

Vol. XXV Nr 2

1956

ACTA SOCIETATIS BOTANICORUM POLONIAE

Organ Polskiego Towarzystwa Botanicznego
Publication de la Société Botanique de Pologne



WARSZAWA 1956



TREŚĆ — SOMMAIRE

VOL. XXV. Nr 2

S o s n o w s k a J.: Zielenice w planktonie stawów rybnych gospodarstwa doświadczalnego PAN w Landeku — A Survey of Green Algae in Phytoplankton at the Experimental Fish Farm of the Polish Academy of Sciences in Landek	203
Ż e ł a w s k i W.: Badania rocznej rytmiki rozwojowej rośliny drzewiastej ze szczególnym uwzględnieniem reakcji fotoperiodycznej siewek modrzewia europejskiego (<i>Larix europaea</i> D. C.). — A Research on the Yearly Cycle in the Growth of Woody Plants with Special Reference to Photoperiodism in Seedlings of the European Larch (<i>Larix europaea</i> D. C.)	245
K u ź n i e w s k i E.: Rodzaj <i>Sagittaria</i> L. w świetle „Taksonomii Wrocławskiej“ — Die Gattung <i>Sagittaria</i> L. im Lichte von „Breslauer Taxonomie“	275
G l a s e r T. i S o s n a Z.: Badania porównawcze huby korzeniowej (<i>Fomes annosus</i> Fr.) pochodzącej z sosny, świerka i brzozy na sztucznych pożywkach — Comparative Studies on <i>Fomes annosus</i> Fr. from Pine, Spruce and Birch Grown in Culture	285
S t a b r o w s k a J.: Z badań bakteriologicznych nad ściółką i glebą lasu bukowego — Bacteriological researches on the litter and beech wood soil	305
H a n s e n A.: <i>Agropyron litorale</i> (Host) Dum. und ihre Hybride mit <i>A. unceum</i> (L.) Beauv. als Ballastpflanzen in der Flora Polens	325
M a t u s z k i e w i c z Wł. und M a t u s z k i e w i c z A.: Pflanzensoziologische Untersuchungen im Forstrevier „Ruda“ bei Puławy (Polen) — Badania fitosocjologiczne w leśnictwie „Ruda“ w Puławach	331
T a r ł o w s k i J.: Nowa metoda jednoczesnego oznaczania transpiracji i absorpcji wody przez rośliny w kulturach wodnych. II. — A new Method for Simultaneous Determination of Transpiration and Absorption in Water Cultures. II.	401

ACTA SOCIETATIS BOTANICORUM POLONIAE

Organ Polskiego Towarzystwa Botanicznego
Publication de la Société Botanique de Pologne

Vol. XXV Nr 2



WARSZAWA 1956

RADA REDAKCYJNA — CONSEIL DE RÉDACTION

B. HRYNIEWIECKI (WARSZAWA), ST. KULCZYNSKI (WROCŁAW),
B. NIKLEWSKI (POZNAN), FR. X. SKUPIENSKI (ŁÓDŹ),
W. SZAFER (KRAKÓW), P. WISNIEWSKI (LUBLIN),
J. ZABŁOCKI (TORUN).

KOMITET REDAKCYJNY — COMITÉ DE RÉDACTION

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

PANSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE
Warszawa 1, Krakowskie Przedmieście 79

Nakład 1591 + 105	Oddano do składu 10.II.56
Ark. wyd. 17, druk. 13	Podpisano do druku 29.V.56
Papier ilustr. 111 kł. 80 g 70×100/16	Druk ukończono w czerwcu 1956
Cena zł 23.—	Zam. 36 B-7-24383

Stł. Drukarnia Naukowa, Warszawa, Sniadeckich 8.

Zielenice w planktonie stawów rybnych gospodarstwa doświadczalnego PAN w Landeku

*A Survey of Green Algae in Phytoplankton at the Experimental Fish
Farm of the Polish Academy of Sciences in Landek*

J. SOSNOWSKA

WSTĘP

Celem mojej pracy było szczegółowe opracowanie zielenic planktonowych stawów doświadczalnych Zakł. Biol. Stawów PAN na Śląsku Cieszyńskim, w powiecie Bielsko w gospodarstwie Landek. Założeniem jej było porównanie występowania zielenic w stawach użyźnianych nawozami mineralnymi (superfosfat) i organicznymi (chów kaczek) oraz w stawie kontrolnym.

Badania wykonano na następujących stawach:

Księżok Rudzicki — staw kontrolny,

Księżok Mały II — nawożenie mineralne,

Księżok Landeck Wielki — nawożenie organiczne,

Faroży — pośrednie przez chów kaczek na stawach.

Wyżej wymienione zbiorniki, leżące na ciężkich, gliniastych ziemiach, są podobnie jak i inne stawy gospodarstwa Landek zasilane wodą z rzeki Łownicy.

Chciałabym wyrazić tu głęboką wdzięczność panu doc. drowi K. S t a r m a c h o w i za wszelką pomoc udzielaną mi przy opracowaniu materiału oraz pani dr H. S i e m i ń s k i e j i pani mgr C. Szklarczykównie za pomoc w opracowaniu systematycznym znalezionych zielenic.

METODYKA

Próby planktonowe pobierano w okresie od 5.V.1953 r. do 24.IX tegoż roku, tzn. od chwili nawodnienia stawów aż do ich spuszczenia — co dwa tygodnie. Materiał pobierano z 5 punktów zbiornika za pomocą wia-

dra planktonowego — z każdego po 10 l. W ten sposób pobraną wodę cedzono przez siatkę planktonową, po czym zagęszczony osad zlewano do buteleczek i konserwowano mieszaniną alkoholu etylowego i formaliny 40% w stosunku 3 : 1. Stanowiska pobierania prób były mniej więcej stałe, materiał bowiem brano z czterech rogów w odległości kilku metrów od brzegu oraz ze środka stawu.

Osad konserwowany zagęszczano w próbowce tak, aby stosunek jego do wody znajdującej się nad nim był 1 : 1. Z próbki takiej, dobrze zmieszanej, pobierano za pomocą pipety kroplę osadu na szkiełko przedmiotowe. Analizę mikroskopową wykonano używając szkiełek przykrywkowych o wymiarze 20×20 mm. Materiał liczono (biorąc pod uwagę wyłącznie zielenice planktonowe) zasadniczo do 200 okazów. Ponieważ jednak próby wiosenne i niektóre jesienne wykazywały znikomą ilość zielenic, dlatego ograniczano się w takich wypadkach do liczenia tylko 100 okazów. Z ilości przejranych pasów, na których naliczono 200 osobników zielenic, obliczano przeciętne występowanie tej grupy na cm^2 . W wypadku dużej ilości zielenic w pełni lata 200 okazów można było znaleźć na niewielu pasach, co dawało duże prawdopodobieństwo ominięcia szeregu gatunków występujących w mniejszej ilości. Dlatego próbę taką przeglądano szczegółowiej, notując formy dotąd nie spotkane, bez zaznaczenia ich ilości.

Materiał liczono pod pow. $408 \times (24 \times \text{obiektyw i } 17 \times \text{okular})$, oznaczano natomiast pod różnymi powiększeniami.

W celu prześwietlenia materiału oraz zapobieżenia zbyt szybkiemu wysychaniu preparatu używano gliceryny 16%. Do oznaczenia szeregu form posiadających osłonki, otoczki galaretowate, nie zawsze widoczne bez podbarwienia — używano błękitu metylenowego w różnych rozcieńczeniach.

Zwracając szczególną uwagę na zielenice wykonano równocześnie pełną, choć pobieżną analizę fitoplanktonu. Umożliwiło to ocenę występowania zielenic w stosunku do innych gatunków fitoplanktonu.

CHARAKTERYSTYKA BADANYCH STAWÓW

Przeprowadzono nieliczne badania fizyko-chemiczne na stawach: Fa-
roży, Ks. Landeck Wielki i Ks. Rudzicki.

Dane termiczne, notowane tylko dla Księżoka Landeckiego Wielkiego, oraz wyniki pomiarów chemicznych podaje w tabeli 1.

Stężenie jonów wodorowych oznaczano kolorymetrycznie. Badania te wykazały, że woda badanych stawów ma charakter zasadowy w ciągu całego okresu wegetacji, pH bowiem waha się 7,25—8,5.

Alkaliczność określano przez miareczkowanie 1/10 n HCL wobec metyloranzu. Pomiaru te pozwoliły stwierdzić, że w okresie wiosennym i jeziennym zbiorniki badane wykazują największą alkaliczność, pełni wegetacji towarzyszy jej obniżka.

Tlen rozpuszczony oznaczano metodą Winklera. Otrzymane dane wskazują na wzrost natlenienia w okresie od wiosny do lata, co związane jest z rozwojem fitoplanktonu i glonów nitkowatych. Jesień wykazuje natomiast obniżkę zawartości tlenu spowodowaną spadkiem produkcji fitoplanktonu, zanikaniem kożuchów glonów nitkowatych, a jednocześnie wzrostem procesów utleniających, rozkładowych, uwalniających znaczne ilości CO_2 .

Tabela 1
Dane fizyko-chemiczne

Data	Faroży			Książek Landeck Wielki				Książek Rudzicki		
	ph	alkaliczność	$\text{O}_2^{\text{mg/l}}$	ph	alkaliczność	$\text{O}_2^{\text{mg/l}}$	temp.	ph	alkaliczność	$\text{O}_2^{\text{mg/l}}$
1953										
5.V	—	—	—	8,7	18,0	12,0	—	7,75	19,0	12,0
19.V	8,0	15,5	10,9	8,25	17,5	12,5	—	8,25	19,0	17,7
2.VI	8,0	17,0	11,2	8,0	17,0	12,0	21,8	8,0	18,0	12,7
16.VI	7,5	16,0	12,3	8,0	14,0	13,5	23,8	8,25	14,0	15,6
30.VI	8,25	16,0	12,3	8,0	14,0	13,9	24,5	8,5	12,0	15,1
14.VII	7,25	16,0	8,0	7,75	13,0	11,2	19,5	8,25	14,0	11,6
28.VII	7,5	15,0	7,5	8,25	13,0	11,0	25,4	8,25	17,0	4,8
11.VIII	7,75	17,0	11,2	8,25	16,0	13,6	22,0	7,75	18,0	12,2
25.VIII	7,5	17,0	9,9	8,25	18,0	15,7	18,8	7,5	20,0	10,3
8.IX	7,25	18,0	9,2	8,0	21,0	12,5	16,5	7,75	20,0	10,4
22.IX	7,25	18,0	7,5	7,25	20,0	9,3	15,5	7,5	20,8	9,5

W celu ewentualnego odkwaszenia dna stawów oraz przeprowadzenia dezynfekcji wszystkie zbiorniki wapnowano.

Dane chemiczne otrzymałam od pani mgr L. B o m b i a n k i z Zakł. Biol. Stawów PAN w Krakowie, za które jej dziękuję.

Badane stawy różnią się między sobą wielkością zajmowanej powierzchni, głębokością, stopniem porośnięcia przez roślinność wyższą oraz rodzajem stosowanych na nich zabiegów gospodarczych.

K s i ę ż o k M a ł y I I

Staw o powierzchni 9,4 ha ma kształt prostokąta, przeciętna głębokość wynosi 129 cm. Od dwóch lat nawożony był superfosfatem i od dwóch lat obserwowano na nim zakwity sinicy *Microcystis aeruginosa*, powodujące charakterystyczną zielonawoniebieską barwę wody, utrzymującą się w ciągu całego okresu wegetacyjnego, a wzmacniającą się szczególnie silnie w okresie osiągnięcia maksimum rozwoju tego gatunku w końcu lipca i początku sierpnia. Wówczas obserwowano makroskopowo zielonawoniebieskie kolonie *Microcystis aeruginosa* pozbijane w grudki. W czasie pobierania prób owe zbite grudki ulegały rozdrobnieniu i zawiesina stawała się mniej więcej jednorodna. Zakwit utrzymywał się aż do spuszczenia stawów, naturalnie o intensywności stopniowo malejącej. Nie stwierdzono notowanej często przez hodowców karpi zgorzeli skrzel towarzyszącej masowym pojawom tego gatunku glonu.

Ten niewielki staw jest stosunkowo mało pokryty roślinnością wyższą. Z roślin naczyniowych spotykamy tu przeważnie *Phragmites communis* T., mniej *Glyceria aquatica* (L.) W., *Juncus effusus* L., *Sparganium ramosum* H. oraz różne gatunki turzyc. Zupełnie pojedynczo obserwujemy *Batrachium aquatile* (L.) D., *Polygonum amphibium* L., *Potamogeton lucens* L., *P. natans* L. Tu i ówdzie występują pojedyncze, rzadko rozrzucone kępy *Scirpus acicularis* L. Na granicy między łądem i stawem spotyka się przeważnie *Glyceria aquatica* (L.) W., *Phragmites communis* T., *Typha angustifolia* L. oraz turzycę. Między tę dość zwartą roślinność włącza się pojedynczo *Juncus effusus* L., *Lysimachia vulgaris* L., *Phalaris arudinacea* L.

Stopień porośnięcia stawu wynosi 25%, w tym przeważa flora twarda (rybacy przez florę twardą rozumieją rośliny wyrastające dużymi pędami nad wodę, jak trzcina, manna, sitowie, natomiast przez florę miękką — rośliny podwodne, nie wyrastające ponad powierzchnię wody), a zaledwie około 5% przypada na roślinność miękką.

F a r o ż y

Najmniejszy z badanych stawów o kształcie trójkąta zajmuje 1,07 ha powierzchni. Zbiornik ten w pełni wegetacji wykazuje silne porośnięcie, dochodzące do 70%. Charakter florze nadają rośliny twarde, stanowiące 50%, na miękką pozostaje 20%. Dno stawu pokrywają kępy *Scirpus acicularis* L., *Fontinalis antipiretica* L. Spośród roślinności twardej dominuje *Glyceria aquatica* (L.) W. zajmująca około 50% powierzchni stawu. Brzegi zbiornika porastają: *Juncus effusus* L. oraz turzycę, głównie: *Carex gracilis* C., *C. hirta* L., *C. Goodenoughii* G., *C. elongata* L. Charakter roślinności brzeżnej nadają więc turzycę, między nie wmieszane są: *Scirpus*

silvaticus L., *Lythrum salicaria* L., *Sparganium ramosum* H., *Lisimachia vulgaris* L., *Equisetum limosum* L., *Lycopus europeus* L., *Rumex* sp.

Nasturtium palustre D. C., *Lysimachia nummularis* L. stanowią tylko domieszkę. Na powierzchni wody obok *Glyceria aquatica* (L.) W. spotykamy *Salvinia natans* L., *Riccia fluitans* L., *Ricciocarpus natans* (L.) C. oraz *Potamogeton lucens* L., *Alisma plantago-aquatica* L., *Oenanthe* sp., *Polygonum amphibium* L., *Sagittaria sagittifolia* L., *Phragmites communis* T., *Scirpus lacustris* L. Ogólnie można powiedzieć, że charakter roślinności twardej nadaje *Glyceria aquatica* (L.) W.

W Farożym stosowano dodatkowe użyźnianie przez wprowadzenie stada podstawowego kaczek złożonego z 200 sztuk.

K s i ę ż o k L a n d e c k i W i e l k i

Księżok Landeckie Wielki jest największym stawem spośród badanych. Powierzchnia lustra wody wynosi 11,48 ha, a przeciętna głębokość 106 cm. Stopień porośnięcia roślinnością wyższą jest nierównomierny. Część powierzchni stawu jest zupełnie pozbawiona roślin, na innych zaś procent porośnięcia jest bardzo duży. Z punktu widzenia pokrycia roślinnością wyższą możemy przeprowadzić granicę po przekątnej zbiornika w kierunku półn.-połud. Obszar na zachód od niej wykazuje bardzo duży stopień porośnięcia, natomiast odcinek wschodni zawiera minimalną ilość roślinności wyższej.

Gęsty zarost odcinka zachodniego tworzy *Phragmites communis* T., *Glyceria aquatica* (L.) W., *Typha latifolia* L., *T. angustifolia* L., *Equisetum limosum* L. oraz turzycę: *Carex gracilis* C., *C. Goodenoughii* C., *C. hirta* L., *C. vulpina* L. W odcinku wschodnim lustro stawu porastają pojedynczymi okazami *Sagittaria sagittifolia* L., *Batrachium aquatile* (L.) D., *Potamogeton lucens* L., *P. natans* L., *Elodea canadensis* R. et M., *P. obtusifolius* M. et K., *P. compressus* L., *Scirpus lacustris* L. i *Oenanthe aquatica* (L.) P. Na dnie tworzy kępy *Scirpus acicularis* L. Powierzchnię stawu pokrywają: *Salvinia natans* L., *Lemna minor* L., *L. trisulca* L. W części półn.-zach. *Batrachium aquatile* (L.) D. zarasta okresowo całą powierzchnię tego odcinka, ku jesieni zanika.

Na obszarze porośniętym obserwujemy w pełni okresu wegetacji zakwitły glonów nitkowatych (*Spirogyra*, *Mougeotia*, *Oedogonium*, *Bulbochaete*), tworzące gęste kożuchy, które spotykano głównie przy brzegach stawu.

Ogólnie roślinność twardą ocenia się w Księżoku Landeckim W. na 50% z przewagą 30% *Phragmites communis* T., a miękką na 20% z przewagą *Scirpus acicularis* L. stanowiące około 7%.

Na stawie tym hodowano stado kaczek (I4.VII wprowadzono 500 sztuk), przez co uzyskano pewne użyźnienie wody ich odchodami.

K s i ę ż o k R u d z i c k i

Zbiornik o 8 ha powierzchni ogroblowanej, a przeciętnej głębokości 117 cm. Księżok Rudzicki traktowano jako staw kontrolny w stosunku do wyżej omówionych, ponieważ nie stosowano na nim ani nawożenia mineralnego, ani organicznego. Podobnie jak i inne stawy wapnowano go, stosując wapno nawozowe w ilości 22,6 kwintala na zbiornik.

Część wschodnią stawu stanowi wierzchowina, wśród której przeważają trawy. Dookoła niej *Typha latifolia* L., *T. angustifolia* L. oraz turzycę, głównie *Carex gracilis* C., stanowią gęsty zarost. Również odcinek pld.-zach. pokrywa zwarta, gęsta roślinność naczyniowa, wśród której obok dominującego *Phragmites communis* T. spotyka się *Typha latifolia* L., *T. angustifolia* L. i *Equisetum limosum* L.

Bogato także rozwinięta jest flora przybrzeżna. Obserwujemy tu *Typha latifolia* L., *T. angustifolia* L., *Glyceria aquatica* (L.) W., *Sparganium ramosum* H., *Iris pseudocyperus* L., *Carex gracilis* C., *C. Goodeonoughii* G. (jako dominujące) oraz *Equisetum limosum* L., *Juncus effusus* L., *Scirpus silvaticus* L. *S. lacustris* L. i *Rumex conglomeratus* M. Powierzchnię lustra wody pokrywają pojedynczo *Sagittaria sagittifolia* L., *Glyceria aquatica* (L.) W., *Potamogeton lucens* L., *P. obtusifolius* M. et K., *P. trichoides* Ch. et S., *P. compressus* L.

W pełni wegetacji *Batrachium aquatile* (L.) D. na całej powierzchni stawu tworzy gęsty łąn. W tym czasie zajmuje on około 30% powierzchni zbiornika. W okresach, w których jaskra jest mniej, przeważa *Potamogeton lucens* L.

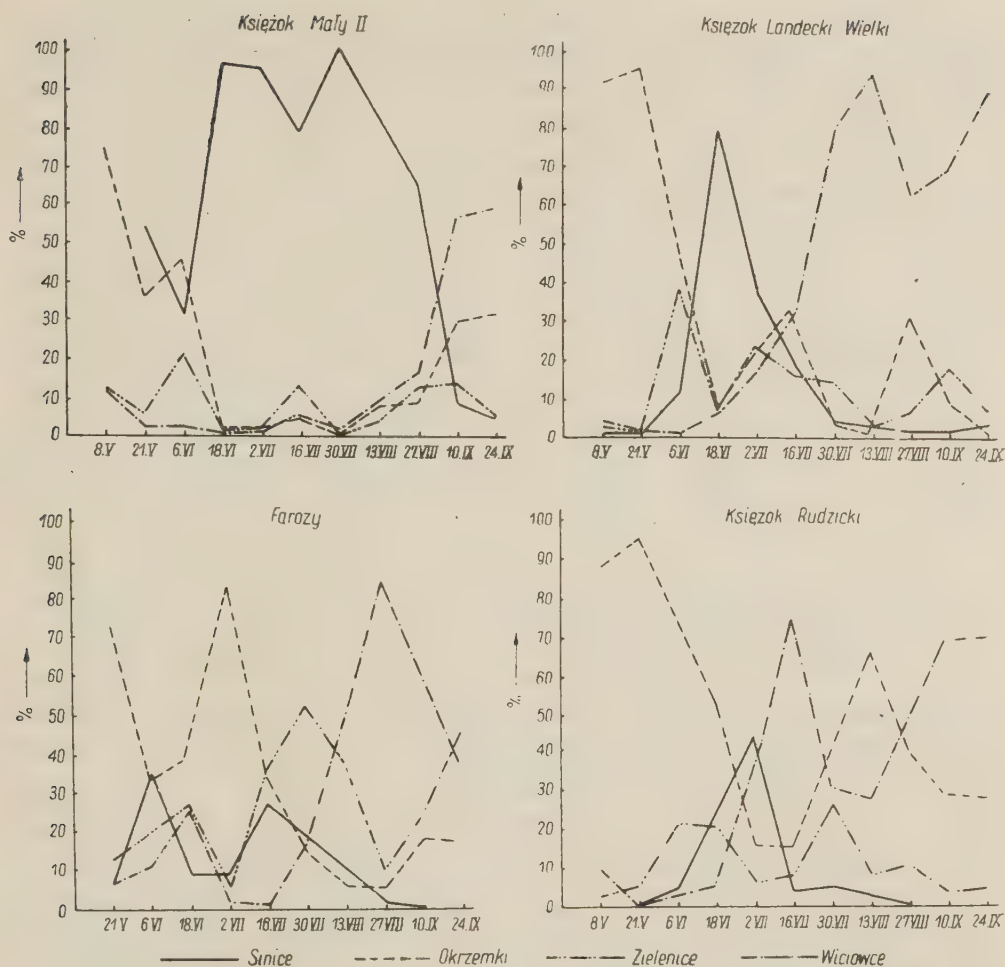
Ogółem pomijając *Batrachium aquatile* (L.) D. stopień porośnięcia Księżoka Rudzickiego przez rośliny wyższe ocenia się na 38%, w tym roślinności twardej 35%, a zaledwie 3% przypada na miękką. Wśród roślinności twardej dominuje *Phragmites communis* T.

*

Przy charakterystyce stawów pod względem roślinności wyższej korzystałam z materiałów mgr L. K r z e c z k o w s k i e j z Zakł. Biol. Stawów PAN w Krakowie, za co jej dziękuję.

PORÓWNANIE ZIELENIC Z INNYMI GRUPAMI FITOPLANKTONU

Ilość zielenic w badanych zbiornikach w stosunku do innych grup fitoplanktonu jest niewielka (wykres 1). Podobnie i sinice występują również w małej ilości. Wyjątek stanowi tu Księżok Mały II, w którym obserwowano na wiosnę bogaty rozwój *Anabaena spiroides*, a w ślad za nią postępujący zakwit *Microcystis aeruginosa*. Także i w Księżoku Landec-



Wykres 1. Porównanie zielenic badanych stawów z innymi grupami fitoplanktonu

kim W. w próbie z 18.VI zanotowano znaczne nasilenie ilościowe *Anabaena* sp.

