynnik otrzymany powinien być równy wyliczonemu teoretycznie.

Ponieważ, jak wynika z prac np. Picketta, Clifftona (1941, 1942) oraz Winzlera (1940), działanie związku trującego zależy od organizmu, na który działa, i od substratu rozkładanego przez dany organizm, nie można było z góry przewidzieć, który ze związków trujących i w jakim stężeniu całkowicie zahamuje syntezę bakteryjną, a częściowo tylko osłabi oddychanie.

Jako związek trujący wybrano azydek sodu, który stosowano w stężeniu 1/600, 1/400 i 1/200 molarnym. Stwierdzono przede wszystkim, że działanie azydku zależy nie tylko od substratu w czasie oznaczania, ale i od pożywki, w której bakterie zostały wyhodowane. Poza tym stwierdzono we wszystkich przeprowadzonych doświadczeniach, że dodanie azydku sodu wpływa na zwiększenie współczynnika oddechowego. Zgodnie więc z postawionym założeniem proces syntezy był hamowany silniej.

Azydek w stężeniu 1/400 molarnym zahamował częściowo pobieranie tlenu i zwiększył wydzielanie dwutlenku węgla przez bakterie znajdujące się w wodzie destylowanej, wyhodowane w pożywce ze szczawianem. To samo stężenie azydku działało stymulująco zarówno na pobieranie tlenu, jak i na wydzielanie dwutlenku węgla (na wydzielanie dwutlenku silniej), w wypadku gdy bakterie, które podczas pomiaru znajdowały się w wodzie destylowanej, wyrosły w pożywce z glukozą.

Azydek w stężeniu 1/400 molarnym silnie zahamował pobieranie tlenu, a słabo (dopiero po przeszło trzech godzinach) wydzielanie dwutlenku węgla przez bakterie znajdujące się w czasie pomiaru w pożywce ze szczawianem. To samo stężenie azydku w wypadku bakterii znajdujących się w czasie pomiaru w pożywce z glukozą, tylko początkowo działało

lekko hamująco, a wydzielanie dwutlenku węgla po dwóch godzinach silnie stymulowało.

Porównując działanie różnych stężeń azydku w doświadczeniach na glukozie można stwierdzić, że mniejsze jego stężenia i na pobieranie tlenu i na wydzielanie dwutlenku węgla działają stymulująco, większe zaś hamująco. Przy czym to samo stężenie azydku silniej hamuje pobieranie tlenu niż wydzielanie dwutlenku węgla. Również w tej serii doświadczeń zauważono, że po pewnym czasie wymiana gazowa w pożywce z glukozą słabnie, mimo iż glukoza jest podana w nadmiarze. Azydek sodu wpływa w ten sposób, że natężenie pobierania tlenu i wydzielania dwutlenku węgla utrzymuje się na stałym poziomie, względnie nawet wzrasta. Obserwacja ta jest podobna do wyników badań Cliftona nad utlenianiem octanu przez *Pseudomonas calco-acetica*. Stwierdził on, że pobieranie tlenu przez tę bakterię odbywa się z mniej więcej tym samym natężeniem do momentu, kiedy ilość tlenu pobrana wynosi około 2/3 ilości potrzebnej do całkowitego spalania danej ilości octanu. Następnie natężenie to nagle spada. Clifton wykluczył możliwość następujących wyjaśnień opisanego faktu:

1. stężenie substratu spadło do poziomu, przy którym pobieranie tlenu jest tak niskie, że trudne do zmierzenia,
2. działalność enzymatyczna komórek została zniszczona,
3. w pożywce nagromadziły się produkty rozkładu działające hamująco na utlenianie,
4. niekorzystny wpływ zmienionego stężenia jonów wodorowych.

Zmniejszenie natężenia pobierania tlenu Clifton tłumaczył nie całkowitym spalaniem substratu, a utlenianiem do produktów zużytych następnie w procesach syntezy. Zastosowanie odpowiednich trucizn przez Cliftona doprowadziło do tego, że jego bakterie pobrały 90% tlenu wyliczonego teoretycznie.

Jak zostało już zaznaczone na początku dyskusji, dokładniejsze wyjaśnienie metabolizmu bakterii *Ps. extorquens* byłoby możliwe przy zastosowaniu techniki izotopowej. Poza tym, jak zostało stwierdzone w niniejszej pracy, celem wyeliminowania reakcji ubocznych zaciemniających rozkład danego substratu należałoby pracować z oczyszczonymi preparatami enzymatycznymi. Jednakże zastosowanie metody pomiarów gazowych Warburga pozwoliło na otrzymanie pewnych danych potwierdzających hipotezę Bassalika odnośnie zdolności wiązania dwutlenku węgla przez *Pseudomonas extorquens*, danych przemawiających za tym, że metabolizm tych samych bakterii zależny jest od pożywki, w której są one hodowane, oraz danych potwierdzających całkowitą łączność procesów rozkładu i syntezy.

WNIOSKI

1. Współczynnik oddechowy *Pseudomonas extorquens* w pożywce ze szczawianem wzrasta od 0,28 do 0,61 po ośmiu godzinach pomiarów, w pożywce z glukozą od 0,58 do 0,73 po czterech godzinach pomiarów.

2. Wymiana gazowa *Ps. extorquens* w wodzie destylowanej zależy od tego, w jakiej pożywce bakterie wyrosły. Jeżeli hodowlę prowadzono w pożywce ze szczawianem, wówczas ich współczynnik oddechowy w wodzie destylowanej jest początkowo ujemny (dwutlenek węgla jest pobierany), po ośmiu godzinach dochodzi do wartości 0,41. Jeżeli hodowlę prowadzono w pożywce z glukozą, to ich współczynnik oddechowy w wodzie destylowanej spadł od wartości 0,91 do 0,78 po czterech godzinach pomiarów.

3. Współczynnik oddechowy przy utlenianiu szczawianów w pierwszych dwóch godzinach dochodzi do około 1. Współczynnik oddechowy przy utlenianiu glukozy wzrasta od wartości 0,36 do 0,72 po czterech godzinach.

4. Działanie azydku sodu na wymianę gazową *Ps. extorquens* zależy od pożywki, w której bakterie wyrosły, oraz od stężenia azydku.

a) Azydek w stężeniu 1/200 molarnym hamuje pobieranie tlenu i wydzielanie dwutlenku węgla przez bakterie znajdujące się na glukozie.

b) W wypadku wyrośnięcia bakterii w pożywce ze szczawianem azydek w stężeniu 1/400 molarnym hamuje pobieranie przez nie tlenu i zwiększa wydzielanie dwutlenku węgla w wodzie destylowanej. W wypadku wyrośnięcia bakterii w pożywce z glukozą to samo stężenie azydku stymuluje pobieranie przez nie tlenu i wydzielanie dwutlenku węgla w wodzie destylowanej.

c) Azydek w stężeniu 1/400 molarnym silnie hamuje pobieranie tlenu, słabo — wydzielanie dwutlenku węgla przez bakterie znajdujące się na szczawianie. To samo stężenie azydku początkowo lekko hamuje, następnie stymuluje pobieranie tlenu, stymuluje silnie po dwóch godzinach wydzielanie dwutlenku węgla przez bakterie znajdujące się na glukozie. d) Azydek w stężeniu 1/600 molarnym silnie stymuluje pobieranie tlenu i wydzielanie dwutlenku węgla przez bakterie znajdujące się na glukozie.

5. We wszystkich przeprowadzonych doświadczeniach azydek sodu wpływał na zwiększenie współczynnika oddechowego.

6. Bakterie *Ps. extorquens* są zdolne do wiązania nieorganicznego dwutlenku węgla.

Panu prof. drowi K. Bassalikowi składam serdeczne podziękowanie za cenne rady i wskazówki udzielane mi w czasie wykonywania niniejszej pracy.

S U M M A R Y

I. It was the aim of the present work to pursue further the studies on metabolism in *Pseudomonas extorquens* started by K. Bassalik. *Pseudomonas extorquens* was the first species of bacteria, capable of utilizing oxalic acid as the only carbon source, to be isolated and investigated.

II. The strain of *Ps. extorquens* used in the present investigation was not derived from the original culture which perished in the autumn of 1939, but was isolated by the authoress in 1948 from the soil of the garden belonging to the Department of Plant Physiology of the Warsaw University. Morphologically and physiologically this strain was exactly similar to the one isolated for the first time in 1909 by K. Bassalik from the excrements of earth worms from the Botanical Garden in Basle.

III. The experimental procedure consisted in measuring with Warburg's method the volume of oxygen absorbed and of carbon dioxide evolved as *Ps. extorquens* bacteria oxidized oxalic acid or glucose. Moreover, measurements were made of the gaseous exchange involved in endogenous respiration. Bacteria which were to be used in respiration tests in ammonium oxalate were cultivated in the liquid Medium A, which in one litre of distilled water contained:

K_2HPO_4	—	0,5	grams
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	—	0,1	grams
$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	—	0,02	grams
NaCl	—	0,3	grams
$(COO)_2(NH_4)_2$	—	1,2	grams

Bacteria for respiration tests in glucose medium were cultivated for this purpose in the liquid Medium B, which contained in one litre of distilled water:

meat extract	—	3	grams
peptone	—	5	grams
glucose	—	20	grams

The cultures were allowed to grow in a temperature of 27°C during 11—12 days. To neutralize the medium alkalized with ammonium oxalate some oxalic acid was added. After this time the bacteria were removed from the medium by centrifugation, washed out with distilled water, and left standing in distilled water for 24 hours, at a temperature of about 0°C. Then the bacteria were washed again with distilled water centrifuged, and the damp mass was placed in a Warburg's glass and vacuum dried at room temperature to absolute dryness. Much care was taken to use for respiration measurements the same quantities of bacteria each time, and all results were computed for 10 milligrams of dry matter. The medium used during measurements was the same as in the cultures, and 2 millilitres of it were added to each glass. For absorbing carbon dioxide 0,2 molar 20 per cent KOH was used.

IV. To obtain fuller information on the metabolism of the bacteria an attempt was made to eliminate the effect of the processes in which the cell material was produced. In this series of experiments, therefore, the

gaseous exchange of bacteria poisoned with sodium azide was measured. 1/600, 1/400, and 1/200 molar solutions of the poison were used.

V. From these experiments the following results were obtained:

1) The respiration quotient of *Ps. extorquens* in the oxalate medium increased during 8 hours of observation from 0,28 to 0,61 (Table 1). During 4 hours of observation the respiration quotient in the glucose containing medium increased from 0,58 to 0,73 (Table 4).

2) The gaseous exchange involved in endogenous respiration of bacteria depended on the medium on which the bacteria had been cultivated. Bacteria grown on the oxalate medium consumed carbon dioxide during the first two hours, and after four hours their respiration quotient was 0,187 (Table 2). Bacteria grown on the glucose medium evolved carbon dioxide in distilled water from the first and after four hours of observation their respiration quotient was 0,78 (Table 5).

3) In the case of *Ps. extorquens* the respiration quotient involved in oxidization processes solely of the oxalate, or solely of glucose, (inclusive of endogenous respiration) were lower than might have been expected on the basis of theoretical considerations. However, when glucose was oxidized the respiration quotient after four hours of observation was 0,72 (Table 6), while in the case of oxalate oxidization after the same time the quotient was 1,01 (Table 3), which was only one fourth of the value obtained from the equation for complete oxalate oxidization (4,0).

4) The effect of sodium azide on the gaseous exchange in *Ps. extorquens* depended on the substrate added to the bacteria during the experiment. (The data refer to the difference between the volumes of oxygen consumed and carbon dioxide evolved in the medium and in distilled water after four hours of observation).

a) A 1/400 molar concentration of sodium azide increased the oxygen consumption and the carbon dioxide liberation when glucose was oxidized by the bacteria.

b) The same sodium azide concentration reduced oxygen consumption and carbon dioxide liberation by 49,27 and 36,1 per cent respectively when the oxalate was oxidized by the bacteria.

5) The effect of sodium azide depended on the medium in which bacteria were cultivated. (The data refer to the volumes of gases involved in endogenous respiration of bacteria grown on the two kinds of media after four hours).

a) In bacteria grown on the glucose medium sodium azide in 1/400 molar concentration increased oxygen consumption and carbon dioxide liberation by 9,7 and 26,7 per cent respectively (Tables 5 and 14, Diagrams IV and V).

b) In bacteria grown on the oxalate medium the same sodium azide concentration reduced oxygen consumption and carbon dioxide liberation by 33,7 and 108 per cent respectively (Tables 2 and 8, Diagrams I and II).

6) The influence of sodium azide on the gaseous exchange in *Ps. extorquens* depended on concentration. (The data refer to the difference between the volumes of oxygen consumed and carbon dioxide evolved in a glucose containing medium in distilled water after four hours of observation).

- a) 1/600 molar sodium azide concentration increased oxygen consumption and carbon dioxide liberation by 36,1 and 48,5 per cent respectively (Tables 6 and 12, Diagrams VI and VII).
 - b) 1/400 molar sodium azide concentration increased oxygen consumption and carbon dioxide liberation by 23,4 and 44,3 per cent respectively (Tables 6 and 15, Diagrams VI and VII).
 - c) 1/200 molar sodium azide concentration increased oxygen consumption and carbon dioxide liberation by 18,7 and 2 per cent respectively (Tables 6 and 18, Diagrams VI and VII).
- 7) One given concentration inhibited more the oxygen consumption than the evolution of carbon dioxide, and this increased the value of the respiration quotient.
- 8) *Ps. extorquens* is capable of fixing inorganic carbon dioxide, and this has been demonstrated directly on bacteria grown on an oxalate containing medium by measuring the gaseous exchange of such bacteria in distilled water.

L I T E R A T U R A

- Bassalik K., 1913, Jahrb. wiss. Botan., 53, 255.
- Barker H. A., 1936, J. Cellular. Comp. Physiol., 8, 231.
- Bhat J. V., Barker H. A., 1948, J. Bact., 55, 359.
- Clifton C. E., 1937, Enzymologia 4, 246.
- Cochrane V. W., Gibbs M., 1951, J. Bact., 61, 305.
- Giesberger G., 1936, „Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Spirillum* Ehb. — Univ. Utrecht.
- Janota L., 1950, Medycyna doświadczalna i Mikrobiologia, 2, 131.
- Jayasuriya G. C. N., 1954, J. Gen. Micr., 10, VI.
- Lardy H. A., Elvehjem C. A., 1945, Ann. Rev. Bioch., 14, 1.
- Van Niel C. B., 1940, „The Cell and Protoplasm“ in „the Biochemistry of Microorg. and approach to General and Comparative Biochemistry“, Am. Assoc. Advancement Sci. Pub. nr. 14, Science Press 106.
- Pickett M. J., Clifton C. E., 1941, Proc. Soc. Exptl. Biol. Med., 46, 443.
- Pickett M. J., Clifton C. E., 1943, J. Cellular Comp. Physiol., 22, 147.
- Umbreit W. W., Burris R. H., Stauffer J. E., 1948, U. S. A. „Manometric Techniques and Related Methods for the Study of Tissue Metabolism“.
- Winzler R. J., 1940, J. Cellular Comp. Physiol., 15, 343.

Promieniowce z rodzaju *Streptomyces* ściółki i gleby lasu bukowego

*Actinomycetes of the genus Streptomyces from the litter and soil of
a beech wood*

K. WOLNIEWICZ-CZERWINSKA

Opracowanie występujących w ściółce i glebie promieniowców z rodzaju *Streptomyces* W a k s m a n et H e n r i c i jest częścią wszechstronnych badań rezerwatu lasu bukowego w Muszkowicach (woj. wrocławskie).

Prace nad promieniowcami gleby datują się od niedawna. Po raz pierwszy promieniowce zostały wyosobnione z gleby przez W. R u l l m a n a (1896), a następnie przez M. W. B e i j e r i n c k a (1900). Dokładniejsze prace nad ilościowym ich występowaniem w glebie zostały zapoczątkowane w r. 1903 przez H i l t n e r a i K. S t ö r m e r a. Badacze ci stwierdzili, że ilość promieniowców waha się w granicach 10 — 30% ogólnej ilości bakterii w zależności od pory roku. Podobne wyniki otrzymał A. K r a i n s k y (1914). Według jego danych ilość promieniowców wynosi 30% ogólnej mikroflory gleby. K r a i n s k y badał różne gleby i stwierdził szczególnie obfite występowanie promieniowców w glebach lasu bukowego oraz przypisał im charakterystyczny zapach częściowo rozłożonych liści bukowych. Szczegółowe badania nad promieniowcami gleby przeprowadzali dalej H. L. J e n s e n (1930) i J. O r s k o v (1938).

Niezmiernie cenne i rzucające nowe światło na tę ciekawą grupę mikroorganizmów są prace poświęcone ich morfologii i fizjologii. Należy tu wymienić opracowania O. v. P l o t h o' a (1940), J. S t r u t z a (1952) oraz W. L i n d e n b e i n a (1952), który wprowadza szereg nowych gatunków.

W Polsce promieniowcami zajmowano się stosunkowo mało. Badania nad budową cytologiczną i cyklem rozwojowym tych mikroorganizmów przeprowadził J. B a d i a n (1936). Z zagadnieniem rozmieszczenia promieniowców w różnych glebach spotykamy się w pracach W. M a l i s z e w s k i e j (1950, 1952) oraz J. G o ł ę b i o w s k i e j i M. F a l k o w -

skiego (1952). J. Gołębiowska (1949) badała poza tym promieniowce antybiotyczne izolowane z nieżywnych gleb, a E. Czerwińska, I. Sadurska i S. Kozłowska (1953) promieniowce rozkładające papier zabytkowy.

Niniejsza praca dotyczy ilościowego występowania promieniowców w ściółce i glebie lasu bukowego w zależności od podłoża i pory roku.

OPIS TERENU BADAŃ I CEL PRACY

Rezerwat lasu bukowego jest położony na grzędzie, opadającej dosyć stromo ku dolinie strumienia. Na szczycie grzędy las kończy się, a rozpoczynają się pola uprawne, rozciągające się na odkrytej płaszczyźnie.

Zbocze grzędy porastają stare buki przeplatane z rzadka przez dęby, roślin zielnych jest bardzo mało. W związku z tym, że zbocze grzędy graniczy z polem uprawnym ściółka nie gromadzi się w miejscach wyższych, lecz jest zwiewana niżej, gdzie gruba jej warstwa złożona wyłącznie z liści bukowych dochodzi do kilkunastu cm i ulega powolnemu rozkładowi.

W dolinie strumienia teren jest bardziej wilgotny, drzewa rosną rzadziej, natomiast występują obficie krzewy oraz rośliny zielne. Warstwa ściółki jest tutaj bardzo cienka i ulega szybkiemu rozkładowi.

Szczegółowy opis terenu znajduje się w pracy S. Macko (1954).

Wskutek różnych warunków na zboczu grzędy i w dolinie strumienia występują różnice w składzie i w szybkości rozkładu ściółki. W związku z tym nasunęło się pytanie, jak te różnice odbijają się na składzie jakościowym i ilościowym promieniowców. Pobierano więc do analizy próbki ze środkowej części zbocza i z doliny strumienia.

Wobec tego, że w glebie leżącej pod ściółką zaznaczały się wyraźne warstwy uzależnione ilością i stopniem rozkładu materiału organicznego, pobierano próbki z różnych głębokości w celu uchwycenia różnic w występowaniu promieniowców.

W końcu trzecim zagadnieniem był wpływ zmian pór roku na skład i rozmieszczenie promieniowców w obu rodzajach ściółki i gleby.

SPOSÓB POBIERANIA PRÓBEK

Do badań pobierano próbki ze zbocza grzędy i doliny strumienia w odstępach mniej więcej dwumiesięcznych. Pracę rozpoczęto 23.XI.1951 r., ostatnią próbkę pobrano 5.III.1954 r. W pierwszym roku badań (1952) pobierano wyłącznie próbki ze zbocza grzędy.

Na zboczu grzędy, po usunięciu suchych liści, można było wyróżnić wyraźne cztery warstwy. Warstwę I stanowiła właściwa ściółka, złożona

Tabela — Table 1

Temperatura i wilgotność gleby w okresie pobierania próbek
Temperature and humidity of soil in the time of sample-taking

Data Date		13.II.53	16.IV.53	11.VI.53	14.IX.53	19.XI.53	5.III.54
Średnia temperatura miesiąca Mean temperature of the month		+ 1,3°	+ 8,9°	+ 17,0°	+ 13,4°	+ 3,3°	+ 3,3°
Tempera- tura w dniu pobierania próbki	powietrza of the air	- 1°	- 17°	- 25°	+ 13°	6°	3°
Temperatu- re of the day of sample- taking	gleby na głębokości 10 cm of the soil in a depth of 10 cm	+ 1°	8°	- 14°	12°	5°	3
Procentowa zawartość wody w glebie Percentage of water in the soil	Zbocze grzędy The slope of the hill	warstwa I					
		stratum I	68,7	57,8	48,6	42,3	64,2
		warstwa II					
		stratum II	52,0	59,6	58,0	41,3	46,5
	Dolina strumienia The valley of the stream	warstwa III					
		stratum III	29,9	27,6	27,9	10,1	15,0
		warstwa IV					
		stratum IV	14,2	15,8	11,4	6,6	8,7
		warstwa I					
		stratum I	77,1	33,4	47,2	44,3	56,3
		warstwa II					
		stratum II	39,3	25,4	36,7	38,2	22,4
		warstwa III					
		stratum III	37,4	26,2	26,9	26,0	29,1

z mniej lub więcej rozłożonych liści, zachowujących jednak swe cechy morfologiczne. Warstwa II — gleba próchniczna, bogata w resztki roślinne niecałkowicie rozłożone, jak gałązki i owoce buka. Liści nie dało się tutaj wyróżnić. Warstwa III — gleba próchniczna jednolita, bez resztek roślinnych, i warstwa IV — gleba o barwie żółtawej, z bardzo małą zawartością próchnicy. Grubość każdej warstwy wahała się w granicach 5 — 10 cm.

W dolinie strumienia suchych, nierozłożonych liści nie było zupełnie. Warstwa I, złożona z liści częściowo rozłożonych, była niezmiernie cienka, nie przekraczała 2 cm. Pod nią leżała warstwa II — właściwa gleba próchniczna, z małą zawartością resztek roślinnych (głównie korzenie roślin zielnych), bardzo gruba, bo dochodząca często do 25 cm. Poniżej wyróżniono warstwę III o jaśniejszym zabarwieniu i gliniastej konsystencji. Wszystkie te warstwy, a zwłaszcza warstwa III zawierały liczne grudki wapna.

Próbki do badań z wyżej wymienionych warstw pobierano w odstępach dwumiesięcznych do sterylnych słoików. W czasie pobierania próbek w roku 1953/54 mierzono (zawsze o godz. 14,30) temperaturę gleby na zboczu grzędy i temperaturę powietrza (tabela 1).

Jeżeli chodzi o procentową zawartość wody w glebie, to, jak widać z tabeli 1, ściółka i warstwa II zbocza grzędy były na ogół wilgotniejsze od odpowiednich warstw doliny strumienia. Natomiast warstwa III doliny strumienia, która w zasadzie odpowiada warstwie IV zbocza grzędy, zawierała nawet do 37% wody, podczas gdy w warstwie IV ilość wody nie przekraczała nigdy 16%. W obu rodzajach gleby wilgotność z reguły malała w miarę wzrostu głębokości.

CHARAKTERYSTYKA CHEMICZNA ŚCIÓŁKI I GLEBY

W toku pracy przeprowadzono niektóre analizy chemiczne próbek ściółki i gleby. Dokładne metody przeprowadzonych analiz zostały podane w pracy H. Krzemieniewskiej i L. Badury (1954).

Ze względu na niewielkie odchylenia w ilości i składzie substancji organicznej w różnych próbkach w zależności od pory roku oraz na nie dający się uchwycić wpływ ich na ilość i różnice gatunkowe promieniowców, podaję jedynie średnie wartości oznaczeń ujęte w tabeli 2.

Kwasotę aktualną mierzono przy pomocy metody kolorymetrycznej. Zbocze grzędy posiada glebę mniej więcej słabo kwaśną. Warstwa ściółki jest mniej kwaśna (pH 5,0 — 7,0), w porównaniu z głębszymi warstwami gleby. I tak w warstwie IV pH waha się w granicach 4,4 — 5,6. W dolinie strumienia gleba jest prawie obojętna. Warstwy górne posiadają pH 6,6 — 6,8, warstwa najgłębsza (III) pH 6,8 — 7,2.

Tabela — Table 2
 Charakterystyka chemiczna ściółki i gleby
 Chemical characters of the litter and soil

	Zbocze grzędy The slope of the hill				Dolina strumienia The valley of the stream		
	warstwa I stratum	warstwa II stratum	warstwa III stratum	warstwa IV stratum	warstwa I stratum	warstwa II stratum	warstwa III stratum
pH	5,0—7,0	4,6—6,2	4,0—5,8	4,4—5,6	6,6—6,8	6,8—7,0	6,8—7,2

w % suchej masy — in % of dry mass

CaCO ₃	0,0	0,0	0,0	0,0	25,6	35,9	56,1
Substancja organiczna Organic substance	83,1	46,5	15,9	3,4	52,1	17,1	8,7
Węglowodany ulegające hy- drolizie w 8% HCl Carbohydrates undergoing hydrolysis in 8% HCl	11,2	5,2	2,1	0,2	7,3	2,3	0,6
Błonnik Cellulose	5,8	2,4	0,8	0,3	3,6	0,5	0,3
Azot całkowity Total nitrogen	1,8	1,4	0,5	0,1	1,2	0,5	0,2
Azot białkowy Albuminous nitrogen	1,6	1,4	0,5	0,1	1,2	0,5	0,2
Kwasy humin. Humic acids	10,5	7,4	3,9	0,5	4,2	1,1	0,6

w % azotu całkowitego — in % of total nitrogen

Azot białkowy Albuminous nitrogen	91,3	95,2	95,6	91,6	94,6	95,3	93,7
---	------	------	------	------	------	------	------

Stwierdzono, że gleba zbocza grzędy nie zawiera w ogóle węglanu wapnia, podczas gdy w dolinie strumienia gromadzi się on w dużych ilościach. W ściółce stwierdzono 16,0 — 36,9% węglanu, a w głębszych warstwach gleby nawet 52,0 — 60,5%. Odczyn gleby pozostaje jednak zaledwie słabo alkaliczny. Wapno występuje tutaj w postaci grudek różnej wielkości.

Ściółka zbocza grzędy zawiera więcej substancji organicznych (średnio 83,1% w s. m.) niż ściółka doliny strumienia (średnio 52,1% w s. m.). Wraz ze wzrostem głębokości ilość substancji organicznych maleje, tak że gleba IV zbocza grzędy zawiera już tylko do 4,0% substancji organicznych.

Ilość węglowodanów ulegających hydrolizie w 8% kwasie solnym maleje równomiernie w miarę wzrostu głębokości tak na zboczu grzędy, jak i w dolinie strumienia. Podczas gdy w suchej masie ściółki znajduje się średnio 11,2% tych węglowodanów, to w warstwie IV zbocza grzędy ilość ta maleje prawie do zera.

Podobne stosunki stwierdzono w wypadku błonnika (oznaczany metodą A. Biełozierskiego i N. Proskurikowa 1951), chociaż można tu było zaobserwować większe wahania ilościowe w skali rocznej. Ilość błonnika jednak na obu terenach malała z reguły wraz ze wzrostem głębokości. Ściółka zbocza grzędy zawierała średnio 5,8% błonnika, ściółka doliny strumienia 3,6%, natomiast w najgłębszych warstwach stwierdzono jego zaledwie 0,3%.

Ilość azotu tak całkowitego, jak i białkowego była największa w ściółce, a zmniejszała się stopniowo w głębszych warstwach gleby. Wspólną charakterystyczną cechą wszystkich próbek była duża ilość azotu białkowego w stosunku do azotu całkowitego. Wahala się ona w granicach 91,3 — 95,6% azotu całkowitego.

Ilość kwasów huminowych nie ulegała dużym wahaniom rocznym. Jeżeli chodzi o różnice w ilościowym występowaniu na różnych głębokościach, to procentowa zawartość kwasów huminowych w suchej masie w zasadzie malała w miarę wzrostu głębokości (ściółka — 10,6%, gleba IV — 0,5%).

METODY BADANIA ILOŚCIOWEGO SKŁADU PROMIENIOWCÓW

Dla określenia ilości promieniowców w glebie stosowano pospolicie używaną w mikrobiologii gleby metodę płytkową, polegającą na szczepieniu agarowej pożywki rozcieńczoną zawiesiną gleby i obliczaniu wyrosniętych kolonii. Metoda ta, aczkolwiek w odniesieniu do promieniowców posiada pewne braki, jest jednak powszechnie używana do określania ilości i populacji promieniowców w glebie.

Z badanej gleby przygotowywano odpowiednie rozcieńczenia, którymi następnie szczepiono pożywkę i rozlewano ją na płytki Petriego.

Przygotowanie rozcieńczeń — 5 g świeżej gleby lub ściółki zalewano 500 ml wyjałowionej wody wodociągowej i wytrząsano przez 1 godz. w odpowiednim aparacie. Uzyskana w ten sposób zawiesina zawiera w każdym ml 1/100 g gleby. Z tego wyjściowego roztworu przyrządzano rozcieńczenia, zawierające w 1 ml 1/1000, 1/10 000 i 1/100 000 g gleby. Z każdego rozcieńczenia pobierano 1 ml i wlewano do probówki z roztopioną pożywką agarową o temperaturze 40°C, którą wylewano na płytki Petriego. W ten sposób przygotowywano cztery równoległe próby dla każdego rozcieńczenia.

Przez cały czas pracy używano do wyosobnienia i dalszej hodowli promieniowców pożywkę Conna (S. A. Waksman 1927), o następującym składzie —

cytrynian wapnia	— 10 g	K ₂ HPO ₄	— 0,5 g
glicerol	— 10 g	agar	— 15 g
NH ₄ Cl	— 0,5 g	woda dest.	— 1000 ml
pH — 7,0 (doprowadzone przy pomocy NaOH).			

Na pożywce tej rozwój bakterii był stosunkowo słaby, promieniowce natomiast rozwijały się bardzo szybko i silnie, produkując obfitą grzybnę powietrzną, co znacznie ułatwiało ich rozpoznanie.

Zaszczepione płytki trzymano w termostacie w temperaturze 30°C. Po dwóch tygodniach przystępowano do obliczania wyrosniętych na płytkach kolonii promieniowców. Uzyskane wyniki przeliczano na gram suchej masy gleby.

Większość kolonii promieniowców przeszczepiano na świeżą pożywkę agarową o tym samym składzie, w celu otrzymania czystych kultur i określenia gatunków.

IŁOŚCIOWE I JAKOŚCIOWE RÓŻNICE W WYSTĘPOWANIU PROMIENIOWCÓW W ZALEŻNOŚCI OD GLEBY I PORY ROKU

Wyniki ilościowego występowania promieniowców w zależności od gleby i pory roku ilustruje tabela 3 i diagram (ryc. 1).

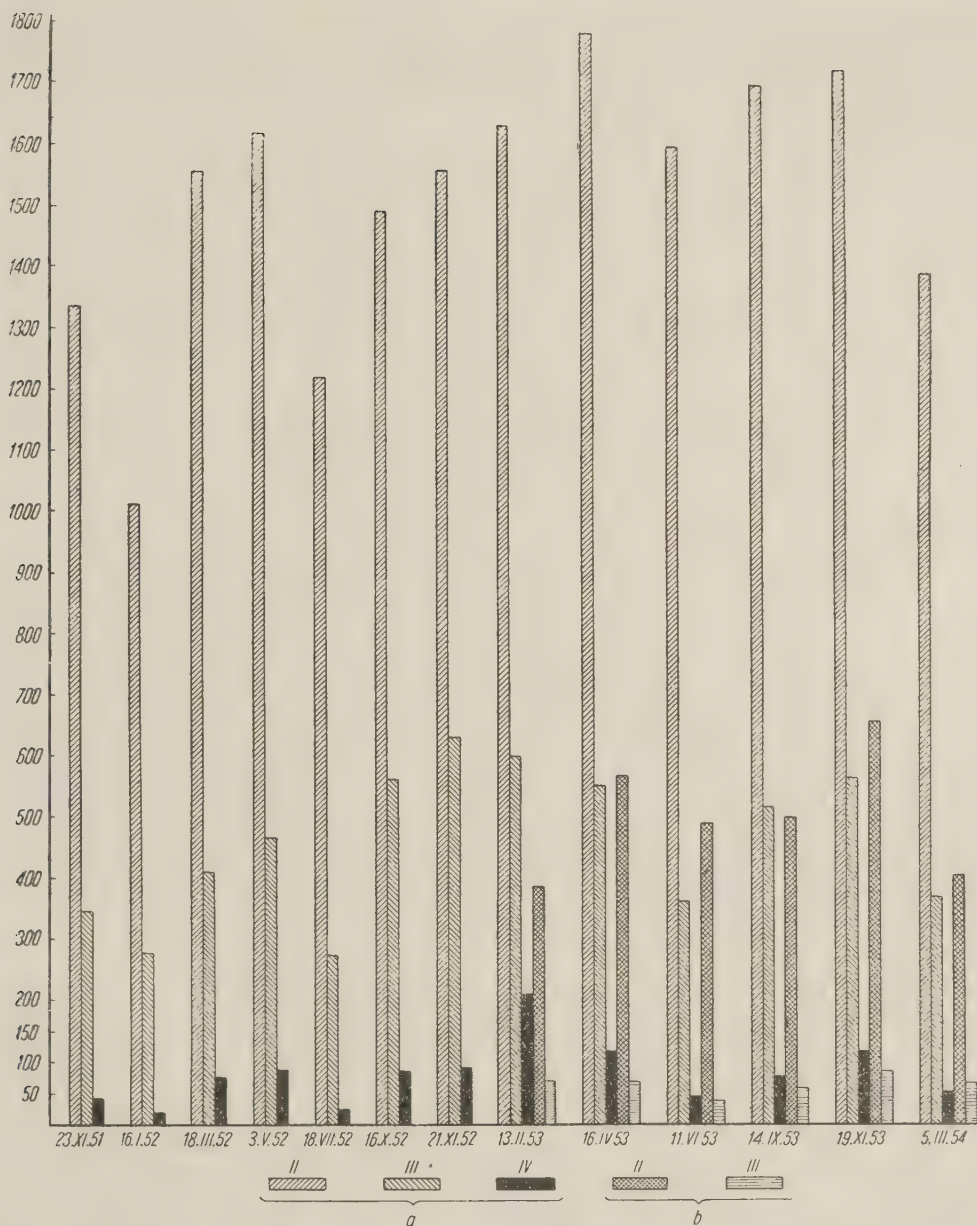
Przy pomocy opisanej metody nie udało się dokładnie oznaczyć ilości promieniowców w ściółce (warstwa I), ponieważ warstwa ta złożona ze słabo rozłożonych resztek roślinnych nie pozwalała na dokładne wzięcie średniej próby. Z tego względu ilościowe wyniki nie zostały zamieszczone w tabeli. Można jednak z całą pewnością stwierdzić, że w ściółce zbocza grzędy i doliny strumienia mikroorganizmy z rodzaju *Streptomyces* występują obficie niż w głębszych warstwach. Płytki szczepione rozcieńczoną zawiesiną ściółki były wszystkie pokryte znacznie większą

Tabela — Table 3

Ilość promieniowców w 1 g suchej masy gleby
Number of actinomycetes in 1 g of dry mass of soil

Gleba Soil	Data Date	Rok 1951 Year 1951	Rok 1952 — Year 1952					
		23.XI	16.I	18.III	3.V	18.VII	16.X	21.XI
Zbocze grzędy The slope of the hill	warstwa II stratum II	1 330 000	1 009 000	1 554 000	1 623 000	1 224 000	1 488 000	1 558 000
	warstwa III stratum III	348 000	265 000	410 000	465 000	282 000	565 000	637 000
	warstwa IV stratum IV	36 000	15 000	74 000	89 000	18 000	84 000	92 000
Dolina strumienia The valley of the stream	warstwa II stratum II							
	warstwa III stratum III							

Gleba Soil	Data Date	Rok 1953 — Year 1953					Rok 1954 Year 1954
		13.II	16.IV	11.VI	14.IX	19.XI	5.III
Zbocze grzędy The slope of the hill	warstwa II stratum II	1 634 000	1 783 000	1 586 000	1 699 000	1 743 000	1 394 000
	warstwa III stratum III	606 000	558 000	354 000	528 000	573 000	365 000
	warstwa IV stratum IV	214 000	109 000	47 000	73 000	116 000	48 000
Dolina strumienia The valley of the stream	warstwa II stratum II	395 000	571 000	494 000	510 000	654 000	411 000
	warstwa III stratum III	66 000	63 000	38 000	59 000	84 000	63 000



Ryc. 1. Diagram ilustruje ilość promieniowców w różnych warstwach gleby ze zbocza grzędy i doliny strumienia w zależności od pory roku.