We wszystkich badanych zbiornikach okrzemki i wiciowce odgrywają w planktonie znaczną rolę. Maksimum rozwojowe okrzemek przypada na wiosnę, później jej nasilenie ilościowe bądź znacznie maleje (tak jest w Książoku Landeckim W.), bądź też spada nieznacznie i tak utrzymuje się w ciągu całego okresu wegetacji np. w Książoku Rudzickim. Skład gatunkowy tej grupy w okresie wegetacyjnym ulega zmianie. Na wiosnę przeważają: *Synedra acus* i *S. ulna*, w okresie letnim i jesiennym dominiuje przede wszystkim *Melosira granulata*.

Wiciowce mają duże znaczenie w fitoplanktonie drugiej połowy lata i jesieni. Podobnie jak i okrzemki wykazują zastępowanie się gatunków

w obu okresach. W drugiej połowie lata przeważają: *Dinobryon* sp., głównie *D. divergens* i *D. stipitatum*, *Ceratium hirundinella*, *Trachelomonas* sp., głównie *T. volvocina*; w jesiennym planktonie maksimum rozwoju osiągają: *Synura uvella* i *Mallomonas caudata*.

Zauważono, że maksymalny rozwój *Ceratium* następuje w okresie zanikania okrzemek. Obserwacje te potwierdzają badania C a b e j s z e k (1950) oraz G u s i e w y (1952).

Jesienne występowanie *Synura uvella* obserwowano i na innych zbiornikach wodnych (H u b l e t - P a w ł o w s k a 1939).

Według niektórych badaczy (A l j e e w i M u d r i e c o w a 1937, G i e r a s i m o w 1936, G u s i e w a 1935, 1938, 1952, W e i m a n n 1935) istnieje zależność występowania poszczególnych glonów planktonowych od składu chemicznego wody. Szczegółowo zagadnieniem tym zajęła się G u s i e w a (1952), badając zakwity planktonowe zbiornika wchodzącego w system kanału łączącego rzeki Moskwę i Wołgę.

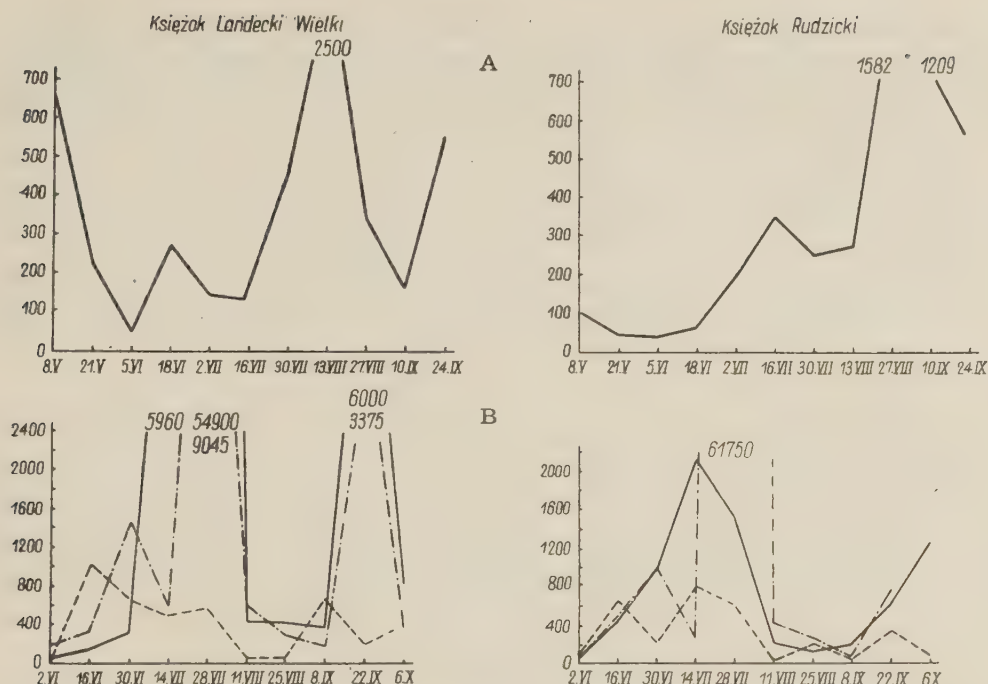
PORÓWNANIE ROZWOJU FITOPLANKTONU Z ROZWOJEM BAKTERII W CIĄGU OKRESU WEGETACJI NA BADANYCH STAWACH

Badania mikrobiologiczne przeprowadzono na dwóch (spośród opracowywanych przez nas pod względem algologicznym) stawach Księżoku Landeckim Wielkim i Księżoku Rudzickim (M a t u s i a k 1954).

K s i ę ż o k L a n d e c k i W. (kaczki) wykazuje dwa maksima rozwojowe bakterii: większe w drugiej połowie lipca, mniejsze w drugiej połowie września. Intensywniejszy rozwój fitoplanktonu obserwowano tu od zalania stawu (wykres 2), to jest od początku maja, po czym następuje jego spadek ilościowy, utrzymujący się do połowy lipca. W drugiej połowie lipca fitoplankton wykazuje tendencje rozwojowe, gwałtowny wzrost następuje w połowie sierpnia, następnie zaznacza się duży jego spadek. Jesień (druga połowa) odpowiada pod względem stanu ilościowego nasilenia rozwoju glonów planktonowych stanowi po zalaniu stawu.

Z przedstawionych wyżej danych widać, że w okresie intensywnego rozwoju bakterii rozwój fitoplanktonu jest średni (wykres 2 — 16.VII, 30.VII), maksymalny wzrost glonów planktonowych przypada na okres gwałtownego spadku bakterii (wykres 2 — 13.VIII).

K s i ę ż o k R u d z i c k i (kontrolny) posiada maksimum rozwoju bakterii w drugiej połowie lipca, po czym następuje ich spadek do nieznacznej ilości. Rozwój fitoplanktonu wykazuje dwie kulminacje: jedną niższą w połowie lipca, drugą wyższą w drugiej połowie sierpnia i na początku września. Podobnie jak w poprzednim stawie maksimum rozwoju bakterii odpowiada średnia ilość glonów planktonowych. Natomiast op-



Wykres 2. Krzywe rozwoju fitoplanktonu i bakterii dwóch badanych stawów. A — ilość glonów planktonowych na cm²; B — ilość drobnoustrojów na różnych stanowiskach i różnych głębokościach wg Matusiaka

timum rozwoju fitoplanktonu zbiega się z minimum rozwoju bakterii (wykres 2 — 27.VIII, 10.IX).

Konfrontując okresy maksimum i minimum rozwoju bakterii i fitoplanktonu badanych stawów zaobserwowano, że intensywny rozwój drobnoustrojów w y p r z e d z a optima rozwojowe glonów planktonowych.

Zaobserwowane stosunki między fitoplanktonem a bakteriami można by tłumaczyć konkurencją pokarmową między tymi dwoma grupami organizmów oraz wydzielaniem przez glony związków działających toksycznie na drobnoustroje.

Badania Artari w r. 1913 (cyt. Gusiewa 1952) oraz obserwacje Gusiewy (1952) wykazują, że większość glonów korzysta zarówno ze związków organicznych (podobnie jak bakterie), jak i nieorganicznych, jakkolwiek fitoplankton może obchodzić się bez pierwszych. Z badań Gusiewy (1952) wynika, że zapotrzebowanie na związki organiczne jednej bakterii jest 10—25 razy większe niż w tym samym czasie zapotrzebowanie komórki glonu przy wspólnej hodowli tych dwóch organizmów. Według Dijanowej i Worosziłowej (1937) usunięcie planktonu przez filtracje z izolowanych prób pochodzących z Morza Kaspijskiego zwiększa nagromadzenie bakterii — rozwój ich

zachodzi tu głównie na koszt rozpuszczonych związków organicznych. W próbach takich z jednej strony drobnoustroje są pozbawione konkurencji pokarmowej glonów, z drugiej zaś brak zooplanktonu żywiącego się między innymi bakteriami prowadzi do nagromadzenia tych ostatnich.

W świetle powyższych badań wydaje się prawdopodobne, że intensywny rozwój bakterii poprzedzający rozwój fitoplanktonu jest związany z małą konkurencją pokarmową glonów. Maksimum rozwojowe fitoplanktonu przypada na okres największego spadku bakterii. Wiąże się to prawdopodobnie z wydzielanymi przez glony związkami działającymi toksycznie na bakterie (P r a t t a. F o n g, 1940 — cyt. G u s i e w a 1952).

Prawdopodobnie ma tu pewne znaczenie i konkurencja pokarmowa. W okresie bowiem intensywnego rozwoju fitoplanktonu, kiedy ilość komórek glonów przewyższa znacznie ilość komórek drobnoustrojów, wykorzystanie związków organicznych przez fitoplankton następuje znacznie szybciej niż przez bakterie. Bakterie potrzebujące do swego rozwoju większych od glonów ilości związków organicznych mają mniejsze szanse wytrzymania tej konkurencji.

Analizując krzywe rozwoju bakterii i fitoplanktonu badanych zbiorników, obserwujemy na jesieni po spadku ilości glonów — zwyżkę drobnoustrojów. Prawdopodobnie zachodzi ona na koszt związków wydzielanych w czasie rozkładu fitoplanktonu.

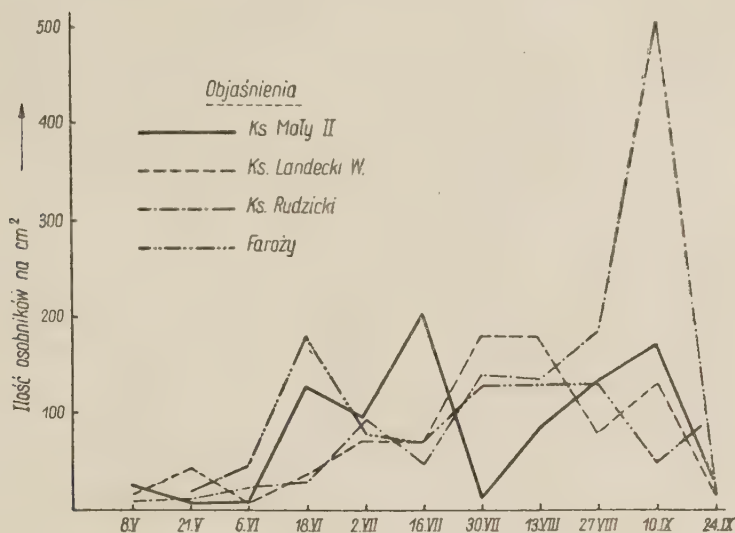
SZCZEGÓŁOWA ANALIZA BADANYCH STAWÓW

Analiza krzywej frekwencji zielenic Księżoka Małego II

Okres pełnego rozwoju zielenic (wykres 3) przypada od drugiej połowy czerwca do pierwszej połowy września. Wiosna oraz jesień wykazują obniżkę produkcji tej grupy. Jeżeli spojrzymy na listę gatunków (tabela 2) okresu wiosennego i porównamy ją z wykazem gatunków pełnego rozwoju, zauważymy istotną różnicę ilościową. Podczas gdy wiosną (8.V—6.VI) znaleziono 43 gatunki zielenic, to w pełni lata (18.VI—27.VIII) spotkano 71, a więc blisko dwa razy tyle. Próbę z 18.VI zaliczono dlatego do letnich, ponieważ skład gatunkowy zielenic w niej zbliżony jest do letniego. Jesień natomiast wykazuje zubożenie gatunkowe zielenic (27 gat.). Analizując ich skład gatunkowy w ciągu całego badanego okresu stwierdzamy, że inny jest wiosną, inny latem, a jeszcze inny jesienią. Sposób zachowania się gatunków wiosennych jest różny:

1. Pewne gatunki z początkiem wiosny opanowują środowisko wodne i w tym okresie dochodzą do maksimum rozwoju, a z nastaniem lata, kie-

dy skład gatunkowy zielenic wzbogaca się — zanikają. Przykładem tego rodzaju zachowania się jest w omawianym stawie *Ankistrodesmus falcatus*, stanowiący 21.V — 33%, a malejący w VIII do 0,5%.



Wykres 3. Krzywe frekwencji zielenic na podstawie szczegółowej analizy materiału

2. Inne gatunki rozpoczynają na wiosnę okres rozwoju i stopniowo zwiększają udział w fitoplanktonie zbiornika z nastaniem lata. Tak zachowuje się *Dictyosphaerium pulchellum*, częściowo *Crucigenia rectangularis*, rodz. *Scenedesmus*, zwiększający się zarówno jakościowo, jak i ilościowo.

3. Wreszcie trzecia grupa, występująca w minimalnej ilości w ciągu całego okresu wegetacji, nie ulega poważniejszym wahaniom ilościowym, np. *Crucigenia Tetrapedia* i inne.

We wszystkich badanych stawach mniej więcej te same gatunki zielenic rozpoczynają rozwój planktonu roślinnego.

Formami, które pierwsze opanowują środowisko wodne, są:

1. *Ankistrodesmus falcatus*,
2. *Actinastrum Hantzschii*,
3. rodz. *Scenedesmus* — głównie *S. quadricauda*,
4. *Dictyosphaerium pulchellum*.

Obserwacje powyższe są zgodne ze spostrzeżeniami Humblet-Pawłowskiej (1939), która w osadniku na Stacji Pomp Rzecznych w Warszawie znalazła podobne stosunki.

T a b e l a 2

Lista gatunków zielenic znalezionych w Księżoku Małym II

Gatunki występujące	D a t y p o ł o w ó w											
	8.V	21.V	6.VI	18.VI	2.VII	16.VII	30.VII	13.VIII	27.VIII	10.IX	24.IX	Frekwencja osobników na cm ²
	25	7	8	130	93	200	9	80	130	170	36	
Procentowe występowanie gatunków												
<i>Actinastrum Hantzschii</i> Lag.	14	11	7	9,5	11,5	0,5	1	1,5	1			
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (C.) R.	30	33	14	2,5	6	0,5	1	1	0,5			
<i>Ankistrodesmus spiralis</i> (T.) Lemm.		1	2									
<i>Coelastrum microporum</i> Näg.		2	2	0,5	1,5	2	9,5	3,5	2	1,5	1	
<i>Coelastrum reticulatum</i> (D.) Senn.						16		1,5	3,5		2	
<i>Characium gracilipes</i> Lamb.							5,5					
<i>Characium limneticum</i> Lemm.			2	0,5	0,5		11		0,5	2	1	
<i>Crucigenia quadrata</i> Morren	1			0,5				0,5	4	4		
<i>Crucigenia rectangularis</i> (Näg.) Gay	2	11	7	8	0,5			4	23	35		
<i>Crucigenia Tetrapedia</i> (K.) W. & G. S. West	2	2	0,5	0,5				0,5	0,5	6	11,5	
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood	11	4	18	33	26,5	23	1	12,5	2,5	4	4	
<i>Dictyosphaerium Ehrenbergianum</i> Näg.	1			1,5	0,5	4	0,5	0,5				
<i>Eudorina elegans</i> (L.) Ehr.	3				0,5	0,5	1		1	0,5	2	
<i>Gleocystis ampla</i> Ktz.												
<i>Gleocystis planctonica</i> (W. et G. S. West) Lemm.					0,5	7,5		1,5	3,5			
<i>Kirchneriella contorta</i> (Schm.) Bohl.			3						1,5	0,5		
<i>Kirchneriella lunaris</i> (K.) Mob.		1			0,5				0,5	0,5	1	
<i>Kirchneriella obesa</i> (W. W.) Schm.									0,5			
<i>Lagerheimia ciliata</i> (L.) Chodat			1	0,5	0,5				0,5			
<i>Lagerheimia genevensis</i> Chodat					0,5							
<i>Lagerheimia subsalsa</i> Lemm.				4,5	4,5		2	2,5	1,5	0,5		
<i>Lagerheimia wratislavenensis</i> Schroeder								2	1	1		
<i>Oocystis Borgei</i> Snow												

Tabela 2 (c. d.)
Lista gatunków zielenic znalezionych w Księżoku Małym II

Gatunki występujące	D a t y p o j a w ó w											
	8.V	21.V	6.VI	18.VI	2.VII	16.VII	30.VII	13.VIII	27.VIII	10.IX	24.IX	
	Frekwencja osobników na cm²											
	25	7	8	130	93	200	9	80	130	170	36	
	Procentowe występowanie gatunków											
<i>Tetraëdron limneticum</i> Borge	1	2	3	0,5 2,5			1	0,5	0,5	6,5	4	
<i>Tetraëdron minimum</i> (A. Br.) Hansg.												
<i>Tetraëdron muticum</i> (A. Br.) Hansg.												
<i>Tetraëdron regulare</i> Chodat					1 0,5 0,5				1			
<i>Tetraëdron regulare</i> var. <i>Incus</i> Teil.		1	1									
<i>Tetraëdron planctonicum</i> G. M. Smith												
<i>Tetraëdron Schmidlei</i> (Schroed.) Lemm.								0,5	1		1,5	
<i>Tetraëdron trigonum</i> (Nag.) Hansg.	1			1				0,5		0,5		
<i>Tetraëdron trigonum</i> var. <i>gracile</i> (Reinsch) de Toni				0,5							1	
<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i> (Schroeder) Lemm.												
<i>Volvox aureus</i> Ehr.	2	1	1				13	3	0,5	1	7	
<i>Westella botryoides</i> (W. W.) de Wild.				1				10,5	1,5	4		
					2			2,5	1,5	0,5	1	

Gatunki zielenic, które znaleziono bądź oznaczono poza okazami liczonymi

Actinastrum Hantzschii var. *fluvatile* Schroeder

Pediastrum Boryanum var. *granulatum* (Kutz.) Al. Braun

Oocystis gloeocystiformis Borge

Pediastrum muticum var. *longicorne* Racib.

Scenedesmus acuminatus (Lag.) Chodat

Scenedesmus arcuatus Lemm.

Scenedesmus quadricauda var. *dispar* Breb.

Scenedesmus sp.?

Tetraëdron minimum forma *apiculatum* Reinsch

Wykreśloną krzywą frekwencji zielenic możemy podzielić pod względem ilościowego występowania na trzy odcinki:

1. 8.V—6.VI — wiosna,
2. 18.VI—10.IX — lato,
3. 24.IX — jesień.

Próbę z 10.IX zaliczono jeszcze do okresu letniego ze względu na dużą produkcję zielenic, równającą się okresowi pełnego lata.

W pierwszym okresie na krzywą rozwoju zielenic składają się przede wszystkim licznie występujące: *Ankistrodesmus falcatus*, *Actinastrum Hantzschii*, *Scenedesmus quadricauda* i *Dictyosphaerium pulchellum*.

Z początkiem czerwca zaczyna się pojawiać *Anabaena spiroides*, a w ślad za nią masowo *Microcystis aeruginosa*, co nie hamuje rozwoju zielenic. Charakter specyficzny, odróżniający plankton tego stawu od innych, nadają mu: *Coelastrum reticulatum*, pojawiający się gwałtownie w połowie lipca i równie szybko zanikający, oraz *Sphaerocystis Schroeteri* i *Lagerheimia wratislavensis*, występująca tu wyjątkowo w dużych ilościach. Wymienione gatunki, jakkolwiek nie występujące masowo, wyodrębniają plankton tego zbiornika od innych. Jeżeli dodamy do nich *Volvox aureus*, *Characium limneticum*, *Pediastrum* sp., *Scenedesmus* sp. i *Dictyosphaerium pulchellum*, to uzyskamy obraz zielenic w okresie letnim. Otrzymane punkty pozwalające na wykreślenie krzywej są tylko bardzo ogólnym obrazem rozwoju zielenic. Szereg bowiem kolonii, takich jak *Dictyosphaerium pulchellum*, *Crucigenia rectangularis*, *Ankistrodesmus falcatus*, w materiale konserwowanym ulega rozpadnięciu i wówczas trudno ocenić, czy stosunkowo mała kolonia jest częścią rozpadniętej, czy też jest taką normalnie. I tak np. *Dictyosphaerium pulchellum* mniej więcej w 50 procentach to kolonie o czterech komórkach, a pozostałe kolonie mają 8—16 lub więcej komórek. Pod koniec lipca następuje, jak zaznaczono na wykresie, spadek zielenic. W tym też czasie *Microcystis aeruginosa* dochodzi do szczytu rozwoju. Glony planktonowe w próbie z tego okresu nie osadzają się, w całym słupku próbowki sinica ta tworzy gęsty, niebieski zakwit (wykres 1 i 3). W świetle powyższych danych lipcowy spadek zielenic należy rozumieć nie jako bezwzględne obniżenie ich ilości, ale na skutek zakwitu obniżenie ich udziału w stosunku do całego fitoplanktonu.

Próbę z 24.IX możemy uważać za początek jesieni. Następuje spadek jakościowy i ilościowy. Czym możemy tłumaczyć to obniżenie krzywej zielenic? W okresie tym następuje zwyżka wiciowca *Mallomonas caudata* i okrzemki *Melosira granulata*; jest prawdopodobne, że notowany jesienny spadek zielenic jest związany z ich intensywnym rozwojem, podobnie jak przy masowym rozwoju sinic. Przemawiałby za tym fakt, że

T a b e l a 3 (c. d.)

Lista gatunków zielenic znalezionych w Ferozým

[illegible]

Gatunki zielenic, które znaleziono bądź oznaczono poza okazami liczonymi.

Ankistrodesmus falcatus var. *acicularis* (A. Br.) G. S. West *Pediastrum biradiatum* var. *emarginatum* A. Br.

Ankistrodesmus falcatus var. *duplex* (Kg.) G. S. West
'*Pediastrum obovatum* (Ehr.) A. Br.

Dimorphococcus lunatus A. Br.

Elaktotrix viridis (Snow) Printz

Scenedesmus quadricornis Chodat

Tabela 4

Lista gatunków zielenie znalezionych w Księżoku Landeckim Wielkim

	D a t y p o ł o w ó w											
	8.V	21.V.	6.VI	18.VI	2.VII	16.VII	30.VII	13.VIII	27.VIII	10.IX	24.IX	
	Frekwencja osobników na cm ²											
G a t u n k i w y s t ę p u j ą c e	19	43	10	36	75	69	180	180	80	130	15	
	Procentowe występowanie gatunków											
<i>Actinastrum Hantzschii</i> Lag.	16	3	11	4	7,5	1	0,5	1	1	1,5	1	
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (C.) Ralfs		5	2	2		4,5	1	1				
<i>Ankistrodesmus spiralis</i> (T.) Lemm.				1	2	0,5	2	2,5	2	4		
<i>Coelastrum microporum</i> Näg.	1	2	1	1			0,5		1	0,5	1	
<i>Coelastrum reticulatum</i> (D.) Senn							1					
<i>Characium gracilipes</i> Lamb.			35	54	13	6	5	1,5	4	1,5		
<i>Characium limneticum</i> Lemm.	1											
<i>Chodatella quadriseta</i> Lemm.		5				2	3	1,5	0,5			
<i>Crucigenia quadrata</i> Morren	1	21	1	11	8	1	6	3,5	9	17,5	17	
<i>Crucigenia rectangularis</i> (Näg.) Gay												
<i>Crucigenia Tetrapedia</i> (Kirch.) W. & G. S.				1	0,5		0,5		0,5	3,5		
West		2	1	1		4,5	3	15,5	1	5	1	
<i>Dictyosphaerium Ehrenbergianum</i> Näg.			1			36	27	13	17	8	3	
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood.	12	15	4		6	1,5			1	0,5		
<i>Elaktothrix gelatinosa</i> Wille					0,5	5	8	19	15	1	17	
<i>Eudorina elegans</i> (L.) Ehr.	1				2,5							
<i>Gleocystis ampla</i> Ktz.												
<i>Gleocystis planctonica</i> (W. et G. S. West) Lemm.	3,5		1					1,5	0,5	0,5		
<i>Kirchneriella contorta</i> (Schmidle) Bohlin												
<i>Kirchneriella obesa</i> (W. W.) Schmidle									1,5	0,5		
<i>Lagerheimia ciliata</i> (Lag.) Chodat									0,5	0,5		
<i>Lagerheimia Droescherii</i> (Lemm.) Printz												
<i>Lagerheimia wratislavenensis</i> Schroeder								2,5				
<i>Oocystis Borgei</i> Snow				1			0,5			0,5		

T a b e l a 4 (c. d.)

Lista gatunków zielenic znalezionych w Księżoku Landeckim Wielkim

[illegible]

T a b e l a 4
 Lista gatunków zielenic znalezionych w Księżoku Landeckim Wielkim

Gatunki występujące	D a t y p o ł o w ó w											
	8.V	21.V	6.VI	18.VI	2.VII	16.VII	30.VII	13.VIII	27.VIII	10.IX	24.IX	
	Frekwencja osobników na cm²											
	19	43	10	36	75	69	180	180	80	130	15	
	Procentowe występowanie gatunków											
<i>Tetraëdron limneticum</i> Borge				1		0,5						
<i>Tetraëdron hastatum</i> (Rein.) Hansg.	2	9	8	3	3,5	1	0,5	0,5	4,5	1	1	
<i>Tetraëdron minimum</i> (A. Br.) Hansg.					1			0,5				
<i>Tetraëdron regulare</i> Chodat				1	0,5	0,5	1	1	1,5	0,5	1	
<i>Tetraëdron trigonum</i> (Näg.) Hansg.	1	2					0,5					
<i>Tetraëdron victorieae</i> Wolos.							1	1		1		
<i>Tetrastrum heteracanthum</i> (N.) Chodat												
<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i> (Schroeder)	2	4			0,5		0,5		0,5			
Lemm.	20	4	2	2	3	1,5	2,5	1,5	1	6,5		
<i>Westella botruoides</i> (W. W.) de Wild.			1		7	13	15	5,5	4	13,5		
<i>Volvox aureus</i> Ehr.												

Gatunki zielenic, które znaleziono bądź oznaczono poza okazami liczonymi

Actinastrum Hantzschii var. *fluvatile* Schroeder
Ankistrodesmus falcatus var. *acicularis* (A. Br.) G. S. West
Nephrocystium Agardhianum Näg.
Oocystis Novae-Semliae forma major Wille
Scenedesmus abundans (Kirch.) Chodat
Scenedesmus brasiliensis Bohlin
Selenastrum gracile Reinsch
Schroederia Judayi G. M. Smith
Tetraëdron minimum forma *apiculatum* Reinsch

w Farożym, w którym na jesieni krzywa wiciowców jest najniższa ze wszystkich badanych stawów, zielenice utrzymują się w znacznej ilości, największej w tym czasie w porównaniu z innymi zbiornikami.

Występowanie *Mallomonas caudata* świadczyłoby o zmianach chemizmu wody korzystnych dla tego gatunku, a być może hamujących rozwój zielenic. Brak odpowiednich danych nie pozwala osądzić, który z wymienionych czynników ma znaczenie zasadnicze.

Analiza krzywej frekwencji zielenic w Farożym
(wykres 3)

Rozpatrując skład gatunkowy zielenic (tabela 3) i ich występowanie zauważamy, że w maju przeważa *Actinastrum Hantzschii* dochodzący aż do 89% całej grupy i notowany jest w Farożym wyłącznie w tej jednej próbie, podczas gdy w Księżoku Małym II, jakkolwiek posiada optimum rozwojowe także na wiosnę, to jednak utrzymuje się przez całe lato. Po cząwszy od czerwca wzbogaca się jakościowo grupa zielenic *Ankistrodesmus falcatus* 21%, *Dictyosphaerium pulchellum* 12%, *Pandorina morum* 9,5%, *Scenedesmus bijugatus* 8,5%, *Sorastrum spinulosum* 8% oraz *Oocystis solitaria* 20%, występująca wyłącznie w postaci pojedynczych komórek. W drugiej połowie lata zmienia się nieco skład jakościowy zielenic. Następuje rozwój niektórych gatunków, dotąd występujących w znikomej ilości. Rozwija się gwałtownie od połowy sierpnia *Eudorina elegans*, stanowiąca 13.VIII — 59% zielenic i utrzymująca się aż do spuszczenia stawów w dużej ilości, bo do 35%. Drugim gatunkiem, który także istotnie wpływa na charakter planktonu w drugiej połowie lata, jest *Volvox aureus*, maksimum którego (25%) następuje 30.VII. Rozwój tego ostatniego jest krótki, trwa zaledwie przez około jeden miesiąc, rozwój *Eudorina elegans* gwałtowny od 13.VIII i trwa dłużej, bo do jesieni, do spuszczenia stawu. Rozwojowi *Eudorina elegans* towarzyszy *Ankistrodesmus falcatus*, a częściowo i *Crucigenia rectangularis*.

Analiza krzywej frekwencji zielenic w Księżoku Landeckim Wielkim
(wykres 3)

Rozwój jakościowy zielenic w stawie tym poprzedza wzrost ilościowy tej grupy. Wzbogacenie bowiem w gatunki (tabela 4) następuje z początkiem lipca, podczas gdy intensywny rozwój ilościowy zielenic ma miejsce pod koniec tegoż miesiąca. Bogactwo gatunkowe zielenic utrzymuje się do połowy września, pod koniec miesiąca maleje. Wśród majowych zielenic dominują: *Actinastrum Hantzschii*, *Crucigenia rectangularis*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Westella botryoides*, *Scenedesmus*

quadricauda. Z początkiem okresu letniego wyżej wspomniane gatunki ilościowo ubożają, a na ich miejsce wchodzi nowe dominanty, takie jak *Characium limneticum*, *Oocystis solitaria*. Równocześnie z osiągnięciem maksimum rozwoju letniego zielenic zaznacza się poważny wpływ rodz. *Scenedesmus*, który wzbogaca się zarówno jakościowo, jak i ilościowo i wykazuje w tym czasie największe zróżnicowanie gatunkowe. Spośród innych zielenic dominuje *Volvox aureus* i *Eudorina elegans*. Pod jesień ogólnie spada liczba gatunków oraz ich ilościowe nasilenie. Z dominantów jesiennych wymienić należy: *Crucigenia rectangularis*, *Eudorina elegans*, *Scenedesmus quadricauda* i *Scenedesmus bijugatus*.

Analiza krzywej frekwencji zielenic Księżoka Rudzickiego (wykres 3)

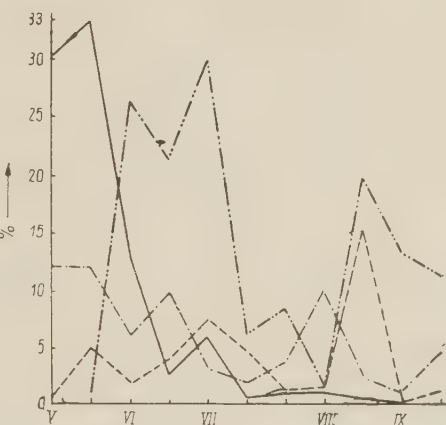
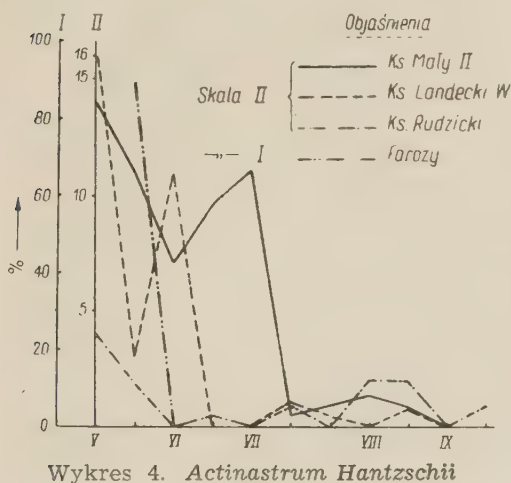
Zielenice majowe wykazują małe zróżnicowanie gatunkowe (tabela 5). Ilościowo przeważają: *Ankistrodesmus falcatus*, *Scenedesmus quadricauda*, *S. abundans*. *Actinastrum Hantzschii* nie odgrywa większej roli, w przeciwieństwie do fitoplanktonu innych stawów. Z początkiem czerwca następuje wzbogacenie jakościowe zielenic, dominuje *Characium limneticum*. Z nastaniem pełni lata udział gatunków przeważających w zielenicach planktonu majowego maleje, a rozwijają się inne formy nadające mu nowy charakter: *Eudorina elegans*, *Dictyophaerium pulchellum*, *Crucigenia rectangularis*, *Volvox aureus*. Skład gatunkowy zielenic planktonowych późnego lata i jesieni jest podobny, a różny od pełni lata, mimo że zróżnicowanie jakościowe i nasilenie ilościowe w tym czasie maleje. Na pierwszy plan wysuwa się *Crucigenia rectangularis* osiągająca 10. IX maksimum nasilenia. Tej to formie należy przypisać gwałtowny skok krzywej frekwencji w tym czasie. W jesiennym planktonie zielenic ma również duże znaczenie *Scenedesmus quadricauda*.

PORÓWNANIE WYSTĘPOWANIA DOMINUJĄCYCH ZIELENIC W OKRESIE WEGETACYJNYM

Actinastrum Hantzschii L a g.

Okres wegetacyjny tego gatunku w badanych stawach trwa V—IX. Intensywniejszy jego rozwój następuje wiosną (Ks. Mały II, Faroży, Ks. Landeck W.). W a w r z y n i a k (1931) stwierdza jego obecność w stawach Wielkopolski w miesiącach letnich VII—IX i sporadycznie II, III, H u m b l e t - P a w ł o w s k a (1939) podaje występowanie tej formy w IX. W materiale badanym przeważa *Actinastrum Hantzschii* var. *fluviale* o ostro zakończonych końcach komórek. Kolonie zbudowane z róż-

nej ilości komórek: 4—8. Spotykano kolonie czterekomórkowe, w innych wypadkach tylko ośmiokomórkowe. Długość komórek waha się 14—26 μ ; szer. 2—3 μ (wykres 4).



Wykres 5. *Ankistrodesmus falcatus*
(objaśnienia jak w wykresie 4)

Ankistrodesmus falcatus (C.) Ralfs

Forma występująca przez cały okres wegetacji (wykres 5). Wykazuje dwa maksima rozwojowe: jedno — wiosna, wczesne lato, drugie — druga połowa lata. Wiosenna kulminacja tego gatunku osiąga większe wartości — dochodzi do 33% ogólnej ilości zielenic (Ks. Mały II). Gatunek ten spotykano głównie w postaci pojedynczych komórek. Trudno ocenić, czy pochodziły one z rozpadniętych kolonii, czy też występowały tak normalnie. Zarówno długość, jak i szerokość waha się w obszernych granicach: dł. 22,9—79 μ ; szer 3—4,5 μ . W a w r z y n i a k (1923, 1924, 1931) spotyka tę formę na stawach i jeziorach Wielkopolski w miesiącach IV, VIII, IX, XI, II; W e i m a n n (1938) na stawach w Miliczu stwierdza jej występowanie w IV—VII i IX; H u m b l e t - P a w ł o w s k a (1939) obserwuje rozwój tego gatunku w osadniku na Stacji Pomp Riecznych w Warszawie w okresie od wiosny do jesieni (IV—VIII) i sporadycznie w I. Podobne obserwacje przeprowadziła B u r s c h (1953) badając fitoplankton w Müggelsee.

Dictyosphaerium pulchellum W o o d.

Optimum rozwoju osiąga w okresie letnim (wykres 6), stanowiąc 35% znalezionych w tym czasie zielenic. Stanowi ważny składnik fitoplanktonu wszystkich badanych stawów w całym okresie wegetacji. Po-

T a b e l a 5

Lista gatunków zielenic znalezionych w Księżoku Rudziokim

	D a t y p o ł o w ó w										
	8.V	21.V	6.VI	18.VI	2.VII	16.VII	30.VII	13.VIII	27.VIII	10.IX	24.IX
G a t u n k i w y s t ę p u j ą c e	Frekwencja osobników na cm ²										
	12	13	21	30	87	47	143	133	182	500	19
	Procentowe występowanie gatunków										
<i>Actinastrum Hantzschii</i> Lag.	4	2		0,5		1		2,5	2		1
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (C.) Ralfs	13	13	6	9,5	3	2	3,5	9,5	2,5	1	4
<i>Ankistrodesmus spiralis</i> (T.) Lemm.				1			1	4,5			1
<i>Characium gracilipes</i> Lamb.				5	1,5		0,5				
<i>Characium limneticum</i> Lemm.	1	1	16	17,5	4	0,5					
<i>Coelastrum microporum</i> Näg.			2	2,5	2	3	3,5	2,5	2	0,5	1
<i>Coelastrum proboscideum</i> Bohlén				1		0,5		0,5		0,5	
<i>Coelastrum reticulatum</i> (D.) Senn	1		0,5			2,5	5	0,5			2
<i>Crucigenia quadrata</i> Morren				0,5	0,5	0,5	8,5	3	2	1,5	
<i>Crucigenia rectangularis</i> (Näg.) Gay	2	1	21	4	1,5	1	18,5	19	27,5	35	32
<i>Crucigenia Tetrapedia</i> (Kirch.) W. & G. S. West.			1	1,5	0,5	0,5	0,5	2,5	2,5	2	1
<i>Dictyosphaerium Ehrenbergianum</i> Näg.					1	1	1,5	0,5	0,5		
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood.	4	1	6	5	21,5	9	10,5	5	4	2	
<i>Elaktoitrix gelatinosa</i> Wille						1					
<i>Eudorina elegans</i> (L.) Ehr.		2	1,5	2	20,5	17		0,5			
<i>Gleocystis ampla</i> Kütz.			0,5		1,5						
<i>Kirchneriella contorta</i> (Schmidle) Bohlén											
<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirch.) Möb.								2	0,5		
<i>Kirchneriella obesa</i> (W. W.) Schmidle					0,5	0,5		0,5	0,5		
<i>Lagerheimia ciliata</i> (Lag.) Chodat						0,5					
<i>Lagerheimia wratislavensis</i> Schroeder											
<i>Oocystis Borgei</i> Snow			1					0,5	1,5	2,5	
<i>Oocystis lacustris</i> Chodat			0,5	2							
<i>Oocystis parva</i> W. & G. S. West				0,5	0,5						1

T a b e l a 5 (c. d.)

Lista gatunków zielenic znalezionych w Księżoku Rudzikim

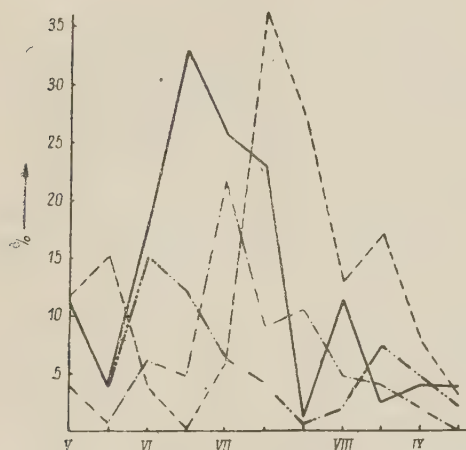
[illegible]

T a b e l a 5 (c. d.)
Lista gatunków zielenic znalezionych w Księżoku Rudzickim

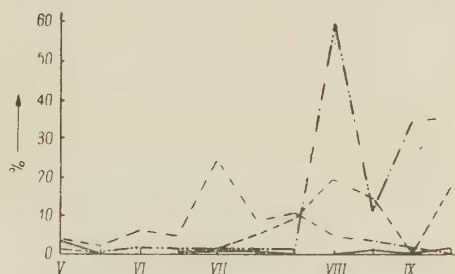
Gatunki występujące	D a t y p o ł o w ó w											
	8.V	21.V	6.VI	18.VI	2.VII	16.VII	30.VII	13.VIII	27.VIII	10.IX	24.IX	
	Frekwencja osobników na cm²											
	12	13	21	30	87	47	143	133	182	500	19	
Procentowe występowanie gatunków												
<i>Scenedesmus platydiscus</i> (G. M. Smith) Chodat				0,5	3,5	3,5	3	1	2			
<i>Schroederia Judayi</i> G. M. Smith				1	1							
<i>Sorastrum spinulosum</i> Näg.				0,5	0,5	0,5				0,5		
<i>Sphaerocystis Schroeteri</i> Chodat	2	4,5	4,5		1	5	0,5	0,5	2,5	1,5		
<i>Tetraëdron caudatum</i> (C.) Hansg.		1	1,5		0,5			2				
<i>Tetraëdron hastatum</i> (Reinsch.) Hansg.								0,5				
<i>Tetraëdron limneticum</i> Borge	1			2	1	0,5	0,5	3	3,5	3	3	
<i>Tetraëdron minimum</i> (A. Br.) Hansg.	1		4,5		0,5	1	1,5		0,5		1	
<i>Tetraëdron planctonicum</i> G. M. Smith			0,5		1	1,5			0,5			
<i>Tetraëdron regulare</i> Chodat								2	3,5	1		
<i>Tetraëdron regulare</i> var. <i>Incus</i> Teil		1					4,5	1,5	0,5			
<i>Tetraëdron Schmidlei</i> (Schroeder) Lemm.			1	1		1	0,5				1	
<i>Tetraëdron trigonum</i> (Näg.) Hansg.	1											
<i>Tetraëdron trigonum</i> var. <i>gracile</i> (Reinsch) de Toni												
<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i> (Schroed.) Lemm.					0,5	0,5	0,5	1	1,5	0,5	2	
<i>Westella botryoides</i> (W. W.) de Wild	6	5	2,5	0,5	1,5	1	2,5	0,5	0,5	5,5		
<i>Volvox aureus</i> Ehr.		15		7,5	14,5	8	1,5	1	1,5	1	1	

Gatunki zielenic, które znaleziono bądź oznaczono poza okazami liczonymi.
Dimorphococcus lunatus A. Br.
Lagerheimia genevensis Chodat
Tetraëdron gracile (Reinsch) Hansg.

podobne występowanie stwierdził W e i m a n n (1938) w stawach w Miłliczu. Spotykano kolonie o przekroju wahającym się w granicach 4,3—6,6 μ . Znalezione kolonie rzadko tylko wykazywały wyraźną osłonkę galaretowatą.



Wykres 6. *Dictyosphaerium pulchellum* (obj. jak w wykresie 4)



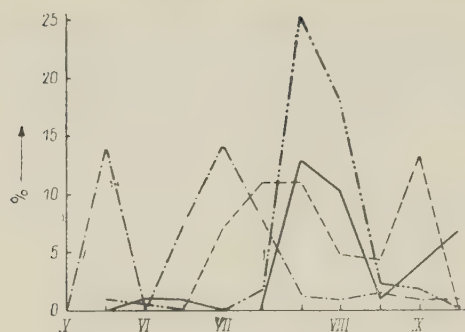
Okres 7. *Eudorina elegans* (objaśnienia jak w wykresie 4)

Eudorina elegans (L.) Ehr.

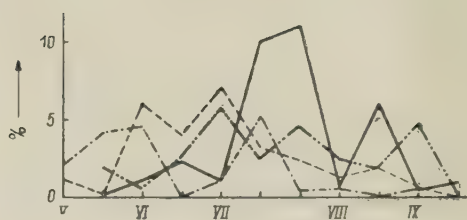
Występuje przez cały okres wegetacji dochodząc do kulminacji w połowie lata: VII—VIII (wykres 7). Największe nasilenie rozwoju osiąga w Farózym, gdzie w okresie maksimum (VIII) stanowi 60% zielenic. W jesieni następuje w Farózym i Ks. Landeckim W. powtórne nasilenie rozwoju, ale znacznie niższe niż w okresie letnim. Występowanie jej jest zgodne ze spostrzeżeniami A p s t e i n a (1896 cyt. za W a w r z y n i a k i e m (1931). Z a c h a r i a s (1894), S c h a e d e l stwierdzają jej największy rozwój w miesiącach ciepłych, minimalny zaś w okresach chłodnych. Odmienne występowanie *Eudorina elegans* obserwuje W a w r z y n i a k (1923) w jesieni i w zimie z maksimum produkcji w XII.

Volvox aureus Ehr.

Okres intensywnego rozwoju przypada na miesiące letnie: VII—VIII. Największy jego wzrost obserwujemy w Farózym, gdzie w czasie kulminacji stanowi 25% zielenic (wykres 8).



Wykres 8. *Volvox aureus* (objaśnienia jak w wykresie 4)



Wykres 9. *Sphaerocystis Schroeteri* (objaśnienia jak w wykresie 4)

Sphaerocystis Schroeteri Choda t

Gatunek ten, występujący w badanych stawach w znikomej ilości, w Ks. Małym II nadaje zasadniczy charakter całemu planktonowi zielonowemu. Większość spotykanych okazów to kuliste kolonie o 8 komórkach, przeważnie ułożonych w sposób dwojaki: albo komórki zbite są w środku osłonki galaretowatej, tak że tworzą coś w rodzaju kuli (Tablica III, rys. 43), bądź też poszczególne komórki ułożone są w różnych płaszczyznach galaretowatej kulistej otoczki. Oprócz tego rodzaju kolonii spotykano galaretowate skupienia nieokreślonego kształtu z ośmiu komórkami bezładnie rozrzuconymi (Tabl. III, rys. 44). Te ostatnie jednak mają minimalną frekwencję. W miarę rozwoju kolonii *Sphaerocystis Schroeteri* komórki zaczynają się dzielić (Tab. III, rys. 45), wytwarzają się kolonie wtórne, składające się przeważnie z ośmiu komórek (Tab. III, rys. 46), jakkolwiek spotykano i szesnastokomórkowe. Komórki nowopowstałe mają kształt kulisty bądź wydłużony. Zaobserwowano, że nowopowstałe kolonie, występujące jeszcze w osłonce galaretowatej kolonii macierzystej, nie zawsze, ale często są okryte otoczką widoczną wyraźnie bez podbarwienia, która bądź otacza całą nowopowstałą kolonię, bądź tylko jej część (Tab. III, rys. 47). Jednocześnie z zachodzącym podziałem komórek macierzystych osłonka galaretowata otaczająca kolonię ulega ześluzowaceniu, kulisty kształt jej ztraca się i gatunek osiąga wówczas stadium Palmelli. W stadium tym w wypadku zetknięcia się kilku kolonii *Sphaerocystis Schroeteri* następuje połączenie ich ześluzowaciałych powłok galaretowatych i w ten sposób powstają duże, kilukolonialne skupienia galaretowate, bezkształtne, bez zaznaczenia granic poszczególnych kolonii. Takie ześluzowacenie galaret otaczających kolonie macierzyste umożliwia uwolnienie się potomnych kolonii.

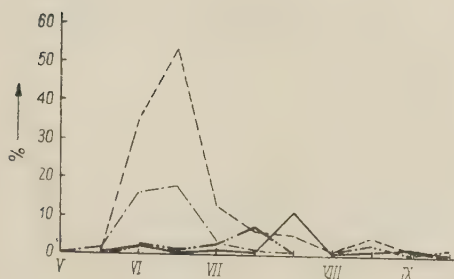
Sphaerocystis Schroeteri występuje VI—IX osiągając 30.VII maksimum rozwoju (wykres 9).

Characium limneticum Lemm. i *Schroederia Judayi* G. M. Smith.

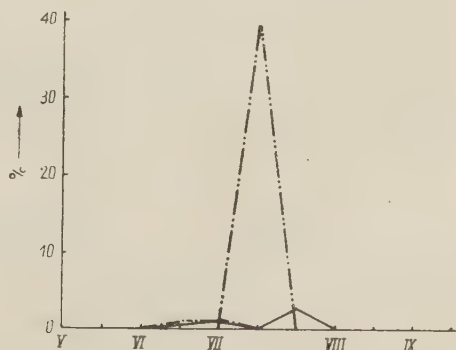
Oba gatunki rozpatrujemy łącznie ze względu na ich epifityczny charakter. *Characium limneticum* podawane w kluczach jako epifit na *Diaphanosoma* spotykano na innych gatunkach *Cladocera*. *Schroederia Judayi*, gatunek zbliżony bardzo do *Characium gracilipes* ze względu na charakterystyczne styliki, różni się od niego budową jednokomórkową. Forma dotąd niedostatecznie znana. Smith (1920) opisując rodzaj *Schroederia* zaznacza, że dotychczas ani *S. setigera*, ani *S. Judayi* nie były spotykane jako epifity bądź na glonach, bądź na skorupiakach.