Oś rzędnych — ilość promieniowców (w tysiącach) w 1 g suchej masy gleby. Oś odciętych — Daty pobierania próbek.

a — warstwy zbocza grzędy, b — warstwy doliny strumienia.

Diagram illustrates the occurrence of actinomycetes in the course of the year on the slope of the hill and in the valley of the stream.

Ordinate — Number of actinomycetes (in thousands) in 1 g of dry mass of soil.

Abscissa — Dates of sample-taking

a — stratum of the slope of hill, b — stratum of the valley of stream.

ilością kolonii, niż płytki szczepione zawiesiną pochodzącą z innych warstw. Należy zaznaczyć, że płytki szczepione zawiesiną ściółki pochodzącą ze zbocza były silniej zarośnięte niż analogiczne płytki z doliny strumienia.

W warstwie II ze zbocza grzędy, która nie posiada odpowiednika w dolinie strumienia, ilość promieniowców wahała się w granicach 1,009 do 1,783 miliona. Zastanawiające jest tak obfite występowanie promieniowców w powierzchniowych warstwach zbocza grzędy, gdzie środowisko było raczej kwaśne (pH 4,6 — 6,2), w porównaniu z II warstwą z doliny posiadającą odczyn obojętny (pH 6,8 — 7,0). Jak wynika bowiem z danych H. L. J e n s e n a (1930) i S. A. W a k s m a n a (1950), promieniowce rozwijają się najlepiej w glebach alkalicznych, a w miarę wzrostu zakwaszenia gleby ilość ich maleje. Możliwe, że duża ilość węglanu wapnia (25,6 — 56,1% w s. m.) w glebie doliny strumienia wpływa hamującą na ich rozwój.

W głębszych warstwach zbocza grzędy (III i IV), jak również w leżących na tej samej mniej więcej głębokości (20 — 30 cm) warstwach II i III doliny strumienia nie stwierdzono znacznych różnic ilościowych. W warstwie III zbocza ilość promieniowców wahała się od 265 do 637 tysięcy, w IV od 15 do 240 tysięcy. Podobnie w dolinie strumienia w warstwie II ilość ich wahała się od 395 do 654 tysięcy, a w warstwie III od 38 do 84 tysięcy. Jak z tych liczb wynika, warstwy III i IV zbocza grzędy i II i III doliny strumienia są prawie jednakowo zasobne w promieniowce. Na obu terenach ilość ich zmniejszała się w miarę wzrostu głębokości. Może wpływa na to zmniejszanie się ilości substancji organicznych, a także prawdopodobnie nie bez znaczenia jest zbyt mały dostęp powietrza.

Wpływ zmian pór roku odbija się na ilości promieniowców mniej więcej jednakowo we wszystkich warstwach na obu terenach. Na podstawie danych z warstwy II zbocza grzędy można wyróżnić dwa maksima rozwoju — jedno przypadające na miesiące wiosenne (kwiecień 1953 r. — 1,783 miliona i maj 1952 r. — 1,623 miliona), drugie w miesiącach jesiennych (w 1952 r. w październiku było 1,488 miliona, w listopadzie — 1,558 miliona, w roku 1953 we wrześniu — 1,699 miliona, w listopadzie — 1,743 miliona). Najwyraźniejsze minimum wystąpiło w styczniu 1952 roku z 1,009 miliona promieniowców. Toteż pewną niespodzianką był obfity rozwój promieniowców w lutym 1953 r., gdy znaleziono ich 1,634 miliona. Przypuszczalnie pozostawało to w związku z lekką zimą, gdy średnia temperatura lutego wynosiła $+1^{\circ}\text{C}$, a temperatura gleby w dniu pobierania próbki była $+1^{\circ}\text{C}$. Drugie minimum wystąpiło w lipcu 1952 roku, ilość promieniowców spadła do 1,224 miliona, a w 1953 roku pewien spadek ujawnił się już w czerwcu. Zmniejszenie się ilości tych mikroorganizmów

w miesiącach letnich można by wyjaśnić wyczerpywaniem się odpowiednich związków organicznych, albo wysychaniem podłoża. Czerwcowego minimum nie można przypisać brakowi wody, gdyż ilość wody w pobranej próbce wynosiła 58%. Należy więc przyjąć, że tak przy zmniejszaniu się ilości promieniowców w głębszych, uboższych warstwach, jak i w ciągu lata decyduje o ich rozwoju ilość substancji organicznych.

Te obserwacje znajdują potwierdzenie w pracach Hiltnera i K. Störmera (1903), którzy przeprowadzali badania nad ilością bakterii i promieniowców w glebie. Stwierdzili oni, że na wiosnę ilość promieniowców wynosi 20%, w jesieni 30% ogólnej liczby bakterii.

Także V. Káš (1948) opisuje istnienie wybitnego maksimum rozwoju promieniowców w leśnych glebach w miesiącach jesiennych. M. Hopf (1950) w swej pracy wskazuje na istnienie w glebach leśnych, oprócz wiosennego i jesiennego maksimum rozwoju, jeszcze maksimum letniego, przypadającego na miesiąc sierpień. Stwierdza również, że spadek ilości promieniowców w zimie nie jest tak silny jak bakterii i objaśnia to tym, że promieniowce mogą zużywać substancje humusowe, które dla innych mikroorganizmów są nieużyteczne.

Na istnienie jesiennego maksimum wzrostu promieniowców wskazuje również E. N. Miszustin (1954). Badając różne gleby stwierdził on wybitny wzrost ilości promieniowców w miesiącu wrześniu i październiku, co jest związane ze wzbogacaniem gleby w tym okresie w świeże resztki roślinne.

Stwierdzenie zmian w składzie gatunkowym promieniowców było dosyć trudne ze względu na wielkie podobieństwo zewnętrzne wielu gatunków. Można więc mówić jedynie o tych gatunkach, których wzrost na podstawowej pożywce był szczególnie charakterystyczny.

Tak więc stwierdzono, że gatunki 1, 3, 8 pojawiały się zawsze z próbek zbocza grzędy i doliny strumienia. Wykazywały one wyraźne maksimum rozwoju na wiosnę i w jesieni i minima w lecie i w zimie.

Jako gatunki charakterystyczne tylko dla warstw zbocza grzędy można uważać gatunek 10, 16, 19, 22, zaś dla doliny strumienia gatunek 42, 51, 54. Na ogół ze zbocza grzędy znajdowano większą ilość gatunków niż z doliny strumienia.

Na obu terenach wystąpiło również pewne zróżnicowanie gatunkowe w zależności od warstwy. I tak gatunki 10 i 22 występowały tylko w powierzchniowych warstwach zbocza grzędy, natomiast gatunek 19 pojawiał się tylko z warstwy IV (pH 4,4 — 5,6). Podobnie w dolinie strumienia gatunek 42 występował jedynie w warstwach powierzchniowych, a gatunek 51 wyłącznie w warstwie III.

Pewne spostrzeżenia dokonane na charakterystycznie rosnących gatunkach wykazują, że warunki atmosferyczne i zmiany pór roku wpły-

wają różnie na rozwój poszczególnych gatunków. Zauważono mianowicie, że gatunki 1, 3, 8, 10 pojawiały się przez cały rok, gatunek 22 występował tylko jesienią, a gatunki 31, 38, 47 i 53 — zimą.

PRZEGLĄD STOSOWANYCH PODŁOŻY

W celu otrzymania czystych kultur promieniowców przeszczepiano kolonie wyrosłe na płytkach szczepionych rozcieńczoną zawiesiną gleby na świeżą pożywkę C o n n a, o składzie podanym poprzednio. Pożywka ta, zawierająca glicerol jako źródło węgla, sprzyja obfitemu wydzielaniu barwników, a jako podłoże syntetyczne o stałym składzie nie wpływa na zmienność. Wszystkie posiadane gatunki promieniowców hodowano przez cały czas na tej pożywce, przeszczepiając je co dwa, trzy miesiące. W toku pracy nie dało się zaobserwować zmienności cech morfologicznych tych gatunków. Niektóre charakterystycznie rosnące promieniowce (gatunek 3, 8, 33, 39) po przeszczepieniu na pożywkę z glukozą czy z asparaginą przeszczepiano z powrotem na pożywkę wyjściową C o n n a. Również i w tym wypadku otrzymano kolonie niczym nie różniące się od kolonii wyjściowych. Z tego względu wydaje się, że stanowisko R. L i s k e g o (1921), odrzucającego w ogóle możliwość klasyfikacji promieniowców ze względu na ich wielką zmienność, nie jest słuszne. Wskazuje na to I. S t r u t z (1952), który po przeprowadzeniu dokładnych badań doszedł do wniosku, że przy zachowaniu stałych warunków zewnętrznych własności morfologiczne i fizjologiczne promieniowców pozostają niezmienione.

Dla zbadania własności fizjologicznych oraz wpływu różnych składników pokarmowych podłoża na wzrost i rozwój stosowano następujące pożywki:

1. Pożywka C o n n a z agarem (skład podany poprzednio, przy opisie gatunków pod nazwą — pożywka z cytrynianem).

2. Pożywka K r a i n s k i e g o z agarem (przy opisie gatunków pod nazwą — pożywka z glukozą), o składzie —

glukoza	— 10 g	K ₂ HPO ₄	— 0,5 g
NH ₄ NO ₃	— 0,5 g	agar	— 15 g
woda wodociągowa	— 1000 ml		

3. Pożywka C z a p k a z agarem (przy opisie gatunków pod nazwą — pożywka z sacharozą), o składzie —

NaNO ₃	— 2 g	FeSO ₄	— 0,01 g
K ₂ HPO ₄	— 1 g	sacharoza	— 30 g
MgSO ₄ · 7H ₂ O	— 0,5 g	agar	— 15 g
KCl	— 0,5 g	woda dest.	— 1000 ml

4. Pożywka *Lindenbeina* (I) z agarem (przy opisie gatunków pod nazwą — pożywka z glicerolem), o składzie —

K_2HPO_4	— 1 g	$NaNO_3$	— 2 g
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	— 0,5 g	glicerol	— 30 g
KCl	— 0,5 g	agar	— 15 g
$FeSO_4$	— 0,01 g	woda dest.	— 1000 ml

5. Pożywka *Lindenbeina* (II) z agarem (przy opisie gatunków pod nazwą — pożywka z asparaginą), o składzie —

glukoza	— 10 g	K_2HPO_4	— 0,5 g
asparagina	— 0,5 g	agar	— 15 g
woda dest.	— 1000 ml		

6. Bulion mięsny z agarem.

7. Pożywka skrobiowa z agarem *Krańskiego* (przy opisie gatunków pod nazwą — pożywka ze skrobią), o składzie —

skrobia	— 10 g	K_2HPO_4	— 0,5 g
KNO_3	— 0,5 g	agar	— 15 g
woda dest.	— 1000 ml		

8. Pożywka żelatynowa.

Bulion mięsny z dodatkiem 12% żelatyny.

9. Mleko odtłuszczone.

10. Ziemniak.

11. Celuloza.

Na powierzchnię płytki krzemionkowej kładziono krążki oczyszczonej bibuły filtracyjnej, otrzymanej przez gotowanie w 1,25% kwasie siarkowym przez 1 godzinę, a następnie w 1,25% ługu sodowym również przez 1 godzinę i dokładnie przemytej. Na płytkę dawano 2 ml stężonej pożywki *Hutchinsona*. Płytki z pożywką poduszowano w temperaturze 50°C.

12. Humian sodowy.

Na jedne płytki krzemionkowe dawano mineralną pożywkę *Hutchinsona* i próchnian jako jedyne źródło węgla, na inne — pożywkę *Hutchinsona* z glukozą, lecz bez azotu.

Wszystkie hodowle, z wyjątkiem żelatyny, trzymano w termostacie w temperaturze 30°C. Pożywkę żelatynową trzymano w temperaturze pokojowej. Obserwacje kultur i opisy przeprowadzano na ogół po 10 dniach, a następnie po 2 — 3 tygodniach.

Przeprowadzano następujące badania własności fizjologicznych:

A. Inwersja sacharozy na płynnej pożywce *Czapka*. Po 3 tygodniach hodowli pobierano 5 ml przesączu z kultury promieniowca i przeprowadzano próbę *Benedicta*.

Tabela — Table 4
Własności fizjologiczne promieniowców
Physiological properties of actinomycetes

Gatunek Species	Inwersja sacharozy Saccharose inversion	Hydroliza skrobi Hydrolysis of starch	Rozkład celulozy Decomposi- tion of cellulose	Rozpuszcza- nie żelatyny Liquefaction of gelatin	Mleko — Milk		Redukcja azotanów Nitrate reduction
					koagulacja coagulation	peptonizacja peptoniza- tion	
1	—	+++	±	—	—	±	—
3	+	—	+	—	—	—	—
4	+++	+++	++	—	++	++	—
5	+	++	—	+	+	+	+
6	+++	+	—	++	—	++	—
7	—	++	—	+	—	+	+
8	—	+++	—	—	—	—	—
9	—	±	—	+	—	—	+
10	+++	+++	+	+	—	+	—
11	—	+++	—	++	+	+	+
12	—	+++	—	±	+	+	—
13	±	++	—	++	—	+	+
14	+++	+++	+++	+	++	+	+
15	—	+++	—	—	+	+	—
16	—	—	—	±	+	+	++
17	—	++	+++	+	—	—	+
18	+	++	—	+++	—	+	—
19	—	+	—	±	+	+	++
20	—	+++	—	±	—	+	—
21	—	++	—	+++	++	+	+
22	+	+	—	+	—	++	+
23	—	++	—	±	+	++	—
24	—	++	—	—	—	—	—
26	—	+++	—	+	+	+	±
27	—	+++	—	+	+	+	—
28	+	++	—	+++	+	++	—
29	—	±	±	++	—	+	+
30	—	+++	—	±	—	+	—
31	—	++	—	++	—	+	—

Tabela — Table 4 (d. c.)
 Własności fizjologiczne promieniowców
 Physiological properties of actinomycetes

Gatunek Species	Inwersja sacharozy Saccharose inversion	Hydroliza skrobi Hydrolysis of starch	Rozkład celulozy Decomposi- tion of cellulose	Rozpuszcza- nie żelatyny Liquefaction of gelatin	Mleko — Milk		Redukcja azotanów Nitrate reduction
					koagulacja coagulation	peptonizacja peptoniza- tion	
32	±	+++	+++	+	±	++	—
33	+++	+++	++	±	—	+	+
34	—	+	++	+++	++	++	±
35	—	—	—	—	—	—	±
36	+++	++	—	—	—	+	—
37	—	++	—	—	—	±	±
38	—	+	—	±	±	+	+
39	++	++	+++	+	±	++	—
40	+	+++	—	—	—	—	+
41	—	++	—	+	—	+	±
42	—	++	+	+	±	++	±
43	—	+	—	—	±	+	±
44	—	+++	—	±	—	+	—
45	++	±	—	—	—	±	+
46	—	++	±	+	+	+	+
47	—	++	+++	+	—	++	+
48	+	++	—	—	++	++	—
49	—	++	—	++	++	±	+
50	++	++	+++	+	—	+	—
51	+++	+++	—	±	—	±	—
52	—	+++	+++	+	++	++	—
53	—	—	—	—	—	+	—
54	—	++	—	—	—	+	+
55	+	+++	+++	++	—	++	+
56	+	+++	—	++	++	++	±

Objaśnienie znaków

Explanation of signs

— brak działania — lack of activity

± ślady działania — traces of activity

+ słabe działanie — weak activity

++ silne działanie — strong activity

+++ bardzo silne działanie — very strong activity

B. Hydroliza skrobi. Płytki z agarową pożywką skrobiową zalewano po 2 tygodniach hodowli roztworem J w KJ. W wypadku hydrolizy skrobi występowała dokoła kolonii promieniowca bezbarwna strefa, reszta płytki była zabarwiona na ciemnoniebiesko.

C. Rozkład błonnika kontrolowano makroskopowo i mikroskopowo.

D. Rozpuszczanie żelatyny.

E. Koagulacja i peptonizacja mleka.

F. Redukcja azotanów. Płytki skrobiowe po dwóch tygodniach hodowli zalewano roztworem jodku potasu zakwaszonym kwasem solnym. W wypadku redukcji azotanów do azotynów dokoła kolonii pojawia się niebieskie zabarwienie, powstałe pod wpływem działania uwolnionego przez azotyny jodu na skrobię.

G. Zużycie humianów określano tylko na podstawie rozwoju.

Wyniki obserwacji zebrano w tabeli 4. Jak widać z tej tabeli, wyhodowane gatunki różnią się wyraźnie między sobą właściwościami fizjologicznymi. Stosunkowo mało, bo zaledwie 22 gatunki powodowały inwersję sacharozy w płynnej pożywce Cz a p k a, przy czym tylko 7 gatunków (4, 6, 10, 14, 33, 36, 51) czyniło to bardzo szybko, 13 gatunków mniej lub bardziej sprawnie, a dwa gatunki (13 i 32) wywoływały zaledwie ślad inwersji.

Enzymy amylolityczne są bardzo rozpowszechnione wśród promieniowców z rodzaju *Streptomyces*. Z 54 gatunków tylko 4 (3, 16, 35, 53) nie hydrolizowały skrobi, 20 gatunków powodowało bardzo intensywną hydrolizę, 27 czyniło to z różną szybkością, a tylko trzy (9, 29 i 45) bardzo słabo.

Zdolność rozkładu błonnika występuje w rodzaju promieniowców niezbyt często. Tylko 14 gatunków ujawniło ją w różnym stopniu, 8 gatunków (14, 17, 32, 39, 47, 50, 52, 55) powodowało silny rozkład błonnika. 6 gatunków czyniło to powoli, a trzy dawały tylko ślad rozkładu.

Enzymy proteolityczne, jak można sądzić na podstawie rozpuszczania żelatyny i peptonizacji mleka, są rozpowszechnione w obrębie rodzaju *Streptomyces*. Żelatynę rozpuszczało 39 gatunków, w tym 4 (18, 21, 28, 34) czyniło to bardzo szybko, 8 gatunków bardziej wolno, reszta — 27 gatunków słabo. Tylko 6 gatunków nie wykazywało zdolności do peptonizacji mleka (gat. 3, 8, 9, 24, 35, 40), 5 gatunków powodowało bardzo słabą peptonizację, inne czyniły to mniej lub więcej sprawnie.

Zdolność wyraźnej koagulacji mleka posiada tylko niewiele gatunków (8), reszta wywołuje koagulację mniej lub więcej słabą lub nie wywołuje jej zupełnie.

Promieniowce z rodzaju *Streptomyces* korzystają zarówno z azotu azotanów, jak i soli amonowych, jednakże tylko w kulturach 30 gatunków można było stwierdzić powstawanie azotynów. Pośród nich jedynie w kul-

turach dwóch gatunków (16 i 19) reakcja na azotyny była silna, w innych redukcja azotanów przebiegała słabo lub znajdowano tylko ślad azotynów.

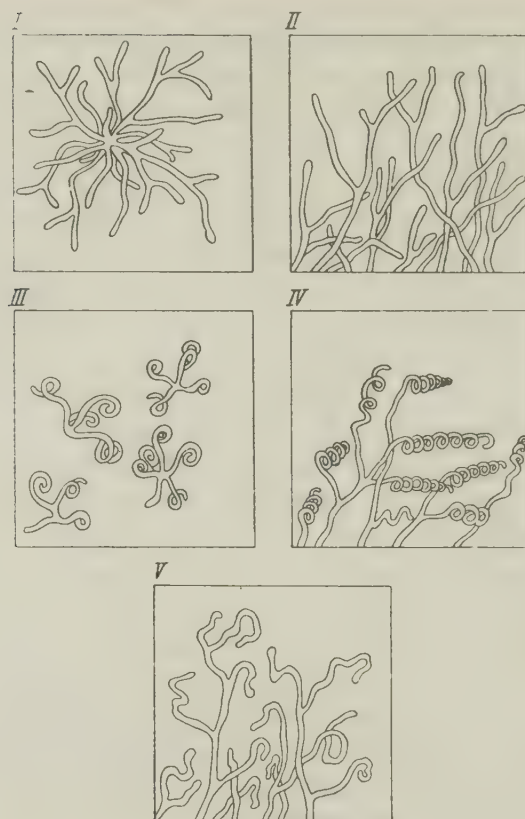
Zużycie humianów określano na podstawie rozwoju promieniowców. Na płytkach, w których jedynym źródłem węgla był próchnian sodowy, większość promieniowców nie rozwijała się zupełnie, a tylko nieliczne wykazywały bardzo słaby rozwój. Tam, gdzie próchnian był jedynym źródłem azotu, a źródłem węgla była glukoza, stwierdzono dosyć silny rozwój prawie wszystkich badanych gatunków. Ten wynik pozostaje w sprzeczności z wynikiem pracy E. S. K u d r i n y (1951), która zajmowała się zagadnieniem rozkładu kwasów huminowych przez mikroorganizmy i stwierdziła, że promieniowce biorą wybitny udział w tym procesie. Autorka przebadła tylko jeden gatunek — *Actinomyces griseolus*, dla którego był dostępny zarówno węgiel, jak i azot kwasów huminowych, choć nie w tym samym stopniu. W wypadku korzystania z węgla tych kwasów obserwowała ona znaczne zmiany morfologiczne w kulturach — kolonie były dużo mniejsze, a rozwój grzybni powietrznej bardzo słaby.

OPISY WYOSOBNIONYCH GATUNKÓW PROMIENIOWCÓW

W toku pracy wyosobniono 54 gatunki promieniowców z rodzaju *Streptomyces*, które próbowano oznaczyć według klucza B e r g e y a (1948) oraz klucza K r a s s i l n i k o w a (1949). Jednak obydwie te klucze posiadają duże braki utrudniające oznaczenie gatunku, a nawet w pewnych wypadkach uniemożliwiające je zupełnie.

Klucz K r a s s i l n i k o w a oparty jest na cechach morfologicznych, w wielu wypadkach zupełnie nieuchwytnych, oraz na zabarwieniu kolonii i grzybni powietrznej. W kluczu i w dalszym opisie autor podaje tylko barwę taką czy inną, nie uwzględniając zupełnie rodzaju pożywki na jakiej ma to miejsce, a jak wiadomo zabarwienie tak kolonii, jak grzybni powietrznej i podłoża może się zmieniać w zależności od składu pożywki. Oznaczenie gatunków z tego klucza staje się tym samym prawie zupełnie niemożliwe.

Klucz B e r g e y a, aczkolwiek oparty na własnościach fizjologicznych, posiada również duże braki, wskutek których oznaczenie poszczególnych gatunków napotyka duże trudności. Nigdy nie ma całkowitej pewności, czy znaleziony szczep jest rzeczywiście gatunkiem opisanym w kluczu B e r g e y a, z tego względu, że: 1. skład pożywek, na których zostały opisane gatunki, nie jest podany, 2. ilość podanych pożywek jest mała i nie wyczerpuje wszystkich własności, często najbardziej istotnych, 3. opis zabarwienia grzybni czy też podłoża jest rzeczą subiektywną i należałoby opierać się na skali barwnej. Na braki tego systemu wskazuje również W. L i n d e n b e i n (1952). Według tego badacza najważniejsze z nich.



Ryc. 2. Typy grzybni powietrznej promieniowców na pożywce Conna (brzeg kolonii)
Types of aerial mycelium of actinomycetes on Conn medium (edge of the colony)

I t y p — Nitki grzybni powietrznej lekko faliste, rozgałęzione, na ogół krótkie. Brzeg kolonii nie jest ostro ograniczony, grzybnia powietrzna rozprzestrzenia się daleko poza kolonię, tworząc drobne krzaczki.

I t y p e — Aerial hyphae slightly wavy, branched, usually short. The edge of the colony is not sharply limited, the aerial mycelium spreading far beyond the colony and forming small tufts.

II t y p — Nitki grzybni powietrznej proste z bardzo dużą ilością rozgałęzień. Przy brzegu kolonii rozprzestrzeniają się pojedyncze nici grzybni powietrznej, nie tworzą krzaczków.

II t y p e — Aerial hyphae straight, with a very great number of branchings. Near the edge of the colony spreading single aerial hyphae, but do not form tufts.

III t y p — Nitki grzybni powietrznej przy brzegu kolonii ułożone w drobne pączki, zakręcone, palstornie na końcach.

III t y p e — Aerial hyphae, near the edge of the colony, arranged in small bunches which at the ends are curved in a crosier — like way.

IV t y p — Nitki grzybni powietrznej rozgałęzione, tworzą na końcach spirale.

IV t y p e — Aerial hyphae branched, form at the ends spirals.

V t y p — Nitki grzybni powietrznej rozgałęzione, silnie faliste, tworzą na końcach nieregularne skrety

V t y p e — Aerial hyphae branched, strongly wavy, form at the ends irregular turns.

to — „ungleichmässige und unvollständige Merkmalsangabe, Inkonssequenzen im Schlüssel und Unvollständigkeit der beschriebenen Arten“.

Ze względu na trudności w dokładnym oznaczeniu posiadanych gatunków promieniowców podzielono je na grupy, w zależności od typu grzybni powietrznej na pożywce *C o n n a* (ryc. 2), oraz zamieszczono szczegółowe opisy gatunków na wszystkich stosowanych pożywkach.

Przed opisem gatunków każdej grupy umieszczono pomocniczy klucz (uwaga — w kluczu pod nazwą „podłoże” rozumie się podstawową pożywkę z cytrynianem).

KLUCZ DO OZNACZANIA GATUNKÓW POSIADAJĄCYCH GRZYBNIĘ POWIETRZNĄ I TYPU

Nitki grzybni powietrznej lekko faliste, rozgałęzione, na ogół krótkie. Brzeg kolonii nie jest ostro odgraniczony, grzybnia powietrzna rozprzestrzenia się daleko poza kolonię tworząc drobne krzaczki.

Na pożywce z cytrynianem grzybnia powietrzna żółtozielona gatunek	1
Na pożywce z cytrynianem grzybnia powietrzna szara	a
a) podłoże początkowo żółte przechodzi w czerwone gatunek	14
podłoże bezbarwne do lekko szarego	b
podłoże kremowe lub żółte	f
b) na pożywce z sacharozą grzybnia powietrzna kremowa gatunek	49
na pożywce z sacharozą grzybnia powietrzna szara	c
c) na pożywce z glicerolem grzybnia powietrzna kremowa gatunek	7
na pożywce z glicerolem grzybnia powietrzna szara	d
d) na bulionie brak grzybni powietrznej gatunek	32
na bulionie grzybnia powietrzna szara	e
e) bulion niezabarwiony gatunek	23
bulion zabarwiony brązowo gatunek	34
f) na pożywce z sacharozą grzybnia powietrzna szara, podłoże niezabarwione	g
na pożywce z sacharozą grzybnia powietrzna szara, podłoże zabarwione żółto do brązowego	i
g) na pożywce z asparaginą grzybnia powietrzna kremowa gatunek	47
na pożywce z asparaginą grzybnia powietrzna szara	h
h) rozkłada celulozę gatunek	39
nie rozkłada celulozy gatunek	9
i) rozkłada celulozę gatunek	55
nie rozkłada celulozy	j

j) na żelatynie silny rozwój	gatunek 56
na żelatynie brak rozwoju	gatunek 54

Gatunek 1. Konidia kuliste do owalnych $0,7 - 0,9 \times 1,2 - 1,5 \mu$.

Grzybnia powietrzna na pożywkach z cytrynianem, glukozą i asparaginą — kremowozielona, na pożywkach z sacharozą, glicerolem i na celulozie — zielonawa, na bulionie — kremowa, na pożywce ze skrobią, na mleku i ziemniaku — biała. Na ogół grzybnia powietrzna obfita, puszysta, jedynie na pożywce ze skrobią tworzy bardzo delikatny nalot.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem i glukozą — kremowe, na pożywkach z sacharozą i asparaginą — szarozielone, na pożywce z glicerolem i na ziemniaku — żółtawe, na bulionie, pożywce ze skrobią i na mleku — bezbarwne. Na wszystkich podanych pożywkach rozwój dobry. Na żelatynie brak rozwoju a na celulozie rozwój słaby.

Wydzielanie barwnika: pożywki z cytrynianem, sacharozą, glicerolem i skrobią — żółte, pożywka z glukozą — brązowa, pożywka z asparaginą — zielonawa, bulion i mleko — niezabarwione, ziemniak ciemnieje dokoła kolonii.

Własności fizjologiczne: silnie hydrolizuje skrobię, nie redukuje azotanów, nie rozpuszcza żelatyny, mleko peptonizuje bardzo słabo, bez koagulacji, celulozę rozkłada bardzo słabo.

Pojawiał się przez cały rok ze zbocza grzędy i doliny strumienia.

Gatunek 14. Konidia kuliste do owalnych $0,6 - 1,0 \times 0,8 - 1,6 \mu$.

Grzybnia powietrzna na pożywkach z cytrynianem, glukozą, sacharozą, glicerolem, asparaginą, na bulionie, ziemniaku i celulozie — szara, na pożywce ze skrobią i na mleku — biała do kremowej, na żelatynie — brak grzybni powietrznej. Grzybnia powietrzna na ogół dość obfita, mączysta, tylko na pożywkach z asparaginą i skrobią bardzo delikatna. Na ziemniaku grzybnia powietrzna występuje nierównomiernie na kolonii.

Kolonie na pożywce z cytrynianem — brązowe, na pożywkach z glukozą, sacharozą, glicerolem, na bulionie i celulozie — szare, na pożywkach z asparaginą, skrobią i na żelatynie — bezbarwne, na mleku słaby rozwój, kolonie różowobrązowe, na ziemniaku żółtoszare. Rozwój na wszystkich pożywkach z wyjątkiem mleka — dobry.

Wydzielanie barwnika: pożywka z cytrynianem zabarwiona początkowo żółto, w miarę starzenia się kultury staje się czerwona, pożywki z glukozą, sacharozą, asparaginą, bulion i żelatyna — niezabarwione, pożywka z glicerolem — kremowa, pożywka ze skrobią — różowa, mleko — różowobrązowe, ziemniak zabarwiony brązowoczerwono.

Własności fizjologiczne: silnie hydrolizuje skrobię, redukuje azotany, rozpuszcza żelatynę, mleko peptonizuje i koaguluje, silnie rozkłada celulozę.

G a t u n e k 49. Konidia kuliste do owalnych $0,7 - 1,0 \times 1,4 - 1,6 \mu$.

Grzybnia powietrzna na wszystkich pożywkach z wyjątkiem pożywki z sacharozą i mleka — szara, na pożywce z sacharozą — kremowa, na mleku brak grzybni powietrznej. Grzybnia powietrzna na ogół dość obfita, mączysta, tylko na pożywce z glicerolem bardzo delikatna.

Kolonie na pożywce z cytrynianem, żelatynie i mleku — kremowe do brązowych, na pożywkach z glukozą, asparaginą, skrobią i na bulionie — szare, na pożywkach z sacharozą, glicerolem i na ziemniaku — bezbarwne. Rozwój na wszystkich pożywkach z wyjątkiem mleka — dobry. Brak rozwoju na celulozie.

Wydzielanie barwnika: podłoża w większości wypadków niezabarwione, bulion i pożywka ze skrobią zabarwione szaro, żelatyna i ziemniak — jasnobrązowo.

Własności fizjologiczne: hydrolizuje skrobię, redukuje azotany, rozpuszcza żelatynę, mleko koaguluje i słabo peptonizuje.

G a t u n e k 7, najbardziej zbliżony do *Str. olivaceus* (W a k s m a n). Konidia kuliste $0,9 - 1,5 \mu$.