Autor przypuszcza, że są to formy wolno pływające. W materiale opracowywanym spotykano *Schroederia Judayi* jako formy epifityczne na wioślarce *Sida crystallina* głównie i *Scapholeberis* rzadziej.

Maksimum rozwoju tych dwóch gatunków przypada na ten sam czas, tzn. na połowę lipca. W tym też okresie zooplankton pokrywają różne epifity, między innymi *Characium limneticum* i *Schroederia Judayi*. Obserwując ten ostatni gatunek zauważono, że oprócz osobników o pojedynczym pirenoidzie w chloroplacie występują okazy posiadające dwa pirenoidy. Ponieważ badano materiał konserwowany, a form o dwóch pirenoidach znaleziono niewiele, nie jest pewne, czy obserwacja jest słuszna (wykres 10 i 11, Tablica I, rys. 1 i 2; Tabl. III, rys. 41 i 42).



Wykres 10. *Characium limneticum*
(objaśnienia jak w wykresie 4)



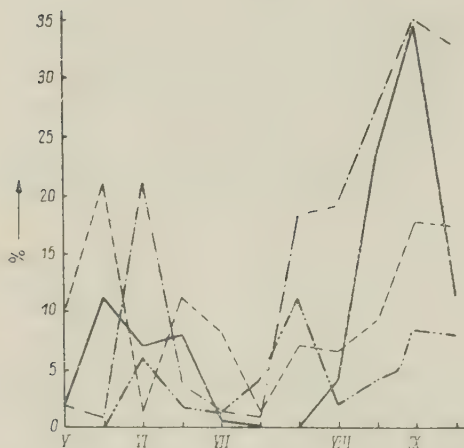
Wykres 11. *Schroederia Judayi*
(objaśnienia jak w wykresie 4)

Characium limneticum do maksymalnego rozwoju dochodzi w Ks. Landeckim W., w pozostałych stawach występuje w mniejszej ilości. Krzywe jej rozwoju wykazują jeden szczyt VI—VII.

Schroederia Judayi w badanych zbiornikach występuje sporadycznie w znikomej ilości z wyjątkiem Farożego, w którym w połowie lipca stanowi 40% znalezionych zielenic.

Wymiary *Characium limneticum*: dł. kom. 33—78 μ ; szer. 5,7—8,6 μ .

Wymiary *Schroederia Judayi*: dł. kom. z wyr. 37—52 μ ; szer. 4,3 μ .



Wykres 12. *Crucigenia rectangularis*
(objaśnienia jak w wykresie 4)

Crucigenia rectangularis (A. B r.) G a y.

Gatunek spotykany we wszystkich stawach przez cały okres wegetacji. Stanowi pokaźny udział w zielenicach planktonowych badanych zbiorników. Wykazuje dwa optima rozwojowe: wiosenne (V—VI) i jesienne (druga połowa VIII i IX) (wykres 12).

ZESTAWIENIE WYNIKÓW

1. Nie stwierdzono istotnych różnic ilościowych i jakościowych, dotyczących zielenic, między stawami użyznianymi nawozami mineralnymi i organicznymi a stawem kontrolnym. Opierając się na średnich frekwencji na cm^2 na pierwsze miejsce pod względem ilościowym wysuwa się Ks. Rudzicki (110 osobników), na drugie Faroży (94 osobn.), na trzecie Ks. Mały II (79 osobn.), ostatnie zajmuje Ks. Landeckie W. (75 osobn.).

Stosowanie nawożenia organicznego w nieznacznym tylko stopniu korzystnie wpływa na wzbogacenie gatunkowe zielenic:

Ilość znalezionych gatunków zielenic łącznie z odmianami
przed i po nawożeniu

Nazwa stawu	Przed nawoż.	Po nawoż.	Różnica
Faroży (kaczki 16. VII)	44	49	+ 5
Ks. Rudzicki (kontrolny)	67	57	—10
Ks. Landeckie W. (kaczki-4. VII)	52	59	+ 7
Ks. Rudzicki	64	60	— 4

Jakościowy wzrost tej grupy przebiega podobnie w stawach nawożonych i stawie kontrolnym:

Ilość znalezionych gatunków zielenic łącznie z odmianami w badanych stawach w okresie wegetacyjnym

Nazwa stawu	8.V	21.V	6.VI	18.VI	2.VII	16.VII	30.VII	13.VIII	27.VIII	10.IX	24.IX
Faroży		6	28	26	24	29	27	23	34	24	28
Ks. Landeckiego Wielki	23	21	28	20	36	31	31	31	41	36	22
Ks. Mały II	24	22	32	35	37	23	23	36	40	35	30
Ks. Rudzicki	27	27	38	46	38	43	38	46	37	28	22

1. Istnieje duże podobieństwo badanych zbiorników odnośnie udziału gatunków w poszczególnych okresach rozwoju zielenic. W okresie wiosennym dominują *Ankistrodesmus falcatus*, *Actinastrum Hantzschii* i *Scenedesmus quadricauda*. W pełni lata następuje wzbogacenie jakościowe zielenic, udział wyżej wymienionych gatunków zwykle maleje, a dominują nowe formy: *Dictyosphaerium pulchellum*, rodz. *Scenedesmus*, *Characium limneticum*, *Volvox aureus*, *Crucigenia rectangularis*, *Eudorina elegans*. Skład gatunkowy zielenic wszystkich stawów jest podobny. Istnieją różnice w procentowym składzie poszczególnych gatunków między omawianymi zbiornikami.

2. Istotne różnice badanych stawów leżą w jakości gatunków bezwzględnie dominujących, odmiennych we wszystkich badanych zbiornikach. I tak w Ks. Małym II dominantami są: *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena spiroides*, *Mallomonas caudata*; w Ks. Rudzickim przeważa *Trachelomonas* sp., *Melosira granulata*, *Synura uvella*, *Mallomonas caudata*; w Ks. Landeckim W. decydują o charakterze planktonu roślinnego *Synedra ulna*, *S. acus*, *Dinobryon*, głównie *D. divergens*, a w Farożym *Ceratiurn hirundinella* osiąga maksimum. Według szeregu autorów intensywny rozwój tych gatunków jest związany z chemizmem wody.

3. Stwierdzono, że intensywny rozwój glonów planktonowych przypada na okresy minimalnego rozwoju bakterii, co można by tłumaczyć konkurencją pokarmową tych dwóch grup organizmów oraz wydzielaniem przez glony toksycznie działających związków.

Opisy nowych lub mniej znanych odmian i gatunków

1. *Characium gracilipes* L a m b. (Tablica I, rys. 3, 4).

Spotykano osobniki *Characium gracilipes* jako formy epifityczne na *Cladocera* bądź jako wolne (przypuszczalnie oderwane) różniące się

znacznie wymiarami od podawanych w kluczach. Notowane wielkości dla tego gatunku wahają się w granicach 70—480 μ dł. kom., podczas gdy znajdowane okazy mają wymiary: dł. kom. 30—66 μ .

2. *Crucigenia quadrata* M o r. (Tabl. I, rys. 5).

Gatunek oznaczony na podstawie G. M. S m i t h (1920). Forma znaleziona odbiega nieco od podawanych przez autora rycin, wskazujących na zmienność tego gatunku, zgadza się jednak z opisem.

Komórki spotykanych okazów trójkątne, bardzo lekko wypukłe ze strony obwodowej. Tworzą skupienia po cztery. Skupienia te często zwielokrotniają się do szesnastu. Zwykle widoczna jest między nimi pozostałość błony macierzystej. Chromatofor pojedynczy, zajmujący całą przestrzeń komórki, bądź też występuje w postaci prostokąta; pirenoidów nie zauważono. Chromatofor słabo zielony, błona komórkowa gładka.

Przekr. kom. 2,8 μ ; średnica czterokom. skupienia — 6 μ .

3. *Lagerheimia wratislavensis* S c h r o e d.

Wszystkie znalezione w badanych stawach okazy wykazują znacznie mniejsze wymiary od podawanych w kluczach. Wielkości spotykanych form są następujące: dł. kom. 5,7—8,6 μ ; szer. 4,9—5,7 μ ; dł. wyr. 11,4—14,3 μ .

Wymiary podawane w kluczach: dł. kom. 11—12 μ ; szer. 8—9 μ ; dł. wyr. 24—31 μ .

4. *Oocystis Nowae-Semliae* forma *major* W i l l e. (Tabl. I, rys. 8).

Gatunek ten, nie notowany dotychczas w dostępnej mi literaturze polskiej, znaleziono dwukrotnie: 27.VIII w Ks. Małym II oraz 30.VII w Ks. Landeckim W. Znalezione okazy odbiegają nieco swym wyglądem od opisu podawanego przez B r u n n t h a l e r a. Długość komórek przekracza nieco wielkości podawane przez autora, natomiast komórki są nieco węższe. Ponadto wielkość całej kolonii znalezionych okazów jest większa.

Na uwagę zasługuje fakt, że po podbarwieniu kolonii błękitem metylenowym grupy czterokomórkowe, oprócz zasadniczej osłonki ściśle przylegającej i widocznej bez podbarwienia, posiadają jeszcze drugą, bardzo delikatną osłonkę galaretowatą, o grubości około 4 μ , która wykazuje bardzo delikatne prążkowanie dośrodkowe, widoczne po podbarwieniu i przy użyciu silnych powiększeń. Gatunek podawany przez B r u n n t h a l e r a z Anglii.

Dł. kom. 11,4—14,3 μ ; szer. kom. 5,7 μ ; śred. grupy czterokom. 25,7 μ ; grub. drugiej osł. 4,2 μ ; dł. kol. 79,3 μ ; szer. kol. 62,9 μ .

5. *Pandorina morum* (M ü l l e r) B o r y.

Wiele okazów tego gatunku posiadało szczególnie na wiosnę osłonkę galaretowatą, otaczającą komórki o zabarwieniu błękitnym. Obserwację tę uczyniła już W o ł o s z y ń s k a (1922), badając plankton Wigierek i Stawu w zimie. Letnie okazy w materiale badanych stawów tego zabarwienia nie wykazywały. Obserwując osłonki galaretowate *Pandorina morum* pod silnymi powiększeniami zauważono, że niektóre z nich wykazują oprócz normalnych, spotykanych u wszystkich form prążkowań koncentrycznych w ilości 2—3, także bardzo delikatne dośrodkowe prążkowania błony galaretowatej. Takie np. kolonie *Pandorina morum* spotkano 6.VI w Farożym.

6. *Scenedesmus armatus* var. *bicaudatus* (G.) C h o d a t (Tabl. II, rys. 16—20).

Wykazuje dużą zmienność w długości i ułożeniu wyrostków (dł. kom. 6,6—12 μ ; szer. 3,6—4 μ ; dł. wyr. 4,3—8,6 μ).

Chodat opisując tę odmianę zaznacza, że kolonie są czterekomórkowe i tylko środkowe komórki wykazują prążkowania. W Ks. Rudzickim kilkakrotnie znalazłam kolonie o 8 komórkach, z których wszystkie wykazywały prążkowania. Komórki brzeżne jak u typowej odmiany posiadały charakterystyczne małe wyrostki. Wielkość ich przekracza nieco wymiary wyżej podane: dł. kom. 14,3 μ ; szer. 4 μ ; dł. wyr. 2,5 μ .

7. *Scenedesmus bijugatus* (T.) K t z. (Tabl. II, rys. 24).

Oprócz kolonii typowych kilkakrotnie spotkano w Ks. Małym II kolonie zbliżone do *Scened. bijugatus* var. *flexuosus* L e m m., ale odbiegają od niego wielkością i ułożeniem komórek. Wielkość znalezionych form jest większa (od podawanych w kluczach): dł. kom. 8,6—11,4 μ ; szer. 3,2—3,7 μ , podczas gdy B r u n n t h a l e r podaje dla tej odmiany wymiary następujące: dł. kom. 18 μ , szer. 8 μ . Istotną jednak różnicą jest ułożenie komórek: *Scenedesmus bijugatus* var. *flexuosus* posiada komórki spiralnie zwinięte, a kształt komórek szeroko jajowaty. Komórki znalezionych form, ułożone w jednym szeregu, posiadały kształt eliptyczny z szeroko zaokrąglonymi biegunami, komórki brzeżne szesnastokomórkowej kolonii wykazywały we wszystkich wypadkach wgłębienia boczne.

Przypuszczam, że jest to nowa odmiana, którą można by nazwać *Scenedesmus bijugatus* var. *rectus*.

8. *Scenedesmus cieszynicus* J. S o s n. n. sp. (Tabl. III, rys. 37).

Kolonie z czterech komórek eliptycznych, zaokrąglonych, opatrzonych jednym lub dwoma żeberkami podłużnymi. Komórki środkowe uzbrojone pojedynczymi, grubymi kolcami na jednym biegunie oraz cienkimi

kolcami po jednym lub dwa na obu biegunach. Komórki brzeżne na jednym biegunie z grubym kolcem skierowanym podłużnie i dwoma kolcami cienkimi, a na drugim biegunie z jednym kolcem cienkim i jednym grubym, nieco z boku umieszczonym i skierowanym poprzecznie (do osi komórki). Przekrój komórki sześciokątny.

Coenobia e cellulis quaternis, ellipticis, acutatis costa 1 vel 2 longitudinali praeditis. Cellulae intermediae spinis singulis crassis in uno polo (alio in una, alio in altera cellula), nec non spinis tennibus singulis vel binis in polo utroque armatae.

Cellulae marginales in uno polo cum spina crassa longitudinaliter versa et duabus spinis tennibus, altero autem polo cum una sina tenui in apice posita et una spina crassa — laterali et transversa.

Dł. kom. 14,4—16,8 μ ; szer. kom. 4,6—6,8 μ .

Znalezioną formę należy zaliczyć (opierając się na systematyce rodz. *Scenedesmus* wprowadzonym przez C h o d a t w jego monografii — 1926) do subgen. *Desmodesmus* Seria 3. *S t r i a t i* ze względu na obecność żeberkowania oraz uzbrojenia komórek kolonii.

Scenedesmus cieszynicus stoi najbliżej *Scenedesmus Hystrix* L a g. oraz *Scened. brasiliensis* B o h l. Od *Scened. Hystrix* różni się gładką błoną komórkową oraz różną ilością grubych kolców i ich odmiennym ułożeniem (*Scenedesmus Hystrix* posiada komórki o błonie pokrytej drobnymi wyrostkami, na każdym biegunie po jednym dużym kolcu).

Do *Scenedesmus brasiliensis* omawiany gatunek zbliża się ze względu na żeberkowania (kom. środkowe *Scened. brasiliensis* mają po dwa żeberka, a brzeżne po trzy) oraz na obecność 2—3 kolców na biegunach. Jednakże w przeciwieństwie do *Scened. cieszynicus* kolce te, nie zróżnicowane pod względem grubości, umieszczone są identycznie na obu biegunach; umieszczenie biegunowe typowe. Uzbrojenie komórek brzeżnych i środkowych *Scenedesmus brasiliensis* identyczne.

9. *Scenedesmus falcatus* C h o d a t (Tabl. II, rys. 29—31).

W materiale badanym spotykano kolonie cztero- i ośmiokomórkowe. Wymiary kolonii ośmiokomórkowych są większe (dł. kom. 20—28,6 μ ; szer. kom. 3,2 μ) od kolonii czterekomórkowych (dł. kom. 18,6—22,9 μ ; szer. kom. 3,2—3,4 μ) i większe od podawanych przez C h o d a t (1926). Co do kolonii czterekomórkowych nasuwały się wątpliwości, czy oznaczone okazy jako *Scened. falcatus* nie są koloniami *Scened. acuminatus*. Jednakże opierając się na opisie tego gatunku podanym przez C h o d a t zdecydowano, że spotkane formy to *Scened. falcatus*, ponieważ istnieje zgodność wymiarów $\left(\frac{18 - 25}{3,4 - 6}\right)$ a u *Scened. acuminatus* wielkości są na-

stępujące: $\left(\frac{30 - 40}{6 - 7}\right)$, a więc komórki tego ostatniego są znacznie większe od znalezionych. Poza tym sporadycznie spotykano *Scened. acuminatus* typowe.

Wchodziły tu jeszcze w grę *Scened. dimorphus* Kg. posiadający te same wymiary, co i omawiany gatunek. Jednakże komórki brzeżne *Scened. falcatus* są znacznie bardziej sierpowato wygięte, w przeciwieństwie do *Scened. dimorphus*, którego kom. brzeżne, sierpowato wygięte, są krótko zaostrome, środkowe zaś proste. Kształt znalezionych form zbliża je do pierwszych z omówionych gatunków.

10. *Scenedesmus* sp.₁ (Tabl. III, rys. 39 i 40)

Przez *Scened. sp.*₁ określono dwie formy, zbliżone do siebie zarówno kształtem komórek, jak i wielkością. Różnią się między sobą ułożeniem ich. Komórki obu form szeroko wrzecionowate, o zaokrąglonych biegunach. Komórki brzeżne kolonii odmiennego kształtu od środkowych: środkowe proste, brzeżne księżycowato wygięte. Kolonie ośmiokomórkowe ułożone w dwa szeregi po cztery w każdym.

W pierwszym typie kolonii oba szeregi komórek ułożone względem siebie ukośnie, połączone są ze sobą w ten sposób, że końcowa komórka dolnego szeregu wchodzi między 2—3 komórkę górnego. W ten sposób zarówno górny, jak i dolny szereg posiada komórki brzeżne wolne.

W drugim typie kolonii komórki nie tworzą dwóch wyraźnych szeregów, lecz ułożone są w jeden poziom sześciokomórkowy, w którym dwie komórki środkowe ulegają obniżeniu i między nie wchodzi dwie pozostałe; dł. kom. 8,6—11,4 μ ; szer. 2,8—3 μ .

11. *Scenedesmus* sp.₂ (Tabl. III, rys. 38)

Kolonie czterekomórkowe, o kom. brzeżnych podłużnie jajowatych, gładkich. Komórki środkowe odmiennego kształtu, zaopatrzone w pojedyncze wyrostki na obu biegunach, umieszczone bocznie. Wyrostki skierowane na zewnątrz. Dł. kom. 15,6 μ ; szer. 6 μ ; dł. wyr. 5,2 μ .

Kolonie tę spotkano tylko jeden raz 18.VI w Ks. Małym II.

12. *Tetraëdron Schmidlei* L e m m. (Tabl. IV, rys. 59)

Komórka o czterech wyrostkach ułożonych przestrzennie. Długość wyrostków dochodzi do 20 μ , powierzchnię posiadają gładką, stopniowo zwężając się, barwa ich jest brunatna. W przeciwieństwie do rysunku podawanego przez B r u n n t h a l e r a, u którego wyrostki są zaokrąglone, spotykane okazy tego gatunku mają wyrostki wybitnie zaostrome. Chromatofor wyraźnie środkowo ułożony, średnica kom. 7,2 μ .

13. *Tetrastrum heteracanthum* (N.) C h o d a t (Tabl. IV, rys. 61)

Znalezione kolonie odbiegają nieco od typowych form swym wyglądem. Budowę posiadają bardzo delikatną. Podczas gdy u typowych okazów wyrostki dość grube zakrzywiają się, u badanych form są one cienkie i proste.

Przekr. kom. 4,3 μ ; dł. wyr. dłuż. 8,6—11,4 μ ; dł. wyr. krót. 3—5,7 μ .

Instytut Botaniczny UJ
w Krakowie

(Wpłynęło dn. 27.V.1955 r.)

S U M M A R Y

In the vegetation season of 1953 a survey of phytoplankton with special regard to chlorophyceae was made on four ponds of the experimental fish farm in Landek of the Department of Pond Biology of the Polish Academy of Sciences. At the time of the survey three of the ponds were fertilized, one with mineral fertilizers, two by rearing ducks, while the fourth was not fertilized for control.

Samples were taken every two weeks, from May 5-th to September 24-th, using a special plankton bucket, and filtering 50 litres of water through No. 17 mill-gauze. The adequately concentrated sediment was examined microscopically.

It was found that the quantities of green algae produced in the ponds surveyed were not great comparatively to other phytoplankton groups, and more or less equal in all four ponds. Diatoms and *Flagellatae* were predominant. The diatoms developed most abundantly in spring and *Synedra acus* and *S. ulna* were then dominant, while in summer *Melosira granulata* prevailed. In late summer and autumn *Flagellatae* became prevalent, of these *Dinobryon divergens*, *D. stipitatum*, *Ceratium hirundinella* and *Trachellomonas volvocina* were most often observed in summer, and *Synura uvella* and *Mallomonas caudata* in autumn.

On two of the ponds (one fertilized by droppings of the ducks and the control one) microbiological observations were made (Matusiak 1954). By relating those results with these of the present plankton survey it appeared that intense development of micro-organisms preceded the peak development of algae, and vice versa, the peak in phytoplankton development coincided with the lowest level of bacteria. This is considered to be due to competitive food requirements of the two groups of organisms, and also to the algae producing substances toxic for the bacteria.

In the case of green algae no significant, either quantitative or qualitative, differences were noted between the ponds fertilized with mineral or organic fertilizers and the nonfertilized control pond. Fertilization had only a very limited effect on the increase in the number of species of green algae. The qualitative growth of these algae was much the same in both the fertilized and the control ponds.

There was a marked similarity in the ponds covered by the survey in respect to the species appearing during the various vegetative stages of the green algae. In spring the prevailing species were *Ankistrodermus falcatus*, *Actinastrum Hantzschii*, and *Scenedesmus quadricauda*. In full summer the qualitative enrichment of the green algae occurred, the proportion of the species mentioned above dropped, and the prevalent species were: *Dictyosphaerium pulchellum*, the genus *Scenedesmus*, *Characium limneticum*, *Volvox aureus*, *Crucigenia rectangularis* and *Eudorina elegans*. The specific composition of green algae was very similar in all four ponds, though, there were considerable differences in quantitative ratios of the species in each pond.

The real differences between the ponds consisted in the species which were predominant. In each of the four ponds there was a marked predominance of a different species. In the pond fertilized with superphosphate the dominant species were: *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena spiroides* and *Mallomonas caudata*. In the nonfertilized control pond there was a predominance of: *Trachelomonas* sp., *Melosira granulata*, *Synura uvella*, and *Mallomonas caudata*. In one of the ponds on which ducks were reared the plant plankton characteristic was mainly due to *Synedra ulna*, *S. acus*, and *Dinobryon divergens*, while in the other *Ceratium hirundinella* was most common. According to many workers the intense development of these species is caused by the chemical properties of water.

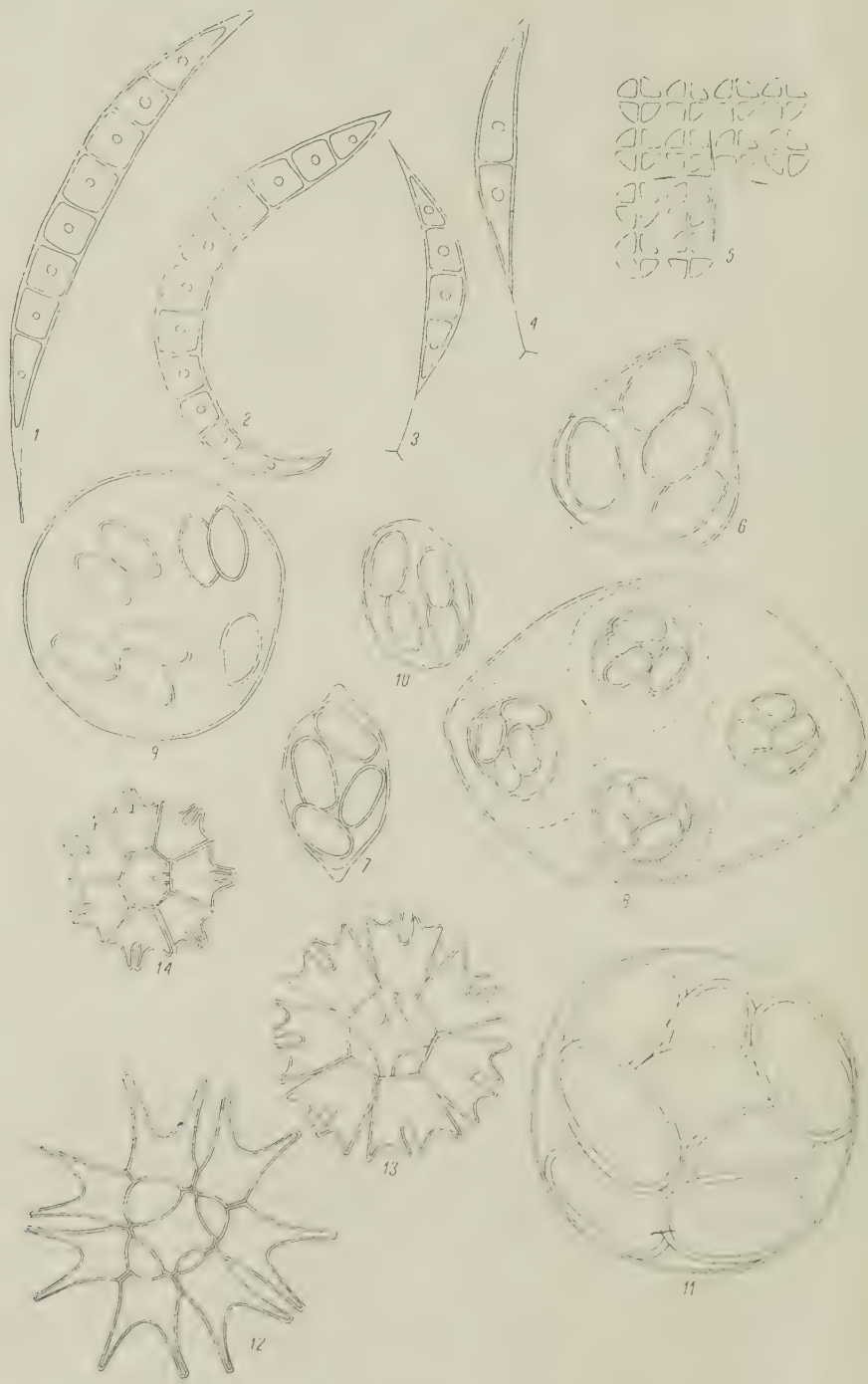
Objaśnienia do tabl. I (s. 240).

- | | |
|---|---|
| 1, 2. <i>Characium Limneticum</i> 680 × | 10. <i>Oocystis pusilla</i> 680 × |
| 3, 4. <i>Characium gracilipes</i> 680 × | 11. <i>Gleocystis bacillus</i> 347 × |
| 5. <i>Crucigenia quadrata</i> 640 × | 12. <i>Pediastrum duplex</i> var. <i>gracilimum</i> 680 × |
| 6. <i>Oocystis Borgei</i> 680 × | 13. <i>Pediastrum biradiatum</i> 680 × |
| 7. <i>Oocystis solitaria</i> 680 × | 14. <i>Pediastrum Tetras</i> var. <i>tatraodon</i> 480 × |
| 8. <i>Oocystis Novae-Semliae</i> 480 × | |
| 9. <i>Oocystis parva</i> 680 × | |

Objaśnienia do tabl. II (s. 241).

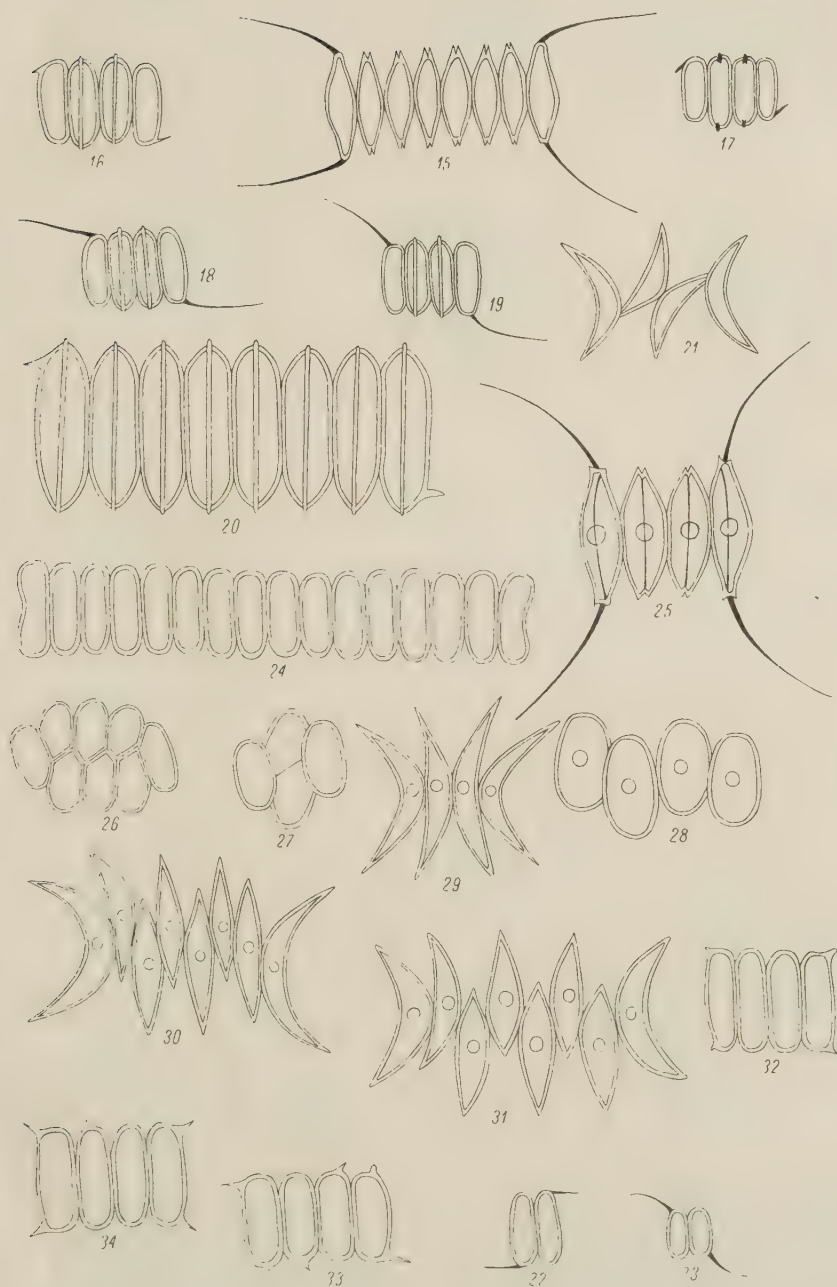
- | | |
|--|---|
| 15. <i>Scenedesmus aristatus</i> 680 × | 26 - 28. <i>Scenedesmus ecornis</i> var. <i>disciformis</i> 680 × |
| 16 - 20. <i>Scenedesmus armatus</i> var. <i>bicaudatus</i> 680 × | 29 - 31. <i>Scenedesmus falcatus</i> 680 × |
| 21. <i>Scenedesmus Bernardi</i> 680 × | 32. <i>Scenedesmus microspina</i> 680 × |
| 22, 23. <i>Scenedesmus bicaudatus</i> 680 × | 33. <i>Scenedesmus quadricauda</i> var. <i>dispar</i> . 680 × |
| 24. <i>Scenedesmus bijugatus</i> 680 × | 34. <i>Scenedesmus quadrispina</i> 680 × |
| 25. <i>Scenedesmus carinatus</i> 680 × | |

TABLICA I

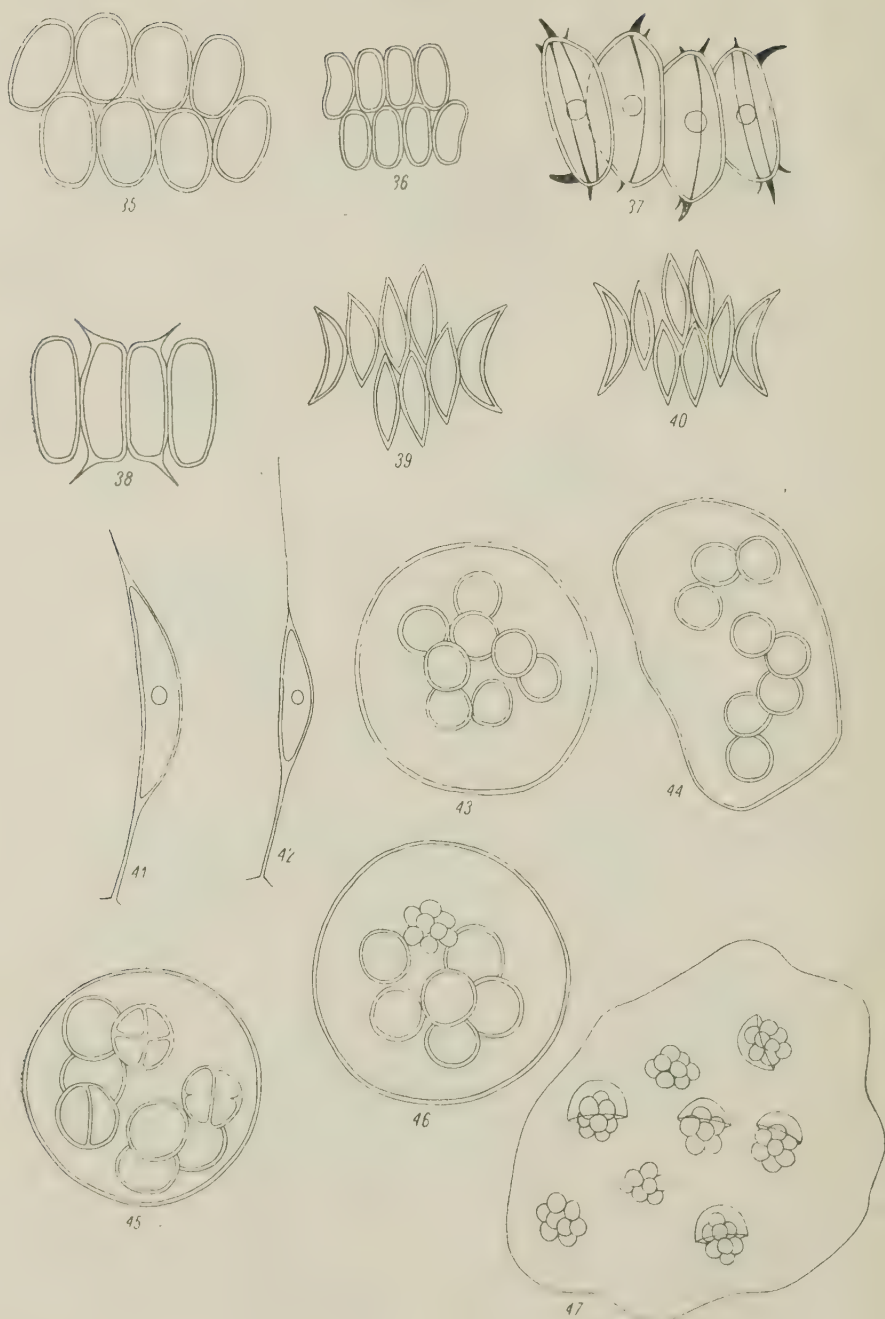


Objaśnienia na s. 239

TABLICA II



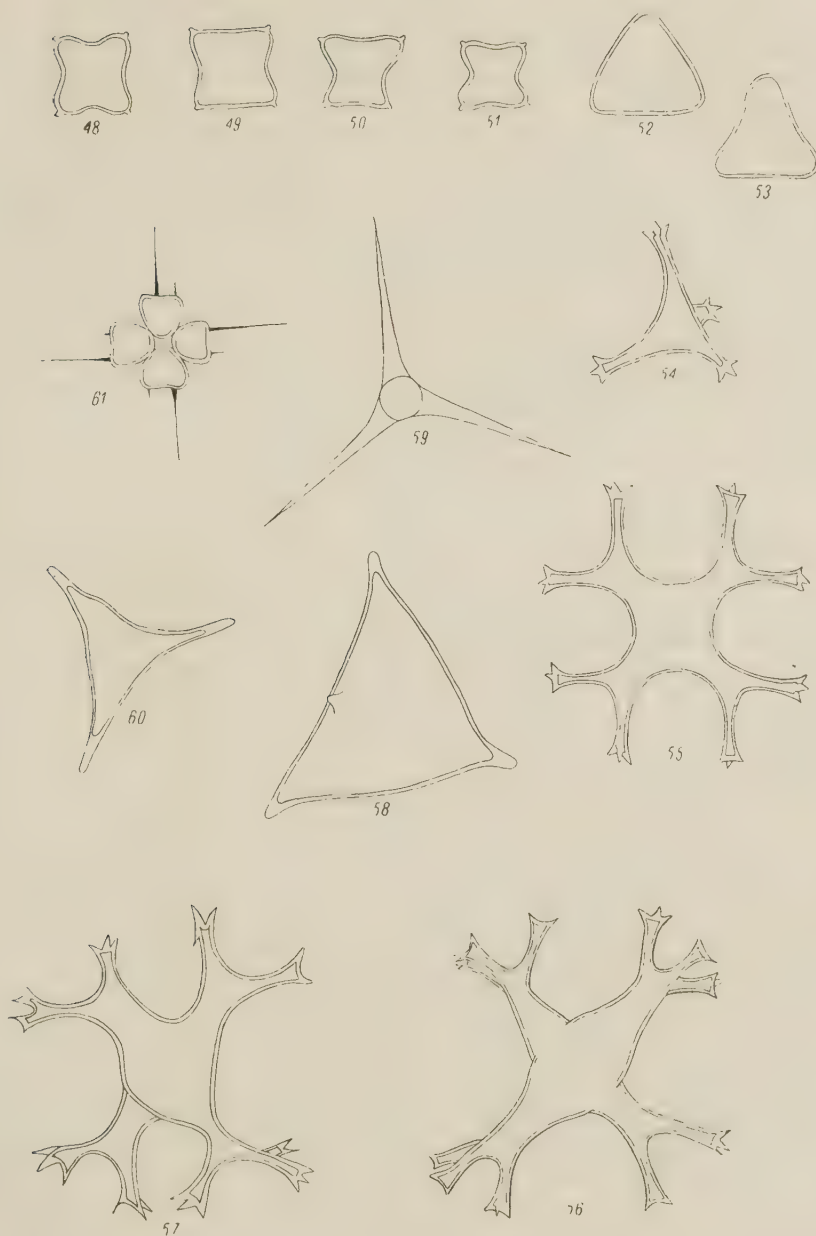
TABLICA III



- 35 - 36. *Scenedesmus platydiscus* 680 ×
 37. *Scenedesmus cieszynicus* 680 ×
 38. *Scenedesmus* sp. 680 ×
 39 - 40. *Scenedesmus* sp. 680 ×

- 41 - 42. *Schroederia Judayi* 680 ×
 43 - 47. Stadia rozwojowe *Sphaerocystis Schroeteri* 480 ×

TABLICA IV



- 48 - 51. *Tetraëdron minimum* forma
apiculatum 680 ×
52 - 53. *Tetraëdron muticum* 680 ×
54. *Tetraëdron hastatum* 480 ×
55. *Tetraëdron gracile* 680 ×
56. *Tetraëdron limneticum* 680 ×
57. *Tetraëdron planctonicum* 680 ×

58. *Tetraëdron regulare* 680 ×
59. *Tetraëdron Schmidlei* 680 ×
60. *Tetraëdron trigonum* var. *gracile* 680 ×
61. *Tetrastrum heteracanthum*
680 ×

L I T E R A T U R A

- Aljeew B. C. i Mudriecowa K. A., 1937, Rol fitoplanktona w dynamikie azota w wodzie swietuszczewo wodojemna, Mikrobiologija VI, 3.
- Bursche M. E., 1953, Phytoplanktonhaushalt des Müggelsees, Zeit. f. Fisch. Berlin II, N. F. 3/4.
- Cabejszek I., 1950, Plankton roślinny jeziora Charzykowo, Warszawa.
- Chodat R., 1926, Scenedesmus — étude de génétique, de systematique expérimentale et d'hydrobiologie Aarau.
- Gierasimow P. A., 1936, O wlijanii ziernokisłej miedzi na wodorosli grupy Protococcales, Mikrobiologija VI, 1.
- Gusiewa K. A., 1935, Uśłowja masowo razwitja i fizjologja pitanja Synura, Mikrobiologija IV, 1.
- Gusiewa K. A., 1938, Gidrobiologiczeskaja proizwoditel'nost i prognoz cwtienienja wodojemna, Mikrobiologija VII, 3.
- Gusiewa K. A., 1952, „Cwtienienie“ wody, jewo przyczyny, prognoz i miery worby z nim, Trudy wsiesojuznowo gidrobiologiczeskowo obszczestwa IV.
- Humblet-Pawłowska H., 1939, Roczna zmienność fitoplanktonu w osadniku na Stacji Pomp Rzecznych w Warszawie, Planta Polonica, Materiały do flory Polski i krajów sąsiednich, Warszawa.
- Matusia K., 1954, Badania mikrobiologiczne stawów doświadczalnych w Landeku i Gołysz, Ekologia Polska, Warszawa II, 3.
- Migula W., 1907, Kryptogamen (Flora von Deutschland, Deutsch Oesterreich und der Schweiz), Gera, Algen — II.
- Pascher A., 1915, Die Süßwasserflora Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz, Jena 5.
- Skuj H., 1948, Taxonomie des Phytoplanktons einiger Seen in Uppland, Schweden, Uppsala.
- Smith G. M., 1920, Phytoplankton of the Inland Lakes of Wisconsin, Madison, Wis, I.
- Wawrzyniak F., 1923, 1924, 1931, Flora jezior wielkopolskich, Praca Kom. Mat. Przyr. Tow. Przyj. Nauk w Poznaniu, Poznań.
- Weimann R., 1935, Chemisch-biologische Untersuchungen an einem Teich, Archiv. f. Hydrob. Stuttgart XXVIII.
- Weimann R., 1938, Planktonuntersuchungen im niederschlesischen Karpfenzuchtgebiet, Zeit. f. Fisch. Berlin XXXVI, 2.
- Wołoszyńska J., 1922, Plankton roślinny Wigierek i Stawu w zimie, Spraw. Stacji Hydrob. na Wigrach, Wigry I, 1.
- Woroszyłowa A. A. i Dijanowa E. B., 1937, Rol planktona w rozmnożeniu bakterii w izolowanych probach morskiej wody Mikrobiologija VI, 6.

Badania rocznej rytmiki rozwojowej rośliny drzewiastej ze szczególnym uwzględnieniem reakcji fotoperiodycznej siewek modrzewia europejskiego (*Larix europaea* D. C.)

*A Research on the Yearly Cycle in the Growth of Woody Plants with
Special Reference to Photoperiodism in Seedlings of the European Larch
(Larix europaea D. C.)*

W. ZELAWSKI

WSTĘP

Problem prawidłowości przebiegu procesów wzrostowych i rozwojowych roślin drzewiastych jest jednym z najbardziej aktualnych zagadnień zarówno fizjologii, jak i hodowli. Krytyka dotychczasowych prób rozszerzenia osiągnięć teorii stadialnego rozwoju na procesy ontogenezy drzew świadczy dobitnie o tym, że bez poważnych eksperymentów nie da się wykryć prawidłowości rozwoju roślin wieloletnich (polikarpicznych). Uogólnianie dotychczasowego materiału faktycznego i dopatrywanie się w zjawiskach zachodzących na pędach wegetatywnych przejawów stadialności rozwoju (jak to czyni np. J a b ł o k o w — 1952 i in.) okazuje się spekulatywne, przedwczesne i zawodne.

W wyniku prac G a r n e r a i A l l a r d a (1920, 1923, 1931), B o g d a n o w a (1930), M o s z k o w a (1929—30, 1932, 1935), M i c z u r i n a (1932), K r a m e r a (1936), M a l c z e w s k i e g o (1946), L e m a n a (1950, 1948), S z c z e p o t i e w a (1947, 1948, 1950), S z u l c a (1949) i innych wiadomo ogólnie, że większość a właściwie niemal wszystkie dotychczas zbadane rośliny drzewiaste strefy umiarkowanej w warunkach długiego dnia lub nieprzerwanego oświetlenia wzmagają wzrost i przedłużają okres wegetowania¹, natomiast reagują wstrzymaniem wzrostu, skróceniem okresu wegetowania i przygotowaniem się do zapadnięcia w stan spoczynku zimowego, gdy je traktować krótkim fotoperiodem. Badania wykazały (M o s z k o w — 1932),

¹ Używamy tu rozmyślnie terminu „okres wegetowania“, a nie „okres wegetacji“, aby nie mieszać z pojęciem okresu wegetacji, stosowanym dla określenia pory roku o sprzyjających procesom wzrostowym i rozwojowym rośliny — warunkach meteorologicznych. Uwaga ta dotyczy również dalszych wywodów.

że wpływom fotoperiodyzmu podporządkowany jest cały proces tzw. jesiennoego dojrzewania pędu wegetatywnego rośliny drzewiastej, a więc nie tylko wstrzymanie wzrostu i opadanie liści, lecz również drewnienie pędu i pokrywanie się warstwą korka oraz gromadzenie substancji zapasowych w korze i drewnie.

Praca nasza miała na celu ogólne stwierdzenie, czy modrzew europejski, o którym danych w literaturze nie znaleźliśmy, zareaguje na długość dnia podobnie jak inne gatunki oraz bliższe zbadanie związku długości okresu wegetowania z fotoperiodem.

Bezpośrednim celem pracy było znalezienie odpowiedzi na następujące kwestie:

1. Jak przebiega wzrost siewek modrzewia (na wysokość i na grubość) oraz czy i jakim zakłóceniom ulega naturalna okresowość przejawów życiowych siewek hodowanych w sztucznych, możliwie niezmiennych warunkach oświetlenia i temperatury.

2. Jaki jest przebieg wzrostu siewek w warunkach sztucznie skróconego fotoperiodu, przy zastosowaniu różnej jego długości, oraz w jakich granicach długości dnia i intensywności światła występuje reakcja fotoperiodyczna.

3. Na jakim etapie wzrostu roślina zdolna jest już do odbierania bodźców fotoperiodycznych i jak długi musi być okres oddziaływania fotoperiodycznego, aby wywołać reakcję.

4. Czy reakcja fotoperiodyczna pędu wegetatywnego rośliny drzewiastej ma charakter indukcyjny.

■

Pragnę wyrazić podziękowanie wszystkim, którzy przyczynili się do wykonania tej pracy. W szczególności dziękuję serdecznie prof. drowi K. B a s s a l i k o w i za cenne wskazówki w czasie wykonywania badań. Dziękuję również drowi J. T r e l i za bezinteresowną pomoc przy badaniach mikroskopowych oraz drowi J. Z u r z y c k i e m u za zrobienie mikrofotografii. Specjalne podziękowanie należy się laborantowi b. Wydziału Leśnego UJ — ob. Romanowi Z m y s ł o, który bardzo sumiennie i z dużym zainteresowaniem opiekował się naszymi doświadczeniami.

METODA BADAŃ

Większość wykonanych przez nas eksperymentów dotyczy badań reakcji fotoperiodycznej pędu wegetatywnego modrzewia europejskiego.

Doświadczenia nasze wykonane były w większości w pracowni przy sztucznym elektrycznym świetle. Rośliny poddawane działaniu krótkiego dnia chowano na określoną ilość godzin w ciągu doby do drewnianych

skrzynek, przy czym stosowana długość fotoperiodu wynosiła najczęściej 10 godzin (od 8³⁰ do 18³⁰).

Do stosowania tak krótkiego dnia, który, jak się później okazało, stanowi dolną granicę długości fotoperiodu, przy którym reakcja fotoperiodyczna modrzewia występuje, skłoniła nas przede wszystkim chęć uchwycenia wpływu krótkiego dnia, przy czym przed przystąpieniem do właściwych doświadczeń, woleliśmy przesadzać z dawkowaniem ciemności aniżeli zastosować fotoperiod, który w efekcie okazałby działanie takie, jak długi dzień. W dalszych badaniach, mimo wyjaśnienia się tej kwestii, utrzymaliśmy świadomie 10-godzinny dzień, a to ze względu na możliwość porównywania wyników, a także z uwagi na trudności techniczne stosowania innych długości dnia.