Grzybnia powietrzna na pożywkach z cytrynianem, glukozą, sacharozą i asparaginą — szara, na pożywkach z glicerolem i skrobią — biała do kremowej. Na wszystkich tych pożywkach grzybnia powietrzna obfita, mączysta, z wyjątkiem pożywki z sacharozą, gdzie jest bardzo delikatna. Na bulionie, żelatynie, mleku i ziemniaku — brak grzybni powietrznej.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem, sacharozą, na bulionie i żelatynie — bezbarwne do kremowych, na pożywkach z glukozą i asparaginą — szare, na pożywkach z glicerolem, skrobią, na mleku i ziemniaku — żółte. Rozwój na ogół dobry, tylko na żelatynie i mleku stosunkowo słaby. Brak rozwoju na celulozie.

Wydzielanie barwnika: pożywki z cytrynianem, sacharozą, asparaginą, bulion, żelatyna i mleko — niezabarwione, pożywka z glukozą — jasnobrązowa, pożywki z glicerolem i skrobią — żółte, ziemniak zabarwiony szaro.

Własności fizjologiczne: hydrolizuje skrobię, redukuje azotany, rozpuszcza żelatynę, mleko peptonizuje bez koagulacji.

Różnice między *Str. olivaceus* i gatunkiem 7: *Str. olivaceus* posiada konidia sferyczne i owalne $0,9 - 1,1 \times 0,9 - 2,0 \mu$, gatunek 7 konidia kuliste $0,9 - 1,5 \mu$. *Str. olivaceus* tworzy na mleku brązowe kolonie i koaguluje mleko, gatunek 7 tworzy żółte kolonie i nie koaguluje mleka.

Gatunek 32. Konidia kuliste do owalnych $0,7 - 0,9 \times 1,0 - 1,6 \mu$.

Grzybni powietrznej na bulionie, żelatynie, mleku i ziemniaku nie ma, na pozostałych pożywkach jest szara, mączysta, na pożywkach z glicerolem i asparaginą występuje nierównomiernie, głównie na brzegu kolonii.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem, glukozą, sacharozą, skrobią i na celulozie — szare, na pożywkach z glicerolem, asparaginą, na żelatynie i ziemniaku — kremowe do brązowych, na bulionie i mleku — bezbarwne. Na wszystkich pożywkach z wyjątkiem mleka rozwój dobry.

Wydzielanie barwnika: podłoża przeważnie niezabarwione, jedynie pożywki z glukozą i glicerolem — kremowe do brązowych i pożywka ze skrobią zabarwiona szaro.

Własności fizjologiczne: silnie hydrolizuje skrobię, nie redukuje azotanów, rozpuszcza żelatynę, mleko peptonizuje ze słabą koagulacją, silnie rozkłada celulozę.

Gatunek 23. Konidia owalne $0,4 - 0,9 \times 1,0 - 1,4 \mu$.

Grzybnia powietrzna na większości pożywek szara, mączysta, tylko na pożywkach z sacharozą, glicerolem i na ziemniaku — delikatna, na pożywce z asparaginą występuje tylko na brzegu kolonii, na żelatynie i mleku — brak grzybni powietrznej.

Kolonie na wszystkich pożywkach z wyjątkiem żelatyny i mleka — szare, na żelatynie — kremowe, na mleku — bezbarwne. Rozwój dobry z wyjątkiem pożywki z sacharozą i mleka, gdzie gatunek ten rośnie słabo. Na celulozie brak rozwoju.

Wydzielanie barwnika: pożywki z cytrynianem, sacharozą, glicerolem, skrobią, bulion, żelatyna i mleko — niezabarwione, pożywki z glukozą i asparaginą — kremowe do brązowych, ziemniak zabarwiony szaro.

Własności fizjologiczne: hydrolizuje skrobię, nie redukuje azotanów, słabo rozpuszcza żelatynę, mleko koaguluje i peptonizuje.

Gatunek 34. Konidia owalne $0,9 - 1,1 \times 1,4 - 2,0 \mu$.

Grzybnia powietrzna na wszystkich pożywkach z wyjątkiem mleka — szara. Na ogół grzybnia powietrzna mączysta, występująca na całej kolonii, na pożywkach z sacharozą i glicerolem — bardzo delikatna, na bulionie występuje nierównomiernie na kolonii, na pożywce ze skrobią i na żelatynie rośnie tylko na brzegu kolonii. Na mleku brak grzybni powietrznej.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem, glukozą, skrobią, na bulionie, ziemniaku i celulozie — szare, na pożywkach z sacharozą, glicerolem i na mleku — bezbarwne, na pożywce z asparaginą i na żelatynie — kremowe do brązowych. Rozwój przeważnie dobry, tylko na pożywce z glicerolem i na mleku — słaby.

Wydzielanie barwnika: pożywki z cytrynianem, sacharozą, glicerolem, skrobią, żelatyna, mleko i celuloza — niezabarwione, pożywka z glukozą i ziemniak zabarwione szaro, pożywka z asparaginą i bulion zabarwione brązowo.

Własności fizjologiczne: słabo hydrolizuje skrobię i redukuje azotany, silnie rozpuszcza żelatynę, peptonizuje i koaguluje mleko, rozkłada celulozę.

G a t u n e k 47. Konidia kuliste 1,0 — 1,5 μ .

Grzybnia powietrzna na pożywce z cytrynianem i na większości pożywek — szara, na pożywkach z asparaginą i skrobią — biała do kremowej, na mleku brak grzybni powietrznej. Grzybnia powietrzna na ogół mączysta z pewnymi wyjątkami: na pożywkach z sacharozą i asparaginą — bardzo delikatna, na bulionie, pożywce ze skrobią i żelatynie — grzybnia powietrzna uboga, występująca nierównomiernie lub tylko na brzegu kolonii.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem, sacharozą, glicerolem, asparaginą, skrobią, na żelatynie, ziemniaku i celulozie — żółte, na pożywce z glukozą — szarożółte, na bulionie i mleku — niezabarwione. Rozwój dobry z wyjątkiem pożywki z sacharozą i mleka.

Wydzielanie barwnika: pożywki z cytrynianem, glicerolem i ziemniak — kremowe do brązowych, pożywki z glukozą, sacharozą, bulion, żelatyna i mleko — niezabarwione, pożywki z asparaginą i skrobią — żółte.

Własności fizjologiczne: hydrolizuje skrobię, redukuje azotany, rozpuszcza żelatynę, mleko peptonizuje bez koagulacji, silnie rozkłada celulozę.

Pojawiał się w miesiącach zimowych z próbek doliny strumienia.

G a t u n e k 39 określono według klucza *Bergeya* jako *Str. flavovirens* (W a k s m a n). Konidia owalne 0,8 — 1,1 $\times$ 1,1 — 1,4 μ .

Grzybnia powietrzna na wszystkich pożywkach szara, obfita, mączysta, na pożywce z sacharozą grzybnia powietrzna bardzo delikatna, a na pożywce z glicerolem występuje tylko na brzegu kolonii.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem, glukozą, asparaginą, skrobią, na żelatynie, ziemniaku i celulozie — żółte, na pożywce z sacharozą — szare, na pożywce z glicerolem, na bulionie i mleku — kremowe do żółtawych. Rozwój dobry z wyjątkiem pożywki z glicerolem.

Wydzielanie barwnika: pożywki z cytrynianem, glicerolem, asparaginą, skrobią, mleko i ziemniak — żółte, pożywka z glukozą — żółtobrązowa, żelatyna — brązowa, pożywka z sacharozą i bulion — niezabarwione.

Własności fizjologiczne: hydrolizuje skrobię, nie redukuje azotanów, rozpuszcza żelatynę, mleko peptonizuje i słabo koaguluje, silnie rozkłada celulozę.

G a t u n e k 9. Konidia owalne do cylindrycznych $1,0 — 1,5 \times 1,4 — 2,4 \mu$.

Grzybnia powietrzna na pożywkach z cytrynianem, glukozą, sacharozą i asparaginą — szara, na pożywkach z glicerolem, skrobią, na mleku i ziemniaku — biała do kremowej, na bulionie i żelatynie nie występuje. Grzybnia powietrzna na pożywkach z cytrynianem, glukozą, asparaginą i na ziemniaku — obfita, mączysta, na pozostałych pożywkach delikatna, prawie niewidoczna.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem, glukozą, asparaginą, na żelatynie, mleku i ziemniaku — kremowe do brązowych, na pożywkach z sacharozą, glicerolem i na bulionie — bezbarwne, na pożywce ze skrobią — jasnożółte. Wzrost słaby na pożywkach z sacharozą, glicerolem i skrobią, brak rozwoju na celulozie.

Wydzielanie barwnika: pożywki z cytrynianem i asparaginą — kremowe do brązowych, pożywka ze skrobią — żółta, ziemniak ciemnieje dokoła kolonii. Pozostałe pożywki niezabarwione.

Własności fizjologiczne: bardzo słabo hydrolizuje skrobię, redukuje azotany, rozpuszcza żelatynę, nie zmienia mleka.

G a t u n e k 55 określono według klucza B e r g e y a jako *Str. cellulosa* (K r a i n s k y). Konidia kuliste $1,0 — 1,6 \mu$.

Grzybnia powietrzna na pożywce z cytrynianem — szarożółta, na bulionie — biała, na wszystkich pozostałych pożywkach — szara. Na ogół grzybnia powietrzna obfita, mączysta, z wyjątkiem bulionu, gdzie występuje tylko na brzegu kolonii i mleka, gdzie pojawia się na ściankach naczynia.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem, glukozą, sacharozą, glicerolem, asparaginą i na żelatynie — żółte z szarym odcieniem, na bulionie — niezabarwione, na pożywce ze skrobią i na mleku — kremowe, na ziemniaku i celulozie — szare. Na wszystkich pożywkach rozwój dobry z wyjątkiem pożywki z asparaginą.

Wydzielanie barwnika: pożywki z cytrynianem, glukozą, sacharozą i glicerolem — żółte, pożywka z asparaginą, bulion i żelatyna — niezabarwione, pożywka ze skrobią, mleko i ziemniak — kremowe do brązowych.

Własności fizjologiczne: silnie hydrolizuje skrobię, redukuje azotany, rozpuszcza żelatynę, mleko peptonizuje bez koagulacji, silnie rozkłada celulozę.

G a t u n e k 56. Konidia kuliste $0,8 — 1,4 \mu$.

Grzybnia powietrzna na wszystkich pożywkach z wyjątkiem bulionu i mleka — szara, na mleku — biała do kremowej, na bulionie brak grzybni powietrznej. Grzybnia powietrzna dość obfita, mączysta na pożywkach z cytrynianem, glukozą, sacharozą i asparaginą, na pozostałych podło-

zach grzybnia powietrzna uboga, występująca nierównomiernie na kolonii.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem, glukozą, sacharozą, glicerolem, skrobią, na bulionie i ziemniaku — szare, na pożywce z asparaginą, na żelatynie i mleku — kremowe do brązowych. Rozwój na wszystkich pożywkach dobry, na celulozie brak rozwoju.

Wydzielanie barwnika: pożywki z cytrynianem, sacharozą i asparaginą — kremowe do brązowych, pożywki z glicerolem, skrobią, bulion i ziemniak — szare, pożywka z glukozą i żelatyna — niezabarwione, mleko zabarwione żółto.

Własności fizjologiczne: silnie hydrolizuje skrobię, bardzo słabo redukuje azotany, rozpuszcza żelatynę, koaguluje i peptonizuje mleko.

Gatunek 54. Konidia cylindryczne $0,3 - 0,6 \times 0,9 - 1,5 \mu$.

Grzybnia powietrzna na pożywkach z cytrynianem, sacharozą i skrobią — szara, na pożywkach z glukozą, glicerolem i na mleku — biała do kremowej, na pożywce z asparaginą i na ziemniaku — żółtoszara, na bulionie brak grzybni powietrznej. Na pożywkach z glukozą, glicerolem i skrobią grzybnia powietrzna bardzo delikatna, na pozostałych podłożach — mączysta.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem, glicerolem i asparaginą — żółte z szarym odcieniem, na pożywce z sacharozą — szare, na pożywce z glukozą, na mleku i ziemniaku — brązowe, na bulionie i na pożywce ze skrobią — niezabarwione. Na wszystkich podanych pożywkach rozwój dobry, z wyjątkiem pożywki ze skrobią. Na żelatynie i celulozie — brak rozwoju.

Wydzielanie barwnika: pożywki z cytrynianem, sacharozą, glicerolem i skrobią — żółte, pożywki z glukozą, asparaginą, mleko i ziemniak — brązowe, bulion — niezabarwiony.

Własności fizjologiczne: hydrolizuje skrobię, redukuje azotany, mleko peptonizuje bez koagulacji.

Charakterystyczny dla głębszych warstw doliny strumienia.

KLUCZ DO OZNACZANIA GATUNKÓW POSIADAJĄCYCH GRZYBNIE POWIETRZNĄ II TYPU

Nitki grzybni powietrznej proste, dłuższe niż w typie I, z bardzo dużą ilością rozgałęzień. Przy brzegu kolonii rozprzestrzeniają się pojedyncze nici grzybni powietrznej, nie tworzą krzaczków.

Na pożywce z cytrynianem grzybnia powietrzna biała	gatunek 45
Na pożywce z cytrynianem grzybnia powietrzna różowa	a
Na pożywce z cytrynianem grzybnia powietrzna kremowa do brązowej	b
Na pożywce z cytrynianem grzybnia powietrzna szara	c

a)	podłoże zabarwione wiśniowo	gatunek	8
	podłoże zabarwione różowo	gatunek	42
b)	podłoże bezbarwne do jasno niebieskiego	gatunek	10
	podłoże żółte do brązowego	gatunek	15
c)	na pożywce z sacharozą grzybnia powietrzna kremowa	gatunek	43
	na pożywce z sacharozą grzybnia powietrzna szara	d	
d)	podłoże z sacharozą zabarwione brązowo	gatunek	27
	podłoże z sacharozą niezabarwione	e	
e)	na pożywce z glicerolem grzybnia powietrzna kremowa	gatunek	26
	na pożywce z glicerolem grzybnia powietrzna szara	f	
f)	na żelatynie grzybnia powietrzna szara	gatunek	12
	na żelatynie brak grzybni powietrznej	g	
g)	rozkłada celulozę	gatunek	52
	nie rozkłada celulozy	gatunek	38

G a t u n e k 45. Konidia cylindryczne $0,3 - 0,6 \times 1,1 - 1,4 \mu$.

Grzybnia powietrzna na pożywkach z cytrynianem, asparaginą, skrobią i na ziemniaku — biała, uboga, na pozostałych pożywkach nie występuje.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem, glukozą, sacharozą, glicerolem, asparaginą i na żelatynie — brązowe z czerwonym odcieniem, na bulionie, mleku i ziemniaku — bezbarwne do kremowych, na pożywce ze skrobią — różowe. Na bulionie, pożywce ze skrobią, żelatynie i ziemniaku słaby rozwój, na celulozie brak rozwoju.

Wydzielanie barwnika: pożywki z cytrynianem, glukozą, sacharozą, glicerolem, asparaginą i żelatyna — brązowe, bulion i ziemniak — niezabarwione, pożywka ze skrobią zabarwiona różowo, mleko — żółto.

Własności fizjologiczne: bardzo słabo hydrolizuje skrobię, redukuje azotany, nie rozpuszcza żelatyny, mleko koaguluje słabo.

G a t u n e k 8. Konidia cylindryczne $0,2 - 0,4 \times 0,9 - 1,2 \mu$.

Grzybnia powietrzna na pożywkach z cytrynianem, glukozą, sacharozą, glicerolem, asparaginą i na ziemniaku — różowa, delikatna, na pozostałych pożywkach brak grzybni powietrznej.

Kolonie na wszystkich pożywkach z wyjątkiem bulionu — wiśniowe, na bulionie — niezabarwione. Rozwój na ogół dobry, tylko na mleku i ziemniaku — słaby, brak rozwoju na celulozie.

Wydzielanie barwnika: bulion — niezabarwiony, mleko i ziemniak — zabarwione różowo, pozostałe pożywki zabarwione wiśniobrazowo.

Własności fizjologiczne: silnie hydrolizuje skrobię, nie redukuje azotanów, nie rozpuszcza żelatyny, nie zmienia mleka.

Pojawiał się przez cały rok ze zbocza grzędy i doliny strumienia.

Gatunek 42. Konidia cylindryczne $0,7 - 1,1 \times 1,4 - 2,4 \mu$.

Grzybnia powietrzna na wszystkich pożywkach z wyjątkiem bulionu i celulozy — jasnoróżowa, na bulionie i celulozie — biała. Grzybnia powietrzna na ogół obfita, mączysta, tylko na pożywce z asparaginą, na bulionie i celulozie — delikatna.

Kolonie na wszystkich pożywkach oprócz bulionu i celulozy — różowe, na bulionie i celulozie — niezabarwione. Rozwój dobry, jedynie na celulozie rośnie słabo.

Wydzielanie barwnika: pożywki z cytrynianem, sacharozą, glicerolem, asparaginą, skrobią i ziemniak — różowe, pożywka z glukozą i bulion — niezabarwione, żelatyna i mleko — brązowe z różowym odcieniem.

Własności fizjologiczne: hydrolizuje skrobię, słabo redukuje azotany, rozpuszcza żelatynę, mleko peptonizuje i słabo koaguluje, słabo rozkłada celulozę.

Charakterystyczny dla powierzchniowych warstw doliny strumienia.

Gatunek 10, zbliżony do *Str. gougeroti* (Duché). Konidia owalne $0,4 - 0,6 \times 0,8 - 1,2 \mu$.

Grzybnia powietrzna na pożywkach z cytrynianem, glukozą, sacharozą, asparaginą, na mleku i ziemniaku — kremowa, na pożywkach z glicerolem, skrobią, na żelatynie i celulozie — biała, na bulionie brak grzybni powietrznej. Na ogół grzybnia powietrzna obfita, puszysta, tylko na żelatynie, mleku i celulozie bardzo delikatna, prawie niewidoczna.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem, glukozą, sacharozą, asparaginą, skrobią, na żelatynie i celulozie — kremowe do jasnobrązowych, na pożywce z glicerolem, na bulionie i mleku — bezbarwne, na ziemniaku — żółte. Rozwój przeważnie dobry, tylko na ziemniaku i na celulozie słabszy.

Wydzielanie barwnika: pożywka z cytrynianem i mleko dokoła kolonii zabarwione niebiesko, pożywki z glukozą, skrobią, bulion, żelatyna i ziemniak — niezabarwione, pożywki z sacharozą, glicerolem i asparaginą zabarwione kremowo.

Własności fizjologiczne: silnie hydrolizuje skrobię, nie redukuje azotanów, rozpuszcza żelatynę, mleko peptonizuje bez koagulacji, słabo rozkłada celulozę.

Różnica między gatunkiem 10 a *Str. gougeroti* polega na różnym ich rozwoju na bulionie; gatunek 10 tworzy bezbarwne kolonie i nie wydzielają rozpuszczalnego pigmentu, *Str. gougeroti* daje kremowe kolonie i produkuje żółtawy rozpuszczalny pigment.

Charakterystyczny dla powierzchniowych warstw zbocza grzędy.

Gatunek 15. Konidia cylindryczne $0,4 - 0,8 \times 1,0 - 1,9 \mu$.

Grzybnia powietrzna na pożywkach z cytrynianem, sacharozą, glicerolem, asparaginą, skrobią i na bulionie — kremowa do jasnobrązowej, na pozostałych pożywkach — jasnoszara. Grzybnia powietrzna na ogół obfita, puszysta, tylko na bulionie, żelatynie i mleku — uboga, występująca często tylko na brzegu kolonii.

Kolonie na wszystkich pożywkach z wyjątkiem bulionu — brązowe, na bulionie — bezbarwne. Na celulozie brak rozwoju, na pozostałych pożywkach rozwój dobry.

Wydzielanie barwnika: na wszystkich pożywkach intensywny pigment brązowy.

Własności fizjologiczne: silnie hydrolizuje skrobię, nie redukuje azotanów, nie rozpuszcza żelatyny, mleko koaguluje i peptonizuje.

Gatunek 43. Konidia owalne $0,5 - 0,9 \times 0,7 - 1,0 \mu$.

Grzybnia powietrzna na pożywce z cytrynianem i na bulionie — szara, na pożywkach z sacharozą, glicerolem, skrobią, na żelatynie i ziemniaku — kremowa, na mleku — biała, na pożywkach z glukozą i asparaginą brak grzybni powietrznej. Na bulionie, żelatynie i mleku grzybnia powietrzna delikatna, prawie niewidoczna, na pozostałych pożywkach — obfita, mączysta.

Kolonie na większości pożywek kremowe do brązowych, jedynie na pożywce z sacharozą i na bulionie — niezabarwione. Wzrost dobry z wyjątkiem pożywki z asparaginą i żelatyny. Brak rozwoju na celulozie.

Wydzielanie barwnika: pożywki z cytrynianem, glukozą i sacharozą — niezabarwione, pozostałe pożywki zabarwione kremowo do brązowego.

Własności fizjologiczne: słabo hydrolizuje skrobię, słabo redukuje azotany, nie rozpuszcza żelatyny, słabo koaguluje i peptonizuje mleko.

Gatunek 27. Konidia kuliste $0,8 - 1,4 \mu$.

Grzybnia powietrzna na wszystkich pożywkach z wyjątkiem żelatyny i mleka — szara, na żelatynie — biała, na mleku — brak. Grzybnia powietrzna na ogół obfita, mączysta, tylko na pożywce z glicerolem i na żelatynie delikatna, nie występująca na całej kolonii.

Kolonie na wszystkich pożywkach oprócz bulionu, żelatyny i mleka — szare, na tych ostatnich — bezbarwne do kremowych. Rozwój dobry z wyjątkiem mleka, gdzie gatunek ten rośnie słabo i celulozy, gdzie nie rozwija się zupełnie.

Wydzielanie barwnika: większość pożywek niezabarwiona, pożywka z sacharozą zabarwiona brązowo, pożywka ze skrobią — żółta i ziemniak — szary.

Własności fizjologiczne: silnie hydrolizuje skrobię, nie redukuje azotanów, rozpuszcza żelatynę, mleko koaguluje i peptonizuje.

Gatunek 26 określono według klucza Bergeya jako *Str. griseolus* (Waksman). Konidia kuliste 0,8 — 1,2 μ .

Grzybnia powietrzna na pożywkach z cytrynianem, sacharozą, skrobią i na ziemniaku — szara, na pożywkach z glukozą, asparaginą i na bulionie — biała, na żelatynie i mleku — kremowa. Na pożywkach z cytrynianem, glicerolem, skrobią i na ziemniaku grzybnia powietrzna obfita, mączysta, na pozostałych podłożach delikatna, prawie niewidoczna lub występująca tylko na brzegu kolonii.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem i skrobią — szare, na pożywce z glukozą, na bulionie i mleku — brązowe, na pożywkach z sacharozą i asparaginą — bezbarwne, na pożywce z glicerolem, na żelatynie i ziemniaku — kremowe. Rozwój dobry z wyjątkiem pożywki z sacharozą i żelatyny. Brak rozwoju na celulozie.

Wydzielanie barwnika: pożywki z cytrynianem, sacharozą i skrobią — niezabarwione, ziemniak zabarwiony szarobrązowo, pozostałe pożywki kremowe do brązowych.

Własności fizjologiczne: silnie hydrolizuje skrobię, słabo redukuje azotany, rozpuszcza żelatynę, mleko koaguluje i peptonizuje.

Gatunek 12. Konidia kuliste 0,6 — 1,4 μ .

Grzybnia powietrzna na większości pożywek — szara, mączysta, na bulionie nie występuje, na mleku — biała, delikatna.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem, glukozą, sacharozą, glicerolem i na ziemniaku — szare, na pożywce z asparaginą, na żelatynie i mleku — kremowe do brązowych, na bulionie i pożywce ze skrobią — bezbarwne. Rozwój na wszystkich pożywkach dobry. Na celulozie brak rozwoju.

Wydzielanie barwnika: pożywki z cytrynianem, sacharozą, glicerolem i skrobią — niezabarwione, pożywka z asparaginą — żółtawa, pozostałe pożywki zabarwione brązowo.

Własności fizjologiczne: silnie hydrolizuje skrobię, nie redukuje azotanów, słabo rozpuszcza żelatynę, mleko koaguluje i peptonizuje.

Gatunek 52. Konidia kuliste 1,0 — 1,4 μ .

Grzybnia powietrzna na mleku — kremowa, występująca w suchszych miejscach, na bulionie, żelatynie i ziemniaku — brak grzybni powietrznej, na pozostałych pożywkach — szara, obfita, puszysta.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem, sacharozą i na żelatynie — kremowe, na pożywkach z glukozą, glicerolem i na celulozie — kremowo-szare, na pożywce z asparaginą, na bulionie, mleku i ziemniaku — brązowe, na pożywce ze skrobią — bezbarwne. Na wszystkich pożywkach z wyjątkiem pożywek z sacharozą, asparaginą i żelatyny — wzrost dobry.

Wydzielanie barwnika: pożywki z cytrynianem i sacharozą — niezabarwione, pożywki z asparaginą i skrobią zabarwione żółtawo, pozostałe podłoża zabarwione brązowo.

Własności fizjologiczne: silnie hydrolizuje skrobię, nie redukuje azotanów, rozpuszcza żelatynę, silnie koaguluje i peptonizuje mleko, silnie rozkłada celulozę.

Gatunek 38. Konidia kuliste do owalnych $0,7 - 1,0 \times 1,0 - 1,4 \mu$.

Grzybnia powietrzna na pożywce ze skrobią i na mleku — biała, występująca tylko na brzegu kolonii, na bulionie i żelatynie nie występuje, na pozostałych pożywkach — szara, mączysta.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem i sacharozą — szare, na pożywkach z glukozą, glicerolem, asparaginą, na żelatynie i ziemniaku — kremowe do brązowych, na bulionie, pożywce ze skrobią i mleku — bezbarwne. Rozwój dobry, z wyjątkiem pożywki ze skrobią i mleka. Na celulozie brak rozwoju.

Wydzielanie barwnika: większość pożywek niezabarwiona, jedynie pożywka z asparaginą i żelatyna zabarwione brązowo.

Własności fizjologiczne: słabo hydrolizuje skrobię, redukuje azotany, słabo rozpuszcza żelatynę, peptonizuje i słabo koaguluje mleko.

Pojawiał się w miesiącach zimowych z próbek zbocza grzędy.

KLUCZ DO OZNACZANIA GATUNKÓW POSIADAJĄCYCH GRZYBNIE POWIETRZNĄ III TYPU

Nitki grzybni powietrznej zakręcone pastoralnie, przy brzegu kolonii ułożone są w drobne pęczki.

Na pożywce z glicerolem grzybnia powietrzna szara . . .	gatunek 20
Na pożywce z glicerolem grzybnia powietrzna biała . . .	gatunek 30

Gatunek 20. Konidia kuliste $1,0 - 1,7 \mu$.

Grzybnia powietrzna na bulionie i mleku — biała do kremowej, na żelatynie — brak, na pozostałych pożywkach — szara, mączysta, jedynie na pożywce ze skrobią dość delikatna.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem, glukozą, sacharozą, glicerolem, asparaginą i skrobią — szare, na pozostałych podłożach — bezbarwne do kremowych. Rozwój dobry z wyjątkiem mleka, brak rozwoju na celulozie.

Wydzielanie barwnika: wszystkie pożywki z wyjątkiem pożywki ze skrobią — niezabarwione, pożywka ze skrobią zabarwiona szaro.

Własności fizjologiczne: silnie hydrolizuje skrobię, nie redukuje azotanów, słabo rozpuszcza żelatynę, mleko peptonizuje bez koagulacji.

Gatunek 30. Konidia owalne $0,6 - 0,9 \times 1,0 - 1,6 \mu$.

Grzybnia powietrzna na pożywkach z cytrynianem i sacharozą — szara, na żelatynie — nie występuje, na pozostałych podłożach — biała. Na pożywkach z cytrynianem, sacharozą, glicerolem i asparaginą grzybnia powietrzna mączysta, na pozostałych podłożach uboga, często występująca tylko na brzegu kolonii.

Kolonie na wszystkich pożywkach bezbarwne, w miarę starzenia się kultury przechodzą w kremowe. Rozwój na ogół słaby, brak rozwoju na celulozie.

Wydzielanie barwnika: gatunek ten nie produkuje rozpuszczalnego pigmentu, podłoża pozostają niezabarwione lub też przyjmują odcień słabokremowy.

Własności fizjologiczne: silnie hydrolizuje skrobię, nie redukuje azotanów, słabo rozpuszcza żelatynę, mleko peptonizuje bez koagulacji.

KLUCZ DO OZNACZANIA GATUNKÓW POSIADAJĄCYCH GRZYBNIE POWIETRZNĄ IV TYPU

Nitki grzybni powietrznej rozgałęzione, tworzą na końcach silnie skręcone spirale.

Na pożywce z cytrynianem grzybnia powietrzna żółtozielona gatunek	33
Na pożywce z cytrynianem grzybnia powietrzna biała do kremowej .	a
Na pożywce z cytrynianem grzybnia powietrzna szara	c
a) podłoże niezabarwione	gatunek 53
podłoże żółte do brązowego	b
b) na pożywce z sacharozą brak grzybni powietrznej	gatunek 29
na pożywce z sacharozą kremowa grzybnia powietrzna	gatunek 24
c) podłoże różowe przechodzi w niebieskie . .	gatunek 17
podłoże różowe	gatunek 16
podłoże bezbarwne do jasnoszarego	d
podłoże żółte do brązowego	h
d) na pożywce z glukozą grzybnia powietrzna biała	gatunek 5
na pożywce z glukozą grzybnia powietrzna szara .	e
e) podłoże z glukozą niezabarwione . .	gatunek 50
podłoże z glukozą zabarwione brązowo	f
f) na pożywce z sacharozą brak grzybni powietrznej	gatunek 36
na pożywce z sacharozą szara grzybnia powietrzna	g

g)	podłoże z sacharozą niezabarwione	gatunek	37
	podłoże z sacharozą zabarwione brązo-		
	wo	gatunek	46
h)	na pożywkę z glukozą brak grzybni	powietrz-	
	nej	gatunek	35
	na pożywkę z glukozą szara grzybnia	powietrz-	
	na	gatunek	31

G a t u n e k 33. Konidia kuliste 1,1 — 1,5 μ .

Grzybnia powietrzna na pożywkach z cytrynianem, glukozą, na mleku i celulozie — żółtozielona, na pożywkach z sacharozą, glicerolem, asparaginą, skrobią i na ziemniaku — zielonawa, na bulionie i żelatynie — biała, uboga, na pozostałych pożywkach grzybnia powietrzna obfita, puszysta.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem, sacharozą, glicerolem i na ziemniaku — kremowożółte, na pożywkach z glukozą i asparaginą — szarozielone, na pozostałych pożywkach — bezbarwne. Rozwój dobry z wyjątkiem żelatyny.

Wydzielanie barwnika: pożywki z cytrynianem, sacharozą, skrobią, bulion i żelatyna — niezabarwione, pożywka z glukozą zabarwiona żółto, pożywki z glicerolem i asparaginą — zielonawe, mleko — jasnobrązowe, ziemniak ciemnieje dokoła kolonii.

Własności fizjologiczne: silnie hydrolizuje skrobię, redukuje azotany, słabo rozpuszcza żelatynę, mleka nie koaguluje i słabo peptonizuje, rozkłada celulozę.

G a t u n e k 53. Konidia owalne 0,4 — 0,6 $\times$ 0,8 — 1,2 μ .

Grzybnia powietrzna na wszystkich pożywkach oprócz bulionu — biała do jasnokremowej, na bulionie nie występuje. Na ogół grzybnia powietrzna mączysta, tylko na pożywkach z glicerolem, skrobią i na ziemniaku bardzo delikatna.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem, glukozą, asparaginą, na żelatynie i mleku — kremowe, na innych pożywkach kolonie bezbarwne. Rozwój na ogół dość słaby, na celulozie brak rozwoju.

Wydzielanie barwnika: na żelatynie barwnik jasnobrązowy, pozostałe pożywki niezabarwione.

Własności fizjologiczne: nie hydrolizuje skrobi, redukuje azotany, nie rozpuszcza żelatyny, mleko słabo peptonizuje bez koagulacji.

Pojawiał się w miesiącach zimowych z próbek doliny strumienia.

G a t u n e k 29. Konidia owalne 0,3 — 0,6 $\times$ 0,8 — 1,0 μ .

Grzybnia powietrzna na pożywkach z cytrynianem, asparaginą, na mleku i ziemniaku — kremowa, na pożywkę z sacharozą nie występuje, na celulozie — żółtozielona, na pozostałych pożywkach — biała. Na po-

żywe z glicerolem, na bulionie, żelatynie, ziemniaku i celulozie grzybnia powietrzna jest bardzo uboga, często ledwie widoczna, na pozostałych pożywkach — obfita, mączysta.

Kolonie na wszystkich pożywkach bezbarwne do jasnokremowych. Rozwój przeważnie dość słaby, w szczególności na pożywce z sacharozą, skrobią, na ziemniaku i celulozie.

Wydzielanie barwnika: pożywki z cytrynianem, glukozą, asparaginą i mleko zabarwione żółtokremowo, pozostałe podłoża niezabarwione.

Własności fizjologiczne: słabo hydrolizuje skrobię, redukuje azotany, rozpuszcza żelatynę, mleko peptonizuje bez koagulacji, słabo rozkłada celulozę.

G a t u n e k 24. Konidia kuliste do owalnych $0,6 — 0,9 \times 0,7 — 1,3 \mu$.

Grzybnia powietrzna na pożywkach z cytrynianem, glukozą, sacharozą, asparaginą, na mleku i ziemniaku — kremowa, na pożywkach z glicerolem, skrobią i na bulionie — biała, na żelatynie brak grzybni powietrznej. Grzybnia powietrzna przeważnie obfita, mączysta, tylko na pożywce z glicerolem delikatna, głównie na brzegu kolonii.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem, glukozą, asparaginą, na żelatynie i ziemniaku — kremowe do brązowych, na pozostałych podłożach — bezbarwne. Rozwój dobry z wyjątkiem pożywki z glicerolem i żelatyny. Brak rozwoju na celulozie.

Wydzielanie barwnika: pożywki z cytrynianem, asparaginą i mleko zabarwione brązowo, pożywka z glukozą i ziemniak zabarwione żółto. reszta pożywek niezabarwiona.

Własności fizjologiczne: hydrolizuje skrobię, nie redukuje azotanów, nie rozpuszcza żelatyny, nie zmienia mleka.

G a t u n e k 17 określono według klucza *B e r g e y a* jako *Str. coelicolor* (*R e i n e r - M ü l l e r*). Konidia kuliste do owalnych $0,7 — 1,1 \times 1,1 — 2,3 \mu$.

Grzybnia powietrzna na pożywkach z cytrynianem, glukozą, sacharozą, asparaginą, skrobią, na ziemniaku i celulozie — szara, na pożywce z glicerolem i na mleku — różowa, na bulionie — biała, na żelatynie nie występuje. Na wszystkich podłożach grzybnia powietrzna obfita, mączysta.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem, skrobią i na ziemniaku — czerwononiebieskie, na pożywkach z glukozą, asparaginą, na mleku i celulozie — niebieskie, na pożywce z sacharozą i na żelatynie — różowe, na pożywce z glicerolem — brązowioletowe, na bulionie — bezbarwne. Rozwój na wszystkich pożywkach dobry.

Wydzielanie barwnika: pożywka z cytrynianem początkowo różowa, w miarę starzenia się kultury staje się niebieska, pożywka z sacharozą —

różowa, pożywka z glicerolem i ziemniak — czerwone niebieskie, pożywka ze skrobią — niebieska, pozostałe pożywki niezabarwione.

Własności fizjologiczne: hydrolizuje skrobię, redukuje azotany, rozpuszcza żelatynę, mleko peptonizuje bez koagulacji, silnie rozkłada celulozę.

Gatunek 16. Konidia owalne $0,8 - 1,4 \times 1,4 - 1,9 \mu$.

Grzybnia powietrzna na pożywkach z cytrynianem, glukozą, sacharozą, glicerolem, asparaginą i skrobią — szara, na bulionie, żelatynie, mleku i ziemniaku — biała do kremowej. Na pożywkach z cytrynianem, glukozą, sacharozą, asparaginą i na mleku grzybnia powietrzna obfita, mączysta, na pozostałych podłożach delikatna.

Kolonie na pożywce z cytrynianem — różowe, na pożywce z glukozą, na bulionie, żelatynie i mleku — żółtokremowe, na pożywce z sacharozą — szare, na pozostałych podłożach — bezbarwne. Rozwój przeważnie niezbyt obfity, brak rozwoju na celulozie.

Wydzielanie barwnika: pożywka z cytrynianem zabarwiona różowo, wszystkie inne pożywki niezabarwione.

Własności fizjologiczne: nie hydrolizuje skrobi, redukuje azotany, słabo rozpuszcza żelatynę, mleko koaguluje i słabo peptonizuje.

Charakterystyczny dla zbocza grzędy.

Gatunek 5, zbliżony do *Str. reticuli* (Waksman a. Curtis). Konidia kuliste $1,2 - 1,7 \mu$.

Grzybnia powietrzna na pożywkach z cytrynianem, glicerolem, asparaginą, skrobią i na ziemniaku — szara, na pożywce z glukozą — biała, na żelatynie — kremowa, na pożywce z sacharozą, na bulionie i mleku nie występuje. Grzybnia powietrzna tylko na pożywkach z cytrynianem i glicerolem jest obfita, mączysta, na pozostałych pożywkach jest bardzo delikatna, prawie niewidoczna, lub jest nierównomiernie rozłożona na kolonii.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem, glicerolem, asparaginą i na ziemniaku — szare, na pożywce z glukozą, na bulionie, żelatynie i mleku — brązowe, na pożywkach z sacharozą i skrobią — bezbarwne. Rozwój na ogół dobry, tylko na pożywce z sacharozą i na żelatynie słaby. Brak rozwoju na celulozie.

Wydzielanie barwnika: pożywki z cytrynianem, sacharozą, glicerolem i skrobią — niezabarwione, pożywki z glukozą, asparaginą, bulion, żelatyna i mleko — zabarwione brązowo. Ziemniak ciemnieje dokoła kolonii.

Własności fizjologiczne: hydrolizuje skrobię, redukuje azotany, rozpuszcza żelatynę, mleko koaguluje i peptonizuje.

Gatunek 5 różni się od *Str. reticuli* barwą kolonii na pożywce ze skrobią. Gatunek 5 tworzy bowiem kolonie bezbarwne, a *Str. reticuli* daje kolonie brązowoszare.

G a t u n e k 50. Konidia kuliste 1,0 — 1,4 μ .

Grzybnia powietrzna na większości pożywek — szara, jedynie na żelatynie i mleku — biała do kremowej. Grzybnia powietrzna na ogół obfita, mączysta, tylko na pożywce z glukozą, na bulionie, żelatynie i mleku — delikatna, bardzo uboga.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem, glicerolem, asparaginą i na ziemniaku — brązowoszare, na pożywce z glukozą i na celulozie — szare, na pożywce z sacharozą i na żelatynie — szarożółte, na pożywce ze skrobią, na bulionie i mleku — kremowe. Rozwój na wszystkich pożywkach dobry.

Wydzielanie barwnika: pożywka z cytrynianem — szara, pożywki z sacharozą, glicerolem, skrobią, żelatyna, mleko i ziemniak — brązowe, pożywka z asparaginą — żółtawa, bulion — niezabarwiony.

Własności fizjologiczne: hydrolizuje skrobię, nie redukuje azotanów, rozpuszcza żelatynę, mleko peptonizuje bez koagulacji, silnie rozkłada celulozę.

G a t u n e k 36. Konidia kuliste 0,8 — 1,5 μ .

Grzybnia powietrzna nie występuje na pożywkach z sacharozą, asparaginą i na bulionie, na pozostałych pożywkach grzybnia powietrzna szara, mączysta.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem, glicerolem, asparaginą i skrobią — szare, na pożywce z glukozą, na bulionie, żelatynie i mleku — kremowe do brązowych, na pożywce z sacharozą i na ziemniaku — bezbarwne. Rozwój dobry, z wyjątkiem pożywki z sacharozą, gdzie gatunek ten rośnie słabo. Na celulozie brak rozwoju.

Wydzielanie barwnika: pożywki z cytrynianem, glicerolem, skrobią i ziemniak zabarwione szaro, pożywki z glukozą, asparaginą, żelatyna i mleko — brązowe, pożywka z sacharozą i bulion — niezabarwione.

Własności fizjologiczne: hydrolizuje skrobię, nie redukuje azotanów, nie rozpuszcza żelatyny, mleko słabo peptonizuje bez koagulacji.

G a t u n e k 37. Konidia owalne 0,8 — 1,1 $\times$ 1,1 — 1,5 μ .

Grzybnia powietrzna na wszystkich pożywkach z wyjątkiem bulionu i mleka — szara, mączysta, na bulionie nie występuje, na mleku — biała, występująca nie na całej kolonii.

Kolonie prawie na wszystkich pożywkach — szare, jedynie na bulionie i na mleku są zabarwione brązowo. Rozwój przeważnie dobry, tylko na żelatynie słaby i na celulozie brak rozwoju.

Wydzielanie barwnika: pożywki z cytrynianem, sacharozą i asparaginą — niezabarwione, pożywka z glukozą, bulion, żelatyna i mleko zabarwione brązowo. pożywki z glicerolem, skrobią i ziemniak zabarwione szaro.

Własności fizjologiczne: hydrolizuje skrobię, słabo redukuje azotany, nie rozpuszcza żelatyny, słabo peptonizuje mleko.

G a t u n e k 46. Konidia cylindryczne $1,1 - 1,6 \times 2,0 - 3,0 \mu$.

Grzybnia powietrzna na pożywkach z cytrynianem, glukozą, glicerolem i asparaginą — szarobrązowa, na pożywkach z sacharozą, skrobią, na ziemniaku i celulozie — szara, na mleku — biała, na bulionie i żelatynie nie występuje. Grzybnia powietrzna na wszystkich pożywkach obfita, puszysta, tylko na mleku delikatna.

Kolonie na większości pożywek — kremowe do brązowych, tylko na pożywkach z asparaginą, skrobią i na ziemniaku — bezbarwne, a na celulozie — szare. Rozwój na pożywkach syntetycznych silniejszy, na naturalnych słabszy.

Wydzielanie barwnika: pożywki z cytrynianem, asparaginą, skrobią i mleko — niezabarwione, pozostałe podłoża zabarwione kremowo do brązowego.

Własności fizjologiczne: hydrolizuje skrobię, redukuje azotany, rozpuszcza żelatynę, mleko koaguluje i peptonizuje, słabo rozkłada celulozę.

G a t u n e k 35. Konidia kuliste do owalnych $0,7 - 1,1 \times 1,2 - 1,8 \mu$.

Grzybnia powietrzna na pożywkach z cytrynianem, skrobią, na mleku i ziemniaku pojawia się jako szary, delikatny nalot, na innych pożywkach nie występuje.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem, na bulionie, mleku i ziemniaku — szare, na pożywce z glukozą i na żelatynie — kremowe, na pozostałych pożywkach — bezbarwne. Rozwój na wszystkich pożywkach bardzo słaby.

Wydzielanie barwnika: na pożywkach z cytrynianem, glukozą i na mleku podłoże zabarwione żółto, na innych pożywkach nie ma wydzielania barwnika.

Własności fizjologiczne: nie hydrolizuje skrobi, słabo redukuje azotany, nie rozpuszcza żelatyny, nie zmienia mleka.

G a t u n e k 31. Konidia kuliste $0,9 - 1,5 \mu$.

Grzybnia powietrzna na pożywkach z cytrynianem, glukozą, sacharozą i asparaginą — szara, na pozostałych podłożach — biała, z wyjątkiem bulionu, gdzie nie występuje. Na ogół grzybnia powietrzna mączysta, dość obfita, tylko na żelatynie, mleku i ziemniaku uboga, nie pokrywająca całej kolonii.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem, glukozą, glicerolem, asparaginą i na mleku — kremowe z różowym odcieniem, na pożywkach z sacharozą, skrobią i na bulionie — bezbarwne, na żelatynie — brązowe, na ziemniaku — żółtawe. Wzrost dobry, z wyjątkiem pożywki ze skrobią i ziemniaka, brak rozwoju na celulozie.

Wydzielanie barwnika: pożywki z cytrynianem, glicerolem i asparaginą zabarwione brązowo, pożywka ze skrobią zabarwiona różowo, ziemniak ciemnieje dokoła kolonii, pozostałe pożywki niezabarwione.

Własności fizjologiczne: hydrolizuje skrobię, nie redukuje azotanów, rozpuszcza żelatynę, mleko peptonizuje bez koagulacji.

Pojawiał się w miesiącach zimowych z próbek zbocza grzędy.

Gatunek 19. Konidia owalne $0,6 - 1,1 \times 0,9 - 1,4 \mu$.

Grzybnia powietrzna na pożywkach z cytrynianem, sacharozą i asparaginą — szara z zielonym odcieniem, na pożywkach z glukozą, skrobią, na żelatynie i ziemniaku — zielonawa, na pożywce z glicerolem, na bulionie i mleku — brak grzybni powietrznej. Na pożywkach z cytrynianem, asparaginą i skrobią grzybnia powietrzna dość obfita, mączysta, na pożywkach z glukozą, sacharozą i na żelatynie — delikatna, na ziemniaku bardzo uboga.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem, glukozą i na mleku — kremowe do brązowych, na ziemniaku — żółte, na pozostałych pożywkach — bezbarwne. Rozwój na ogół niezbyt silny, na celulozie brak rozwoju.

Wydzielanie barwnika: pożywka z cytrynianem zabarwiona brązowo, pożywka z asparaginą — żółtawa, wszystkie inne pożywki niezabarwione.

Własności fizjologiczne: hydrolizuje skrobię, redukuje azotany, słabo rozpuszcza żelatynę, słabo peptonizuje i koaguluje mleko.

Charakterystyczny dla warstwy IV zbocza grzędy.

KLUCZ DO OZNACZANIA GATUNKÓW POSIADAJĄCYCH GRZYBNIĘ POWIETRZNĄ V TYPU

Nitki grzybni powietrznej rozgałęzione, silnie faliste, tworzą na końcach nieregularne skręty.

Na pożywce z cytrynianem grzybnia powietrzna pomarańczowa gatunek 3

Na pożywce z cytrynianem grzybnia powietrzna biała a

Na pożywce z cytrynianem grzybnia powietrzna kremowa, pod-
łoże brązowe b

Na pożywce z cytrynianem grzybnia powietrzna szara c

a) podłoże niezabarwione gatunek 41

podłoże zabarwione brązowo gatunek 51

b) na pożywce z sacharozą brak grzybni powietrznej gatunek 18

na pożywce z sacharozą kremowa grzybnia powietrzna gatunek 4

c) podłoże zabarwione szaro d

podłoże zabarwione brązowo e

podłoże niezabarwione g

d)	podłoże z glukozą zabarwione brązowo . . .	gatunek	13
	podłoże z glukozą zabarwione szaro . . .	gatunek	21
e)	na pożywce z sacharozą grzybnia powietrzna kremowa . . .	gatunek	28
	na pożywce z sacharozą grzybnia powietrzna szara . . .	f	
f)	podłoże z sacharozą niezabarwione . . .	gatunek	11
	podłoże z sacharozą zabarwione brązowo . . .	gatunek	22
g)	na pożywce z sacharozą brak grzybni powietrznej . . .	gatunek	48
	na pożywce z sacharozą szara grzybnia powietrzna . . .	h	
h)	podłoże z sacharozą zabarwione brązowo . . .	gatunek	40
	podłoże z sacharozą niezabarwione . . .	i	
i)	na pożywce z glicerolem brak grzybni powietrznej . . .	gatunek	6
	na pożywce z glicerolem szara grzybnia powietrzna . . .	gatunek	44

G a t u n e k 3. Konidia kuliste do owalnych $0,9 - 1,1 \times 1,6 - 1,8 \mu$.

Grzybnia powietrzna na pożywkach z cytrynianem, glukozą, sacharozą, glicerolem, asparaginą, skrobią i na celulozie — pomarańczowa, na bulionie i mleku — kremowa. Grzybnia powietrzna na pożywkach z cytrynianem, glukozą i asparaginą obfita, puszysta, na wszystkich innych podłożach — delikatna.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem, sacharozą i na mleku — pomarańczowe, na pożywkach z glukozą, asparaginą i na bulionie — czerwono-brązowe, na pożywce ze skrobią — żółte, na pożywce z glicerolem i na celulozie — bezbarwne. Rozwój dobry na pożywkach z cytrynianem i glukozą, na pozostałych podłożach dosyć słaby. Na żelatynie i ziemniaku brak rozwoju.

Wydzielanie barwnika: pożywki z cytrynianem, glicerolem i skrobią — ciemnożółte, pożywka z asparaginą i bulion — czerwono-brązowe, pozostałe pożywki niezabarwione.

Własności fizjologiczne: nie hydrolizuje skrobi, nie redukuje azotanów, nie rozpuszcza żelatyny, nie zmienia mleka, słabo rozkłada celulozę.

Pojawiał się przez cały rok ze zbocza grzędy i doliny strumienia.

G a t u n e k 41. Konidia cylindryczne $0,6 - 0,9 \times 1,5 - 1,8 \mu$.

Grzybnia powietrzna na pożywkach z cytrynianem i sacharozą — biała, w starszych kulturach staje się różowa, na pożywce z asparaginą, na żelatynie i mleku — biała do kremowej, na ziemniaku — szara. Na wszystkich tych pożywkach grzybnia powietrzna uboga, nie pokrywająca całej kolonii lub też bardzo delikatna. Na pożywkach z glukozą, glicerolem, skrobią i na bulionie nie ma grzybni powietrznej.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem, sacharozą, asparaginą, skrobią i na żelatynie — bezbarwne do kremowych, na pożywce z glukozą, na bulionie, mleku i ziemniaku — brązowe, na pożywce z glicerolem — żółte. Rozwój dobry tylko na pożywkach z cytrynianem, glukozą, sacharozą i glicerolem, na wszystkich innych pożywkach — słaby, na celulozie brak rozwoju.

Wydzielanie barwnika: pożywki z cytrynianem, sacharozą, asparaginą i skrobią — niezabarwione, pożywka z glukozą, bulion, żelatyna, mleko i ziemniak — brązowe, pożywka z glicerolem — żółta.

Własności fizjologiczne: hydrolizuje skrobię, słabo redukuje azotany, rozpuszcza żelatynę, mleko peptonizuje bez koagulacji.

Gatunek 51. Konidia kuliste 0,7 — 1,4 μ .

Grzybnia powietrzna na pożywkach z cytrynianem, sacharozą, glicerolem i na ziemniaku — biała, na pożywce z asparaginą — jasno szara, na pożywce ze skrobią i na mleku — kremoworóżowa. Na wszystkich tych podłożach grzybnia powietrzna bardzo delikatna, na pożywce z glukozą, na bulionie i żelatynie brak jej zupełnie.

Kolonie na wszystkich pożywkach brązowe. Rozwój na ogół dobry, tylko na żelatynie, mleku i ziemniaku słabszy. Na celulozie nie rośnie.

Wydzielanie barwnika: pożywki z cytrynianem, sacharozą, glicerolem, asparaginą i skrobią zabarwione brązowo, pozostałe pożywki niezabarwione.

Własności fizjologiczne: silnie hydrolizuje skrobię, nie redukuje azotanów, słabo rozpuszcza żelatynę i słabo peptonizuje mleko.

Charakterystyczny dla doliny strumienia.

Gatunek 18. Konidia kuliste 0,9 — 1,2 μ .

Grzybnia powietrzna na pożywkach z cytrynianem, glukozą, asparaginą, skrobią, na żelatynie i ziemniaku — kremowa. Na pożywkach z cytrynianem, glukozą i asparaginą grzybnia powietrzna dość obfita, mączysta, na innych wymienionych pożywkach — uboga. Na pożywkach z sacharozą, glicerolem, na bulionie i mleku grzybnia powietrzna nie występuje.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem, asparaginą i na żelatynie — brązowe, na pożywce z glukozą, na bulionie i mleku — szare, na ziemniaku — żółte, na pożywkach z sacharozą, glicerolem i skrobią — bezbarwne. Na pożywkach z sacharozą, glicerolem, na mleku i ziemniaku — rozwój słaby, na pozostałych pożywkach — dobry, na celulozie brak rozwoju.

Wydzielanie barwnika: pożywki z cytrynianem, glukozą, asparaginą, bulion, żelatyna, mleko i ziemniak zabarwione brązowo, pozostałe pożywki niezabarwione.

Własności fizjologiczne: hydrolizuje skrobię, nie redukuje azotanów, silnie rozpuszcza żelatynę, mleko peptonizuje.

G a t u n e k 4. Konidia kuliste 0,9—1,5 μ .

Grzybnia powietrzna na pożywkach z cytrynianem, glukozą, sacharozą, glicerolem, na bulionie i ziemniaku — kremowa z różowym odcieniem, na pożywce z asparaginą — szarawa, na pożywce ze skrobią, na mleku i celulozie — biała. Grzybnia powietrzna na ogół obfita, mączysta, jedynie na pożywkach z glukozą i skrobią uboga.

Kolonie na większości pożywek — brązowe, tylko na pożywce z sacharozą, na mleku i celulozie — bezbarwne. Rozwój słaby na pożywce z sacharozą, na mleku i ziemniaku, na innych pożywkach dobry.

Wydzielanie barwnika: pożywki z cytrynianem, glukozą, glicerolem, asparaginą, skrobią i ziemniak — brązowe, pozostałe pożywki niezabarwione.

Własności fizjologiczne: silnie hydrolizuje skrobię, nie redukuje azotanów, nie rozpuszcza żelatyny, mleko koaguluje i peptonizuje, rozkłada celulozę.

G a t u n e k 13, zbliżony do *Str. diastatochromogenes* (K r a i n s k y). Konidia kuliste do owalnych 0,6 — 0,9 $\times$ 0,9 — 1,5 μ .

Grzybnia powietrzna na wszystkich pożywkach szara, na ogół obfita, puszysta, tylko na pożywkach z sacharozą, glicerolem, na żelatynie i mleku uboga, nie występująca na całej kolonii.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem, sacharozą, glicerolem i skrobią — bezbarwne, na pożywkach z glukozą, asparaginą, na bulionie i ziemniaku — szare, na żelatynie i mleku — kremowe. Rozwój dobry, z wyjątkiem pożywek z sacharozą, glicerolem i mleka, brak rozwoju na celulozie.

Wydzielanie barwnika: pożywka z cytrynianem, bulion i ziemniak — szare, pożywki z glukozą, asparaginą i żelatyna — brązowe, wszystkie inne pożywki niezabarwione.

Własności fizjologiczne: hydrolizuje skrobię, redukuje azotany, rozpuszcza żelatynę, mleko peptonizuje bez koagulacji.

Różnice między *Str. diastatochromogenes* i gatunkiem 13. *Str. diastatochromogenes* tworzy na pożywce z glukozą bezbarwne kolonie, a na żelatynie szare kolonie, gatunek 13 daje na pożywce z glukozą — szare, a na żelatynie kremowe kolonie.

G a t u n e k 21. Konidia kuliste 0,7—1,3 μ .

Grzybnia powietrzna na wszystkich pożywkach — szara, przeważnie mączysta, dość obfita, jedynie na pożywce z glicerolem i na mleku bardzo delikatna.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem i asparaginą — brązowoszare, na pożywkach z glukozą, glicerolem, na bulionie i ziemniaku — szare, na pożywkach z sacharozą i skrobią — bezbarwne, na żelatynie i mleku — kremowe. Rozwój dobry, z wyjątkiem mleka, na którym rośnie słabo, brak rozwoju na celulozie.

Wydzielanie barwnika: pożywki z cytrynianem, glukozą i ziemniak — szare, bulion i żelatyna — brązowe, pozostałe pożywki — niezabarwione.

Własności fizjologiczne: hydrolizuje skrobię, redukuje azotany, silnie rozpuszcza żelatynę, mleko koaguluje i peptonizuje.

G a t u n e k 28. Konidia kuliste 0,6—1,0 μ .

Grzybnia powietrzna na pożywkach z cytrynianem i skrobią — szara, na pożywkach z glukozą, sacharozą, asparaginą i na ziemniaku — biała do kremowej. Na wszystkich tych podłożach grzybnia powietrzna bardzo delikatna, na pożywce z glicerolem, na bulionie, żelatynie i mleku nie występuje.

Kolonie na pożywkach z glicerolem, skrobią i na ziemniaku — bezbarwne, na wszystkich pozostałych pożywkach zabarwione brązowo. Rozwój na wszystkich pożywkach niezbyt silny, brak rozwoju na celulozie.

Wydzielanie barwnika: pożywki z cytrynianem, glukozą, sacharozą i asparaginą zabarwione brązowo, pozostałe pożywki — niezabarwione.

Własności fizjologiczne: hydrolizuje skrobię, nie redukuje azotanów, silnie rozpuszcza żelatynę, mleko koaguluje i peptonizuje.

G a t u n e k 11, zbliżony do *Str. phaeochromogenus* (C o n n).
Konidia kuliste 1,0—1,6 μ .

Grzybnia powietrzna na wszystkich pożywkach z wyjątkiem pożywki z glicerolem i żelatyny — szara, obfita, puszysta, na pożywce z glicerolem — biała, występująca tylko na brzegu kolonii, na żelatynie brak grzybni powietrznej.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem i asparaginą — szarobrązowe, na pożywkach z glukozą, sacharozą, na bulionie, mleku i ziemniaku — szare, na pożywce z glicerolem — bezbarwne, na pożywce ze skrobią i na żelatynie — kremowe do brązowych. Rozwój na ogół dobry, tylko na pożywce z glicerolem i na żelatynie słabszy, brak rozwoju na celulozie.

Wydzielanie barwnika: pożywki z cytrynianem, asparaginą, skrobią, bulion, żelatyna i mleko zabarwione brązowo, pożywka z glukozą i ziemniak — szare, pożywki z sacharozą i glicerolem — niezabarwione.

Własności fizjologiczne: silnie hydrolizuje skrobię, redukuje azotany, rozpuszcza żelatynę, mleko koaguluje i peptonizuje.

Gatunek 11 różni się od *Str. phaeochromogenus* jedynie barwą kolonii na pożywce z glukozą. Gatunek 11 tworzy szare kolonie, *Str. phaeochromogenus* — brązowe.

G a t u n e k 22. Konidia kuliste 0,9—1,4 μ .

Grzybnia powietrzna na wszystkich pożywkach z wyjątkiem żelatyny — szara, na żelatynie — biała. Grzybnia powietrzna na ogół obfita, puszysta, tylko na pożywce z glicerolem i na żelatynie jest bardzo delikatna,

prawie niewidoczna, a na pożywce ze skrobią i na mleku — uboga, występująca nie na całej kolonii.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem, glukozą, asparaginą, na bulionie i żelatynie — brązowe, na pożywce z sacharozą i na mleku — szare, na ziemniaku — żółtoszare, na pożywkach z glicerolem i skrobią — bezbarwne. Rozwój dobry, z wyjątkiem pożywek z glicerolem, skrobią i żelatyny. Brak rozwoju na celulozie.

Wydzielanie barwnika: pożywki z glicerolem i skrobią — niezabarwione, ziemniak zabarwiony szarozielono, pozostałe pożywki zabarwione brązowo.

Własności fizjologiczne: słabo hydrolizuje skrobię, redukuje azotany, rozpuszcza żelatynę, mleko peptonizuje bez koagulacji.

Pojawiał się jesienią w powierzchniowych warstwach zbocza grzędy.

G a t u n e k 48. Konidia cylindryczne $0,8\text{--}1,0 \times 1,1\text{--}1,9 \mu$.

Grzybnia powietrzna na pożywce z cytrynianem — szara, mączysta, na pożywkach z glukozą i glicerolem — biała, uboga, na pożywce ze skrobią i na mleku — różowa, delikatna. Na pożywkach z sacharozą, asparaginą i na bulionie — brak grzybni powietrznej.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem, sacharozą, glicerolem i asparaginą — bezbarwne, na pożywce z glukozą — jasnożółte, na bulionie, pożywce ze skrobią i mleku — różowawe. Rozwój przeważnie dość słaby. Na żelatynie, ziemniaku i celulozie — brak rozwoju.

Wydzielanie barwnika: wszystkie pożywki z wyjątkiem bulionu i pożywki ze skrobią — niezabarwione, te ostatnie zabarwione różowo.

Własności fizjologiczne: hydrolizuje skrobię, nie redukuje azotanów, nie rozpuszcza żelatyny, mleko koaguluje i peptonizuje.

G a t u n e k 40. Konidia kuliste $0,6\text{--}1,1 \mu$.

Grzybnia powietrzna na żelatynie — żółta, delikatna, na mleku — kremowa, występująca w suchszych miejscach, na bulionie nie występuje, na pozostałych pożywkach grzybnia powietrzna szara, obfita, mączysta.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem, asparaginą i na żelatynie — kremowe, na pożywkach z glukozą, sacharozą, glicerolem i na mleku — szarobrązowe, na bulionie, pożywce ze skrobią i na ziemniaku — bezbarwne. Rozwój dobry, z wyjątkiem mleka, brak rozwoju na celulozie.

Wydzielanie barwnika: pożywki z cytrynianem, glukozą, skrobią, bulion, żelatyna i mleko — niezabarwione, pożywki z sacharozą i glicerolem — kremowe do brązowych, pożywka z asparaginą — żółtawa, ziemniak zabarwiony szaro.

Własności fizjologiczne: silnie hydrolizuje skrobię, redukuje azotany, nie rozpuszcza żelatyny, nie zmienia mleka.

G a t u n e k 6. Konidia kuliste do owalnych $0,7-1,3 \times 1,4-1,8 \mu$.

Grzybnia powietrzna na pożywkach z cytrynianem, glukozą, sacharozą i na ziemniaku — szara, na pożywkach z asparaginą, skrobią i na bulionie — biała do kremowej, na pożywce z glicerolem, żelatynie i mleku — brak grzybni powietrznej. Na ogół grzybnia powietrzna bardzo delikatna, tylko na pożywkach z cytrynianem i asparaginą obfitsza, mączysta.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem, glukozą, asparaginą, na bulionie i żelatynie — brązowe, na pożywkach z sacharozą, glicerolem i skrobią — bezbarwne, na mleku i ziemniaku — żółtawe. Wzrost na ogół dobry, jedynie na pożywkach z sacharozą, glicerolem i na ziemniaku — słabszy. Brak rozwoju na celulozie.

Wydzielanie barwnika: pożywki z glukozą i asparaginą zabarwione brązowo, ziemniak ciemnieje dokoła kolonii, pozostałe pożywki niezabarwione.

Własności fizjologiczne: słabo hydrolizuje skrobię, nie redukuje azotanów, rozpuszcza żelatynę, mleko peptonizuje bez koagulacji.

G a t u n e k 44. Konidia kuliste $0,9-1,5 \mu$.

Grzybnia powietrzna na wszystkich pożywkach oprócz żelatyny — szara, na żelatynie — biała. We wszystkich przypadkach grzybnia powietrzna obfita, mączysta.

Kolonie na pożywkach z cytrynianem, glukozą, sacharozą i glicerolem — szare, na pozostałych pożywkach — bezbarwne do kremowych. Rozwój na wszystkich pożywkach dobry. Brak rozwoju na celulozie.

Wydzielanie barwnika: większość pożywek pozostaje niezabarwiona, jedynie mleko barwi się brązowo i ziemniak ciemnieje dokoła kolonii.

Własności fizjologiczne: silnie hydrolizuje skrobię, nie redukuje azotanów, słabo rozpuszcza żelatynę, słabo peptonizuje mleko.

ZESTAWIENIE WYNIKÓW

W lesie bukowym w Muszkowicach wyodrębniono dwa tereny, na których przeprowadzono poszukiwania promieniowców z rodzaju *Streptomyces*. Jeden teren, to zbocze grzędy, charakteryzujący się grubą warstwą ściółki i kwaśną glebą (pH 4,0—5,8), drugi, to dolina strumienia, gleba jej zawiera przeszło 50% wapna w postaci mniejszych i większych grudek, warstwa ściółki (z 25% wapna) bardzo cienka, odczyn obu obojętny (pH 6,6—7,2). Z tych terenów pobierano próbki z różnej głębokości i w różnym czasie w celu określenia ilości promieniowców w związku z głębokością i porą roku.

Z przeprowadzonych badań wynika, że najbogatszą warstwą w promieniowce jest warstwa ściółki, leżąca bezpośrednio pod warstwą suchych

liści. W warstwach głębszych — próchnicznej (III) i w warstwie IV gleby o małej zawartości próchnicy jest ich bez porównania mniej. Pomimo, że ściółka i gleba zbocza grzędy posiadają odczyn kwaśny, ilość znajdujących promieniowców była duża, większa niż w ściółce doliny strumienia o odczynie obojętnym.

Wpływ zmian klimatycznych ujawnił się równomiernie we wszystkich warstwach. Maksima rozwoju *Streptomyces* przypadają na miesiące wiosenne (kwiecień, maj) i jesienne (wrzesień, listopad). W zimie i w lecie następowało pewne osłabienie rozwoju. Czynnikiem hamującym była w zimie niska temperatura, a w lecie pewien niedostatek odpowiedniego materiału odżywczego. Za tym przypuszczeniem przemawia zmniejszanie się ilości promieniowców w warstwach, w których w miarę wzrostu głębokości zmniejsza się ilość substancji organicznych.

Poza stwierdzeniem ilości promieniowców dążono do określenia ich składu gatunkowego i zmian jego w związku z terenem, głębokością i porą roku. Niestety udało się to w bardzo ciasnych granicach, musiano ograniczyć się tylko do tych gatunków, które na podstawowej pożywce *C o n n a* (z cytrynianem wapnia) dawały kolonie bardzo charakterystyczne. Z 54 wyróżnionych gatunków niektóre, jak 1, 3, 8, pojawiały się we wszystkich próbkach zbocza grzędy i doliny strumienia, związane tylko ze zboczem były gatunki — 10, 16, 19 i 22, a dla ściółki i gleby doliny charakterystycznymi były — 42, 51 i 54. Na obu terenach wystąpiło pewne zróżnicowanie gatunków w zależności od głębokości, i tak gatunki 10 i 22 pojawiały się tylko z powierzchniowych warstw zbocza, gatunek 19 — z najgłębszej kwaśnej warstwy IV. Gatunek 42 znajdowano wyłącznie w powierzchniowej warstwie w dolinie strumienia, podczas gdy gatunek 51 występował jedynie w warstwie III, która zawierała przeszło 50% węgla wapnia. Pewien wpływ na skład gatunkowy miały także pory roku. Niektóre gatunki, jak 1, 3, 8 i 19, znajdowano stale w ciągu całego roku, wyłącznie w miesiącach zimowych pojawiły się gatunki 31 i 38 z próbek ze zbocza, a 47 i 53 z doliny strumienia.

Identyfikowanie gatunków z rodzaju *Streptomyces* natrafia na duże trudności z powodu ich zmienności w zależności od podłoża. Jednakże przy hodowli ich w stałych warunkach utrzymują one trwale swoje cechy morfologiczne i fizjologiczne pozwalające na wyodrębnienie różnych gatunków. Dla poznania właściwości wyizolowanych promieniowców hodowano je na 12 różnych podłożach. Wygląd kolonii zmieniał się w zależności od właściwości pożywki, jednakże przeniesione powrotnie na pożywkę *C o n n a* nie wykazywały różnic w stosunku do wyjściowej kultury. Zidentyfikowano według klucza *Bergey a* cztery gatunki — gat. 39 jako *Str. flavovirens* *W a k s m a n*, gat. 55 jako *Str. cellulosa* *K r a i n*

s k y, gat. 26 jako *Str. griseolus* W a k s m a n i gat. 17 jako *Str. coelicolor* R e i n e r - M ü l l e r. Pięć gatunków uznano za bliskie gatunkom opisanym w kluczu: gat. 7 bliski *Str. olivaceus* W a k s m a n, gat. 10 bliski *Str. gougeroti* D u c h é, gat. 5 bliski *Str. reticuli* W a k s m a n a. C u r t i s, gat. 13 bliski *Str. diastatochromogenes* K r a i n s k y i gat. 11 bliski *Str. phaeochromogenus* C o n n.