Większość doświadczeń wykonano na siewkach modrzewia europejskiego (*Larix europaea* D. C.). Modrzew jest obiektem szczególnie odpowiednim do badań reakcji fotoperiodycznej pędu wegetatywnego rośliny drzewiastej ze względu na długi okres pędzenia — od wiosny do jesieni (wrzesień) — i związaną z tym wyraźną zależność procesów wzrostowych od długości dziennego oświetlenia. Materiał, na którym eksperymentowano, wyhodowany został z nasion zebranych na terenach nadleśnictwa Nowy Targ oraz Parku Narodowego w Pieninach.

Pierwsze próby hodowli modrzewia pod sztucznym, nieprzerwanym oświetleniem rozpoczęto w ostatnich dniach maja 1952 roku. Miały one głównie na celu ustalenie szczegółów metodyki i sprawdzenie rezultatów dawniejszych badań innych gatunków modrzewia — na modrzewiu europejskim.

Doświadczenia wykonywano początkowo w warunkach pokojowych, w pomieszczeniu ogrzewanym w porze zimowej kaloryferami. Temperatura powietrza była zwykle wyższa od 20°C. Nieprzerwanego światła dostarczała żarówka elektryczna o mocy 500 Watt, zawieszona na wysokości około 55 cm ponad roślinami doświadczalnymi. Uzyskane w ten sposób natężenie światła wahało się w granicach od kilkuset luksów do około 3200 luksów w ciągu dnia, kiedy rośliny otrzymywały ponadto naturalne, rozproszone światło dzienne (okna pracowni zwrócone były ku północy). Temperatura powietrza w bezpośrednim zasięgu działania żarówki była zwykle o około 2° wyższa od temperatury pomieszczenia i wynosiła zazwyczaj 22—26°C. Pomiary wilgotności powietrza w tej początkowej fazie doświadczeń nie były przeprowadzane.

Późniejsze badania wykonywano w specjalnie do tego celu przystosowanym pomieszczeniu bez okien, lecz posiadającym dobrą wentylację, a oświetlenie wyłącznie sztuczne. Źródło światła stanowiła jak poprzednio 500-Wattowa żarówka elektryczna. W tych warunkach rośliny otrzy-

mywały światło o natężeniu od 450 do 1000 luksów, w zależności od odległości od lampy. Systematyczne pomiary temperatury i wilgotności powietrza wykazały stosunkowo niewielkie wahania wilgotności względnej (od 45% do 55%) i dość znaczne różnice temperatury w zimie i w lecie (od 15° do 25° — pomieszczenie nie było opalane), przy niewielkich stosunkowo zmianach w przebiegu dobowym.

Rośliny doświadczalne rosły pojedynczo lub po kilka sztuk w glinianych, niepoléwanych wazonach, o pojemności około 600 cm³ i górnej średnicy równej około 10 cm w świetle. Do doświadczeń użyto próchnicznej gleby ogrodowej, zmieszanej pół na pół z piaskiem.

By uzyskać możliwie równomierne wschody i równowiekowe siewki, nasiona przed ich wysiewem poddawano moczeniu i kiełkowaniu na kiełkowniku piaskowym lub Jacobsena, wysiewając jedynie ziarna równocześnie nadkiełkowane (wg sposobu opisanego przez B a ł u t a i G o l d m a n a, 1953).

Szczegóły dotyczące metodyki poszczególnych etapów pracy podano w części doświadczalnej, w rozdziałach poświęconych opisom poszczególnych doświadczeń.

CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA

1. *Badania przebiegu wegetowania siewek w warunkach nieprzerwanego oświetlenia*

Pozytywne wyniki badań wpływu nieprzerwanego światła na wzrost siewek gatunków drzewiastych, o których świadczą przykłady z literatury (M a l c z e w s k i 1946, L e m a n 1948 i 50 i in.), były jedną z pobudek do rozpoczęcia przez nas doświadczeń w tym zakresie.

Jednakże wyniki nasze, uzyskane na siewkach modrzewia europejskiego, są nieco skromniejsze od podawanych przez M a l c z e w s k i e g o: w ciągu 12 miesięcy wegetacji siewki osiągnęły przeciętną wysokość 44 cm, choć niektóre sztuki przekroczyły wzrost 40 cm jeszcze przed upływem roku, na dwa a nawet na pięć miesięcy wcześniej, tylko że dalszy ich przyrost uległ zahamowaniu.

Przyrost siewek w warunkach nieprzerwanego oświetlenia nie trwa bez przerwy, obserwuje się okresy wzmagania tempa wzrostu, jak również stany całkowitego zastoju lub zwolnienia procesów wzrostowych. Siewki modrzewia na nieprzerwanym świetle wegetują właściwie bez przerwy, nie zrzucając igieł i nie zapadając w stan spoczynku głębokiego, lecz ich przyrost wzwyż po dłuższym lub krótszym czasie ulega zahamowaniu i rośliny wykształcają mniej lub bardziej wyraźny pączek szczytowy, który wkrótce rozwija się na nowo i kontynuuje wzrost. Dłu-

gość pierwszego okresu pędzenia do chwili założenia pączka szczytowego (który zresztą nie zawsze wykształca się w sposób typowy) nie jest jednakowa u wszystkich roślin, ale najczęściej wynosi około 3—4 miesięcy od chwili skielkowania nasienia. Za to w następnych „cyklach” naturalna rytmika ulega całkowitemu zakłóceniu. W jednostajnych niemal warunkach światła, temperatury i wilgoci, jakie utrzymują się w pracowni, rośliny zachowują się podobnie, jak w tych nielicznych na kuli ziemskiej obszarach krajów tropikalnych, gdzie nie ma wyraźnej rocznej rytmiki przebiegu pogody, tzn. nie tylko poszczególne egzemplarze, ale nawet poszczególne części jednej i tej samej rośliny wykazują odrębną i niezależną od siebie periodyczność przejawów wegetacji.

Czas trwania okresu spoczynkowego w warunkach nieprzerwanego oświetlenia jest również różny u różnych roślin i u poszczególnych gałęzi tej samej rośliny i trwa w skrajnych wypadkach do 3 miesięcy. W związku z tym w ciągu 12 miesięcy trwania badań obserwowało się u siewek modrzewia niejednakową ilość okresów intensywnego wzrostu i zahamowania procesów wzrostowych; zwykle dawało się zauważyć 2—3-krotny nawrót wegetacji w ciągu roku.

Drugi okres wzrostowy cechowała z reguły największa intensywność przyrostu i wzmożone gałęzienie się, natomiast w trzecim okresie przyrost był znacznie mniejszy i rośliny najczęściej zaczynały usychać. W dotychczasowych doświadczeniach przy nieprzerwanym oświetleniu nie udało się nam przetrzymać siewek poza ten trzeci okres wzrostowy, tzn. po rocznym lub co najwyżej półtorarocznym okresie wegetowania w tych, zdawałoby się, optymalnych dla wzrostu warunkach rośliny wykazują objawy zwolnienia tempa wzrostu i stopniowo usychają.



Ryc. 1. 8-miesięczna siewka modrzewia europejskiego, hodowana przy nieprzerwanym oświetleniu

Tak więc, jeżeli chodzi o wzrost siewek na wysokość, badania nasze nie dały tak znacznych wyników, jak prace *M a l c z e w s k i e g o*. Najprawdopodobniej różnica spowodowana została znacznie niższą intensywnością światła od tej, przy której eksperymentował *M a l c z e w s k i* (4000—6000 luksów). Niemniej wzrost siewek hodowanych na nieprzerwanym oświetleniu ulegał znacznemu podwyższeniu, w porównaniu z hodowanymi w warunkach naturalnych.

Natomiast co się tyczy rytmiki rozwojowej rośliny hodowanej w tych sztucznych, niemal jednostajnych warunkach, to badania nasze wykazały jej silne zakłócenia wobec braku kierującego działania rytmiki warunków zewnętrznych.

2. *Badania porównawcze wzrostu i przebiegu wegetowania siewek, hodowanych w warunkach nieprzerwanego światła oraz przy krótkim dniu*

Wyniki naszych doświadczeń, wykonanych w pracowni w warunkach nieprzerwanego oświetlenia oraz przy krótkim 10-godzinnyim dniu, wykazały, że modrzew europejski podobnie jak inne, poprzednio zbadane gatunki, reaguje na krótki dzień wstrzymaniem wzrostu i założeniem pączka szczytowego, podczas gdy całodobowe oświetlenie rośliny działa w kierunku wzmoczenia wzrostu i przedłużenia okresu wegetowania.

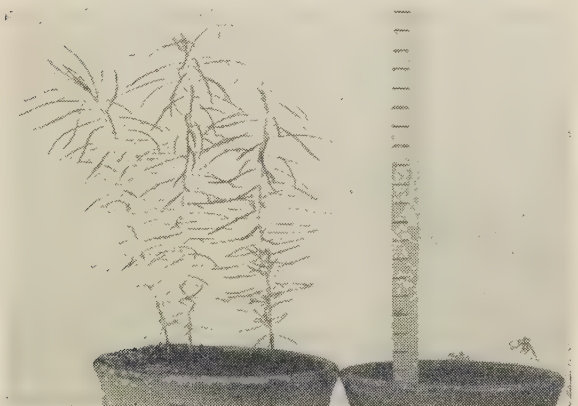
Różnice w rozwoju wegetatywnym siewek rosnących na nieprzerwanym świetle i krótkim dniu dały się zauważyć już w dziewiątym i dziesiątym dniu doświadczenia. Jedne i drugie zrzuciły już do tego czasu łupinki nasienne i rozwinęły liścienie, ale o ile pierwsze od razu wypuściły pierwoigły i zaczęły intensywnie rosnać, o tyle u drugich pierwoigły pojawiły się o kilka dni później i nastąpiło wyraźne zwolnienie tempa wzrostu. Po upływie około 4 tygodni różnica wzrostu siewek w obu wariantach doświadczenia wynosiła około 1—1,5 cm, po 7 tygodniach siewki osiągnęły wymiary przedstawione na zdjęciu nr 2, a po 9 tygodniach siewki hodowane przy nieprzerwanym oświetleniu osiągnęły przeciętną wysokość 7—8 cm, gdy tymczasem w warunkach krótkiego dnia wysokość ich wahała się w granicach 2—4 cm. Wymiary siewek po 13 tygodniach badań przedstawia zdjęcie (ryc. 3).

Siewki modrzewia hodowane od momentu skielkowania przy krótkim, 10-godzinnyim dniu wstrzymywały wzrost w ciągu 3 do 4 tygodni i zakładały pączek szczytowy po upływie 6 tygodni (ryc. 4).

Jednoroczne sadzonki modrzewia (polskiego) reagowały na długość dziennego oświetlenia podobnie; traktowane krótkim dniem kończyły wzrost i zakładały pączek szczytowy po upływie około 8 tygodni, osiągając w tym czasie wymiary niemal 4-krotnie mniejsze od roślin rosną-



Ryc. 2. Siewki modrzewia europejskiego po 7 tygodniach hodowli przy krótkim dniu (po lewej) i przy nieprzerwanym świetle (po prawej)

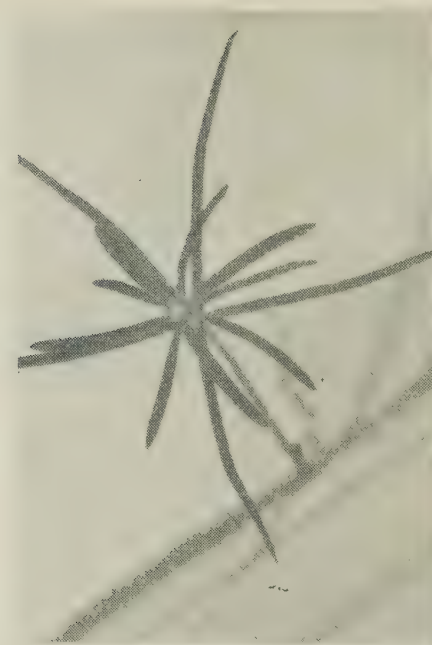


Ryc. 3. Siewki modrzewia europejskiego po 13 tygodniach hodowli przy krótkim dniu (po prawej) i przy nieprzerwanym świetle (po lewej)

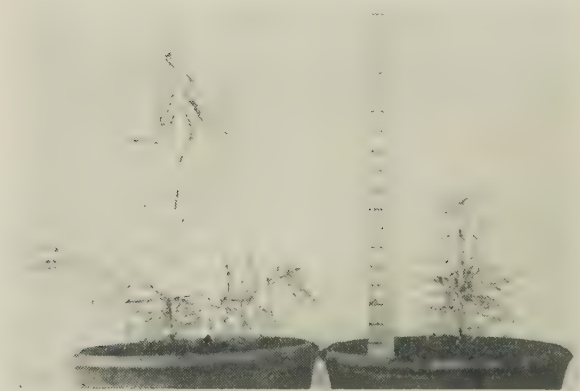
cych przy nieprzerwanym świetle i o połowę mniejsze niż przy naturalnej długości dnia (ryc. 5).

A zatem rezultaty uzyskane przez nas z modrzewiem europejskim i polskim, w zestawieniu z faktami stwierdzonymi przez innych autorów z innymi gatunkami modrzewia, świadczą o braku istotnych, jakościowych różnic w sposobie reagowania na długość dnia poszczególnych gatunków.

Należy jednak podkreślić fakt, który nie znalazł odzwierciedlenia w cytowanej poprzednio literaturze, a mianowicie że u modrzewia, którego wzrost odbywa się przede wszystkim wierzchołkowo i trwa przez cały okres wegetacji, prócz stwierdzonych w dawniejszych badaniach procesów jesiennej dojrzewania pędu wegetatywnego, także założenie pączka szczytowego uzależnione jest



Ryc. 4. 6-tygodniowa siewka modrzewia (nieco powiększona), wyhodowana przy krótkim dniu; widoczny wyraźny pączek szczytowy



Ryc. 5. Jednoroczne sadzonki modrzewia (polskiego), hodowane w ciągu drugiego okresu wegetacji przez 8 tygodni w warunkach nieprzerwanego światła (po lewej) i przy krótkim dniu (po prawej)

od warunków fotoperiodycznych. Dzięki temu modrzew okazuje się szczególnie dobrym obiektem do badań reakcji fotoperiodycznej pędu wegetatywnego rośliny drzewiastej w porównaniu



Ryc. 6. Trzymiesięczna siewka modrzewia europejskiego podczas drugiego okresu wegetowania; widoczna różnica zabarwienia świeżych i „zeszłorocznych“ igieł



Ryc. 7. Pięciomiesięczne siewki modrzewia podczas trzeciego okresu wegetowania; widoczne poszczególne przyrosty

z gatunkami, które posiadają krótki okres pędzenia na wiosnę i u których zawiązek pączka szczytowego formuje się już we wnętrzu pączka zeszłorocznego.

3. Reakcja fotoperiodyczna siewek w różnych fazach cyklu wegetowania

Przy opisie pierwszych naszych doświadczeń, wykonanych przy krótkim dniu, stwierdziliśmy, że siewki modrzewia hodowane od momentu skielkowania w takich warunkach fotoperiodycznych (dzień 10-godz.) reagowały założeniem pączka szczytowego dopiero po upływie co naj-

mniej 6 tygodni. W dalszym ciągu pracy chodziło więc o wyjaśnienie, czy roślina reaguje na warunki fotoperiodyczne jednakowo na początku i przy końcu okresu wegetowania, czy też reakcja ta jest możliwa dopiero na pewnym etapie jej rocznego cyklu rozwojowego. Z drugiej strony chcieliśmy ustalić, jak długi winien być okres oddziaływania krótkiego dnia, by wywołać wstrzymanie wzrostu i założenie pączka szczytowego.

Doświadczenie polegało na oddziaływaniu krótkim dniem na siewki wyrosłe w warunkach naturalnych, po osiągnięciu przez nie wieku 1, 2, 3 itd.... do 7 tygodni. W tym celu pod koniec kwietnia 1953 r. wysiano nasiona modrzewia do doniczek, które pozostawiono w warunkach polowych, w ogrodzie (wkopane równo z powierzchnią gleby). Począwszy od dnia 6 maja, tj. od momentu skiełkowania znacznej większości nasion, regularnie co tydzień przynoszono część roślin do pracowni pod elektryczne oświetlenie, przy czym połowę pozostawiono przy nieprzerwanym świetle, a drugą połowę traktowano krótkim, 10-godzinnym dniem.

Wśród roślin, które przebyły różnej długości okres w warunkach terenowych (przy wzrastającej długości dnia) i następnie rosły przy nieprzerwanym świetle, istotnych różnic w przebiegu wegetacji nie zauważono, chyba tylko to, że osiągnęły one w tym samym czasie różną wysokość, zależnie od długości okresu przebywania w warunkach nieprzerwanego światła.

Natomiast rośliny traktowane po okresie przebywania w polu krótkim dniem wstrzymały wzrost i wykształciły pączek szczytowy w następujących terminach:

Długość okresu przebywania w warunkach polowych (w tygodniach od chwili skiełkowania)	0	1	2	3	4	5	6	7
Długość okresu przebywania na krótkim, 10 godz. dniu w warunkach pracowni	10	9	8	7	6	5	4	3
Przy krótkim dniu założyły pączek szczytowy po upływie tygodni	6—7	5—6	wyginęły	3—4	3	3	3	3
Założyły pączek szczytowy po upływie tygodni (od chwili skiełkowania)	6—7	6—7	—	6—7	7	8	9	10

Okazało się zatem, że siewkom modrzewia do wcześniejszego zakończenia wzrostu i założenia pączka szczytowego nie jest konieczny krótki dzień w ciągu całego sezonu wegetacyjnego, lecz wystarcza im około

3-tygodniowy okres oddziaływania fotoperiodycznego. Nie jest jednakże rzeczą obojętną, kiedy nastąpi zaindukowanie tego 3-tygodniowego okresu krótkich dni. Traktowanie rośliny krótkim dniem zaraz po skielkowaniu (bądź rozwinięciu pączków — jak zdołaliśmy się przekonać w próbach z jednorocznymi sadzonkami) — nie daje efektu w tak krótkim czasie, jest natomiast skuteczne, gdy siewki osiągną pewien określony wzrost, tj. w wieku co najmniej dwóch tygodni (na nieprzerwanym oświetleniu) albo 3—4 tygodni (w warunkach naturalnych).



Ryc. 8. Siewki modrzewia europejskiego po 2½ miesiącach hodowli przy nieprzerwanym świetle i po ok. 2-tygodniowym okresie przebywania w warunkach krótkiego dnia. Pączki szczytowe dobrze wykształcone, na zdjęciu mało widoczne

4. *Badania reakcji fotoperiodycznej pędu wegetatywnego siewek modrzewia przy różnej długości dnia*

W literaturze poświęconej zjawisku fotoperiodyzmu roślin drzewiastych nie znaleźliśmy systematycznych badań, które by pozwoliły na wyjaśnienie zagadnienia charakteru reakcji fotoperiodycznej pędu wegetatywnego w różnych warunkach długości dziennego oświetlenia. Jedynie M o s z k o w (1932) podaje dane, dotyczące zależności przyrostu i czasu trwania okresu wegetowania niektórych gatunków drzewiastych — od długości dnia.

W cyfrach przytoczonych przez M o s z k o w a widać ogólną dla wszystkich gatunków tendencję do skracania okresu wegetowania i zmniejszania przyrostu w warunkach krótkiego dnia. Wyniki badań M o s z k o w a zdają się więc wskazywać na to, że reakcja fotoperiodyczna pędu wegetatywnego jest różna przy różnych warunkach długo-

ści dnia; krótszy fotoperiod wywołuje wcześniejszą reakcję, dłuższy działa opóźniająco na procesy „jesiennego dojrzewania“ pędu.

Badania przeprowadzone przez nas na siewkach modrzewia europejskiego miały na celu stwierdzenie, czy przytoczone wyżej badania stanowią wystarczającą podstawę do takiego uogólnienia.

Doświadczenie polegało na potraktowaniu 7-tygodniowych siewek, wyhodowanych przy nieprzerwanym oświetleniu sześcioma wariantami fotoperiodu, tj. 7-, 9-, 11-, 13-, 15-, i 17-godzinny dzień (oczywiście przy zachowaniu 24-godzinnej rytmiki). Oddziaływanie fotoperiodyczne trwało przez okres 4 tygodni, a więc zgodnie z wynikami doświadczeń, o których była już poprzednio mowa, wystarczająco długo dla wywołania reakcji. Po okresie oddziaływania fotoperiodycznego siewki umieszczono z powrotem w warunkach nieprzerwanego oświetlenia. Wynik doświadczenia był następujący.

Siewki hodowane w warunkach 7-godzinnego dnia wstrzymały wzrost i wykazały objawy głodu światła, lecz pączka szczytowego w normalnym czasie nie wykształciły. Dopiero po umieszczeniu na powrót w warunkach całodobowego oświetlenia, trzy spośród sześciu siewek, jakie się zachowały w czasie oddziaływania tym zbyt krótkim fotoperiodem, założyły pączek w ciągu 2—3 tygodni, czego jednakże nie można uznać za potwierdzenie następczego działania fotoperiodyzmu (porównaj rozdział 5), jeśli wziąć pod uwagę, że u 3-miesięcznych siewek obserwuje się to zjawisko niekiedy i w warunkach nieprzerwanego oświetlenia.

W warunkach 9-godzinnego fotoperiodu wykształciły pączek szczytowy nie wszystkie rośliny (pięć sztuk na dziewięć pozostałych przy życiu).

Dopiero przy 11-, 13- i 15-godzinny dzień obserwowało się stuprocentową reakcję na skrócony fotoperiod, przy czym wszystkie badane siewki zakładały pączek po jednakowo długim okresie oddziaływania fotoperiodycznego, tj. jak w poprzednich naszych doświadczeniach, wykonanych przy 10-godzinny dzień — po upływie 3—4 tygodni.

Natomiast rośliny, które potraktowano 17-godzinny fotoperiodem, zachowały się tak, jak w warunkach nieprzerwanego oświetlenia, tzn. rosły nieustannie, nie wykształcając pączka szczytowego.

Wniosek z opisanego wyżej doświadczenia jest następujący: Reakcja pędu wegetatywnego modrzewia na warunki skróconego fotoperiodu nie zależy od długości tego fotoperiodu w tym sensie, by krótszy dzień oddziaływał przyspieszająco, a dłuższy opóźniająco na procesy związane z kończeniem wegetacji i przejściem w stan spoczynku. Zbyt krótki fotoperiod nie powoduje normalnej reakcji fotoperiodycznej, a zbyt długi nie wywołuje jej zupełnie.

5. Czy reakcja fotoperiodyczna pędu wegetatywnego rośliny drzewiastej ma charakter indukcyjny?

O ile w pracach dotyczących reakcji fotoperiodycznej kwitnienia od dawna już stwierdzono istnienie indukcji fotoperiodycznej, o tyle w niezbyt bogatej literaturze, dotyczącej wpływu długości dnia na procesy wzrostu wegetatywnego, problem ten, jak dotąd, nie znalazł żadnego odzwierciedlenia. Nie jest więc dotychczas sprawą całkowicie wyjaśnioną, czy po ustaniu oddziaływania fotoperiodycznego procesy wstrzymania wzrostu i zakładania pączka szczytowego mogą się dokonywać w dalszym ciągu w warunkach zmienionej długości dnia, czy też przebieg ich ulega zahamowaniu. Wprawdzie M o s z k o w (1935) w badaniach związku fotoperiodyzmu z mrozoodpornością drzew uzyskał wzmożenie wytrzymałości na mróz drogą zaindukowania roślinie 20—30 krótkich fotoperiodów w środku okresu wegetacji², jednakże stwierdził równocześnie brak bezpośredniego związku pomiędzy mrozoodpornością a zakończeniem wzrostu. Stąd wyników badań wspomnianego autora nie można uznać za potwierdzenie indukcyjnego charakteru omawianego zjawiska.