Wyróżnione gatunki można podzielić na 5 grup na podstawie wyglądu grzybni powietrznej na pożywce C o n n a, na niej bowiem promieniowce z rodzaju *Streptomyces* rozwijają się dobrze i zawsze tworzą grzybnię powietrzną, gdy na innych pożywkach różne gatunki pod tym względem zachowują się rozmaicie. W obrębie grupy rozróżniano gatunki na podstawie rozwoju ich na różnych podłożach i podano dokładne ich opisy. Przy każdej grupie dodano klucz pozwalający orientować się łatwiej w zebranych materiale, szczególnie gdyby miał on służyć jako materiał porównawczy.

Na podstawie hodowli wyosobnionych gatunków na różnych podłożach można wnioskować o stopniu rozpowszechnienia odpowiednich enzymów w obrębie rodzaju *Streptomyces*, a co za tym idzie, o ich roli w rozkładzie ściółki. Najbardziej pospolitymi były enzymy proteolityczne — 88% gatunków peptonizowało mleko, a 72% rozpuszczało żelatynę. Równie dużo gatunków, bo 92% hydrolizowało skrobię. Błonnik rozkładało 32%, lecz w tym tylko 20% czyniło to energicznie, reszta rozkładała go bardzo wolno. Z sacharozy korzystało 40%. Wyraźną zdolność redukcji azotanów wykazywało 40%. Małe rozpowszechnienie zdolności redukcji azotanów wśród wyosobnionych gatunków może można wyjaśnić warunkami podłoża. Jak wynika bowiem z analiz chemicznych we wszystkich badanych warstwach przeszło 90% azotu znajduje się w związkach białkowych. Wbrew pogładowi, że promieniowce rozkładają próchnicę, doświadczenia przeprowadzone z próchnianem sodowym dały wynik ujemny. Tylko nieliczne gatunki wykazały bardzo słaby wzrost, gdy próchnica była jedynym źródłem węgla. Nieco lepszy rezultat dały kultury, w których próchnica była jedynym źródłem azotu.

Pracę wykonano w Zakładzie Fizjologii Roślin im. E. Godlewskiego we Wrocławiu. Kierownikowi Zakładu prof. dr H. Krzemienieckiej składam serdeczne podziękowanie za pomoc i niezmiernie cenne wskazówki przy opracowywaniu tematu. Kolegom mgr J. Stabrowskiej i mgrowi J. Buczkowi dziękuję za wykonanie analiz chemicznych.

SUMMARY

This paper deals with the quantitative and qualitative occurrence of actinomycetes of the genus *Streptomyces* in the litter and soil of the beech wood, in its relation to the substratum and the seasons of the year. Samples for analysis have been taken from two places of the beech reservation in Muszkowice, Wrocław district, namely the slope of the hill and the valley of the stream.

On the slope of the hill the soil has a slightly acid reaction (pH 4,0—6,2) and does not contain any calcium carbonate. In the valley of the stream the reaction of the soil is indifferent (pH 6,6—7,2), though calcium carbonate accumulates here in great amounts (Table 2).

On the slope of the hill four layers have been distinguished according to the depth and the degree of decomposition of plant material, in the valley of the stream three layers have been distinguished, analogically.

In order to study the influence of the seasons of the year samples of all the layers of the two territories have been taken, in intervals of two months. For the determination of the number of actinomycetes the plate method has been applied consisting in inoculating an agar medium with appropriately diluted soil and counting the colonies that had grown up. Throughout the whole time of work the Conn medium has been used for the isolation and the further cultivation of actinomycetes.

The results of the quantitative occurrence of actinomycetes in relation to the soil and the seasons of the year are shown in the Table 3 and Diagram. As the stratum I (forest litter) consists of the not completely decomposed leaves, the average sample could not be taken, and consequently the quantitative results have not been shown in the Table, and this layer has been treated only for orientation.

It has been found that in the layers of the hill-slope the actinomycetes were more numerous than in the valley of the stream. On both places the actinomycetes are most strongly represented in the litter, with the increasing depth the number of actinomycetes decreases very considerably.

Concerning the influence of the changes of the seasons it has been noted that the strongest development of actinomycetes fell in the spring and summer months whereas in winter and in midsummer there was a striking minimum of development.

The changes in the species composition of actinomycetes have been difficult to observe because of the considerable face similarity of many species. Taking into account merely those species whose growth on the fundamental medium has been particularly characteristic, there has been stated some specific differentiation dependent on the area, the depth and the seasons of the year.

On examining the physiological properties of the isolated species of actinomycetes Table 4, there can be deduced the following general statements concerning their function in the litter and wood soil. Of 54 isolated species 17, that is nearly 32 per cent, possess an ability to decompose the cellulose. 50 species, that is 92 per cent of all actinomycetes, give strong hydrolysis of starch. Most of the actinomycetes (72—88 per cent)

produce the proteolytic ferments, and rather few species (nearly 40 per cent) reduce nitrates. This phenomenon becomes comprehensible in the light of chemical soil analyses which proved that more than 90 per cent of nitrogen in soil is there in form of albuminous compounds, and then the actinomycetes that live in those soils are prominently specialized in decomposing the albumen.

In course of the work there have been isolated 54 species of actinomycetes that have been cultivated on 12 media in order to determine their cultural and physiological properties. The fundamental division of all species in groups has been done on the ground of differentiation of the aerial mycelium (Drawings).

L I T E R A T U R A

- B a d i a n J., 1936, Acta Soc. Bot. Pol., XIII: 105.
- B e i j e r i n c k M. W., 1900, Cent. f. Bakt. II, 6: 2—12.
- Bergey's Manual of Determinative Bacteriology, 6th Ed., 1948. Williams a. Wilkins Co., Baltimore, Md.
- Biełozierski A. i Proskuriakow N., 1951, Prakticzeskoje rukowodstwo po biochymii rastienij. Moskwa. Sowietskaja Nauka.
- C z e r w i ń s k a E., S a d u r s k a I., K o z i ó w s k a S., 1953, Acta Microb. Pol. II, 2—3: 160—164.
- G o ł ę b i o w s k a J., 1949, Annal. Univ. M. C. S. Lublin-Polonia, IV, S E: 207—220.
- G o ł ę b i o w s k a J., F a l k o w s k i M., 1952, Roczn. Nauk Roln. 61: 211—232.
- H i l t n e r i S t ö r m e r K., 1903 — cyt. W a k s m a n S. A., 1950, The Actinomycetes. Waltham, Mass., USA.
- H o p f M., 1950, Arch. f. Mikrob. 14: 661—677.
- J e n s e n H. L., 1930 — cyt. W a k s m a n S. A., 1950, The Actinomycetes. Waltham, Mass., USA.
- K r a i n s k y A., 1914, Cent. f. Bakt. II, 41: 649—688.
- K r a s s i l n i k o w N. A., 1949, Opredielitel bakterij i aktinomycetow, Moskwa-Leningrad, Izd. Ak. Nauk SSSR.
- K r z e m i e n i e w s k a H., B a d u r a L., 1954, Acta Soc. Bot. Pol. XXIII. 3: 545—587.
- K u d r i n a E. S., 1951, Raboty po organicheskomu wieszczestwu poczwy, t. XXXVIII.
- L i e s k e R., 1921, Morphologie und Biologie der Strahlenpilze, Leipzig, Borntraeger.
- L i n d e n b e i n W., 1952, Arch. f. Mikrob., 17: 361—383.
- M a c k o S., 1954, Acta Soc. Bot. Pol., XXIII, 3: 519—543.
- M a l i s z e w s k a W., 1950, Annal. Univ. M. C. S. Lublin-Polonia, IV, S E: 37—76.
- M a l i s z e w s k a W., 1952, Acta Microb. Pol., I, 2: 123—136.
- M a i a n B., K á š V., 1948, Biologie lesa. Melantrich v Praze.
- M i s z u s t i n E. N., 1954, Usp. Sowr Biol., XXXVII, 1: 1—21.

O r s k o v J., 1938, Cent. f. Bakt., II, 98 : 344—357.

P l o t h o O. von, 1940, Arch. f. Mikrob., 11 : 33—72.

R u l l m a n W., 1896, Cent. f. Bakt., II, 2 : 116—117, 701—706.

S t r u t z I., 1952, Arch. f. Mikrob., 17 : 353—360.

W a k s m a n S. A., 1927, Principles of Soil Microbiology. Williams a. Wilkins Co.
Baltimore.

W a k s m a n S. A., 1950, The Actinomycetes. Waltham, Mass., USA.

Studium nad grzybem *Phellinus punctatus* (Fr.) Pilát ze szczególnym uwzględnieniem jego rakotwórczej działalności na jesionie

*A Study of Phellinus punctatus (Fr.) Pilát with special Reference to its
cankorous Activity on Ash.*

ST. DOMANSKI

WSTĘP

Grzyb *Phellinus punctatus* jest bardzo pospolitym gatunkiem, występującym w strefie umiarkowanej północnej półkuli prawie na wszystkich gatunkach drzew liściastych, głównie natomiast na wierzbach (*Salix* sp.) (Bourdot i Galzin 1927, Pilát 1942, Bondarcew 1953). Wymienia się go jako sprawcę silnie destruktywnej białej zgnilizny drewna. Prócz tego Bourdot i Galzin (l. c.) wspominają jeszcze o atakowaniu i szybkim zabijaniu przez ten grzyb winorośli we Francji. W żadnej z prac nie spotkałem natomiast wzmianki o rakotwórczej działalności grzyba, choć tego rodzaju działalność u grzybów niszczących drewno nie jest znów tak mało znana. W dostępnych mi pracach bowiem działalność taką na dębie opisują: Münch (1915) o *Fomes igniarius* (L.) Gill., Graves (1919) u *Fomes everhartii* (Ell. & Gall.) v. Schr., Liese (1930) i Bergenthal (1933) u *Stereum rugosum* (Pers.) Fr., Lohwag (1937) i Wanin (1955) u *Fomes robustus* Karst., Sleeth i Bidwell (1937) u *Polyporus hispidus* (Bull.) Fr., Cambell i Davidson (1942) u *Poria spiculosa* Camb. & Dav., na brzozie natomiast: Cambell i Davidson (1941) u *Fomes igniarius* var. *laevigatus* Fr. i Boyce (1948) u *Poria obliqua* (Pers.) Bres., a na klonach: Cambell (1939) u *Daedalea unicolor* (Bull.) Fr. oraz Cambell i Davidson (1939) u *Polyporus glomeratus* Peck. Te względy skłoniły mnie do szczegółowszego przebadania grupy jesionów, u których wystąpiły objawy takiej właśnie niszczyielskiej działalności grzyba *Phellinus punctatus*.

Przy definiowaniu raka posłużyłem się spotykaną najczęściej w fitopatologii definicją, w myśl której za raka roślin zdrewniałych uważa się taką chorobę miazgi i kory, przy której następuje obumieranie obu powyższych tkanek, prowadzące do częściowego lub całkowitego opasania (ros.: *окольцовывание*, ang.: *girdling*) nekrozą pnia lub gałęzi (Mc. Cubbin 1918, Povah 1921 i 1924, Thomas i Burrell 1929, Fisher i Reeves 1931, Welch 1935, Christensen 1937, Wormald 1941, Naumow 1952). Prócz tej definicji spotyka się jeszcze inne bardziej ogólne [np. Melhus i Kent (1948) nazywają rakiem po prostu obumarły obszar na pniu lub pędzie, otoczony żywymi tkankami kory] lub bardziej szczegółowe, jak np. definicja Zaleskiego (1947), według której np. typowy rak drzewny jest to mniej lub więcej wybujałe zlokalizowane miejsce na łodydze zdrewniałej o stale otwartej ranie z widocznymi, współśrodkowo ułożonymi resztkami po zabitych i częściowo wykruszonych pierścieniach zasklepowych. Obie definicje nie odbiegają jednak zasadniczo od definicji podanej na pierwszym miejscu.

W niektórych wypadkach powierzchnia raka jest zupełnie gładka i gdyby nie brunatne przebarwienie miazgi i kory, trudno byłoby rozpoznać obecność choroby. Rak o tego rodzaju objawach powoduje między innymi grzyb *Fusicoccum pyrorum* na jabłoni (Chuppi i Clapp 1923). Podobne objawy zewnętrzne występują zresztą także w początkowej fazie tworzenia się prawie każdego raka. Przy daleko zaawansowanej jednak, trwającej kilka lub kilkanaście lat chorobie, występuje najczęściej mniej lub więcej znaczne zniekształcenie plastyczne, połączone nierzadko z objawami hipertrofii drzewa w miejscu wystąpienia raka. Powodować je mogą dwa na przemian zmieniające się w ciągu każdego roku procesy, a mianowicie: w okresie spoczynku wegetacyjnego uaktywnienie się czynnika nekrotwórczego i zabicie pewnej partii miazgi, a w okresie wegetacyjnym proces tworzenia się kallusa, usiłującego zabić ranę, przy czym pod wpływem zwykle silnie stymulującego oddziaływania procesu rakotwórczego kallus ten przyrasta przeważnie w grubych warstwach, o wiele grubszych niż normalny przyrost drewna.

Raki najlepiej rozwijać się mogą na drzewach z jakichkolwiek przyczyn osłabionych, rosnących np. według obserwacji Fishera i Reevesa (1931) na glebach ubogich w wodę, a wg Christensena (1937) na drzewach przygłuszonych.

Furtkami wejścia dla czynników rakotwórczych są na takich drzewach zawsze martwe ich organy, np. partie martwej kory, niezarośnięte sęki, suche gałązki, obumarłe pączki lub kwiaty (Mc Cubbin 1918), a specjalnie często gałązki zmarznięte w ciągu zimy (Chuppi i Clapp 1923, Güssow 1930, Fisher i Reeves 1931, Welch 1935, Melhus i Kent 1948, Naumow 1952).

MATERIAŁY I METODY

Przedmiot badań stanowiły 43-letnie jesiony, rozrzucone dość nieregularnie po drzewostanie jesionowym z niewielką domieszką olszyny w oddz. 7 w leśnictwie Siemianice, pow. Kępno. Były wśród nich osobniki o różnej grubości i różnej żywotności: od najgrubszych, silnie rozwiniętych do najcieńszych, przygłuszonych drzew (tab. 1). Przeciętna grubość tych zbadanych drzew wynosiła 24 cm. wysokość około 20 m. Na tych jesionach zaobserwowano rakowate rany, pokryte owocnikami grzyba *Phellinus punctatus*. Te drzewa z rakami w ogólnej liczbie 15 zostały opisane z uwzględnieniem zmian, wywołanych przez obecność raka. Następnie dla dokładnego zbadania przebiegu choroby ścięto 11 drzew i poprzecinano je wzdłuż i w poprzek. Po przecięciu okazało się, że grzyb prócz raka wywołał również białą zgniliznę drewna twardzielowego i bielastego. W celu określenia zasięgu grzyba w drewnie oraz w miazdze i korze poprzecinane i połupane drzewo poskładano dokładnie z powrotem w jedną całość i złożone w ten sposób pozostawiono przez pewien czas. Gdy potem rozłożono je na części, okazało się, że powierzchnie przekroju i przełupu drewna opawanego przez grzyb pokryły się grubą warstwą rdzawobrunatnej grzybni, pozwalając w ten sposób na oznaczenie jej zasięgu w drzewie. Izolacje wykonane na sztuczne pożywki (agar maltozowy o składzie: 2,5% ekstraktu słodowego, 1,5% agaru i o pH 5,5) z różnych punktów badanych drzew potwierdziły słuszność otrzymanych w ten sposób wyników.

SYMPTOMY CHOROBY

Tak zgnilizna drewna twardzielowego i bielastego, jak i rakowate rany występowały tylko na pniu i raczej zawsze w dolnej jego części.

Z g n i l i z n a drewna należała do zgnilizn typu białego (jasnego). W początkowym stadium rozkładu drewno przybierało kolor żółtawobiaławy, który w końcowej fazie zgnilizny przechodził w prawie zupełnie biały. Wąska strefa inwazyjna barwy czerwonawobrunatnawej oddzielała często drewno chore od drewna zdrowego. W miarę postępu procesu rozkładowego drewno stawało się lekkie, łatwo łamliwe i łupliwe, zwłaszcza wzdłuż słoików rocznych. Zgnilizna rozprzestrzeniała się w dół i w górę drzewa. Stąd centralna jej partia była zawsze w najdalej posuniętym stadium rozkładu (ryc. 1. h), a końcowe — dolna i górna w początkowym (ryc. 1. f). W najdalej posuniętym stadium zgnilizny drewna twardzielowego tkwiła zawsze nasada niewielkiego sęka grubości najwyżej do 0,5 cm. Sęk ten przechodził następnie przez zgniliznę bielu, gdzie również otaczało go drewno najsilniej rozłożone przez grzyb. Jego wierzchołek

Tabela — Table 1

Porównanie zasięgu raków z zasięgiem zgnilizny drewna w pniu u jesionów badanych
w oddz. 7 w leśnictwie Siemianice

Relation of canker areas to heart-rot extent in trees examined

Nr drzewa Tree No.	Grubość drzewa (pierśnicy) Tree diameter (breast high) cm	Czasokres trwania choroby (w latach) Disease time (years)	R { zasięg raka na powierzchni pnia (w m) Canker areas (m)			
			Z { zasięg zgnilizny drewna w pniu (w m) Heart-rot extent (m)			
			poniżej below		powyżej abowe	
punktu pierwotnej infekcji point of origin for canker						
1 (wp)	21	22	R	0,66	0,70	1,36
			Z	1,78	1,37	3,15
2	21	21	R	0,43	0,73	1,16
			Z	0,59	1,51	2,10
12	19	22	R	0,56	0,67	1,23
			Z	0,82	2,08	2,90
23	28	23	R	1,15	1,56	2,71
			Z	1,47	1,42	2,89
3 (pł)	23	22	R	0,69	0,65	1,34
			Z	1,54	1,16	2,70
4	31	23	R	1,32	0,97	2,29
			Z	2,06	1,59	3,65
10	29	22	R	0,89	0,98	1,87
			Z	1,48	1,18	2,66
15	9	7	R	0,19	0,15	0,34
			Z	2,22	1,43	3,65
20	24	22	R	0,93	0,71	1,64
			Z	1,91	1,76	3,67
8 (wk)	30	24	R	0,32	0,38	0,70
			Z	1,37	1,78	3,15
11	19	22	R*	0,38	0,40	0,78
			Z	1,47	1,54	3,01
		14	R**	0,29	0,33	0,62
Przeciętnie Average			R	0,68	0,72	1,40
			Z	1,52	1,53	3,05

Uwaga: wp -- drzewa z rakiem o powierzchni wypukłej. pł -- o powierzchni płaskiej

wk -- o powierzchni wklęsłej

* -- rak od północnej strony pnia

** -- rak od zachodniej strony pnia

wystawał natomiast na zewnątrz w centrum rakowatej rany, gdzie był otoczony zawsze partią miazgi i kory najwcześniej zabitej przez grzyb. Sęk ten był więc punktem pierwotnej infekcji drzewa.

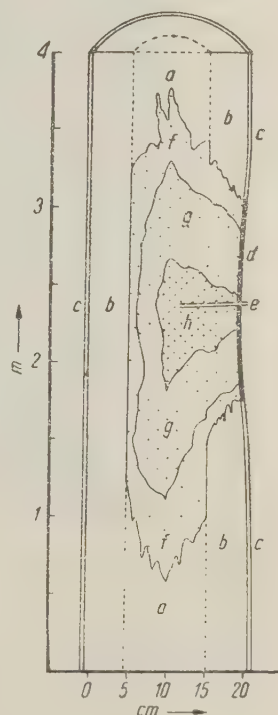
Na podłużnym promieniowym przekroju pnia zasięg penetracji grzyba układał się zawsze w ten sposób, że najdalej w dół i w górę sięgała zawsze zgnilizna w drewnie twardzielowym. Partia drewna bielastego, opanowanego przez grzyb była przeważnie znacznie krótsza. Kształtem przypominała ona bardzo często trapez połączony dłuższą podstawą ze zgnilizną twardzieli, podczas gdy krótsza pokryta była miazgą i korą zabita przez grzyb na powierzchni rakowatej rany (ryc. 1). W przytwardzielowych słojach drewna bielastego grzyb posuwał się więc najczęściej nieco szybciej niż w przykorowych, gdzie z kolei szybkość jego przesuwania się przeważnie była równa szybkości, z jaką opanowywał on miazgę i korę.

Rakowate rany najczęściej występowały na pniu pojedynczo. Tylko na drzewie nr 11 stwierdzono obecność dwóch, a na drzewie nr 21 trzech raków, występujących z różnych stron pnia prawie na tej samej wysokości. Rakowata rana była zawsze

Ryc. 1. Schematyczny przekrój podłużny przez pień jesiona nr 1:

a — twardziel, b — biel, c — kora, d — rakowata rana z martwą korą, e — sęk, pozostały po odłamaniu się zmarzniętej (?) gałązki, przez którą nastąpiła pierwotna infekcja, f — początkowe, g — zaawansowane, h — końcowe stadium zgnilizny drewna twardzielowego i bielastego.

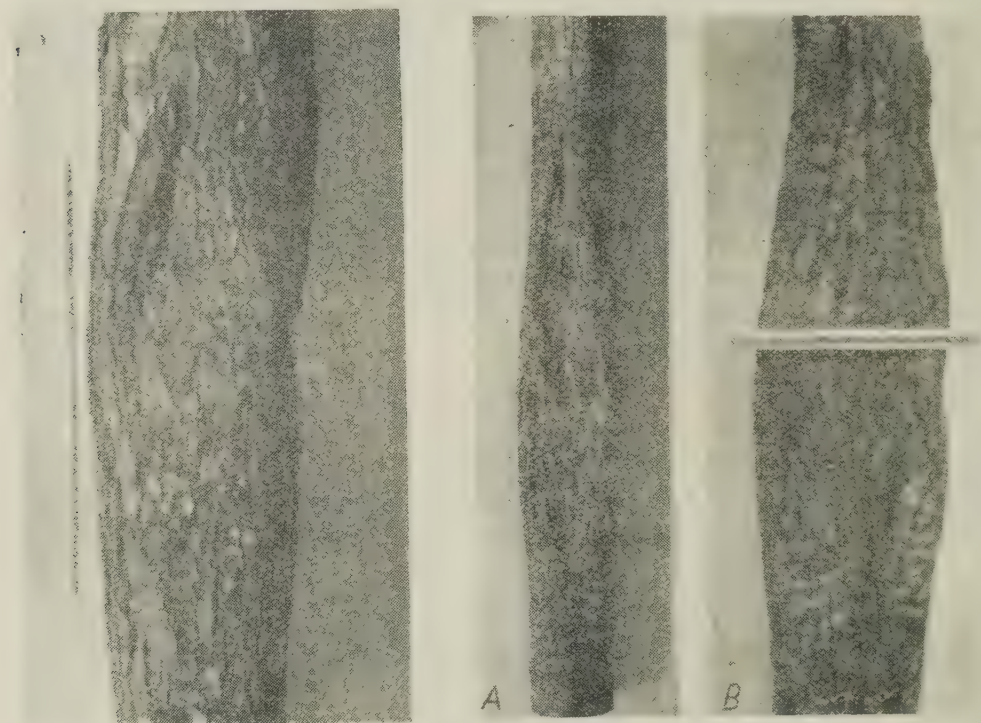
Fig. 1. Longitudinal section of ash. No. 1:
a — Heartwood, b — Sapwood, c — Healthy cambium and bark, d — Cankorous area, e — Base of dead twig which was a starting point both for the development of canker and decay of the wood, f — Incipient, g — Intermediate and h — Final stage of the white wood rot.



mniej lub więcej silnie wydłużona wzdłuż osi drzewa, owalnego lub przeważnie wrzecionowatego kształtu. Towarzyszyło jej również zawsze mniejsze lub większe wrzecionowate hipertroficzne zgrubienie drzewa. Martwa kora, która pokrywała powierzchnię raka, była niejednokrotnie silnie spękana wzdłuż, zwłaszcza na brzegach raka. Stopień wykształcenia przykrytych tą martwą korą pierścieni kallusa, a tym samym i ukształtowanie powierzchni raka nie u wszystkich drzew były jednakowe. Można tu było wyróżnić trzy grupy raków:

Pierwszą grupę stanowiły raki, których powierzchnia była prawie zupełnie gładka z bardzo słabo zaznaczającymi się resztkami pierścieni kallusa. Gdy pień drzewa przecięto w samym centrum raka, okazało się, że

martwa część obwodu była mniej lub więcej wypukła, wskazując tym samym na bardzo słabą akcję zablizniania raka przez drzewo. Ten rodzaj raka nazwano rakiem o powierzchni wypukłej (ryc. 2 i 5).



Ryc. 2. Rak o gładkiej powierzchni na pniu iesiona nr 1. z owocnikiem grzybka *Phellinus punctatus* (o).

Fig. 2. Stem canker of an ash examined (No. 1) showing smooth bark canker bearing fruit body (o) of *Phellinus punctatus*. The dead area is not depressed, but convex.

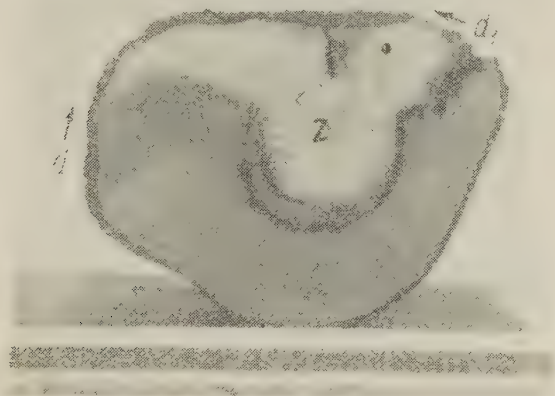
Ryc. 3 i 4. Rak o płaskiej powierzchni na jesionie nr 3 (A) i nr 20 (B) z wrzecionowatym, hypertroficznym zgrubieniem pnia.

Fig. 3 and 4. Cankers on ash No. 3 (A) and 20 (B) causing a spindle-shaped enlargement of the stem. The dead areas are flat.

Drugą grupę stanowiły raki, wywołane przy pewnej mniej lub więcej stałej równowadze sił w przebiegu procesu rakotwórczego. Na zabicie bowiem przez grzyb partii miazgi i kory w okresie spoczynku wegetacyjnego drzewo odpowiadało bardzo często wytworzeniem kallusa w następnym okresie wegetacyjnym. Powierzchnia pnia w miejscu wystąpienia raka była mniej lub więcej spłaszczona lub nawet płytko wgłębiona. Po usunięciu martwej kory wyraźnie zaznaczały się na powierzchni raka

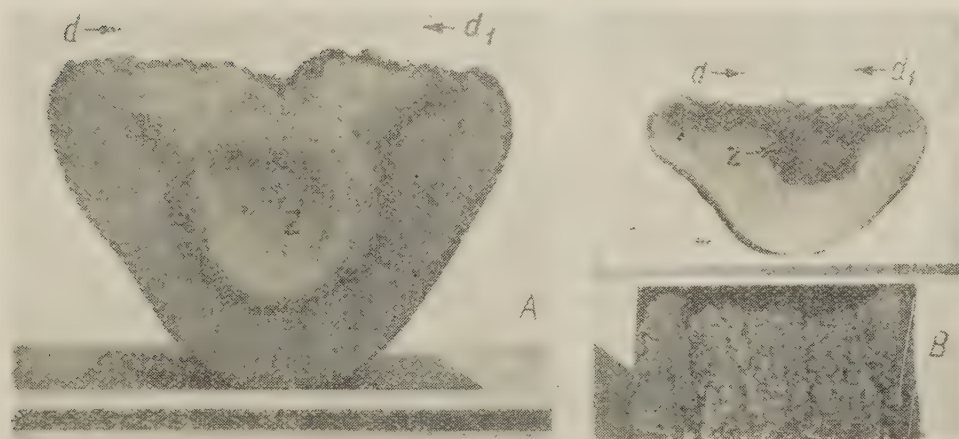
resztki martwych, koncentrycznie ułożonych warstw kallusa. Ten rodzaj raka nazwano rakiem o powierzchni płaskiej (ryc. 3, 4 i 6).

Trzecią grupę raków cechowała silna akcja zabliźniania ich przez drzewo. Wyraziło się to tworzeniem wyraźnie zaznaczających się, grubych



Ryc. 5. Przekrój poprzeczny przez pień jesionu nr 1 z rakiem o wypukłej i gładkiej powierzchni (d—d₁) i zgnilizną drewna (z).

Fig. 5. A cross section of ash No. 1 showing depth of injury. The cankerous area (d—d₁) is convex; z — wood rot.



Ryc. 6. Przekrój poprzeczny przez jesion nr 3 (A) i nr 20 (B) z rakiem o płaskiej powierzchni (d—d₁) i ze zgnilizną drewna (z).

Fig. 6. A cross section of ash No. 3 (A) and 20 (B) showing flat cankerous area (d—d₁) and white wood rot (z).

wałów kallusa, zarastających ranę. Na powierzchni pnia ten rodzaj rakowatej rany przedstawiał się jako wyraźne wgłębienie, przebiegające równoległe do osi drzewa. Stąd nazwa rak o powierzchni wklęsłej (ryc. 7).



Ryc. 7. Przekrój poprzeczny jesionu nr 11 z 2 rakami o powierzchni wklęsłej (d—d₁) i białą zgnilizną drewna (z).

Fig. 7. A cross section of ash No. 11 with two depressed cankerous areas (d—d₁) and white decay of the heartwood and sapwood.

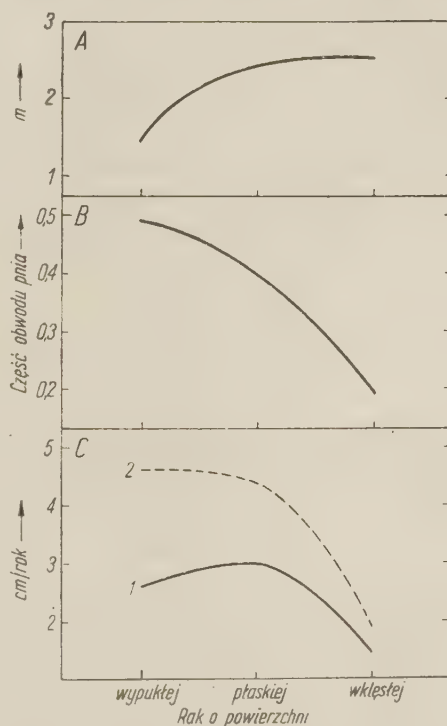
Tym zewnętrznym różnicom symptomatologicznym, zaobserwowanym u wymienionych trzech rodzajów raków, odpowiadały określone różnice cyfrowe niektórych pomierzonych elementów. Jak widać z wykresu na rycinie 8 A, punkty pierwotnej infekcji u raków o powierzchni wypukłej znajdowały się przeciętnie o 1 m niżej niż analogiczne punkty u raków o płaskiej i wklęsłej powierzchni. Dalej z wykresu na ryc. 8 B widać, że raki o powierzchni wypukłej rozprzestrzeniały się najszybciej. Przy posuwaniu się bowiem w kierunku stycznym zdołały one opanować połowę obwodu pnia, podczas gdy przy rakach o powierzchni płaskiej w tym samym czasie uległo zabiciu przeciętnie 2/5 obwodu, a przy wklęsłych tylko 1/5 część obwodu pnia. Podobne różnice można było zaobserwować przy przesuwaniu się raka wzdłuż pnia (ryc. 8 C). Najwolniej rozprzestrzeniał się bowiem rak o powierzchni wklęsłej (1,5 cm/rok), a przeciętnie najszybciej znowu rak o powierzchni wypukłej (4,6 cm/rok). Z wykresu 8 C widać ponadto, że proces rakotwórczy nie zawsze przebiegał z jednakową szybkością. W pierwszym 10-leciu okresu choroby, trwającej u badanych jesionów od 21 do 24 lat, tempo rozprzestrzeniania się wszystkich trzech rodzajów raków wzdłuż pnia było prawie 2 razy wolniejsze niż w następnych.

Posuwając się z wymienioną wyżej szybkością grzyb opanował stosunkowo duże odcinki pnia. Długość tych odcinków poniżej i powyżej punktu pierwotnej infekcji u poszczególnych drzew podaje tabela 1. Dla porównania podano w niej również analogiczne dane dla zgnilizny drewna twardzielowego. Przeciętnie długość rakowatej rany wynosiła 1,40 m, docho-

Ryc. 8. Wykres przedstawiający korelację między rodzajami raków a:

A — wysokością punktu pierwotnej infekcji na pniu, B — częścią obwodu pnia (zmierzoną styczni), opanowaną przez raka, C — przeciętną szybkością rozprzestrzeniania się raka wzdłuż pnia w ciągu roku: 1 — w pierwszym, 2 — w następnych 10-leciach choroby.

Fig. 8. Graphs showing correlation between three various types of canker and height (in m.) of point of origin for canker (A), portion of trunk girth (tangential measured), killed by canker (B) and average annual rate (in cm) of canker spread (lengthwise): 1 — in first ten years of disease, 2 — in the following ones (C). (Abscissa — canker with dead area: convex, flat and depressed).



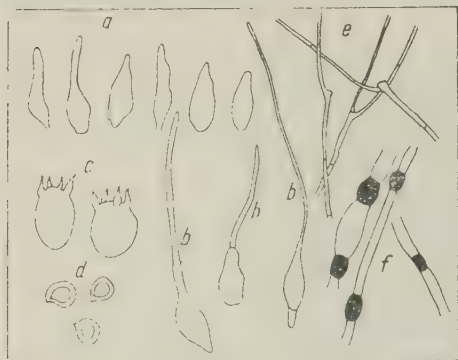
dząc u niektórych drzew nawet powyżej 2 m (jesion nr 4 i 23). Długość tej rany prawie pięciokrotnie, a maksymalnie nawet siedmiokrotnie, przewyższała jej szerokość, nadając ranie wspomniany wyżej wydłużony, wrzecionowaty kształt (ryc. 3 i 4).

ETIOLOGIA PROCESU CHOROBOWEGO

Sprawcą raka na badanych jesionach okazał się grzyb *Phellinus punctatus* (F. r.) P i l á t. Należy on do klasy *Basidiomycetes*, rzędu *Polyporales*.

Owocniki (ryc. 1) grzyba występowały na powierzchni martwej kory. Były to okrągławe lub po większej części wydłużone wzdłuż osi drzewa wieloletnie resupinaty, o wymiarach $0,5-10 \times 2-28$ cm i grubości 0,2 do 1 cm, o bardzo cienkim (0,5—1 mm) mięszu barwy jaskrawo brunatnej do czekoladowobrunatnej, tworzącym niekiedy wąski, mniej lub więcej puszysty, kasztanowatobrunatny brzeg owocnika. Powierzchnię owocnika pokrywał warstwowany hymenofor, złożony z pionowo lub ukośnie uło-

zonych, do 6—7 mm długich rurek. Wyloty (pory) rurek były bardzo drobne, okrągławe, o średnicy 95—145 μ , początkowo rdzawobrunatne, później z szarawoorzechowym nalotem.



Ryc. 9. *Phellinus punctatus* (Fr.) P i l á t na zbadanych jesionach:

a — cienkościenne, bezbarwne parafizoidalne utwory, przypominające cystydy, w nowo utworzonym hymenium owocnika (500 x), b — te same utwory z silnie wydłużonymi wierzchołkami w starym hymenium (500 x), c — podstawki (500 x), d — basidiospory (500 x), e — kolankowato zgięte strzępki w czystej kulturze (ok. 225 x) oraz f — chlamydospory w bardzo starych kulturach na agarze maltozowym (ok. 225 x).

Fig. 9. *Phellinus punctatus* (Fr.) P i l á t from examined trees.

a — some thin-walled hyaline paraphysate elements from mature hymenium (500 x), b — The same elements from old hymenium (500 x), c — Two basidia (500 x), d — Three basidiospores (500 x), e — The nodal curved hyphae from malt agar (near 225 x), f — Intersecting chlamydospores from old cultures on malt agar (near 225 x).

Quél. (f. *resupinatus* Bres.), *Phellinus pomaceus* (Pers.) Maire (f. *crataegi* Bax t.), *Phellinus robustus* (Karst.) Bourd. et Galz. (f. *resupinatus* Bourd. et Galz.) oraz *Phellinus laevigatus* (Fr.) Bourd. et Galz. Dały się jednak od nich dość łatwo odróżnić albo po kolorze miąższu i hymenoforu, albo po budowie mikroskopowych elementów składowych warstwy hymenialnej. Prócz tego pomocnymi tu były również cechy sztucznych kultur.

Wzrost kultury *Phellinus punctatus* na agarze maltozowym rozpoczął się bardzo bujnie. Najpierw bowiem tworzyła się dookoła inokulum puszysta kula, złożona z białej grzybni. Stąd grzybnia rozrastała się dopiero na pożywcę, tworząc w końcu gęstą, równą warstwę grzybni powietrznej

Owocniki stare, wysychające pękały w różnych kierunkach.

Zarodniki były okrągławe, gładkie, początkowo bezbarwne, później żółtawe z kroplą wewnątrz, o wymiarach 6,5—8,5 $\times$ 5—7 μ .

Podstawki bezbarwne, jajowate, o wymiarach 10,5—14,5 $\times$ 8,5—10,5 (12,0) μ z czterema sterigmami o długości do 4 μ .

Typowych szczecinek (setae) było brak. Bardzo często natomiast w nowoutworzonym hymenium występowały cienkościenne, bezbarwne, buteleczkowate lub wrzecionowatoszydlaste utwory, przypominające do złudzenia cystydy, o wymiarach 14,5—29,5 $\times$ 5—8,5 μ . W starszych warstwach hymenialnych wierzchołki tych utworów wydłużały się w długie strzępki o grubości 2—4 μ , zapelniając rurkę gęstym spletem białej grzybni (ryc. 9).

Owocniki grzyba swoim wyglądem zewnętrznym bardzo przypominały resupinatywne ciała owocowe grzybów *Phellinus igniarius* (L. ex Fr.)

o równym brzegu. Początkowo biała kultura później barwiła się kolejno na kolor słomkowy (helvolus — o4)*, ciemnosłomkowy (intense helvolus — o6), miodowożółty (mellinus — κ6), woskowożółty (cerinus — 33), by w końcu w starych kulturach przejść w odcień ochrowożółty (flavo-ochraceus — r6), bladoterrakotowy (pallidotestaceus — ж4), bułanożółty (isabelinus κ1), a nawet żółtopomarańczowy (flavo-aurantiacus — д2). W niektórych kulturach barwy powyższe układały się w koncentryczne strefy.

Strzępki grzybni powietrznej początkowo bezbarwne, gładkie, często lekko falisto powyginane, rozgałęzione, o średnicy 1,5—5 μ, później żółtawe o średnicy 2,5—3,2 μ, niekiedy baniasto zgrubiałe lub charakterystycznie kolankowato zgięte. Z takiego kolanka wyrastała następnie boczna strzępka (ryc. 9, e).

Grzybnia substratowa bezbarwna, złożona z silnie rozgałęzionych strzępek o średnicy 2—5,5 μ, o krótkich, niekiedy widełkowato rozgałęzionych odnogach bocznych. Sprzączek było brak.

W bardzo starych kulturach obecne były nierzadko czarne, owalne lub okrągławe chlamydospory, o wymiarach 7,5—14,0 × 7,5—12,5 μ. Strzępki, na których rozwijały się chlamydospory posiadały szary, przydymiony kolor oraz szerokość 5—11 μ, niekiedy nawet 17 μ (ryc. 9, f).

W wypadku spotkania się na pożywce z grzybnią innego gatunku, grzybnia powietrzna *Phellinus punctatus* przybierała od tej strony bardziej intensywną barwę aż do czerwono-brunatnej włącznie. Równocześnie spód kultury z brudnobiałego barwił się wtedy od strony styku albo nawet całkowicie na kolor kasztanowaty (castaneus — κ4), ciemnocynamonowy (atro-cinnamoneus — д5) albo umbrowy (umbrinus — o7). Strzępki powietrzne natomiast brunatniały oraz tworzyły się na nich duże, żółto-brunatne nabrzmienia o średnicy do 17 μ i o różnych kształtach przeważnie jednak kulistawe lub jajowate. Występowały one najpierw pojedynczo, później w gronach, a w końcu w warstwach.

Strzępki substratowe takiej kultury posiadały przeważnie liczne boczne odgałęzienia z baniasto wzdętymi końcami.

Jak widać z powyższego opisu, już na podstawie barwy kultury można było dość pewnie odróżnić grzyb *Phellinus punctatus* od wspomnianych wyżej gatunków o podobnych owocnikach. Barwa kultury *Phellinus punctatus* bowiem oscylowała wyraźnie około odcieni żółtych, podczas gdy barwy kultur grzybów o owocnikach niekiedy podobnych z wyglądu do owocników *Ph. punctatus* — wahają się zawsze tylko około odcieni brunatnych lub rdzawych (Cartwright i Findlay 1946).

Szybkość wzrostu kultury *Phellinus punctatus* na agarze maltozowym zależnie od temperatury podaje tabela 2. Dla porównania podano w niej

* Wg skali barw A. S. Bondarcewa (1954).

Tabela—Table 2

Szybkość rozwoju na agarze maltozowym w zależności od temperatury kultur *Phellinus punctatus* oraz niektórych innych gatunków grzybów o podobnych owocnikach
 Rates of growth of *Phellinus punctatus* and three other species of fungi on acid malt agar at various temperatures

Gatunek grzyba Species of fungi	Dobowy przyrost kultury (w mm) w temperaturze (°C) Average daily increment (in mm) at temperatures (°C)						Ilość zbadanych kultur Cultures used No.
	16	20	24	28	32	36	
<i>Ph. punctatus</i>	0,9	1,5	2,2	2,2	1,6	0,7	8 grzybní osobniczych w 2 powtórzeniach
<i>Ph. pomaceus</i>	1,3	1,9	2,7	2,9	2,2	0,4	10 grzybní osobniczych w 2 powtórzeniach
<i>Ph. igniarius</i> z jesiona from ash	1,5	2,2	3,0	3,2	1,2	0,8	1 grzybnia osobnicza w 2 powtórzeniach
z buka from beech	1,6	2,2	3,0	3,1	1,8	0,9	j. w.
z wierzby from willow	1,4	2,2	3,2	4,1	2,1	1,1	j. w.
z olszy from alder	1,4	2,3	3,2	2,9	2,3	1,1	j. w.
<i>Ph. robustus</i>	1,3	2,4	3,3	2,3	1,1	1,0	j. w.

również analogiczne dane dla kultur grzybów *Phellinus igniarius*, *Phellinus pomaceus* i *Phellinus robustus*.

WARUNKI SPRZYJAJĄCE CHOROBOTWÓRCZEJ DZIAŁALNOŚCI GRZYBA

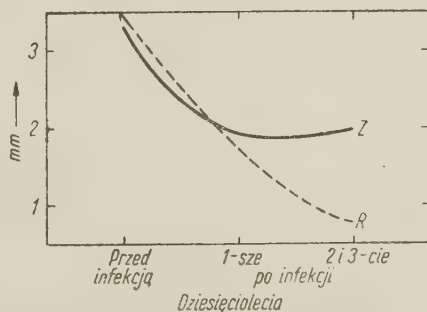
Wspomniany przy omawianiu symptomów chorobowych silnie wydłużony, wrzecionowaty kształt rakowatej rany jest raczej nie spotykany u raków wieloletnich, wywoływanych przez pasożyty względne na starszych drzewach. Główną przyczyną tego niewspółmiernie silnego rozprzestrzeniania się grzyba w miazdze i korze, przede wszystkim wzdłuż pnia, było obszerne i bogate zaplecze pokarmowe, jakim dysponował grzyb, opanowujący dużą partię drewna twardzielowego wewnątrz pnia, przy czym wspomniana wyżej zdolność atakowania bielu umożliwiła grzybowi pełne wyzyskanie tego zaplecza. Partia tego zgniłego drewna twardzielowego, równoległa do kierunku posuwania się raka, była przeciętnie prawie dwa razy dłuższa od partii zabitej miazgi i stanowiła doskonałą bazę wypado-

wą, regulującą kierunek rozprzestrzeniania się jego rakotwórczej działalności. Gdy rozwój tej bazy np. u jesionu nr 2 został poważnie ograniczony przez brunatną zgniliznę, wnikającą do odziomka od strony systemu korzeniowego i wywołaną przez grzyb *Psatyrella disseminata* (Pers.) Quél., uległo zwolnieniu również rozprzestrzenianie się raka poniżej punktu pierwotnej infekcji (tabl. 1).

Stosunki układały się tutaj podobnie jak u innych grzybów niszczących drewno np. u *Armillaria mellea* (Vahl) Quel., *Phellinus igniarius* (L.) Fr. (Domanski, 1954), gdzie również, między innymi, właśnie zasobność bazy pokarmowej w fazie życia saprofitycznego decyduje o nasileniu patogenicznej działalności tych grzybów w żywych tkankach rośliny-gospodarza.

Ponadto dysponując tym właśnie stale powiększającym się zapleczem pokarmowym, mógł grzyb zapewne dlatego nie tylko wywoływać raka w równej mierze na drzewach przegłuszonych oraz na drzewach silnie rozwiniętych, ale również mógł z biegiem czasu zwiększać jego szybkość rozwojową (ryc. 8, C).

Na to zwiększanie się z biegiem lat szybkości rozwojowej grzyba w miazdze i korze mogło wpłynąć prócz tego w pewnym stopniu również zmniejszanie się grubości słoików rocznych drewna bielastego, zaobserwowane po stronie raka. Grubość ich zmierzono około 50 cm pod i nad zgnilizną bielu i skontaktowanym z nią rakiem. Wykres na ryc. 10 pokazuje, że grubość tych słoików zmniejszyła się w trakcie trwania choroby przeszło dwukrotnie w porównaniu z grubością słoików po przeciwniej, zdrowej stronie pnia. Jesion należy do gatunków pierścieniowonaczyniowych, u których udział włókien drzewnych, decydujących o wytrzymałości drewna i jego odporności na rozkład grzybowy, zmniejsza się wraz ze zmniejszaniem się grubości słoików rocznych. Takie wąskie słoje drewna są bowiem złożone przede wszystkim z naczyń, w których strzępki grzyba mogą posuwać się szybciej i szybciej opanowywać je niż grubosłojiste drewno, złożone głównie z włókien drzewnych, co w przypadkach badanych jesionów mogło przy-



Ryc. 10. Zmiany grubości słoików rocznych u jesionów, opanowanych przez grzyb *Phellinus punctatus*: Z — po zdrowej stronie pnia, R — po stronie pnia ze zgnilizną bielu i rakiem.

Fig. 10. Width of wood rings of ashes examined in relation to time of disease: Z — at healthy trunk side, R — at that with sap rot and canker. (Ordinate — width of wood rings in mm; Abscissa — time in year tens: before the infection and in first and following ones after infection).

Tabela — Table 3

Przeciętna roczna szybkość (w cm) posuwania się grzyba *Phellinus punctatus*
Average annual rate (cm) of penetration of *Phellinus punctatus*

Nr drzewa Tree No.	Średnica twar- dzieli Heart- wood diameter cm	w twardzieli in heartwood			w bielu in sapwood		w miazdze i korze in camb. and bark	
		poniżej below	powyżej above	średnio aver.	poniżej below	powyżej above	poniżej below	powyżej above
		punktu pierwotnej infekcji — point of origin for canker						
1	10	7,3	5,7	6,5	2,8	2,8	2,9	3,0
2	12	2,5?	6,4	4,5	2,0?	2,9	2,0?	3,1
12	10	3,3?	8,5	5,9	2,3	2,5	2,4	2,5
23	22	5,9	5,7	5,8	4,6?	7,3?	4,8?	6,5?
3	12	6,3	4,7	5,5	2,8	2,6	3,0	2,8
4	16	8,0	6,3	7,1	5,0?	3,8?	5,5?	3,9?
10	11	6,1	4,9	5,5	3,1	3,7	3,9	4,2
15	2	21,1	13,7	17,4	1,9	2,2	2,4	1,9
20	8	8,0	7,4	7,7	3,8	3,2	4,2	3,2
8	13	5,5	7,1	6,3	1,2	1,5	1,3	1,6
11	11	6,3	5,0	5,7	1,5*	1,6	1,7	1,8
					2,1**	2,4	2,1	2,4
Przeciętnie Average		8,3	6,9	7,6	2,4	2,5	2,7	2,7

* rak od północnej strony pnia

** rak od zachodniej strony pnia

spieszyć posuwanie się grzyba również w miazdze. Energia rozwoju grzyba w bielu i szybkość jego posuwania się w miazdze były bowiem — jak to widać z ryciny 1 i tabeli 3 — wielkościami niewiele różniącymi się od siebie, współzależnymi.

Niekiedy o szybkości rozwoju grzyba w miazdze decydowały jednak specjalne warunki. Np. przez sam środek raka, występującego na drzewie nr 4 przechodziła listwa mrozowa, powstała na skutek pęknięcia mrozowego w zimie 1939/40. Posuwanie się wzdłuż tego corocznie odnawianego pęknięcia mrozowego zwiększyło wydatnie szybkość rozprzestrzeniania się raka (tab. 1 i 3).

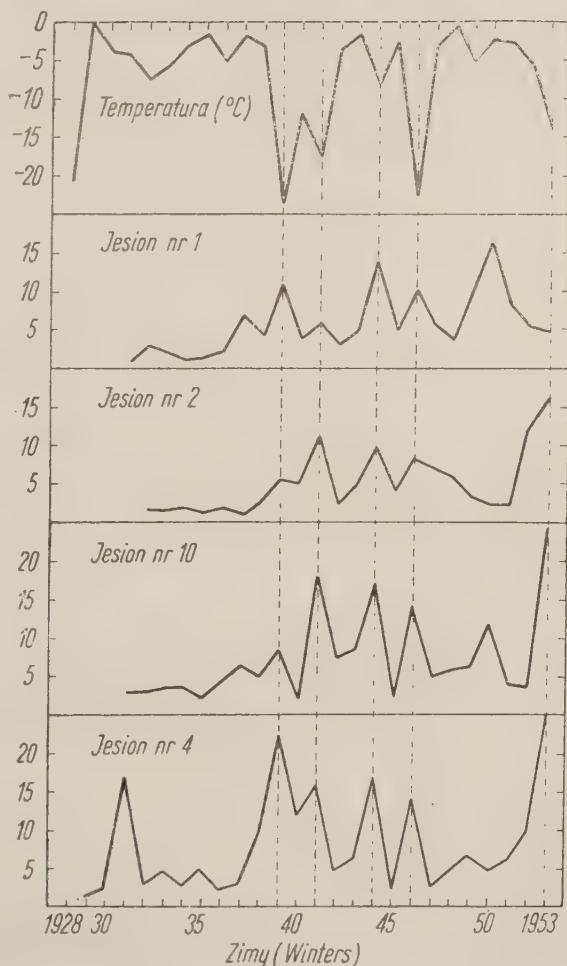
W drzewie nr 23 rak rozprzestrzeniał się w górę bardzo energicznie. z szybkością przewyższającą szybkość posuwania się grzyba nawet w drewnie twardzielowym. Wykorzystywał on do tego celu pas obumarłego z nieznanых przyczyn drewna bielastego i martwej miazgi i kory.

U jesionów nr 8 i 11 natomiast typowy dla nich rak o wklęsłej powierzchni rozprzestrzeniał się stosunkowo bardzo wolno, mimo że pod innymi względami (grubość i wysokość drzewa, średnica twardzieli, zasięg w niej zgnilizny, wiek choroby) drzewa te nie odbiegały prawie zupełnie od reszty zbadanych (tab. 1 i 3). Najprawdopodobniej w tym wypadku czynnikiem decydującym o stosunkowo mniejszej energii rozwojowej raka była wyższa indywidualna odporność obu drzew. Uwarunkowana mogła być ona np. u drzewa nr 8 stosunkowo dużą wysokością (3,80 m) wystąpienia raka na pniu, gdzie o kilkanaście lat młodsza tkanka mogła stawiać grzybowi o wiele silniejszy opór niż starsze tkanki w odziomkowej części pnia, w której wystąpiły przeważnie raki o płaskiej lub wypukłej powierzchni.

Pewną rolę w rozwoju raka mogły odgrywać również niektóre czynniki zewnętrzne. Ciekawe korelacje, sugerujące ich wpływ, wykazuje wykres na ryc. 11. Przedstawiono na nim z jednej strony krzywą sum ujemnych średnich miesięcznych temperatur powietrza grudnia, stycznia i lutego oraz z drugiej strony krzywe odcinków

Ryc. 11. Sumy ujemnych średnich miesięcznych temperatur powietrza trzech miesięcy zimowych (grudnia, stycznia i lutego) a długości odcinków miazgi i kory, zabitych przez *Phellinus punctatus* u jesionów nr 1, 2, 4 i 10.

Fig. 11. Graphs showing annual rate of penetration of *Phellinus punctatus* in cambium and bark of four ashes examined (No. 1, 2, 4 and 10) in relation to sums of average temperatures of December, January and February



miazgi, jakie zabił grzyb u czterech drzew (nr 1, 2, 4 i 10) każdego roku, posuwając się w dół i w górę pnia od punktu pierwotnej infekcji. Widać z niego, że szczególnie w tych latach, w których obniżka temperatury poniżej 0°C w zimie była stosunkowo długotrwała (zimy 1939/40, 1941/42,

1944/45, 1946/47, 1953/54), minima krzywej ujemnej temperatury zbiegały się prawie zawsze z maksimum krzywej długości odcinków zabitej miazgi. Oznaczałoby to innymi słowy, że w wypadku czterech rozpatrywanych drzew długotrwałe mrozy zimowe mogły wywierać pewien wpływ na rozwój grzyba w miazdze i korze.

Przy badaniu procesu tworzenia się raka stwierdzano niejednokrotnie, że zarastająca rakowatą ranę tkanka kallusowa nie wchodzi często z rozmaitych przyczyn w odpowiednim czasie w stan spoczynku zimowego i jest czynna jeszcze w czasie nastania mrozów, które ostatecznie powodują jej zabicie. I taką obumarłą tkankę opanowuje dopiero grzyb. W ten sposób wywołuje raka na brzoskwini *Valsa leucostoma* (Pers.) Fr. (McCubbin 1918), a na modrzewiu *Dasyscypha Willkommii* Htg. (Langner 1936). W tych wypadkach zabiciu ulega jednak kallus graniczący bezpośrednio z rakowatą raną i niekoniecznie dopiero po długotrwałej obniżce temperatury poniżej 0°C, co sugeruje wykres na rycinie 11.

W badanym przypadku można by raczej postawić hipotezę o korzystnym wpływie na rozwój grzyba osuszającego działania mrozu. Bardzo możliwe, że żywe tkanki czterech badanych drzew, ulegając silnemu odwodnieniu na skutek długotrwałej obniżki temperatury poniżej 0°C w czasie wymienionych wyżej pięciu zim i stąd zawierając stosunkowo dużo powietrza, mogły tym samym stwarzać odpowiednie warunki, ułatwiające ich opanowanie przez patogena. Należący, jak każdy grzyb wywołujący zgniliznę drewna, do organizmów bezwzględnie aerobowych *Phellinus punctatus* mógł w tych warunkach szczególnie łatwo opanowywać taką tkankę zaraz po ustaniu mrozów, gdy jeszcze przed ruszeniem soków temperatura podniosła się powyżej 0°C do wysokości, umożliwiającej wzrost grzyba.

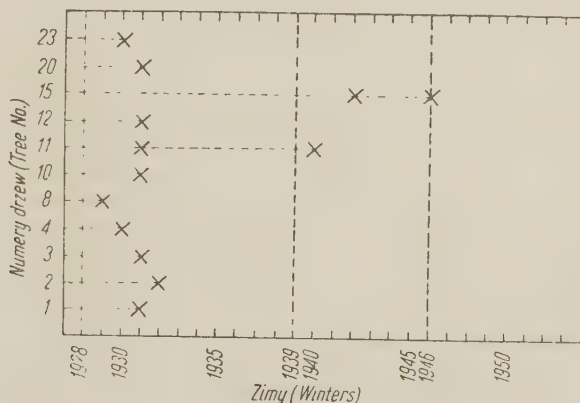
Czy istotnie jednak owa długotrwała obniżka temperatury poniżej 0°C w zimie była tym dodatkowym czynnikiem, potęgującym korzystne oddziaływanie innych, poprzednio omówionych czynników na rozwój grzyba w miazdze i korze, trudno na pewno przesądzać już choćby z tego względu, że maksima krzywej odcinków miazgi, zabitej przez grzyb, występowały u badanych czterech jesionów nie tylko w latach mroźnych zim. Poza tym tego rodzaju korelacji nie dało się prawie zupełnie zaobserwować np. u drzew nr 8 i 11, stawiających co prawda z natury stosunkowo silniejszy opór rakotwórczej działalności grzyba. U pozostałych natomiast zbadanych jesionów biel opanowany przez grzyb składał się z tak wąskich słoików, względnie był tak silnie zniszczony przez larwy, że prześledzenie tej zależności nie było zupełnie możliwe.

Nieco pewniejsze dane co do zależności chorobotwórczej działalności *Phellinus punctatus* od mrozów zimowych uzyskano przy próbie odtworzenia sposobu pierwotnej infekcji badanych drzew. Badanie wykazało

bowiem, że i pierwotna infekcja miazgi i kory i pierwotna infekcja drewna bielastego i twardego nastąpiły tą samą drogą, tzn. za pośrednictwem tego samego sęka względnie gałązki.

Stwierdzono dalej, że z jednym wyjątkiem (drzewo nr 15) proces tworzenia się raka u zbadanych drzew trwał 21 — 24 lat, przeważnie jednak 22 lata; wskazuje to, że infekcja pierwotna u tych drzew musiała nastąpić w następstwie identycznych okoliczności i towarzyszących im warunków zewnętrznych.

Poprzednio wspomniana, co prawda raczej hipotetyczna korelacja między szybkością rozwoju raka a nasileniem mrozów, dalej początek tworzenia się raków, przypadający przede wszystkim na okresy spoczynku wegetacyjnego między 1929/30 a 1932/33, naprowadziły mnie na myśl, czy przypadkiem głównego źródła zakażenia i powstania raków na badanych drzewach nie należy szukać w skutkach niektórych bardzo mroźnych zim. Jakże wypadły w ostatnim 25-leciu, a zwłaszcza zimy 1928/29.



Ryc. 12. Lata pierwotnej infekcji, przeprowadzonej przez *Phellinus punctatus* na badanych jesionach a srogie zimy 1928/29, 1939/40, 1946/47.

Fig. 12. Years of infection of ashes examined by *Phellinus punctatus* in relation to severe winters 1928/29, 1939/40 and 1946/47.

Z ryciny 12 widać bowiem, że początek tworzenia się raków przypadał zawsze w 1 — 4 lat po jednej z zim w latach 1928/29, 1939/40 i 1946/47. Główny okres ich powstawania wystąpił po zimie w 1928/29. Uległo wtedy zakażeniu 10 na 11 zbadanych drzew. W rok po zimie 1939/40 powstał drugi rak na jesionie nr 11, a w dwa lata po tej samej zimie nastąpiła pierwsza próba utworzenia raka na drzewie nr 15. Drzewo to jednak powstrzymało ten proces. Druga, pozytywna próba utworzenia raka rozpoczęła się w okresie spoczynku wegetacyjnego w 1946/47 roku zaraz po ustaniu mrozów.

Opisany stan rzeczy jest bardzo charakterystyczny zwłaszcza w zestawieniu z wynikami badań, przeprowadzonych na licznych drzewach kontrolnych, rosnących w różnych punktach tego samego drzewostanu jesionowego w oddz. 7. Nie posiadały one wprawdzie objawów występowania raka, ale za to każdy z tych jesionów kontrolnych posiadał blizny po zarośniętych i zaleczonych, niekiedy poważnych uszkodzeniach miazgi, względnie przeważnie grubych i wydatnych sękach. Bardzo często przyczyną powstania tych ran było spalowanie drzew przez zwierzynę. Mimo tego, że powyższe uszkodzenia powstawały zawsze w zimie i że zabliznienie ich następowało zwykle dopiero po kilku czy kilkunastu latach, w żadnym z tych drzew nie stwierdzono obecności zgnilizny czy rakotwórczej działalności grzyba *Phellinus punctatus*. Podobnie nigdy nie udało się skonstatować, by wywołał on zgniliznę drewna u badanych jesionów kontrolnych za pośrednictwem nawet grubych, niezarośniętych sęków.

Omówione wyżej fakty pozwalają sądzić, że do wywołania infekcji na badanych jesionach i zapoczątkowania w nich zgnilizny i raka konieczny był pewien specyficzny kompleks warunków i że te warunki mogły być wywołane w głównej mierze właśnie przez silne mrozy zimowe, zwłaszcza w 1928/29 roku. Mogło wtedy nastąpić zmarznięcie szczytów gałęzek w dolnej partii pnia. Niektóre z nich mogły ulec zakażeniu przez zarodniki grzyba. Rozwinięta z tych zarodników i posuwająca się w dół gałązki grzybnia mogła w okresie następnych 1 — 4 lat, a przeważnie w ciągu 3 lata trwającej inkubacji, stworzyć pewne zaplecze pokarmowe w drewnie twardzielowym, by z niego zaatakować drewno bielaste i rozpocząć rakotwórczą działalność.

Omówiony wyżej przebieg pierwotnej infekcji badanych jesionów pozwala na porównanie energii rozwojowej grzyba w drewnie twardzielowym, bielastym oraz w miazdze i korze w warunkach naturalnych. Porównanie to przedstawia tabela 3.

Niektóre cyfry w tej tabeli zaopatrzone w znak zapytania jako niecharakterystyczne dla rozwoju grzyba w warunkach naturalnych, nie zmienionych przez uboczne wpływy takie, jak np. obecność zgnilizny, wywołanej przez innego grzyba w drewnie odziomka (jesion nr 2), zbyt niskie położenie na pniu punktu pierwotnej infekcji (jesion nr 12), obecność listwy mrozowej (jesion nr 4), obumarcie z nieznanych przyczyn miazgi i kory (jesion nr 23). Te dane wyłączono też z obliczeń wartości przeciętnej szybkości.

W komentarzach do tej tabeli trzeba podkreślić przede wszystkim to, że wywołująca zgniliznę twardzieli grzybnia posuwała się przeciętnie szybciej w dół (8,3 cm/rok) niż w górę drewna (6,9 cm/rok).

Charakterystyczną poza tym była stosunkowo bardzo duża szybkość posuwania się grzybni w drzewie nr 15. Było to drzewo cienkie, silnie

zahamowane w rozwoju. Drewno twardezielowe zajmowało w nim stosunkowo niewiele miejsca. Ten właśnie liczący zaledwie 2 cm średnicy (u pozostałych drzew przeciętnie 13 cm) walec twardeieli zmusił grzybnie prawie do jednokierunkowego rozprzestrzeniania się przede wszystkim w dół i w górę pnia i opanowania w stosunkowo krótkim czasie (w ciągu 14 lat) całej twardeieli o długości 3,65 m.

W drewnie bielastym oraz w miazdze i korze grzyb posuwał się prawie z tą samą szybkością, a przeciętnie trzykrotnie wolniej niż w drewnie twardeielowym.

Ogólnie rzecz biorąc omówione wyniki badań, odnoszące się do szybkości rozprzestrzeniania się grzybni *Phellinus punctatus* w różnych tkankach i częściach żywych jesionów, nie odbiegają specjalnie od znanych właściwości innych grzybów niszczących drewno.

STRESZCZENIE I WNIOSKI

Przedmiotem badań było 15 43-letnich jesionów, opanowanych przez grzyb *Phellinus punctatus* (F. r.) Pilát. Jesiony te zostały poprzecinane na sekcje, co umożliwiło dokładne przeanalizowanie objawów i zmian chorobowych, spowodowanych przez grzyb. Patogena identyfikowano na podstawie owocników, obecnych na rakowatych ranach oraz posługując się sztuczną kulturą grzyba, wyhodowaną na agarze maltozowym. Makroskopowy i mikroskopowy opis tej kultury oraz jej szybkość rozwoju w zależności od temperatury na agarze maltozowym jest podana w pracy.

Przeprowadzone badania doprowadziły do następujących wniosków:

1. Grzyb wywołał infekcję w dolnej części pnia, gdzie spowodował białą zgniliznę drewna twardeielowego i bielastego oraz zabił miazgę i korę, wywołując raka.

2. Przeciętna szybkość rozwoju grzybni *Phellinus punctatus* w ciągu roku wzdłuż pnia, nie uszkodzonego przez inne szkodliwe czynniki, wynosiła: w twardeieli, w dół pnia 5,5 — 21,1, przeciętnie 8,3 cm oraz w górę 5,0 — 13,7, przeciętnie 6,9 cm. Te same dane dla bielu wynosiły odpowiednio 1,2 — 3,8, przeciętnie 2,4 cm i 1,5 — 3,7, przeciętnie 2,5 cm, dla miazgi i kory natomiast 1,3 — 4,2, przeciętnie 2,7 cm oraz 1,6 — 4,2, przeciętnie również 2,7 cm.

3. Rakowate rany posiadały silnie wydłużony, wrzecionowaty kształt, a w ich centrum znajdował się zawsze drobny, niezarośnięty sęk. Wywoływały one częściowe opasanie nekrozą pnia oraz jego hipertroficzne zgromadzenie w miejscu wystąpienia.

4. Na proces rozwojowy raka, kierunek i wzrastającą w miarę trwania choroby szybkość jego rozprzestrzeniania się korzystnie wpływały: powiększająca się stale masa zgnilizny drewna, indywidualna słaba odpor-

ność drzewa, obecność uszkodzeń takich jak pęknięcia i listwy mrozo-we, obumarcie miazgi oraz ewentualnie również zmniejszanie się grubości przykorowych słoików rocznych drewna bielastego.

5. Ponadto niektóre przesłanki przynajmniej u niektórych drzew zdają się wskazywać na bardzo prawdopodobny dodatkowy wpływ na rozwój raka długotrwałej obniżki temperatury poniżej 0°C w zimie.

6. Niektóre dane pozwalają sądzić, że miejscem infekcji drzew były cienkie gałęzki najprawdopodobniej zmarznięte w głównej mierze w ciągu zimy w 1928/29 roku oraz w mniejszym stopniu w zimie 1939/40. Po zakażeniu takich gałęzek i okresie inkubacji, trwającym od 1 do 4 lat, grzyb zapoczątkował proces tworzenia się raka.

Stacja Ochrony Lasu i Fitopatologii
Poznańskiej WSR
w Siemianicach

(Wpłynęło dnia 24.VII.1955 r.)

S U M M A R Y

A study of disease due to *Phellinus punctatus* (Fr.) Pilát in 43-years old ash stand of forestry Siemianice, Province Poznań, were conducted in 1953 and 1954. 15 affected trees were dissected and analysed. The source of infection and the upper and the lower limit of fungus in sapwood and heartwood was traced. The annual rate of penetration of fungus in cambium and bark was measured. The causal fungus was identified on the basis of sporophores developed on cankerous areas and by laboratory culture technique. The cultural characteristics and the rates of fungus growth on 2,5 per cent acid malt agar at various temperatures is given.

The results of this study point to the following main conclusions:

1. The disease process was more or less confined to the lower parts of the trees. The fungus caused therein a yellowish white rot of the heartwood and spread into and attacked living sapwood. It killed also the cambium and bark, forming an extending canker.

2. The annual rate of penetration of *Phellinus punctatus* in cambium and bark below point of origin for canker ranged from 1,3 to 4,2 cm with an average rate of extension being 2,7 cm and above point of origin for canker from 1,6 to 4,2 with an average also 2,7 cm. The corresponding data in the sapwood were: below 1,2 — 3,8 and 2,4 cm, above 1,5 — 3,7 and 2,5 cm, in the heartwood instead: below 5,5 — 21,1 and 8,3 above 5,0 — 13,7 and 6,9 cm, respectively.

3. The cankerous areas were spindle-shaped, attaining a length of 0,34 to 2,71 m and starting always from a thin dead stub. They produced a partial girdling effect and caused a spindle-shaped enlargement of the stem.

4. The formation of canker, its course and rate of development were dependent upon the individual resistance of trees to fungal penetration and increased with increment of heartwood volume decayed by fungus, with decrease of rings width of sapwood due to disease and with the

presence f. e. of frost cracks and local necrosis, caused on trunk by some other factors.