Badania interesującego nas tutaj zagadnienia przeprowadziliśmy, jak większość naszych doświadczeń, na siewkach i sadzonkach modrzewia. Roślinom 3-tygodniowym, wyhodowanym późną wiosną w warunkach terenowych i przeniesionym następnie do pracowni, zaindukowano 5-, 10-, 15-, 20- i 25-dniowy okres krótkiego, 10-godzinnego fotoperiodu, po którym umieszczono je na nieprzerwanym elektrycznym świetle. Reakcja siewek modrzewia na różnej długości okres indukcji fotoperiodycznej była następująca:

Wariant doświadczenia	Okres oddz. krótkiego dnia	Stopień wykształcenia pączka szczytowego pod koniec okresu fotoindukcji	Długość okresu spoczynkowego
I	5 dni	nie wykształcił się	rośnie bez przerwy
II	10 dni	nie wykształcił się	rośnie bez przerwy
III	15 dni	tylko na niektórych niewyraźny pączek, niezdrewniał	rusza natychmiast po wstawieniu na nieprzerwane oświetlenie
IV	20 dni	niewyraźnie wykształcony	rusza po 8 dniach
kontrolne	25 dni	pączki wyraźne, zdrewniałe	rusza po 20 dniach

Z powyższego zestawienia wynika jasno, że jeżeli okres oddziaływania fotoperiodycznego jest za krótki, rośliny umieszczone z powrotem

² Potwierdziły to także badania K r a m e r a (1937).

w warunkach ciągłego oświetlenia wprowadzie niekiedy zakładają pączki, lecz proces ten nie przebiega wówczas normalnie do końca, wykształca się pączek z niezdrewniałymi lub słabo zdrewniałymi łuskami, który w niedługim czasie (po kilku zaledwie dniach) rozwija się i kontynuuje wzrost. Innymi słowy, aby wywołać pełny efekt działania fotoperiodycznego, które, jak wykazano poprzednio, stymuluje procesy zmierzające do zakończenia wegetowania, niezbędne jest działanie krótkich dni przez okres co najmniej 3-tygodniowy, a więc do momentu pełnego przygotowania się rośliny do zimowego spoczynku.

A zatem uzyskane przez nas wyniki nie potwierdziły indukcyjnego charakteru reakcji fotoperiodycznej pędu wegetatywnego rośliny drzewiastej. Gdy okres oddziaływania krótkich dni jest zbyt krótki, wówczas po ustaniu wpływu czynnika fotoperiodycznego, tj. po umieszczeniu rośliny na powrót w sprzyjających dla wzrostu warunkach oświetlenia, nie uzyskuje się pełnego efektu, lecz obserwuje się jakby zahamowania procesów związanych z przejściem rośliny w stan spoczynku i stosunkowo szybkie wznowienie wzrostu (nawrót wegetacji).

6. Badania reakcji fotoperiodycznej siewek modrzewia przy różnej intensywności oświetlenia

W literaturze przedmiotu nie znaleźliśmy ani jednej pozycji poświęconej zagadnieniom wpływu intensywności światła na procesy „jesiennego dojrzewania“ pędu wegetatywnego rośliny drzewiastej. Nieco danych dotyczących interesującego nas tutaj zagadnienia dostarczają badania S z c z e p o t i e w a (1948). Na podstawie wyników jego pracy nie można jednak powiedzieć nic konkretnego na omawiany temat. Co najwyżej można wysnuć wniosek, że reakcja fotoperiodyczna pędu wegetatywnego rośliny drzewiastej może być różna przy tej samej długości fotoperiodu, zależnie od warunków oświetlenia.

Względy powyższe, a głównie usiłowanie zgłębienia istoty zjawiska fotoperiodyzmu u drzew, skłoniły nas do przeprowadzenia następujących doświadczeń:

Siewki modrzewia wyhodowane w warunkach nieprzerwanego oświetlenia elektrycznego poddano działaniu krótkiego, 10-godzinnego dnia, stosując przy tym pięć różnych wariantów intensywności światła. Różne warunki oświetlenia uzyskano przez zastosowanie przysłon, wykonanych z gazy aptecznej, rozpiętej na przygotowanych specjalnie ramkach drewnianych, o wymiarach $14 \times 85 \times 28$ cm. Przez zastosowanie różnej ilości warstw gazy osiągnięto następujące stopnie intensywności światła pełnego (która wynosiła 1 000 luksów): 70%, 45%, 35% i 15%.

Okres oddziaływania krótkiego dnia przy tym doświadczeniu wynosił 5 tygodni. W ciągu tego okresu wzrost wszystkich siewek, trzymanyh w warunkach krótkiego dnia, uległ zahamowaniu, lecz pączek szczytowy wykształcił się normalnie tylko w serii kontrolnej (przy pełnym oświetleniu) oraz w pierwszym wariantcie doświadczenia (przy oświetleniu równym 70% pełnego). W pozostałych wariantach obserwoowało się dużą śmiertelność siewek, przy czym w drugiej i trzeciej grupie (tj. przy 45 i 35% oświetlenia pełnego) część pozostałych przy życiu roślin założyła pączki, zresztą niedokształcone, część zaś wykazywała objawy głodu światła. W ostatnim najciemniejszym wariantcie doświadczenia wszystkie rośliny wykazywały typowe objawy wypłonięcia w części wierzchołkowej, a następnie wędnięcia i usychania. Pączków nie założyły.

Nieliczne siewki, które przetrwały 5-tygodniowy okres oddziaływania fotoperiodycznego w warunkach słabego światła, wstawiono na powrót pod nieprzerwane, pełne oświetlenie lampy elektrycznej. Obserwoowało się wtedy z reguły dość szybki powrót roślin do normalnego wyglądu, siewki zaczynały na nowo intensywnie rosnać, lecz śladów zakładania pączka szczytowego nie zauważono.

Wynik opisanego wyżej doświadczenia pozwala na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. Reakcja fotoperiodyczna pędu wegetatywnego rośliny drzewiastej zależy od intensywności światła, tzn. przy zbyt słabym oświetleniu i krótkim dniu pączek szczytowy nie powstaje.

2. Wobec typowych objawów wypłonięcia i głodu światła u siewek hodowanych w warunkach krótkiego dnia, przy zbyt słabym świetle i wobec braku reakcji także po umieszczeniu roślin z powrotem w optymalnych warunkach oświetlenia, istnieje podstawa do przypuszczenia, że reagowanie rośliny na skrócony dzień jest w jakiś sposób związane z procesem fotosyntezy.

OBSEKRWACJE MIKROSKOPOWE

1. *Badania przekroju poprzecznego strzałki siewek modrzewia w związku z reakcją fotoperiodyczną*

Celem uzyskania podstaw do bardziej ogólnych wniosków co do związku rocznej rytmiki wzrostu rośliny drzewiastej z warunkami fotoperiodycznymi należało zanalizować również przyrost siewek na grubość, a przede wszystkim kształtowanie się słoów rocznych w warunkach nieprzerwanego oświetlenia, w naturze oraz przy oddziaływaniu okresami krótkiego dnia na przemian z okresami nieprzerwanego światła. Materia-

ły przedstawione poniżej stanowią zatem uzupełnienie poprzednich doświadczeń.

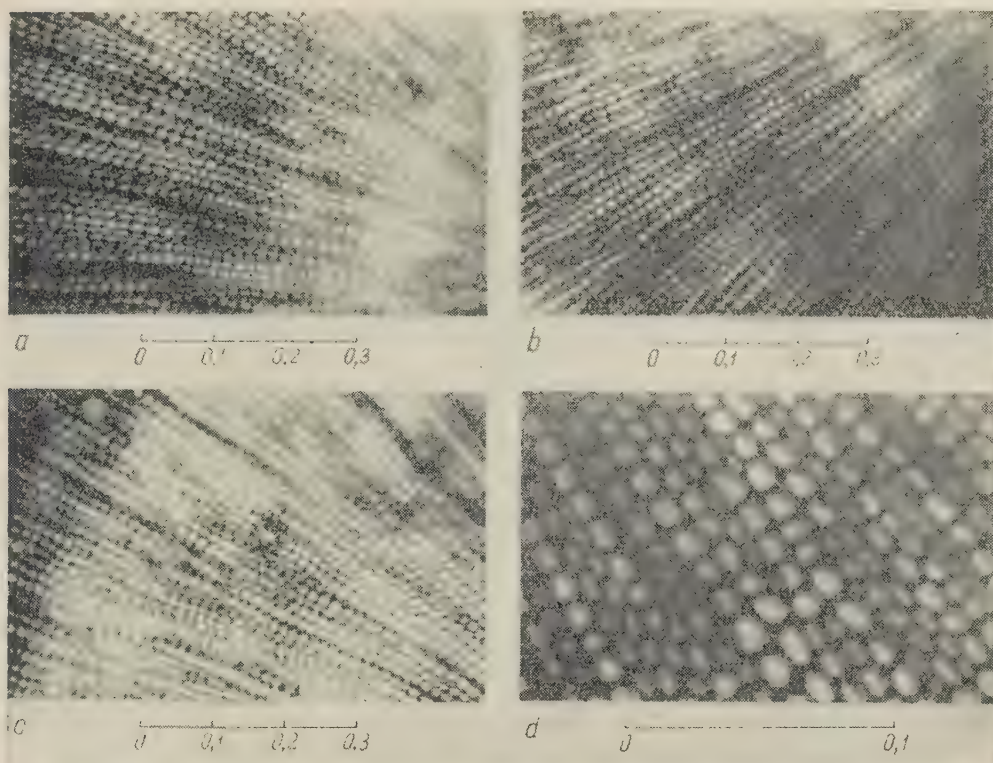
Badania tego rodzaju — o ile nam wiadomo — nie były dotąd przeprowadzane pod kątem interesującego nas tutaj zagadnienia przez żadnego z autorów prac poświęconych zjawisku fotoperiodyzmu u drzew. W cytowanej już wielokrotnie pracy Małczewskiego (1946) zawarta jest jedynie wzmianka o tym, że grubość słoja drewna modrzewia, hodowanego przez 7½ miesiąca przy całodobowym oświetleniu przewyższała 10—12-krotnie grubość osiąganą przez rośliny kontrolne. Jednakże ani z tekstu, ani z rysunku podanego w tej pracy nie można wyciągnąć wniosków o stopniu różnicowania się komórek drewna „wczesnego“ i „późnego“ u siewek hodowanych w tych warunkach.

Wyniki naszych obserwacji ilustrują załączone mikrofotografie. Widać na nich wyraźnie, że u roślin hodowanych przy nieprzerwanym świetle (ryc. 9, a, b, c) przez 14, 16 czy nawet 18 miesięcy nie wytwarzają się normalne słoje przyrostowe, mimo że w ciągu tego okresu siewki 2—3-krotnie przyrastały na wysokość. Wielkość komórek i grubość ścian komórkowych są na całym przekroju mniej lub bardziej jednolite, obserwuje się jedynie nieregularne, rzadko kiedy dające się wyśledzić na całym obwodzie przekroju kilkukomórkowe warstwy, nieco ciemniejsze. Te słabo zaznaczone smugi świadczą jedynie o pewnej nieregularności pracy kambium, nie mogą być jednakże uznane za wyraz określonej rytmiki przyrostu na grubość, gdyż pod dużym powiększeniem mikroskopu stają się jeszcze mniej uchwytnie. Gdyby to były drobne warstewki drewna „późnego“, wówczas obserwowałoby się wyraźne zmniejszenie wymiarów komórek (spłaszczenie lub co najmniej zmniejszenie ich światła), a tymczasem tak nie jest. Widać to doskonale na ryc. 9 d (szczególnie gdy popatrzeć na nie najpierw z większej odległości, a potem z bliska). Komórki „warstewki ciemnej“ i komórki pozostałej, jasnej części przekroju niemal nie różnią się między sobą (ryc. 9 d).

Porównanie opisanych wyżej przekrojów siewek wyrosłych w świetle żarówki przy 24-godzinym dniu z przekrojem rośliny wziętej z natury (ryc. 10 a) utwierdza nas w przekonaniu, że w warunkach nieprzerwanego oświetlenia nie tworzy się normalny słoje drewna, bowiem miazga nie produkuje właściwych komórek drewna późnego.

Szczególnie jaskrawo ilustruje różnicę kształtowania się słoików drewna w naturze i w stałych warunkach pracowni zdjęcie przedstawiające przekrój dwuletniego pędu modrzewia, który spędził pierwszy okres wegetacyjny w terenie, w szkółce leśnej, a następnie przeniesiony został do pracowni pod nieprzerwane oświetlenie, gdzie przebywał przez dalszych 9 miesięcy (ryc. 10d).

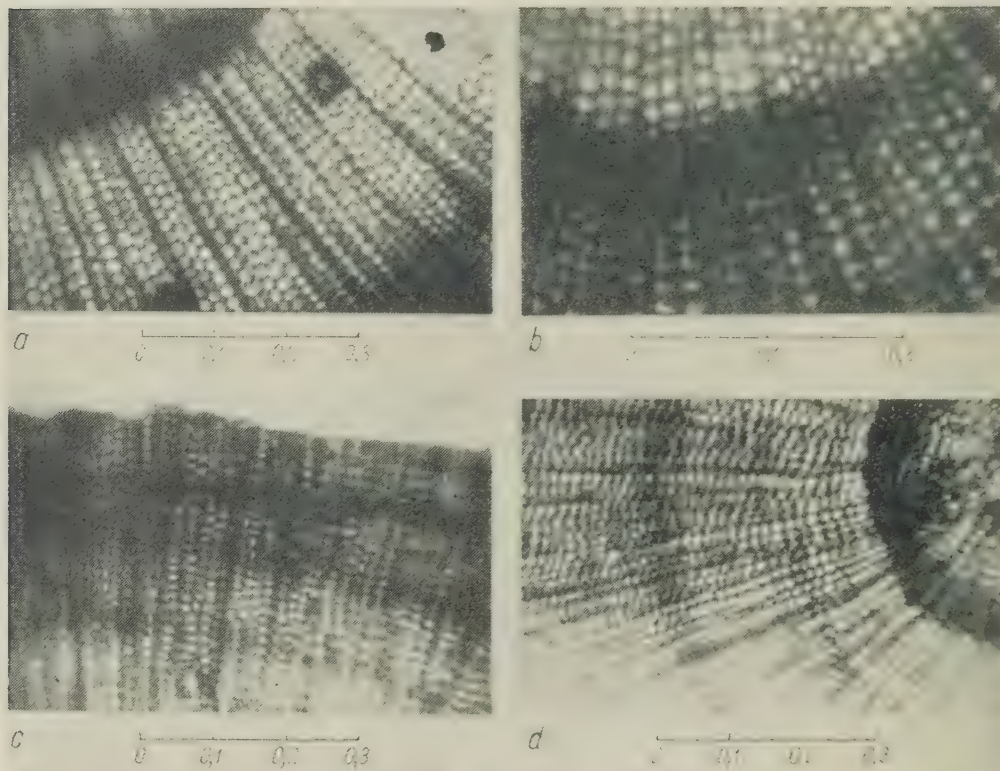
O ile w drewnie pierwszego okresu wegetacyjnego wyraźnie wyróżniają się obie warstwy słoja (drewno wczesne i późne), o tyle drewno drugiego okresu nie wykazuje większego zróżnicowania.



Ryc. 9. Przekroje poprzeczne przez strzałki modrzewi hodowanych w okresie 14 miesięcy w warunkach laboratoryjnych przy nieprzerwanym oświetleniu; słoje roczne niewykształcone, widoczne tylko lokalne zgrubienia ścian komórkowych, przejścia stopniowe; d — To samo co na ryc. 9b pod największym powiększeniem; przy zbliżeniu i oddaleniu zdjęcia widać wyraźnie tę pozorność słoja, o której mowa w tekście

Obserwacje nasze, dokonane na dużej ilości preparatów, nasuwają przypuszczenie, że te nieregularne, często tylko 2—4-komórkowe warstewki drewna, wyróżniające się na tle dość jednolitego przekroju, stanowią po prostu rezultat „nieudanych prób” wytworzenia elementów drewna późnego. W jednostajnych warunkach pracowni próby takie powtarzają się wielokrotnie, lecz stale są udaremniane, zapewne wskutek dobrych warunków wzrostu, tak że do wytworzenia normalnej warstwy drewna późnego nie dochodzi. Zjawisko takiego wielokrotnego zapoczątkowania procesu produkcji drewna późnego, przerywanego wzmożeniem aktywności kambium, widać dokładnie na zdjęciu, gdzie powtó-

rzyło się ono trzykrotnie przed ostatecznym zahamowaniem wzrostu rośliny (ryc. 10 c). Przypomnijmy, że w jednym z poprzednich rozdziałów była już mowa o nie wytłumaczonym dotąd zjawisku zamierania siewek hodowanych przy nieprzerwanym oświetleniu. W naszych doświadcze-



Ryc. 10. a — Przekrój poprzeczny dwuletniej gałązki modrzewia rosnącego w warunkach naturalnych; widoczna ostra granica słoja rocznego i stopniowe przejście od drewna wczesnego do późnego.

b — Roślina hodowana w zmiennych warunkach fotoperiodycznych; widoczne stopniowe przejścia od drewna późnego do wczesnego i stosunkowo ostra granica pomiędzy drewnem wczesnym a późnym.

c — To samo co na ryc. 9d; widoczne trzy 2—4-komórkowe warstewki nieco bardziej grubościennie (jakby nieudane, powtarzane próby założenia pierścienia drewna późnego).

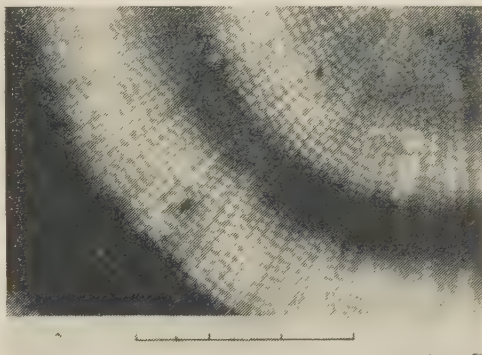
d — Przekrój poprzeczny przez strzałkę modrzewia hodowanego przez jeden okres wegetacyjny w warunkach naturalnych (w szkółce), a następnie przez około 10 miesięcy w pracowni, przy nieprzerwanym oświetleniu; widoczna wyraźna różnica w odkładaniu słoików w warunkach naturalnych i przy sztucznym nieprzerwanym oświetleniu.

niach objawy zahamowania wzrostu i usychania występowały zwykle po roku lub półtora. W świetle powyższych spostrzeżeń wydaje się rzeczą bardzo prawdopodobną, że przyczyną usychania roślin w tych warunkach jest inaktywacja komórek tkanki twórczej, której działalność wsku-

tek braku odpowiednich czynników zewnętrznych (fotoperiodów) nie może zachować naturalnej rytmiki i po wyczerpaniu możliwości twórczych — ustaje. Takie wyjaśnienie niepowodzeń długotrwałej hodowli świetlnej modrzewia wskazywałoby na konieczność okresowego przerywania działalności merystemu, co w naszych doświadczeniach pod nieprzerwanym światłem uniemożliwiane było stale przez „optymalne“ warunki wzrostu. Wyniki doświadczeń z roślinami poddawanych okresowo zmiennym warunkom długotrwałości dziennego oświetlenia przemawiają za poprawnością wyżej przytoczonego rozumowania.

W porównaniu z roślinami hodowanymi bez przerwy przy ciągłym oświetleniu, siewki traktowane na przemian okresami nieprzerwanego światła i krótkiego dnia wykazują zupełnie wyraźne zróżnicowanie drewna „wczesnego“ i „późnego“, przy czym ilość założonych słoików odpowiada następstwu oddziaływań fotoperiodycznych i jest zgodna z rytmiką przyrostu na wysokość. Siewka przedstawiona na ryc. 11 w ciągu 16 miesięcy hodowli w naszej pracowni 4-krotnie była poddawana oddziaływaniu krótkich fotoperiodów i 4-krotnie założyła pączek szczytowy, dając w tym czasie 4 pełne i 1 zapoczątkowany przyrost na wysokość. (U siewek traktowanych w ten sposób, jak wiadomo z poprzednich wywodów, roczny cykl wegetowania ulegał znacznemu skróceniu).

Różnica pomiędzy komórkami drewna „wczesnego“ i „późnego“ — jak to widać wyraźnie na zdjęciach (ryc. 10 b i 11) — jest znaczna, co wskazuje na bardzo silną zależność działalności merystemu wtórnego od stosunków fotoperiodycznych. Uderzające przy tym jest zjawisko, jakie można zaobserwować przy porównywaniu przekroju roślin poddawanych sztucznemu skracaniu dnia z przekrojem pędu wyrosłego w warunkach naturalnych. Podczas gdy u modrzewi rosnących w warunkach naturalnych, podobnie zresztą jak i u innych drzew, drewno wczesne stopniowo przechodzi w późne, a granica słoików rocznych jest wyraźna i ostra (ryc. 10 a), to w naszym doświadczeniu obserwowaliśmy stosunki odwrot-



Ryc. 11. Przekrój poprzeczny przez strzałkę modrzewia hodowanego przez 16 miesięcy w warunkach laboratoryjnych, lecz przy zmiennych warunkach fotoperiodycznych (okresy nieprzerwanego oświetlenia przerywane 4-krotnie okresami krótkiego dnia). Widoczne stopniowe przejście pomiędzy warstwą komórek drewna późnego poprzedniego „cyklu“ a drewnem wczesnym następnego okresu wegetowania; granica drewna wczesnego i późnego stosunkowo bardziej ostra (widać tylko 3 słoje)

ne, tzn. przejście od drewna wczesnego do późnego jest stosunkowo nagłe (komórki dość szybko zmniejszyły swoje wymiary po zmianie fotoperiodu), a natomiast granica słoja była mało wyraźna. Wynik ten wskazuje nie tylko na to, że istnieje ścisła zależność pracy kambium od czasu trwania dziennego oświetlenia, ale również, że miazga reaguje na zmianę długości fotoperiodu w sposób raptowny. To odmiennie niż w naturze kształtowanie się słoja rocznego widać najlepiej na zdjęciu (ryc. 11).

Streszczając pokrótce wyniki badań opisanych powyżej, możemy wyciągnąć następujące wnioski:

1. W stałych warunkach hodowli przy nieprzerwanym oświetleniu u siewek modrzewia obserwuje się co prawda zwiększony wzrost na grubość, lecz nie daje się prześledzić określonej rytmiki tego przyrostu wskutek niewytwarzania się normalnych komórek drewna późnego.
2. Ujawniające się na przekroju poprzecznym nieregularności pracy kambium, szczególnie w końcowym okresie wzrostu, świadczą o wyraźnej właściwości wymagania okresowych przerw w działalności komórek kambium. Jeżeli „optymalne“ dla wzrostu warunki zewnętrzne uniemożliwiają założenie normalnego pierścienia komórek drewna późnego i nie pozwalają na przerwanie działalności kambium, wówczas po kilku „nieudanych próbach“ zapoczątkowania tego procesu roślina ginie.
3. Kształtowanie się elementów drewna późnego jest niezwykle silnie związane z oddziaływaniem odpowiednich warunków długości dziennego oświetlenia.

DYSKUSJA

1. *Rytmika życia rośliny drzewiastej w warunkach naturalnych i sztucznych*

Zgodnie z poglądami współczesnymi periodyczność przejawów życiowych w roślinie nie jest ani bezpośrednim wynikiem działania czynników zewnętrznych, ani nie jest wyłącznie zjawiskiem autonomicznym, wywołanym przez czynniki wewnętrzne, lecz, jak w ogóle procesy rozwojowe, stanowi rezultat współdziałania jednych i drugich.