5. Moreover some relationship was found between annual canker increment and long winter frosts. There is some ground for thinking that an invasion by *Phellinus punctatus* could take place in winter drained and thus aerated living tissues of trees examined.

6. Some correlations indicate, that thin lower twigs killed by winter mainly in 1928/29 and for the little part in 1939/40 were probably a source of fungus infection. The frozen twigs were then invaded by spores of *Phellinus punctatus* which, after establishing itself in the dead twig portion and also in the heartwood and sapwood, attacked the surrounding living stem tissue from one to four years after two winters above mentioned.

L I T E R A T U R A

- Bondarcew A. S., 1953, Trutowyje griby Ewropejskoj czasti SSSR i Kawkaza. Moskwa, Leningrad.
- Bondarcew A. S., 1954, Szkala ćwietow, Moskwa, Leningrad.
- Bourdot H. et Galzin A., 1927, Hyménomycètes de France. Sceaux.
- Boyce J. S., 1948, Forest Pathology, New York.
- Cartwright K. St. G., Findlay W. P. K., 1946, Decay of Timber and its Prevention, London.
- Christensen C. M., 1937, *Cephalosporium* Canker on Balsam Fir. Phytopath. XXVII: 788—791.
- Clupp Ch., Clapp G. L., 1923, *Fusicoccum* Canker on Aple. Phytopath. XIII: 225—230.
- McCubbin W. A., 1918, Peach Canker. Dom. of Canada, Dep. of Agric. Bulletin nr 37, Ottawa.
- Domański S., 1954, Badania nad biologią *Fomes ignarius* (Linn.) Fr. na białodrzewie (*Populus alba* L.), Acta Soc. Bot. Pol. Vol. XXIII, nr 3 : 589—616.
- Fisher D. F., Reeves E. L., 1931, A *Cytospora* Canker of Apple Trees. Journ. of Agric. Res. Vol. 43, nr 5, Washington.
- Güssow H. T., 1930, Perennial Apple Tree Canker, Studies in Fruit Diseases IV. Dom. of Canada, Dep. of Agric. Pamphlet nr 116, New Series.
- Langner W., 1936, Untersuchungen über Lärchen-, Apfel- und Buchenkrebs, Phytopath. Zeitschrift 9: 111—145.
- Leonian L. H., 1921, Studies on the *Valsa* Apple Canker in the New Mexico, Phytopath. XI: 236—243.
- Liese J., 1930, Beobachtungen über Stamm- und Stockfaulen unserer Waldbäume. Z. Forst. u. Jagdw., 62: 579—591.
- Meinecke E. P., 1929, Quaking Aspen. Un. States Dep. of Agric. Techn. Bull. nr 115, Washington.
- Melhus I. E., Kent G. G., 1948, Elements of Plant Pathology. New York.
- Müller - Stahl W. P., Hartmann U., 1950, Über den *Cytospora* Krebs der Pappel (*Valsa sordida* Nitschke) und die Bedingungen für eine parasitäre Ausbreitung, Phytopath. Zeitschrift 16, 4: 443—478.
- Naumow N. A., 1952, Boliezni sielskochozajstwiennych rastienij, Moskwa, Leningrad.

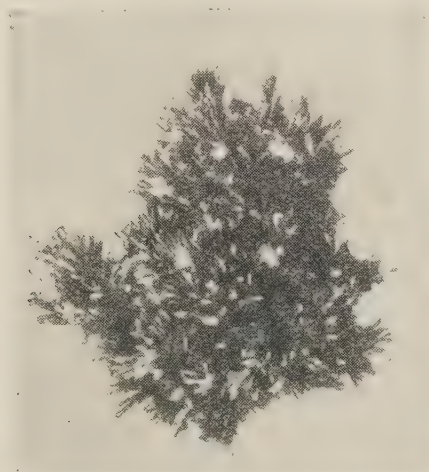
- Pilát A., 1942, *Polyporaceae*, Atlas des champignons de l'Europe, tom III.
- Povah A., 1921, An Attack of poplar Canker following fire injury, *Phytopath.* XI: 157—165.
- Povah A., 1924, Hypoxylon poplar Canker, *Phytopath.* XIV: 140—145.
- Thomas H. E., Burell A. B., 1929, A twig Canker of Apple caused by *Nectria cinnabarina*. *Phytopath.* XIX: 1125—1128.
- Wanin S. I., 1955, *Lesnaja Fitopatologja*, Moskwa, Leningrad.
- Welch D. S., 1935, *Nectria* Canker of Trees. Proceedings Eleventh National Shade Tree Conference. Philadelphia: 73—76.
- Wormald H., 1941, Bacterial Diseases of Stone fruit Trees in Britain. VIII. Bacterial Canker of Peach. *Trans. Brit. Myc. Soc.* XXVI: 246—249.
- Zaleski K., 1947, Choroby roślin (*Fitopatologia*). Cz. I. Poznań.

O pierwszej chimerze peryklinalnej wśród nagonasiennych

The First Periclinal Chimera among Gymnosperms

Z. HEJNOWICZ

U pstrej formy jałowca sabińskiego — *Juniperus Sabina variegata* hort., o której niezbędne wiadomości podają: ryc. 1 i rysunki na tablicy I, wierzchołki wytwarzające zielone pędy przekształcają się dość licznie i w ciągu całego okresu wegetacyjnego na wierzchołki wytwarzające pędy z białym sektorem. Z kolei w rozwoju wierzchołka sektorialnego następuje powięk-



Ryc. 1. Fotografia gałązki *Juniperus Sabina variegata* z Ogrodu Botanicznego we Wrocławiu.

Fig. 1. *Juniperus Sabina variegata* from the Botanical Garden in Wrocław.

szanie białego sektora aż do objęcia przezeń całego wierzchołka. Od tego momentu wierzchołek wytwarza wyłącznie jednolicie biały pęd.

Nasuwa się następujące pytanie: na czym polega przekształcanie się wierzchołków zielonych w sektorialne, a później w jednolicie białe?

Wg K ü s t e r a (1919, 1927), który badał pstre formy u licznych gatunków, między innymi u *Chamaecyparis* i u bliżej nieokreślonego gatunku *Juniperus*, przyczyną sektorialnego zróżnicowania jest inäquale Teilung w komórkach inicjalnych pędu. Komórki inicjalne białej tkanki sę według niego zmienionymi komórkami inicjalnymi zielonego dotychczas wierzchołka. Sektorialnie zróżnicowane pędy badanych przez siebie roślin podaje K ü s t e r (1919) jako utwory analogiczne do chimery sektorialnych W i n k l e r a, choć sam nie używa terminu „chimery sektorialne“ w odniesieniu do tych pędów.

T h i e l k e (1951) powołując się na K ü s t e r a stwierdza, że „bisher für die Nacktsamigen als panaschierte Pflanzen nur Sektorialchimären beschrieben worden“, oraz w późniejszej pracy z roku 1954 jeszcze raz podaje, że wśród nagonasiennych „ist bisher auch bei der Erwähnung von entwicklungsmechanisch bedingter Buntheit nur von sektorialer Anordnung der verschiedenartigen Gewebe berichtet worden, nämlich für *Chamaecyparis*, *Thuja*, *Juniperus* und *Picea* (K ü s t e r) nicht aber von marginater bzw. von periklinaler“. Stając na takim stanowisku trzeba by przyjąć, że komórki inicjalne białego komponenta powstają w momencie przekształcania wierzchołka zielonego w sektorialny. Wbrew twierdzeniu T h i e l k e, można jednak postawić hipotezę, że *Juniperus Sabina variegata* jest peryklinalną chimera, w której zewnętrzny komponent od czasu do czasu zwiększa swój udział w tworzeniu pędu i ujawnia się w postaci białego sektora. W myśl tej hipotezy zielone pędy byłyby jednowarstwowymi peryklinalnymi chimera, w których zewnętrzny biały komponent ograniczony do skórki, niczym powierzchownie nie zdradza swej obecności. Wynikałoby stąd dalej, że komórki inicjalne białego komponenta istnieją na wszystkich wierzchołkach, a nie jak to się wydaje, tylko na wierzchołkach sektorialnych i białych. Powstanie białego sektora nie oznaczałoby powstania komórek inicjalnych białej tkanki, jedynie ich ujawnienie się.

Jak wiadomo, możliwość wystąpienia takiego czy innego typu chimery zależy od układu komórek na wierzchołku. Warunkiem istnienia chimery peryklinalnej jest warstwowa budowa wierzchołka, na co pierwszy zwrócił uwagę B a u r w 1910 roku. W związku z tym nasuwa się pytanie: czy układ komórek na wierzchołku pędu szpilkowych, a w szczególności na

Objaśnienie do Tabl. I:

A — Schemat rozgałęzionego pędu *Juniperus Sabina variegata*. Przewężeniami zaznaczono węzły pędu.

Diagram representing a branched shoot of *Juniperus Sabina variegata*. The narrow places indicate the position of the nodes.

B — Diagramy pędu sektorialnego i niektórych jego odgałęzień.

Diagrams of sectorial shoot and some of its branchings.

C — Schematy rozmieszczenia białej tkanki w liściach sektorialnych z pominięciem skórki.

Distribution of white tissue in sectorial leaves, the epidermis is not drawn in.

Zielone części przedstawione na czarno, białe na biał.

Green and white tissues are shown in black and white respectively.

TABLICA I



Schemat peryklinalnej chimery u *Juniperus Sabina variegata*

(Objaśnienia na str. 182)

wierzchołku pędu *Juniperus Sabina variegata* czyni zadość temu warunkowi?

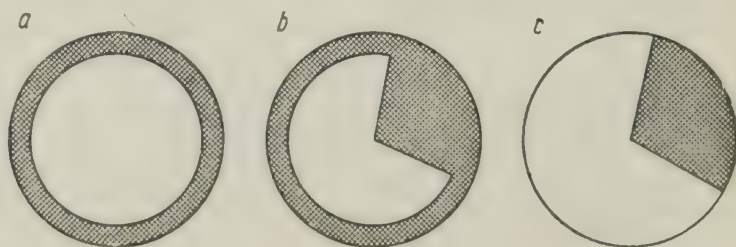
Odpowiadając na to pytanie należy stwierdzić, że wierzchołki pędu różnych gatunków szpilkowych różnią się między sobą stopniem wyodrębnienia warstwy okrywającej czyli tuniki.

Brak tuniki na wierzchołku pędu względnie przemijające wyodrębnienie tuniki stwierdzono u *Abies*, *Picea*, *Pinus* (K o r o d y 1937). Tunika dobrze wyodrębniona występuje na wierzchołkach różnych gatunków *Araucaria* (G r i f f i t h 1952) oraz u *Thujaopsis dolobrata* (S e e l i g e r 1955).

Pośredni stopień między *Pinus* a *Araucaria* przedstawiają wierzchołki *Cunninghamia lanceolata* (C r o s s 1942), *Torreya* (K e m p 1943), *Taxodium* (C r o s s 1939 cyt. wg C r o s s 1941), *Sequoia sempervirens*, *Sequoiadendron giganteum* (C r o s s 1943), *Cryptomeria japonica* (C r o s s 1941), u których tunika wyodrębniona jest wyraźnie na bokach wierzchołka oraz przemijająco na szczycie.

Spośród wymienionych danych na szczególną uwagę zasługują dane S e e l i g e r dotyczące *Thujaopsis*. Rodzaj ten bowiem należy do tej samej rodziny, co *Juniperus*. Na sto wierzchołków przebadanych w tej pracy tylko na jednym tunika była podzielona peryklinalnie na szczycie.

Ze starych badań S t r a s s b u r g e r a (1872 cyt. wg K o c h a 1891) wynika, że na wierzchołkach pędu *Cupressaceae* istnieje odrębna protoderma (ein selbständiges Protoderma). G r o o m (1885) podaje, że na wierzchołku pędu *Juniperus communis* widać dermatogen, który od czasu do czasu dzieli się peryklinalnie. Wg K o c h a (1891) warstwa okrywająca na wierzchołku pędu u *Cupressineae* w odróżnieniu od innych szpilkowych jest dość wyraźnie wyodrębniona. Odkłada jednak, choć rzadko, komórki do okrywanej przez siebie tkanki.



Ryc. 2. Schematy różnych typów chimer: a — typ peryklinalny, b — typ peryklinalno-sektorialny, c — typ sektorialny
Fig. 2. Schematic diagram of different chimera types: a — periclinal, b — periclino-sectorial, and c — sectorial.

W myśl podanej poprzednio hipotezy, zielone pędy *Juniperus Sabina variegata* są jednowarstwowymi peryklinalnymi chimerami. Inny natomiast typ chimery muszą przedstawiać pędy sektorialne. Zakładając, że

cała skórka należy do białego komponenta, pęd sektorialny można określić jako „chimera peryklinalno-sektorialna“, gdyż, zgodnie ze schematami na ryc. 2, łączy w sobie cechy obu głównych typów chimery.

Przekształcenie chimery peryklinalnej w peryklinalno-sektorialną może zajść jedynie w następstwie podziału stycznego w tunice, który prowadzi do odnowienia komórek inicjalnych korpusu. O ile więc z jednej strony wyodrębnienie tuniki potrzebne jest po to, aby istniała jednowarstwowa peryklinalna chimera, o tyle z drugiej strony, podziały styczne w tunice likwidujące odrębność tej warstwy potrzebne są do tego, aby nastąpiło sektorialne zróżnicowanie pędu. Jak się wydaje, oba te warunki mogą być spełnione właśnie na wierzchołkach pędu szpilkowych, przynajmniej u niektórych gatunków.

Określmy przekształcenie chimery peryklinalnej w peryklinalno-sektorialną jako rozszczepienie się chimery peryklinalnej. Zatem hipotezę naszą można sformułować w następujący sposób: *Juniperus Sabina variegata* jest rozszczepiającą się chimera peryklinalną.

Plan pracy nakreślony w oparciu o tę hipotezę przedstawia się następująco:

1) Trzeba dowieść, że *Juniperus Sabina variegata* jest w ogóle chimera. W tym celu należy wykazać, że w pędzie tej rośliny występują co najmniej dwie genotypowo różne kategorie tkanek, czyli komponenty chimery, które biorąc początek z własnych komórek inicjalnych są rozwojowo odrębne.

Ażeby udowodnić genotypową różnicę między komponentami, niekoniecznie trzeba uciekać się do eksperymentów genetycznych. Wystarczy, że się wykaże dostatecznie dużą różnicę i ostrą granicę między komponentami.

Odrębność rozwojowa oznacza, że od momentu powstania chimery tkanki jednego komponenta powstają z innych komórek inicjalnych niż tkanki drugiego komponenta. Trudno ją ustalić bezpośrednio, można jednak wnioskować o niej na podstawie ciągłości tkanek każdego z komponentów. Jeżeli komponent jest ciągły na roślinie, to znaczy, że posiada stale swe komórki na wierzchołku i najprawdopodobniej nie powstaje *de novo* z komórek drugiego komponenta.

2) Należy zbadać skórki zielonych pędów i ustalić, czy należy ona do białego, czy do zielonego komponenta. W ten sposób zostanie rozstrzygnięta kwestia, czy zielone pędy są jednolite, czy są peryklinalnymi chimera.

Identyfikację skórki można przeprowadzić na podstawie komórek szparkowych, o których wiemy, że normalnie posiadają chloroplasty. Z góry jednak należy zrobić następujące zastrzeżenie: o ile brak chloroplastów w komórkach szparkowych pozwala stwierdzić, że skórka na-

leży do białego komponenta, o tyle obecność chloroplastów nie pozwala wyciągnąć wniosku przeciwnego. Jak to bowiem wskazała Thielke (1954), komórki szparkowe, powstające z tych samych komórek inicjalnych co biały mezofil, mogą posiadać normalnie wykształcone chloroplasty.

3) Znając typ chimery należy wykazać, że stosunki panujące na wierzchołku pędu, a mianowicie układ komórek i sposób wzrostu wierzchołka, są w zgodzie z tym typem.

METODA

Badania przeprowadzono na materiale pochodzącym z Ogrodu Botanicznego Uniwersytetu Wrocławskiego i z Arboretum w Kórniku. Przynależność tych roślin do gatunku *Juniperus Sabina* po sprawdzeniu wg klucza Beissnera (1909) i porównaniu z typową formą tego gatunku nie budzi zastrzeżeń. Wydaje się, że materiał pochodzący z Ogrodu Botanicznego jest identyczny — należy do tego samego klonu — z materiałem z Kórnika, pomijając pewne różnice w zdrowotności.

Do badań używano materiał żywy oraz utrwalony w Craf IV (1—4—20) i przygotowany metodą parafinową. Poniższa tabelka podaje opis metody w poszczególnych badaniach.

Rodzaj badania	materiał żywy czy utrwalony	sposób krajania	sposób barwienia
badanie sektorialnych liści	żywy	przekroje poprzeczne, ręczne	
„ „	utrwalony w Craf	przekroje mikrotomowe grubości 20 μ	nie barwione, zalepione w glicerynie
badanie skórki zielo- nych liści	żywy	skrawki powierzchnio- we ze strony doosiowej	
badanie wierzchołków pędu	utrwalony w Craf	przekroje podłużne mi- krotomowe 4 μ	tanina — alun żelazowo- amonowy

Skórkę zielonych liści badano we wrześniu, czerwcu oraz w listopadzie. Wierzchołki pędu utrwalano 15.VI., 24.IX., 4.XI. i 19.X. w roku 1953 oraz 14.V. i 6.VI. w roku 1954. Do badań używano mikroskopu badawczego Lumipan. Zdjęcia robiono na mikrofilmie przy użyciu obiektywu apochrom. 60 $\times$ n. a. 1,0 i okularu komp. 7 $\times$.

WYNIKI

Na podstawie badania mikroskopowego przekrojów przez sektorialne liście stwierdzono, że granica między sektorami jest wyraźna i ostra, to znaczy, że sąsiadujące wzdłuż tej granicy komórki różnią się w tym samym stopniu, co komórki bardziej odległe od siebie. Zdjęcie a (tabl. II.) przedstawia przekrój przez żywy sektorialny liść. Granica między sektorami jest tu bardzo wyraźna dzięki różnemu zabarwieniu sektorów. Pozostaje jednak doskonale widoczna również po odbarwieniu, na preparatach przygotowanych metodą parafinową, jak to widać na zdjęciu b. Mianowicie, w komórkach tkanki białej brak nie tylko chloroplastów, lecz w ogóle dużych plastydów.

Badanie skórki zielonych liści pozwoliło ustalić fakt braku chloroplastów w komórkach szparkowych. Oczywiście, brak ich również w zwykłych okrywających komórkach skórki. Obserwację tę sprawdzono kilkakrotnie w różnych porach roku. Dla porównania badano jednocześnie komórki szparkowe na liściach zwyczajnej formy *Juniperus Sabina* oraz na liściach *Juniperus Sabina tamariscifolia*. Na materiale porównawczym chloroplasty w komórkach szparkowych można było odnaleźć bez trudu. U ostatniej formy znaleziono je również w zwykłych, okrywających komórkach skórki, choć tu posiadały mniejsze rozmiary niż w mezofilu.

Zielone pędy *Juniperus Sabina variegata* są więc jednowarstwowymi peryklinalnymi chimerami, w których bezchlorofilowy komponent ograniczony do skórki niczym powierzchownie nie zdradza swej obecności. Stan taki zgodnie z terminologią R e n n e r a (1935) można określić jako *status krypto-albotunicatus*.

Na białych bezchlorofilowych pędach nigdy nie pojawiają się pędy zielone lub też w ogóle na tkance białej nigdy nie pojawia się tkanka zielona. Ta ostatnia stanowi więc ciągły, nieprzerwany w obrębie jednego osobnika, system. Ciągłość tkanki zielonej wynika bezpośrednio z makroskopowej obserwacji morfologicznej. Inaczej jest w wypadku tkanki białej — tutaj dopiero badanie mikroskopowe pozwoliło ustalić jej ciągłość. Rozproszone po roślinie białe sektory i białe pędy powiązane są bezchlorofilową skórą w ciągły system. Skoro biała tkanka stanowi ciągły system, to musi posiadać stale swe komórki inicjalne na wierzchołku i najprawdopodobniej nie powstaje *de novo* z tkanki zielonej. Upada tym samym hipoteza K ü s t e r a, wg której przy powstawaniu sektorialnego zróżnicowania pędu każdorazowo zachodzi inäquale Teilung, prowadząca do powstania komórek inicjalnych bezchlorofilowej tkanki. Natomiast fakty te wskazują na słuszność naszej hipotezy.

Z kolei należy przystąpić do omówienia stosunków panujących na wierzchołku pędu.

Liście *Juniperus Sabina variegata* ustawione są po dwa naprzeciw siebie w dwóch prostopadłych nawzajem płaszczyznach. Płaszczyzny te ze względu na symetrię wierzchołka są identyczne. Nie ma wobec tego różnic w obrazach przekrojów podłużnych przez wierzchołki wykonanych w jednej i w drugiej płaszczyźnie. Nie istnieją również różnice między wierzchołkami zbieranymi w różnych porach roku.

Wspomniano poprzednio o różnicach cytologicznych między dojrzałymi komórkami tkanki białej i zielonej. Nie udało się jednak uchwycić różnic cytologicznych w merystemie wierzchołkowym pędu i z tego względu bezpośrednie odróżnienie komórek inicjalnych obu komponentów przynajmniej na razie nie jest możliwe. Nie przeszkadza to jednak rozważeniu zagadnienia, czy układ komórek na wierzchołku pędu pozwala na istnienie chimery peryklinalnej i w jaki sposób dochodzi do powstania białych sektorów i białych pędów.

Na 41 wierzchołkach spośród 96 przebadanych, co stanowi 43%, występuje tunika całkowicie wyodrębniona (tabl. II c, d). Odrębność tuniki podkreślona jest niekiedy przez silniejsze zabarwienie ścian oddzielających ją od korpusu. W niektórych wypadkach komórki tuniki położone na szczycie wierzchołka rozrośnięte są w ten sposób, jakby niedługo miały podzielić się peryklinalnie. U reszty wierzchołków stanowiących 58% wszystkich przebadanych wierzchołków znaleziono peryklinalnie podzielone komórki tuniki (tabl. II e). Podziały peryklinalne zachodzą jednak tylko wyłącznie w szczytowej grupie komórek inicjalnych. Na bokach wierzchołka, we wszystkich wierzchołkach komórki tuniki dzielą się jedynie antyklinalnie. Tunika nie ulega peryklinalnym podziałom nawet w miejscach wytwarzania zawiązków liści względnie pąków pachwinowych (tabl. II f).

Oddzielona na szczycie w wyniku peryklinalnego podziału wewnętrzna komórka tuniki przedostaje się do korpusu, gdzie pełni odtąd rolę komórki inicjalnej.

Objaśnienia do Tabl. II:

Schematy rozmieszczenia białej tkanki na liściach sektorialnych (z pominięciem skórki).

- a — Przekrój poprzeczny przez żywy liść sektorialny
Cross section of living sectorial leaf x 100
- b — Mikrotomowy przekrój poprzeczny przez niezabarwiony liść sektorialny. Fragment na granicy tkanki białej i zielonej.
Microtome cross section of unstained sectorial leaf. The boundary line between green and white tissues is shown. x 600
- c—d — Wierzchołek pędu *Jun. Sab. var.* z wyodrębnioną tuniką x 470
Shoot apex of *Jun. Sab. var.* showing the discrete tunica.
- e — To samo ale tunika podzielona peryklinalnie na szczycie
Same as c—d, but showing periclinal division of tunica at the summit. x 470
- f — Centralny przekrój podłużny przez wierzchołek pachwinowy
Central longitudinal section through axillary bud. x 470

TABLICA II



(Objaśnienia na str. 188)

Faktu istnienia wierzchołków z tuniką wyodrębnioną i wierzchołków z tuniką rozszczepioną na szczycie nie należy rozumieć w ten sposób, że *Juniperus Sab. variegata* posiada dwa typy wierzchołków. Różnica ta istnieje tylko w danym momencie i wynika stąd, że komórki inicjalne tuniki ulegają rozszczepianiu nie stale, ale rzadko — co pewien czas. Na powiązanie między tymi dwoma typami wierzchołków wskazują wspomniane już wierzchołki z komórkami inicjalnymi tuniki przygotowanymi do peryklinalnego podziału.

Jak już powiedziano we wstępie niniejszej pracy, warunkiem peryklinalnej chimery jest obecność tuniki, warunkiem zaś jej rozszczepienia się są podziały peryklinalne w komórkach tuniki na szczycie wierzchołka. Okazuje się, że oba te warunki w wypadku *Juniperus Sabina variegata* są spełnione.

Tak więc na podstawie przytoczonych wyżej faktów: istnienia dostatecznie dużej różnicy między tkanką zieloną i białą, niejednorodności zielonych pędów, która powoduje, że pędy te należy uważać za peryklinalne chimery, odrębności rozwojowej tkanek oraz stosunków na wierzchołku pędu dotyczących układu komórek, można stwierdzić, że rzeczywiście *Juniperus Sabina variegata* jest rozszczepiającą się peryklinalną chimera.

Skoro tunika dość często ulega peryklinalnym podziałom, można by oczekiwać, że wkrótce wszystkie pędy staną się białe i chimera przestanie istnieć. Tymczasem *Juniperus Sabina variegata* istnieje od wielu lat i nic nie wskazuje na bliski jej koniec.

Ażeby wyjaśnić tę sprzeczność, zwróćmy uwagę na to, że u podstawy wierzchołka warstwa okrywająca jest dobrze wyodrębniona. Nie ulega peryklinalnym podziałom ani w miejscu tworzenia zawiązków liści, ani, co ważniejsze, przy wytwarzaniu wierzchołków pachwinowych.

Dzięki temu, wierzchołki pędów wyjściowych, zanim przekształcą się w wierzchołki jednolite, mogą przekazać swoją dotychczasową naturę peryklinalnej chimery wierzchołkom pachwinowym.

Przy takim sposobie wzrostu wierzchołka, jakim cechuje się *Juniperus Sabina variegata*, chimera peryklinalna może trwać jedynie jako generacja kolejnych rozgałęzień, z których każde, przynajmniej początkowo, jest peryklinalną chimera. Trwanie rozszczepiającej się peryklinalnej chimery związane jest więc ściśle z krzewiastym sposobem rozgałęziania.

Nasuwa się pytanie: jak długo wierzchołek pozostaje peryklinalną chimera. Jest nią nowozałożony wierzchołek pachwinowy na zielonym pędzie albo na zielonym sektorze sektorialnego pędu. Wspomniano już bowiem, że tunika nie ulega rozszczepieniu w czasie tworzenia wierzchołka pachwinowego. Nierozszczepioną tunikę można znaleźć również we wczesnych stadiach rozwoju wierzchołka.

Wierzchołek zielonego bocznego pędu nie przestaje być niewątpliwie chimera peryklinalną aż do momentu, w którym komórki inicjalne tuniki ulegną peryklinalnemu podziałowi. Czy jednak ten moment należy uważać za koniec trwania peryklinalnej chimery? Skoro nie, to jak długo jeszcze wierzchołek będzie wytwarzał zielony chimeralny pęd?

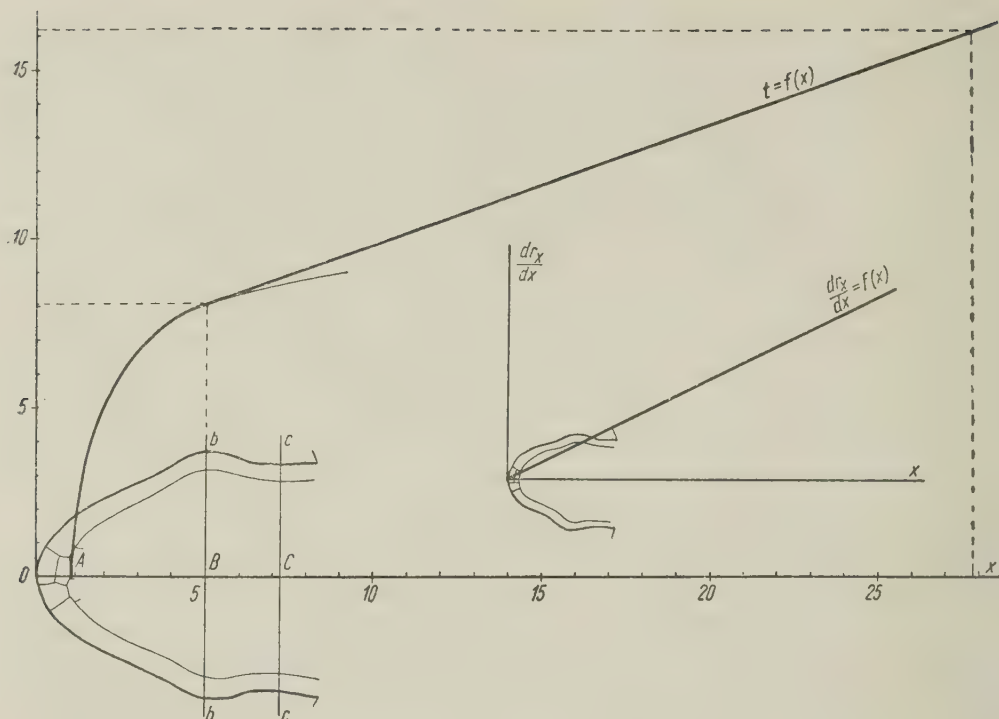
Ilość zielonych metamerów pędu, jaką wytworzy wierzchołek już po rozszczepieniu tuniki, zależy od szybkości rozrastania się szczytowej „białej” części wierzchołka w porównaniu z szybkością wzrostu części „zielonej”. Innymi słowy, zależy od rozmieszczenia wzrostu na wierzchołku.

Ryc. 3 przedstawia schemat wierzchołka *Juniperus Sab. variegata* z podzieloną stycznie na szczycie tuniką. Przypuśćmy, że w szczytowej części OA wzrost całkowicie ustał. Wówczas pęd aż do końca funkcjonowania wierzchołka będzie wytwarzany z części AB, w danym wypadku z części „zielonej”. Gdyby, odwrotnie, wierzchołek rozrastał się wyłącznie w części szczytowej, wówczas biała tkanka bardzo szybko ujawniłaby się na pędzie.

Ażeby móc odpowiedzieć na postawione poprzednio pytanie, trzeba najpierw ustalić sposób wzrostu wierzchołka u badanej formy. W związku z tym zwróćmy uwagę na ułożenie komórek w korpusie. Jak widać na zdjęciach, grupy komórek o wspólnym pochodzeniu (powstałe z jednej komórki macierzystej) ułożone są w podłużne słupy zbieżne ku szczytowi. Układ taki można określić jako słupowy. Korzystając z rozważań w poprzedniej pracy autora (Hejniewicz 1955) ustalającej związki, jakie zachodzą między układem komórek a sposobem wzrostu wierzchołka, i biorąc pod uwagę układ komórek, z jakim mamy do czynienia, można stwierdzić, że wierzchołek pędu *Juniperus Sab. variegata* rośnie wg typu bazalnego, to znaczy szybkość wzrostu podłużnego najmniejszych odcinków wzrasta w miarę oddalania się od szczytu.

Założmy najprostszy przypadek wzrostu bazalnego, taki, w którym szybkość wydłużania najmniejszych odcinków jest wprost proporcjonalna do odległości od szczytu. Linia charakteryzująca rozmieszczenie wzrostu podłużnego najmniejszych odcinków, który oznaczamy symbolem $\frac{dr_x}{dx}$, będzie w tym wypadku prostą. Przedstawiona jest na małym wykresie ryc. 3.

Żeby jednak móc odpowiedzieć na postawione pytanie — ile metamerów pędu wytworzy zielona część wierzchołka po podziale peryklinalnym w tunice — należy przeprowadzić pewne przekształcenia założonej funkcji. Ze wzrostu najmniejszych odcinków trzeba przejść na szybkość wzrostu odcinka zawartego między szczytem a punktem x na osi wierzchołka czyli na r_x . Wzrost odcinka Ox jest sumą wzrostu najmniejszych



Ryc. 3. Schemat wierzchołka pędu *Juniperus Sab. variegata*

(wyjaśnienia w tekście)

Fig. 3. Diagram of apex with a divided tunica at the summit and graphs illustrating a simple case of basal growth. The distribution in the apex of the longitudinal growth rate of the smallest elements $\frac{dr_x}{dx}$ shown on diagram where $\frac{dr_x}{dx}$ is plotted against the distance from the summit (x). The curve representing how the points of the apex are being displaced along the axis is obtained by plotting x against time (t).

O — summit of the apex

A — boundary between white and green tissues

bb — level at which leaf primordia are formed

cc — level of the second pair of leaf primordia

BC — initial length of one metamere in a shoot.

Only the growth which takes place between the summit and the level bb is considered, therefore, any point of the apex which is further than that level moves at a constant rate, equal to the rate it had at level bb. This is shown by the straight portion of the curve when it passes the level bb. From this it is evident that 8 units must elapse before point a will reach level bb. During this time point B will move through 23 units and the segment AB will grow sufficiently to form 10 metameres of the shoot.

odcinków wzdłuż x, czyli poszukiwana funkcja r_x jest całką założonej funkcji: $r_x = \int x = x^2$. Znając funkcję r_x wiemy o ile w ciągu jednostki czasu urasta odcinek Ox. Żeby móc odpowiedzieć na pytanie: o ile urośnie zielona część wierzchołka, zanim część bezchlorofilowa osiągnie poziom

powstawania zawiązków liści, należy z kolei przekształcić funkcję r_x ; otrzymujemy:

$$r_x = \frac{dx}{dt} = x^2; \quad dt = \frac{dx}{x^2}; \quad t = -\frac{1}{x} + C;$$

Znając tę ostatnią funkcję można najpierw wyznaczyć czas, w którym część bezchlorofilowa osiągnie poziom zawiązków liści, a następnie obliczyć, o ile w tym czasie urośnie zielona część wierzchołka.

Na poziomie bb zakładają się zawiązki liści. Na skutek wzrostu szczytowej części wierzchołka ostatnio wytworzone zawiązki zostają odpechnięte od szczytu i gdy znajdują się na poziomie cc, na poziomie bb pojawiają się nowe zawiązki, ale w innej płaszczyźnie i tak dalej. Z wykresu funkcji $t = f/x$ (ryc. 3) widać, że zanim punkt A przesunie się na pozycję punktu B, upłynie 8 jednostek czasu. W tym samym czasie punkt B przesunie się o 23 jednostki długości, czyli odcinek AB rozrośnie się na tyle, że wytworzy 10 metamerów pędu (uwzględniono tylko wzrost powyżej strefy inicjowania liści, z czego wynika, że poza poziomem bb punkt B przesuwa się ze stałą szybkością równą szybkości przesuwania się na poziomie bb, co na wykresie wyraża prosty odcinek od poziomu bb). A więc przy naszym założeniu rozmieszczenia wzrostu, od momentu podziału peryklinalnego w tunice, jeszcze w okresie 10 plastochronów będzie trwała peryklinalna chimera. Tymczasem mogą wyrosnąć boczne pędy i peryklinalna chimera może trwać nieograniczenie długo. Gdybyśmy nawet na wszystkich wierzchołkach znajdowali podzieloną tunikę, to i tak nie mielibyśmy prawa twierdzić, że peryklinalna chimera wkrótce się skończy.

Szczegóły wzrostu są na pewno w rzeczywistości inne niż w wyżej przedstawionym modelu, niemniej jednak przykład ten orientuje nas w sytuacji i ugruntowuje naszą hipotezę, że *Juniperus Sabina variegata* jest peryklinalną chimera.

W stosunkach wzrostu, jakie istnieją na wierzchołku pędu, możemy znaleźć również wyjaśnienie tego, dlaczego nie pojawia się od razu jednolicie biały pęd, ale poprzedza go zwykle długi na kilka albo kilkanaście międzywęzli biały sektor. Mianowicie, z reguły występuje pewna asymetria w odnawianiu komórek macierzystych korpusu przez komórki oddzielane od tuniki. Niewielkie różnice odległości w pobliżu szczytu na skutek bazalnego wzrostu silnie wzrastają i w ten sposób na dojrzałym pędzie granice białej tkanki w różnych sektorach pędu są silnie względem siebie przesunięte.

Łatwo obecnie zorientować się w roli, jaką w rozważaniach nad rozwojem chimery odgrywa znajomość sposobu wzrostu wierzchołka. Z jednej strony sposób wzrostu wierzchołka pędu uzasadnia zachowanie się

chimery, z drugiej zaś zachowanie to wskazuje, że wnioski o sposobie wzrostu, wyciągane na podstawie układu komórek, są słuszne i odpowiadają rzeczywistości.

DYSKUSJA

Przedyskutowane zostaną następujące zagadnienia:

- 1) definicja chimery
- 2) rozszczepianie się chimery peryklinalnych
- 3) natura pędu *Tradescantia fluminensis albostrata* (Thielke 1954)
- 4) pstręcze pędy i chimery wśród szpilkowych.

Omówienie definicji jest potrzebne po to, ażeby tym wyraźniej nasświetlić naturę *Juniperus Sabina variegata* jako chimery oraz żeby wyjaśnić różne wątpliwości związane z pojęciem chimera.

Termin „chimera“ wprowadził H. Winkler w 1907 r. na oznaczenie eksperymentalnie otrzymanych pędów, których jedna strona należała do *Solanum lycopersicum*, druga zaś do *Solanum nigrum*. Eksperymenty prowadzące do powstania tych pędów polegały na szczepieniu jednego gatunku na drugim i zmuszeniu rośliny do wytworzenia pąków przybyszowych w miejscu szczepienia. E. Baur w 1909 roku rozciągnął pojęcie chimery na pędy wytworzone z wierzchołków składających się z dwóch kategorii komórek inicjalnych niezależnie od tego, w jaki sposób to różnicowanie na wierzchołku powstało — czy w rezultacie szczepienia, czy spontanicznie w obrębie jednego wierzchołka. W zależności od wzajemnego rozmieszczenia tych odmiennych kategorii komórek inicjalnych wyróżnił Baur dwa typy chimery: sektorialny i peryklinalny.

Definicję chimery sformułował Winkler (1910, 1935) w następujący sposób: chimery to organizmy, które wytworzyły się z genetycznie odmiennych komórek bez ich zlania się. Podkreślić należy rozwojowe ujęcie chimery w tej definicji. Chimera jest to, co się wytworzyło z niejednolitego merystemu. Wyrazem tego samego ujęcia jest sposób podziału chimery na sektorialne i peryklinalne przeprowadzony ze względu na rozmieszczenie komórek inicjalnych komponentów na wierzchołku, a nie ze względu na rozmieszczenie komponentów w częściach dojrzałych, choć oczywiście to drugie wynika z pierwszego.

Inni badacze: Krenke (1947), Jones (1934 cyt. wg Winklera 1935), Crane i Lawrence (1947) zmienili treść pojęcia chimery. Według Krenkego „chimery to organizmy albo części organizmów, które składają się z genotypowo odmiennych tkanek, to znaczy z tkanek roślin różnych gatunków, różnych ras albo z genetycznie zmienionych tkanek w obrębie osobnika“. Do tego samego sprowadzają się definicje pozostałych autorów. Wszystkie one zrywają z rozwojowym ujęciem Winklera

ra i Baura i mają na względzie jedynie strukturalne właściwości tego, co określają mianem chimera. Do chimer, według tych definicji, należy zaliczyć wszystkie wypadki niejednorodności genotypowej niezależnie od tego, w jakim stadium rozwoju organu to zróżnicowanie zaszło. Należy więc tu będą organy powstałe z niejednorodnych pramerystemów, które odpowiadają chimerom Winklera, jak i organizmy, które uległy zróżnicowaniu dopiero w trakcie rozwoju tkanek w rezultacie somatycznych mutacji albo na skutek działania takich czy innych czynników. Stosując konsekwentnie definicję Krenkego, do chimer należałoby zaliczyć niemal wszystkie rośliny wyższe, zważywszy na powszechność somatycznych mutacji i endomitoz w czasie różnicowania się tkanek.

W roku 1922 N o a c k wysunął koncepcję, według której istnieją organizmy lub organy utworzone z różnych komponentów np. różniących się zabarwieniem, które biorą początek ze wspólnej jednorodnej grupy komórek inicjalnych. Dla oznaczenia takich organizmów wprowadził N o a c k termin Mantelchimären. Jest rzeczą oczywistą, że jeżeli takie organizmy można zaliczyć do chimer, to tylko do chimer w sensie K r e n k e g o, ale nie W i n k l e r a.

Zważywszy to wszystko trzeba stwierdzić, że pojęcie chimer wg definicji K r e n k e g o nie ma dostatecznie wyraźnie zakreślonych granic stosowania i w stosunku do roślin w ogóle jest zbyt szerokie. Pojęcie takie wprowadza tylko niepotrzebne zamieszanie. Zarazem tym bardziej użyteczne staje się pojęcie chimer Winklera i Baura. Żeby jednak uściślić to pojęcie, należy je w następujący sposób zdefiniować: chimery to organy takie jak pędy względnie korzenie wytworzone z co najmniej dwóch różnych i rozwojowo odrębnych kategorii komórek inicjalnych, przy czym odrębność rozwojową liczyć należy od momentu zróżnicowania komórek na wierzchołku. Wszelkie zróżnicowania, bez odrębności rozwojowej aż do komórek inicjalnych wierzchołka włącznie, nie należy zaliczać do chimer.

Zielone i sektorialne pędy *Juniperus Sabina variegata* są chimerami w sensie Winklera. *Juniperus Sab. variegata* jest stale rozszczepiającą się chimera peryklinalną. Jest to nowa kategoria chimer, do której zaliczyć należy te chimery peryklinalne, u których wytwarzanie pędów jednolitych jest zjawiskiem prawidłowym ze względu na sposób wzrostu wierzchołka. Pod tym właśnie względem *Juniperus Sabina variegata* różni się istotnie od chimer peryklinalnych okrytonasiennych, mimo że te również posiadają zdolność rozszczepiania się, czego wyrazem jest wytwarzanie jednolitych pędów. Rozszczepianiu ulegają takie chimery jak *Cytisus Adami* (Beijerinck 1901, 1908), *Crataegomespilus Dardari*, *Crataegomespilus Asnieresii*, peryklinalne chimery Winklera (1908, 1909), peryklinalne chimery Krenkego (1947).

Oczywiście żadna z wymienionych chimer nie rozszczepia się tak często, jak *Juniperus Sab. var.* Częstotliwość pojawiania się jednolitych pędów u zwykłych chimer peryklinalnych jest znikoma w porównaniu z *Juniperus*. Zasadnicza różnica leży jednak w charakterze tego zjawiska. U znanych dotychczas chimer peryklinalnych, zwłaszcza u jednowarstwowych, wytwarzanie jednolitych pędów jest wyrazem pewnych anomalii we wzroście wierzchołka, na co wskazują następujące fakty:

1) W tunice na wierzchołkach okrytonasiennych brak podziałów peryklinalnych będących warunkiem wytwarzania jednolitych pędów zewnętrznego komponenta. Brak ich w każdym razie w pierwszej warstwie tuniki. Wyjątkowe stanowisko pod tym względem przedstawiają wierzchołki *Tradescantia fluminensis albostrata* oraz niektóre jednoliścienne, które omawia Thielke (1954).

2) Jednowarstwowe chimery peryklinalne wytwarzają częściej pędy utworzone z komponenta wewnętrznego niż z zewnętrznego, jak np. *Cytisus Adamii* (Beijerinck 1901) albo tylko wyłącznie pędy wewnętrznego komponenta, jak u *Solanum tubingenense* (Winkler 1909), u *Crataegomespilus Asnieresii*, względnie w haplochlamydnych chimerach Jonesa (Krenke 1947). Wytwarzanie jednolitych wierzchołków z wewnętrznego komponenta jest niewątpliwie anomalią rozwojową. Można to sobie wyobrazić tylko w ten sposób, że komórki inicjalne zewnętrznego komponenta ulegają rozsunięciu albo obumarciu. Ta niska częstotliwość pojawiania się jednolitych pędów utworzonych z zewnętrznego komponenta w porównaniu z częstotliwością bezsprzecznej anomalii wskazuje, że oba te zjawiska należą do tej samej klasy, a więc do anomalii.

3) Jednolite pędy na chimerach peryklinalnych u okrytonasiennych pojawiają się najczęściej jako pędy boczne z pąków uspionych albo jako pędy przybyszowe, a rzadko tylko w czasie normalnego wzrostu wierzchołka.

Natomiast częste rozszczepianie się stale rozszczepiającej się chimery peryklinalnej, jaką jest *Juniperus Sabina variegata*, jest zjawiskiem normalnym, prawidłowym ze względu na sposób wzrostu wierzchołka.

Wspomniano już o *Tradescantia fluminensis albostrata*, którą ostatnio (1954) opracowała Thielke. Ze względu na pewne podobieństwa, jakie zachodzą w układzie powierzchniowych komórek na wierzchołku u tej rośliny i u *Juniperus Sab. var.*, warto nieco bliżej ją omówić, tym bardziej że, według Thielke, jest to również peryklinalna chimera.

Tradescantia fluminensis albostrata charakteryzuje się białobrzegimi i jednocześnie białopasiastymi liśćmi. Subepidermalna warstwa komórek nie zawiera chlorofilu nawet w tych sektorach liści, które są zielone.

Ich zielona barwa pochodzi z pojedynczej środkowej warstwy zielonego mezofilu (blaszka liścia jest 5 warstwowa). Komórki szparkowe, niezależnie od tego czy są położone w zielonym, czy w białym sektorze liścia, mają normalnie rozwinięte chloroplasty. Niekiedy wytwarzane są zielone pędy, przy czym przejście od stanu pstrokatości do jednolicie zielonego zabarwienia jest stopniowe. Natomiast nie pojawiają się pędy czysto białe. W badaniach wierzchołka pędu okazało się, że w 94 wierzchołkach na sto, najbardziej zewnętrzne komórki dzielą się peryklinalnie, a więc brak wyodrębnionej tuniki. T h i e l k e (1954) wyraziła pogląd, że *Tradescantia fl. alb.* jest chimera peryklinalną, w której zewnętrzny komponent pozbawiony chlorofilu, dzieląc się peryklinalnie na szczycie wierzchołka, bierze różny udział w tworzeniu różnych sektorów liścia. W tych miejscach, gdzie warstwa komórek białej tkanki jest podwójna, do liścia wchodziłby również zielony wewnętrzny komponent i ostatecznie ta część liścia byłaby zielona. Natomiast w miejscach, gdzie grubość warstwy zewnętrznego komponenta jest większa, tam, wg T h i e l k e, wytwarzany byłby biały sektor liścia, w tworzeniu bowiem liścia u *Tradescantia* mogą brać udział co najwyżej 3 warstwy.

Jeżeli koncepcja T h i e l k e jest słuszna, to ze względu na stale zachodzące podziały peryklinalne w zewnętrznej warstwie zielony komponent winien ulegać wypieraniu z wierzchołka, tak jak to się dzieje u stale rozszczepiających się chimer. To się jednak nie zdarza. Z porównania procentu wierzchołków z podzieloną peryklinalnie tuniką u *Tradescantia* i u *Juniperus* wynikałoby, że rozszczepianie tej pierwszej chimery z wytwarzaniem jednolicie białych pędów winno następować bardzo często. Tymczasem nie występuje w ogóle. Odwrotnie, wytwarzają się pędy jednolicie zielone. Nasuwa się zasadnicze pytanie: w jaki sposób utrzymuje się stan peryklinalnej chimery na wierzchołku, mimo stale postępującego wzrostu grubości warstwy zewnętrznego komponenta i towarzyszących temu peryklinalnych podziałów komórek w tej warstwie? Wyjaśnienia, jakie w związku z tym podaje T h i e l k e, są nie wystarczające i nie przekonywujące. Sprowadzają się one do następującego stwierdzenia: „An dem eine echte Tunica entbehrenden Vegetationskegel kann chimärischer Bau bestehen bleiben, wenn beide Gewebenanteile in ihrer periklinen Aufspaltung miteinander Schritt halten“. Nie dająca się wyjaśnić sprzeczność między hipotezą T h i e l k e a zachowaniem się *Tradescantia fluminensis albostrata* wskazuje, że hipoteza ta jest błędna.

1) Rozmieszczenie białego komponenta wskazuje, że niezdolność do zazieleniania się jest zdeterminowana już w bardzo wczesnych stadiach rozwoju w komórkach merystematycznych wierzchołka. Jest to fakt, który posłużył do postawienia hipotezy o peryklinalno-chimeralnej naturze *Tradescantia fl. albostrata*.

2) Komórki szparkowe biorące początek z tych samych komórek merystematycznych, z których powstaje biała tkanka, wytwarzają normalne chloroplasty dając tym dowód, że determinacja w komórkach merystematycznych nie jest ostateczna, ale może być odwrócona.

3) Wytwarzanie jednolicie zielonych pędów wskazuje, że zróżnicowanie wśród komórek inicjalnych na „białe” i „zielone” może być zniesione.

Nie trudno wobec tego przyjąć, że komórki oddzielane od powierzchniowej warstwy do wnętrza wierzchołka zmieniają swoje właściwości i z „białych” stają się „zielone” w rezultacie oddalania się od powierzchni. Właściwość niezazieleniania się zachowywałyby jedynie zewnętrzne warstwy komórek na wierzchołku.

Roślina taka od normalnych roślin różniłaby się tym, że zewnętrzne warstwy komórek na wierzchołku są zmienione i wytworzone przezeń tkanki różnią się pod względem takiej czy innej cechy od tkanek wytworzonych przez głębiej położone komórki wierzchołka, o ile przedtem nie przestawiają się na typ tych ostatnich. Od mutabilnych roślin różniłaby się tym, że odróżnicowywanie komórek pochodzących z zewnętrznych warstw nie jest przypadkowe, nie zachodzi w tej czy innej komórce, ale jest zdeterminowane topograficznie, jak każde inne różnicowanie normalne. Od chimer natomiast różniłaby się tym, że brak u niej pełnej odrębności rozwojowej między „komponentami” oraz że zróżnicowanie na dwa typy komórek merystematycznych mieści się w ramach pewnego przestrzennego wzoru.

Juniperus Sabina variegata jest pierwszą peryklinalną chimera wśród szpilkowych. Można jednak spodziewać się, że nie jest jedyną. Prawdopodobnie natura niektórych innych pstrych form szpilkowych jest podobna do tej, jaką ustalono dla *Juniperus*. Wchodzą tu w grę głównie gatunki należące do *Cupressaceae*. W tej rodzinie bowiem znamy utrzymujące się w typie formy „*variegata*”. Bardzo zbliżonym np. do *Juniperus Sab. var.* jest *Chamaecyparis pisifera plumosa argenteo-variegata* (wg opisu K ü s t e r a 1919), jak również znany autorowi *Juniperus chinensis aureo-variegata*.

Nie wszystkie wypadki pstrokatości u szpilkowych, oczywiście, będzie można wyjaśnić rozszczepianiem się peryklinalnej chimery. Na przykład, *Chamaecyparis nutkaensis argenteo-variegata*, choć bardzo podobny, wg K ü s t e r a 1919, do wymienionej poprzednio formy *Chamaecyparis pisifera*, różni się jednak tym, że na czysto białych pędach powtórnie pojawiają się zielone sektory. Podobnie zachowuje się pstra forma *Thujaopsis dolodrata* (tamże). Być może, że w tych wypadkach mamy do czynienia z mutacyjnym zazielenianiem się białych wierzchołków. Możliwe jest jednak, że natura tych roślin jest inna niż natura *Juniperus Sabina variegata*. Zbadanie ich wydaje się tym bardziej potrzebne.

PODSUMOWANIE

Zielone pędy *Juniperus Sabina variegata* są jednowarstwowymi peryklinalnymi chimerami, w których biały komponent ograniczony do skórki, niczym powierzchownie nie zdradza swej obecności. Zdradzają go komórki szparkowe tym, że są pozbawione chloroplastów.

Jednowarstwowa tunika ulega peryklinalnym podziałom na szczycie wierzchołka. Peryklinalnie podzieloną tunikę znaleziono na 58% wierzchołków.

Powstawanie pędów sektorialnych i białych polega na ujawnianiu się zewnętrznego komponenta w rezultacie podziału peryklinalnego tuniki na szczycie wierzchołka.

Juniperus Sab. var. określono mianem stale rozszczepiającej się peryklinalnej chimery. Jest to nowa kategoria chimer peryklinalnych, u których wytwarzanie pędów jednolitych z zewnętrznego komponenta wynika z normalnego wzrostu wierzchołka. Chimera taka trwa jako generacja kolejnych rozgałęzień, z których każde przynajmniej początkowo jest peryklinalną chimera. Trwanie jej przy takim stopniu rozszczepiania, jakiego wykazuje *Juniperus Sabina variegata*, wiąże się ściśle z bazalnym typem wzrostu wierzchołka i z krzewiastym typem rozgałęzienia.

Pracę wykonałem pod kierunkiem prof. dra Henryka Teleżyńskiego, któremu gorąco dziękuję za cenne rady i pomoc.

(Wpłynęło dn. 1.VIII.1955 r.)

S U M M A R Y

In the variegated form of the savin *Juniperus Sabina variegata* hort the apices of the green shoots are converted into sectorial apices producing green-and-white shoots. In an attempt to elucidate this phenomenon it has been assumed as a working hypothesis that *Juniperus Sab. var.* is an eversporting periclinal chimera. If this were so, the initiating cells of the white component would have to be found in all apices and not only in the sectorial and white ones, as in seemingly the case. Moreover, the formation of white sections would not be associated with initiating cells of white tissue being formed anew — as was believed by Küster (19'9) — but with the external manifestation of already existing ones. Green shoots would thus be haplochamydal periclinal chimeras in which the component not containing chlorophyll does not manifest its presence by any outward signs.

To prove the validity of such an assumption anatomical studies on shoots of *Juniperus Sabina variegata* have been carried out. It has been found that:

1) in mature sectorial shoots there are two kinds of tissues differing in their cytological character, one kind of cells contains chloroplasts, while in the other there are none,

2) the difference between the two kinds is sharply defined,

3) chloroplasts are found neither in guard cells nor in epidermal cells of the green shoots, which indicates that the epidermis is associated with the white component and that the green shoots are periclinal chimeras,

4) both the white and the green tissues form continuous systems within one specimen, and the conclusion is that both kinds of tissues have their own initiating cells in a apex and are developmentally independent of each other.

These facts support the hypothesis adopted at the beginning. Its correctness has been fully demonstrated by studies on cell patterns and the manner of apex growth. It has been found that in shoot apices there is a tunica which divide periclinally at the summit. A divided tunica has been found in 57 per cent of the apices examined. A stratified tunica-corpus pattern makes the existence of a periclinal chimera possible, while periclinal divisions within the tunica are a source for new initiating cells of the corpus, which explains the formation of white shoots.

Periclinal divisions in the tunica have never been found on the sides of an apex. Such divisions have neither been found at points where leaves are formed nor during the formation of axillary buds.

Because of the rather numerous periclinal divisions of the tunica it might be reasonably expected that all shoots will become white and that the chimera will cease to exist. However, before there is enough time for a shoot apex to be formed solely of white tissue containing no chlorophyll new side shoots will form on it, and these are also chimeras. It is therefore evident that the existence of eversporting periclinal chimeras is strictly related with the shrubby manner of branching and the basal type (Hejnowicz 1955) of apex growth. This is so, because, the time that a periclinal chimera lasts, counting from the moment when a periclinal division takes place in the tunica, depends on the mode of apex growth. By assuming a simple case of basal growth, when the rate of longitudinal growth of the smallest elements is directly proportional to the distance from the summit (Fig. 3), it has been possible to show that in *Juniperus Sab. var.* the apex will produce a green chimerical shoot through ten more plastochrones before the cells of white tissue in the corpus will reach the level of leaf primordia. Meanwhile, chimerical side shoots will grow out and the plant will retain indefinitely its character of the eversporting periclinal chimera.

The basal type of apex growth, when the transfer of cells from the tunica to the corpus is somewhat asymmetric, also explains why uniformly white shoots are preceded by sectorial ones.

In the final paragraphs of the paper the following problems are discussed:

1) definition of chimeras,

2) reversions of periclinal chimeras,

3) the nature of the shoots in *Tradescantia fluminensis albostrata* (Thielke 1954), and

4) variegated shoots and chimeras among conifers.

In respect to the above points the following conclusions have been reached:

1) Winkler's (1935) definition of chimeras is more accurate than the one advanced by Krenke (1947). This latter definition has no precise limits and is too indefinite in respect to plants in general.

2) There is a fundamental difference between such chimeras as the *Juniperus Sabina variegata* and the periclinal chimeras from the Angiosperms. This lies in the nature of the chimera reversion phenomenon. In the *Juniperus Sab. var.* the character of apex growth makes chimera reversion natural and normal. In the Angiosperms, on the other hand, the reversion of periclinal chimeras, i. e. the formation of uniform shoots, is the outcome of anomalous growth in the apex. This is why I have defined as a separate group of eversporting those periclinal chimeras in which the formation of uniform shoots results from a normal mode of apical growth.

3) *Tradescantia fluminensis albostriata*, in the apices of which the surface initials always divide periclinally, cannot be a periclinal chimera, as was believed by Thielke, because if it were, then uniformly all-white shoots of the outer component would have to be formed.

4) *Juniperus Sabina variegata* is the first periclinal chimera among conifers, though probably not the only one.

The author wishes to express his most sincere gratitude to Professor Henryk Teleżyński under whose guidance this work has been carried out.

L I T E R A T U R A

- Baur E., 1909, Das Wesen und die Erblichkeitsverhältnisse der „Varietates albomarginate hort“ von *Pelargonium zonale*, Ztschr. f. Abstamm. u. Vererbungslehre, I s. 330.
- Baur E., 1910, Propfbastarde, Periklinalchimären und Hiperchimären, Ber. Deutsch. Botan. Ges. 27 s. 603.
- Beijerinck M. W., 1901, Über die Entstehung von Knospen und Knospenvarianten bei *Cytisus Adami*, Bot. Zeitung 59 II A, s. 113.
- Beijerinck M. W., 1908, Beobachtungen über die Entstehung von *Cytisus purpureus* aus *Cytisus Adami*, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd 26a s. 137.
- Beissner L., 1909, Handbuch der Nadelholzkunde, Verlagsbuchhandlung Paul Parey, Berlin.
- Crane M. B. a Lawrence W. J. C., 1947, The genetics of garden plants, Macmillan & Co. Ltd., London.
- Cross G. L., 1941, Some histogenetic features of the shoot of *Cryptomeria japonica*, Amer. J. Bot., 28 s. 573.
- Cross G. L., 1942, Structure of the apical meristem and development of the foliage leaves of *Cunninghamia lanceolata*, Amer. J. Bot. 29 s. 288.
- Cross G. L., 1943, A comparison of the shoot apices of the Sequoias, Amer. J. Bot. 30 s. 130.
- Griffith M. M., 1952, The structure and growth of the shoot apex in *Araucaria*, Amer. J. Bot., 39 s. 253.
- Groom P., 1885, Über den Vegetationspunkt der Phanerogamen, Ber. Dtsch. Bot. Ges. Bd III, s. 303.

- Hejnowicz Z., 1955, Growth Distribution and Cell Arrangement in Apical Meristems, Acta Soc. Bot. Poloniae, vol. 24 s. 583.
- Kemp M., 1943, Morphological and ontogenetic studies on *Torreya californica* Torr. I. The vegetative apex of the megasporangiate tree, Amer. J. Bot. 30, s. 504.
- Koch L., 1891, Über Bau und Wachstum der Sprossspitze der Phanerogamen. I. Gymnospermen. Jahrb. f. wiss. Bot. 22, s. 491.
- Korody E., 1937, Studien am Spross-Vegetationspunkt von *Abies concolor*, *Picea excelsa* und *Pinus montana*, Beitr. z. Biol., d. Pflanzen 25 s. 23.
- Krenke N. P., 1947, Chimery rastenij, Moskva, Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR.
- Küster E., 1919, Über sectoriale Panaschierung und andere Formen der sektorialen Differenzierung. Monatsh. f. naturwiss. Unters. 12 s. 37—43 und s. 73—84.
- Küster E., 1927, Anatomie des panaschierten Blattes. In Linsbauers-Handbuch der Pflanzenanatomie Bd. VIII. Berlin, Verlag von Gebrüder Borntraeger.
- Noack K. L., 1922, Entwicklungsmechanische Studien an panaschierten Pelargonien, zugleich ein Beitrag zur Theorie der Periklinalchimären. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 61, s. 459.
- Renner O., 1935—1936, Zur Kenntnis der nichtmendelnden Buntheit der Laubblätter, Flora (Jena). 130, s. 218.
- Seeliger I., 1955, Studien am Sprossvegetationskegel von *Thuja dolabrata*, Flora Bd. 142, s. 184.
- Thielke Ch. 1951, Über die Möglichkeiten der Periklinalchimärenbildung bei Grasern. Planta (Berl.) 39, s. 402.
- Thielke Ch., 1954, Die histologische Structur des Sprossvegetationskegels einiger Commelinacen unter Berücksichtigung panaschieter Formen, Planta Bd., 44, s. 18.
- Winkler H., 1907, Über Propfbastarde und pflanzliche Chimären, Ber. Dtsch. Bot. Ges. 25 s. 568.
- Winkler H., 1908, *Solanum tubingense*, ein echter Pfropfbastard zwischen Tomate und Nachtschatten, Ber. Dtsch. Bot. Ges., 26, s. 595.
- Winkler H., 1909, Weitere Mitteilungen über Pfropfbastarde, Ztschr. f. Bot. Bd. 1, s. 342.
- Winkler H., 1910, Über das Wesen der Pfropfbastarde, Ber. Dtsch. Bot. Ges. 28, s. 117.
- Winkler H., 1935, Chimären und Burdonen — die Lösung des Pfropfbastard-problems, Der Biologe, Heft 9, s. 279.

Z NOWOŚCI WYDAWNICZYCH

ACTA AGROBOTANICA vol. III, 1955

Polskie Towarzystwo Botaniczne

str. 227, rys., ilustr., tabl., zł 45,50

*

MONOGRAPHIAE BOTANICAE vol. III, 1955

Polskie Towarzystwo Botaniczne

Kornaś Jan: *Charakterystyka geobotaniczna Gorców*

str. 214, rys., zł 35,—

*

X ROCZNIK SEKCJI DENDROLOGICZNEJ
POLSKIEGO TOWARZYSTWA BOTANICZNEGO

str. 615, rys., ilustr., tabl., zł 90,—

*

OSIĄGNIĘCIA POLSKIEJ HODOWLI ROŚLIN

Polskie Towarzystwo Przyrodników im. M. Kopernika

Zeszyty Problemowe „Kosmosu“ Nr 1

str. 116, rys., zł 10,75

*

Wydawnictwa PWN są do nabycia w księgarniach Domu Książki. Zamówienia za zaliczeniem przyjmuje Centralna Księgarnia Naukowa.

Warszawa, Krak. Przedmieście 7

PWN

Nakładem Państwowego Wydawnictwa Naukowego ukazuje się

ATLAS FLORY POLSKIEJ

(Florae Polonicae Terrarumque Adiacentium Iconographia)

Wydawnictwo jest kontynuacją zeszytów Atlasu Flory Polskiej wydawanych w latach 1930—1936 przez Polską Akademię Umiejętności. Obecnie ukazuje się ono jako wydawnictwo Polskiej Akademii Nauk.

W skład Komitetu Redakcyjnego wchodzi:

Stanisław Kulczyński i Józef Mądalski

Dotychczas ukazały się:

Tom I, zesz. 1. 1954, tabl. 37. Ophioglossaceae, Osmundaceae, Polypodiaceae (Pars 1), zł 18,50

Tom I, zesz. 2. 1954, tabl. 33. Polypodiaceae (Pars 2), Salviniaceae, Marsiliaceae, Equisetaceae, Lycopodiaceae, Selaginellaceae et Isoetaceae, zł 18,50

Tom I, zesz. 3. 1955, tabl. 20. Taxaceae, Pinaceae, Cupressaceae, Ephedraceae, zł 18,—

Tom IX, zesz 1. 1955, tabl. 20. Papaveraceae, zł 18,—

Tablice w tomie 1, z. 1—3 oprac. T. Szynal; w t. IX, z. 1 — F. Białous

PWN

ERRATA:

W zeszycie 4 tomu XXIV w pracy S. Gumińskiego, W. Czerwińskiego, E. Unger i A. Bacowej pt. „Badania nad oddychaniem korzeni Cz. I“. w tabelach 2 i 4 mylnie wydrukowano wartości współczynnika $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$ (rubr. „bez próchnicy“). W tab. 2 str. 727 zamiast 1,92 winno być 0,92, zaś w tab. 4 str. 728 zamiast 0,66 winno być 0,86.

Dans le travail de S. Gumiński, W. Czerwiński, E. Unger et A. Bacowa: „Recherches sur la respiration des racines. Part. I.“ (rol. XXIV No 4), sur les tableaux 2 (p. 727) et 4 (p. 728) les valeurs des quotients $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$ sans l'humus doivent être au lieu de 1,92 et 0,66 — 0,92 (tab. 2) et 0,86 (tab. 4).



UWAGI DLA AUTORÓW

Redakcja przyjmuje tylko pierwsze maszynopisy (a nie kopie). Objętość nadesłanych prac nie powinna w zasadzie przekraczać 1 arkusza druku; umieszczanie większych prac wymaga poprzedniego omówienia z redaktorem. Materiał ilustracyjny w postaci rysunków w tekście lub tablic umieszczanych poza tekstem należy ograniczać do niezbędnego minimum. Rysunki muszą być dokładnie oznaczone, lecz nie numerowane na samej ilustracji. Poszczególne rysunki w tablicach winny być oznaczane raczej literami niż cyframi. Podpisy do rysunków i tabel winny być napisane na maszynie oddzielnie, gdyż gdzie indziej sporządzane są klisze a gdzie indziej składane są objaśnienia do nich. Materiał tabelaryczny nie może zajmować więcej niż $\frac{1}{4}$ całego tekstu.

Prace przyjmowane są w języku polskim, angielskim, niemieckim, francuskim i rosyjskim z tym, iż prace w języku polskim muszą posiadać tytuł obcojęzyczny oraz streszczenie i ewentualnie objaśnienia rysunków w tym samym języku. W każdym maszynopisie winno być umieszczone na końcu streszczenie ważniejszych wyników pracy. Wszystkie cytaty z literatury w tekście winny zawierać nazwisko autora oraz pierwsze litery imion wraz z datą publikacji. Spis literatury cytowanej w tekście winien być umieszczony na końcu pracy pt. „Literatura”, w którym umieszczeni są autorowie alfabetycznie, a prace danego autora chronologicznie. Po nazwisku i pierwszych literach imion autora winna znajdować się data publikacji, następnie tytuł (który może być opuszczony), dalej skrót nazwy czasopisma, według reguł przyjętych w „World list of scientific periodicals” Oxford University Press 1925, następnie należy podać numer tomu i pierwszą i ostatnią liczbę stronic, oznaczoną literami arabskimi. W wypadku wydawnictwa książkowego, a nie periodycznego, należy podać liczbę stronic, miejsce i datę publikacji oraz nazwisko wydawcy. Np.:

B r i d g e s C. B., 1938. A revised map of the salivary gland X chromosome. Journ. Hered. 29: 11—13.

H o b g e n L., 1933. Nature and Nurture. 144. pp. New York W. W. Norton and Co Inc.

Odnośniki w tekście powinny być w miarę możliwości unikane (zwykle mogą być umieszczane w tekście w nawiasach w miejscu, do którego się odnoszą). O ile są konieczne, powinny być oznaczane cyframi.

Korekty w ilości dwóch będą wysyłane autorom: w tym celu należy wraz z maszynopisem podać dokładny adres i podawać następnie ewentualne zmiany adresu. Korekty muszą być zwracane szybko, bez większych zmian w tekście. Acta Soc. Bot. Pol. dają autorom 25 bezpłatnych odbitek bez okładek (a 75 po cenie kosztów).

Rękopisy należy przysyłać do redaktorów: prof. K. Bassalika (Warszawa, Krakowskie Przedmieście 26/28) lub prof. W. Gajewskiego (Warszawa, al. Ujazdowskie 4), wszelką zaś korespondencję w sprawach wydawniczych do Redakcji (Warszawa, al. Ujazdowskie 4).

Cena zł 23.-