Również materiał przedstawiony w naszej pracy świadczy dobitnie o tym, że przebieg rocznego cyklu życiowego rośliny drzewiastej nie jest

jej cechą bezwzględnie autonomiczną, wrodzoną. Uzależniony on jest z jednej strony od właściwości odziedziczonych po pokoleniach poprzednich, w ciągu których rośliny przystosowywały się do określonej rytmiki warunków środowiska, a z drugiej strony zależy od aktualnego przebiegu i układu czynników zewnętrznych, na jakie napotyka roślina w czasie swego rozwoju osobniczego. Przebieg rocznego cyklu wegetowania rośliny wieloletniej jest niejako wypadkową współdziałania natury organizmu i czynników środowiska zewnętrznego.

A zatem na obecnym etapie rozwoju wiedzy chodzi nie tyle o rozstrzygnięcie, które czynniki — wewnętrzne czy zewnętrzne grają decydującą rolę w rytmice życia rośliny, ile o poznanie, w jakim stopniu i na jakiej drodze da się tę rytmikę podporządkować świadomym celom działalności człowieka.

W kwestii powyższej badania nasze dostarczyły następujących danych faktycznych:

W stałych (w przybliżeniu) warunkach oświetlenia, temperatury i wilgotności nie udaje się nawet rośliny o tak słabo zaznaczonej fazie spoczynku głębokiego, jaką jest modrzew, zmusić do nieprzerwanej wegetacji. Wzrost siewek na wysokość odbywa się okresowo, przy czym fazy wegetacji następują u poszczególnych roślin, a nawet u poszczególnych części jednej rośliny, w różnym czasie i trwają rozmaicie długo. Okazuje się zatem, że rytmika wzrostu na wysokość jest bardzo silnie utrwaloną dziedzicznie cechą rośliny, a okresy spoczynkowe pączka szczytowego nie są jedynie okresami przetrwania niekorzystnych warunków zimy, lecz stanowią niezbędne etapy jej ontogenezy. Wniosek powyższy jest więc potwierdzeniem poglądów, jakie obecnie zdają się zwyciężać w omawianej kwestii (por. H e n k e l i O k n i n a (1948), S i e r g i e j e w (1953), Ż e l a w s k i (1954).

Badania reakcji fotoperiodycznej pędu wegetatywnego siewek modrzewia wykazały bardzo silną zależność n o r m a l n e g o przebiegu wegetacji od warunków długotrwałości dziennego oświetlenia. Te warunki zewnętrzne nie tylko odgrywają rolę „sterującą“ — co zostało udowodnione — lecz są roślinie w jakiś sposób niezbędne, gdyż ich brak uniemożliwia po pewnym czasie dalszą jej egzystencję.

Wydaje się, że pozytywne (w początkowych fazach wzrostu) wyniki prób hodowli drzew przy nieprzerwanym oświetleniu, dadzą się wytłumaczyć w ten sposób, że obok wzmożonej fotosyntezy następuje tu przyspieszenie realizacji możliwości wzrostowych pędu, a następnie także skrócenie okresu spoczynkowego rośliny. Do powyższego stwierdzenia skłania nas fakt, że wielkość poszczególnych przyrostów siewek modrzewia w naszych doświadczeniach tylko nieznacznie przewyższała odpow-

wiednie, kolejne przyrosty osiągane w naturze, a różnica osiągniętych w czasie wymiarów polegała jedynie na ilości tych przyrostów. Innymi słowy, siewki hodowane w pracowni osiągały wzrost nieco większy od 2-letnich sadzonek wyhodowanych w szkółce — w ciągu zaledwie kilku miesięcy.

Teza o wyczerpywaniu się możliwości twórczych miazgi w warunkach utrudniających realizowanie się naturalnej rytmiki życia rośliny znajduje potwierdzenie w naszych badaniach przebiegu przyrostu siewek na grubość. Na przekrojach poprzecznych strzałek roślin wyhodowanych przy ciągłym, całodobowym oświetleniu nie obserwuje się normalnych pierścieni przyrostowych — jak tego można by się spodziewać, sądząc po przebiegu przyrostu na wysokość. Na tle niemal jednolitego obrazu komórek drewna wczesnego widoczne są jedynie drobne i fragmentaryczne wstawki komórek drobniejszych, których występowanie zinterpretowaliśmy jako rezultat „nieudanych prób“ wytworzenia elementów drewna późnego; brak odpowiednich warunków (skróconych fotoperiodów) uniemożliwia roślinie założenie pierścienia drewna późnego i wstąpienie w fazę spoczynku.

Wyniki naszych badań przyrostu grubości siewek w związku z reakcją fotoperiodyczną rośliny pozwalają na wyciągnięcie jeszcze innego wniosku; wykazaliśmy bowiem bardzo wyraźnie, że kształtowanie się elementów drewna późnego jest niezwykle silnie związane z oddziaływaniem odpowiednich warunków fotoperiodycznych. Rytmika przyrostu na grubość mogłaby być zatem jednym z przejawów reakcji fotoperiodycznej rośliny, co jednak wymaga jeszcze dalszych, dokładniejszych badań. O ile jednak w przyroście na wysokość zależność rytmiki od warunków fotoperiodycznych jest mniej wyraźna — działanie warunków zewnętrznych ma charakter raczej „sterujący“ — o tyle w przyroście na grubość związek ten jest bez porównania silniejszy. Można zatem stwierdzić, że rytmika przyrostu na grubość jest w większym stopniu podporządkowana wpływom warunków zewnętrznych i w mniejszym stopniu jest cechą utrwaloną dziedzicznie aniżeli przyrost wzwyż (pędzenie). Innymi słowy: **działalność merystemu wtórnego jest bardziej uzależniona od wpływów warunków zewnętrznych i w związku z tym łatwiej daje się pokierować aniżeli działalność merystemu pierwotnego.**

Stwierdzenie powyższego faktu na materiale roślin drzewiastych stanowi bodaj najważniejszy rezultat naszych badań; mający duże znaczenie teoretyczne i praktyczne.

Konfrontując wyniki naszej pracy dotyczącej modrzewia z rezultatami badań innych autorów, przeprowadzonych na innych gatunkach drzewiastych, dochodzimy do następujących wniosków odnośnie rytmiki

wzrostu rośliny w warunkach naturalnych i jej związku z reakcją fotoperiodyczną pędu:

Długość okresu pędzenia jest właściwością rośliny w silnym stopniu związaną z warunkami fotoperiodycznymi okresu wegetacji. Co prawda istnieje wiele roślin, u których termin kończenia wzrostu i zakładania pączka szczytowego jest prawie niezależny od długości dnia (np. jodła w doświadczeniach B a ł u t a 1954), lecz obok tych „neutralnych” gatunków istnieją inne, zachowujące się jak rośliny krótkiego dnia. Przykładem takiej rośliny, której procesy „dojrzewania pędu wegetatywnego” dokonywać się mogą normalnie tylko przy skróconym dniu, jest zbądany przez nas szczegółowo modrzew. U modrzewia, którego wzrost wzwyż w warunkach naturalnych trwa od wiosny do jesieni (P a r z y c k i 1952) i kształtowanie pączka szczytowego następuje zwykle dopiero na początku września, reakcja fotoperiodyczna pędu jest szczególnie wyraźna. Wywołuje ją działanie skróconych fotoperiodów w granicach od 15 do 10 godzin świetlnych w ciągu doby. Przy oświetleniu trwającym dłużej rośliny zachowują się jak w warunkach nieprzerwanego światła. Otrzymane wyniki są zgodne z przebiegiem wegetacji modrzewia w warunkach naturalnych: w naszej szerokości geograficznej w okresie letniego przesilenia długość dnia wynosi bowiem około 17 godzin i dopiero na początku sierpnia maleje do 15 godzin. A zatem w przyrodzie okres oddziaływania fotoperiodycznego i bezpośredniego wywoływania reakcji fotoperiodycznej przypada na sierpień i wrzesień, kiedy to naturalna długość dnia zmniejsza się stopniowo od 15 do 12 godzin (jesienne zrównanie dnia z nocą).

Zależność przebiegu wzrostu i kształtowania się pączka szczytowego od warunków fotoperiodycznych jest, jak wspomnieliśmy, szczególnie wyraźna u modrzewia, który posiada długi okres pędzenia. Ale i u gatunków mających krótki okres pędzenia na wiosnę, jak np. u sosny, omawiane procesy zdają się być podporządkowane wpływom fotoperiodyzmu. Obserwacje nasze, dokonane wspólnie z B a ł u t e m (1955), wskazują na to, że w warunkach nieprzerwanego oświetlenia, a więc przy braku odpowiedniego następstwa światła i ciemności, u sosny zwyczajnej nie może się wykształcić normalny pączek szczytowy — taki, jaki się tworzy w przyrodzie w ciągu maja i czerwca.

2. Oddziaływanie fotoperiodyczne jako czynnik zmiany naturalnej rytmiki życia rośliny drzewiastej

W poprzednich rozważaniach była już mowa o tym, że możliwość r o z w l e k a n i a rocznego cyklu wegetowania rośliny drzewiastej jest bardzo ograniczona i że w warunkach doświadczenia praktycznie

niezmiennych nie udaje się zmusić rośliny do nieprzerwanej vegetacji; wrodzona roślinie rytmika ujawnia się mimo nieodpowiednich warunków, chociaż z poważnymi zakłóceniami w stosunkowo niedługim czasie. Pozostaje do omówienia zagadnienie możliwości skracania cyklu życiowego rośliny, czyli kwestia przyspieszenia naturalnej rytmiki przy pomocy odpowiedniego oddziaływania zmiennych warunków zewnętrznych.

Próby uzyskania większej ilości cykliów wegetowania w ciągu roku podejmował m. in. Małczewski (1946), który usiłował tą drogą uzyskać kwitnienie i owocowanie drzew w młodszym wieku. W doświadczeniach z amerykańskim klonem i jesionem udało mu się uzyskać w ciągu 14 miesięcy hodowli 3-krotne powtórzenie cyklu wegetowania.

Z innych prac wiążących się z zagadnieniem zmiany rytmiki wzrostu rośliny drzewiastej wymienimy tu jeszcze doświadczenia Lemańa (1948), który w warunkach nieprzerwanego elektrycznego oświetlenia osiągnął 7—9 przyrostów dębu w ciągu 10 miesięcy hodowli. (Podkreślamy przyrostów, a nie cykliów wegetowania, ponieważ — jak wiadomo — dąb w warunkach naturalnych przyrasta 2—3-krotnie w ciągu sezonu wegetacyjnego i stąd nie można utożsamiać poszczególnych przyrostów z cyklami wegetowania).

Nawiązując do naszych badań wykonanych na siewkach modrzewia przypomnimy, że przez odpowiednie oddziaływanie fotoperiodyczne osiągnęliśmy wstrzymanie wzrostu i założenie pączka szczytowego już u 6-tygodniowych siewek. Założone przy krótkim dniu pączki w warunkach nieprzerwanego światła rozwijały się już po upływie około 2 do 3 tygodni, tj. znacznie wcześniej niż przy naturalnej długości dnia (w czerwcu) oraz przy sztucznie skróconym dniu. W związku z tym przez odpowiednie oddziaływanie na przemian okresów nieprzerwanego światła i krótkiego dnia osiągnęliśmy skrócenie pełnego rocznego cyklu wegetowania siewek modrzewia do około 2 miesięcy. W dotychczasowych naszych badaniach w ciągu jedenastu miesięcy takiej hodowli uzyskaliśmy zakończenie pięciu okresów wegetowania i tyłuż okresów spoczynkowych siewek badanego gatunku. Wynik ten przewyższa znacznie dotychczasowe rezultaty badań Małczewskiego i nie jest mniej interesujący od osiągnięcia Lemańa z dębem.

Przebieg wegetowania siewek w zmiennych warunkach fotoperiodycznych przedstawia załączona tabela.

Na podstawie wyników naszej pracy dochodzimy do następującego stwierdzenia: Drogą odpowiedniej zmiany warunków zewnętrznych daje się osiągnąć skrócenie cyklu wegetowania rośliny drzewiastej. W przypadku modrzewia przez zmianę długości dziennego oświetlenia rośliny

Tabela 1
Okresy wegetowania modrzewia w warunkach doświadczenia i w naturze

Miesiąc	Luty	Marzec	Kwiecień	Maj	Czerwiec	Lipiec
Warunki fotoperiodyczne		k. d.		n. o.	k. d.	n. o. k. d.
Fazy fenologiczne w doświadczeniu		+ + + + + O = = = = V + + O = = V + +				
Fazy fenologiczne w naturze		= = = = = = = V + + + + + + + + + + + +				

Miesiąc	Sierpień	Wrzesień	Październik	Listopad	Grudzień	Styczeń
Warunki fotoperiodyczne	k. d.	n. o.	k. d.	n. o.	k. d.	
Fazy fenologiczne w doświadczeniu	+ + O = = = V + + + + + O = = V + + + + O =					
Fazy fenologiczne w naturze	+ + + + O = = = = = = = = = = = = = = = = = =					

Objaśnienia:

k. d. = krótki dzień	O = wykształcony pączek szczytowy
n. o. = nieprzerwane oświetlenie	+ + = okres pędzenia
V = początek rozwoju liści	= = = okres spoczynku.

uzyskaliśmy realną możliwość sześciokrotnego powtórzenia cyklu wegetowania w ciągu roku, tj. wytworzenia sześciu przyrostów przedzielných 5—6 okresami spoczynkowymi — w czasie odpowiadającym jednemu cyklowi życiowemu rośliny (mowa oczywiście o warunkach laboratoryjnych). Nie trzeba dodawać, że osiągnięte w ten sposób przyrosty były odpowiednio skrócone (bardzo krótki okres wzrostu), lecz w doświadczeniach tych chodziło przecież nie o zwiększenie przyrostu roślin, ale o przyspieszenie ich rozwoju. Dalsze eksperymentowanie przy pomocy tej metody może bowiem przyczynić się do wyjaśnienia niektórych kwestii dotyczących ontogenezy roślin drzewiastych.

ZESTAWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

1. Reakcja modrzewia europejskiego na warunki długości dnia nie różni się jakościowo od reakcji innych modrzewi, tzn. podobnie jak u innych gatunków pod wpływem skróconego fotoperiodu następuje u siewek wcześniejsze wstrzymanie wzrostu i przygotowanie się do stanu spoczynku zimowego.

2. Siewki hodowane w warunkach niemal jednostajnych, przy nieprzerwanym oświetleniu, wykazują zwiększony wzrost na wysokość i na grubość. Jednakże po przebyciu przez roślinę 3 okresów pędzenia zwykle wzrost ulega zahamowaniu, a w końcu roślina ginie. Najbardziej intensywny wzrost obserwuje się w drugim okresie wzrostowym.

3. Okresowość przejawów życiowych roślin hodowanych w jednostajnych warunkach zewnętrznych ulega poważnym zakłóceniom; długość poszczególnych cykli jest różna u różnych osobników, przy czym rozbieżność terminów następowania poszczególnych faz rozwojowych ujawnia się nawet u poszczególnych części jednej i tej samej rośliny. Zakłócenia naturalnej rytmiki życia rośliny wyrażają się zarówno w skrącaniu, jak i rozwlekaniu okresu wegetowania rośliny oraz jej okresu spoczynkowego.

4. Wzrost siewek w warunkach sztucznie skróconego fotoperiodu jest znacznie mniejszy aniżeli przy całodobowym oświetleniu rośliny. W tych warunkach siewki nie osiągają nawet takich wymiarów jak w naturze. Natomiast długość okresu wegetowania ulega w tych warunkach bardzo wydatnemu skróceniu. Najlepsze rezultaty pod tym względem uzyskaliśmy przez stosowanie kombinacji następujących po sobie okresów nieprzerwanego oświetlenia i krótkiego dnia.

5. Reakcja siewek modrzewia przy zastosowaniu różnej długości fotoperiodu jest jednakowa w granicach długości dnia od 10 do 15 godzin, tzn. okres oddziaływania fotoperiodycznego, wymagany dla wstrzymania wzrostu i wykształcenia pączka szczytowego, jest taki sam przy 10-, 11-, 13- i 15-godzinny dniu.

Poniżej i powyżej tego przedziału długości dziennego oświetlenia reakcja fotoperiodyczna pędu wegetatywnego modrzewia nie występuje.

6. Badania wykazały, że siewki modrzewia zdolne są do reagowania na warunki fotoperiodyczne dopiero na pewnym etapie rozwoju wegetatywnego. Działanie krótkiego dnia w początkowym okresie wzrostu, poczynając od chwili skielkowania, nie wpływa istotnie na długość okresu wegetowania. Dwutygodniowym siewkom z hodowli świetlnej bądź 3-4-tygodniowym roślinom wyrosłym w naturze wystarcza natomiast dla wywołania reakcji około 3-tygodniowy okres oddziaływania krótkiego dnia.

7. Uzyskane wyniki wskazują na to, że zjawisko reagowania pędu wegetatywnego na długość dnia nie ma charakteru indukcji fotoperiodycznej, gdyż przebiega ono w sposób normalny tylko wtedy, jeśli oddziaływanie fotoperiodyczne trwa przez cały okres poprzedzający wystąpienie reakcji.

8. Reakcja fotoperiodyczna pędu wegetatywnego nie występuje przy zbyt niskiej intensywności światła. Rośliny hodowane przy krótkim dniu

w warunkach zbyt słabego oświetlenia nie zakładają pączka, a jeśli przetwarzają ten okres „głodowania“, wówczas przy pełnym oświetleniu rozpoczynają wzrost, nie wykazując wcale objawów wstępowania w stan spoczynku, jak to się dzieje przy skróconym dniu, lecz w lepszych warunkach oświetlenia.

9. Okazuje się, że u modrzewia reakcja fotoperiodyczna wyraża się nie tylko wstrzymaniem wzrostu, lecz również wykształceniem pączka szczytowego. Jeśli brak jest odpowiednich warunków fotoperiodycznych, pączek szczytowy się nie wykształca lub pozostaje niedokształcony, albo wreszcie powstaje w sposób wyraźnie wymuszony w nienaturalnym czasie.

10. Wyniki naszej pracy uczyniły realną możliwość skrócenia naturalnego rocznego cyklu życiowego siewek modrzewia do około dwóch miesięcy, co pozwala ten cykl powtórzyć 6-krotnie w ciągu roku (w sztucznych warunkach laboratoryjnych).

11. Wyniki naszej pracy wskazują na istnienie pewnych różnic w sposobie reagowania merystemu wtórnego i pierwotnego na warunki zewnętrzne. Stwierdzono większą plastyczność kambium i silniejsze uzależnienie jego działalności od stosunków fotoperiodycznych w porównaniu z silniej utrwaloną dziedzicznie rytmiką działalności komórek tworzących stożka wzrostu.

(Wpłynęło dn. 31.V.1955 r.)

S U M M A R Y

The research was intended to obtain data on the connection between the yearly growth cycle of woody plants and the length of day. The experiments were carried out on seedlings of European larch in laboratory conditions. The photoperiods included both uninterrupted electric illumination and a short day of ten hours. The observations referred to the growth in length of plants the time of setting the apical bud, and the formation of late and early wood elements in the tissue of plants in various photoperiodical conditions. The following results were obtained:

1. The response of the European larch to conditions of the length of day does not differ in principle to the response of other species of larch i. e. similarly as in the other species a reduced photoperiod causes an earlier inhibition of growth and adjustment to the stage of winter rest.

2. Seedlings grown in almost unchanging conditions with an uninterrupted illumination with an electric lamp show increased growth in height and thickness. However, after the three periods of growth, usually the growth is inhibited and the seedlings perish. The most rapid growth takes place in the second period.

3. The periodicity of the development of plants kept in uniform environmental conditions is strongly disturbed. The length of the particular

cycles varies in various specimens and there are even differences in the time at which particular developmental phases occur in the various parts of the same plant. The disturbances in the life cycle of plants may be expressed by the shortening or the prolongation of either the vegetative or the resting periods.

4. The growth of seedlings in conditions of shortened photoperiod is greatly reduced in respect to the seedlings kept in conditions of uninterrupted illumination. In short-day conditions the seedlings do not even reach the size of seedlings growing in natural conditions. However, the length of the vegetative period is considerably reduced by shortened photoperiod. The best results in this respect are obtained by applying intermittent stimulation by uninterrupted illumination and short photoperiod.

5. The response of seedlings to photoperiods varying within the limits of between 10 and 15 hours is similar i. e. the overall time of photoperiodic stimulation necessary to inhibit growth and produce the formation of the apical bud is the same when the length of day is 15, 13, or 11 hours as when the length of day is 10 hours. Below and above these limits of length of day there is no response in the vegetative shoot.

6. The experiments indicate that the seedlings of larch are not capable of responding to photoperiodic conditions till they reach a certain stage in their development. The short day has no significant effect on the length of the vegetative period in the first stages after germination, but in fortnightly seedlings grown in constant light and in seedlings 3—4 weeks old grown in natural conditions even 3 weeks of short-day influence is sufficient to bring out the response.

7. The response in the vegetative shoot to the length of day has not the character of the photoperiodical induction as it progresses normally only when photoperiodic stimulation lasts throughout the time preceding the moment when first symptoms of the response appear.

8. The photoperiodic response in the vegetative shoots do not take place when light intensity is too low. Plants grown in short-day conditions of insufficient illumination intensity do not form the apical bud, and if they survive this period of „starvation“ they continue to grow when light intensity is normal without showing any tendency to pass into the resting stage as do the plants stimulated by a shortened photoperiod when kept in better light conditions.

9. In larch the photoperiodic response is shown not only by the interruption of growth but also by the formation of the apical bud. In inadequate photoperiodic conditions the apical bud is either not formed, is underdeveloped, or finally formed forcibly at an unnatural time.

10. The present results make it practically possible to reduce the natural yearly life cycle of larch seedlings to about 2 months and thus to repeat it, in laboratory conditions, 6 times during one year.

11. The present results indicate also that there are some differences between the responses to environmental conditions of the secondary and primary meristems. It was found that the cambium was more responsive and its activity was more influenced by photoperiodic conditions than the better hereditarily fixed cyclic activity of the embryonal cells in the apical meristems.

L I T E R A T U R A

- B a ł u t S. i G o l d m a n W., 1953, O przedsięwzięciu moczeniu nasion modrzewia, Las Polski.
- B a ł u t S., 1954, Próba zastosowania fotoperiodyzmu do badań rozwoju stadialnego drzew, Sylwan.
- B a ł u t S. i Ż e ł a w s k i W., 1955, Przebieg rocznego cyklu życiowego siewek sosny i świerka przy nieprzerwanym oświetleniu, Sylwan.
- B o g d a n o w P., 1931, O fotoperiodyzmie u drzewiastych porod, Tr. i issl. poln. promyszl. 10.
- G a r n e r W. a. A l l a r d H., 1920, Effect of the relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction in plants, Journ. Agric. Res. 18.
- G a r n e r W. a. A l l a r d H., 1923, Further studies in photoperiodism, Journ. Agric. Res. 23.
- G a r n e r W. a. A l l a r d H., 1931, Effect of abnormally long and short alternations of light and darkness on growth and development of plants, Journ. Agric. Res. 42.
- G u l i s a s z w i l i B. Z., 1954, Stadijnost w razwitiu drzewiastych porod, Uspiechy Sownemiennoj Biologii t. XXXVIII, z. 3/5.
- H e n k e l, O k n i n a, 1948, Sostojanie pokoja u rastienij kak proces obosoblenia protoplazmy kletok, Trudy Inst. Fizj. Rast. im. Timiriazewa, t. VI, wyp. 1.
- J a b ł o k o w A. S., 1952, Selekcja drzewiastych porod s osnovami lesnogo siemienowodstwa, Cz. I, Gienietika, Goslesbumizdat, Moskwa-Leningrad.
- K l e b s G., 1917, Ueber das Verhältniss von Wachstum und Ruhe bei den Pflanzen. Biol. Cbl. 32.
- K r a m e r O. J., 1936, Effect of variation in length of day on growth and dormancy of trees, Plant Physiology.
- K r a m e r P. J., 1937, Photoperiodic stimulation of growth by artificial light as a cause of winter killing. Plant Physiology.
- L e m a n W. M., 1950, O powiedieni siejancew dęba pri nieprierywnym elektryczeskom oswieszczeniu, Doklady AN SSSR, t. IX, 7.
- L e m a n W. M., 1950, Ob uskorieńni razwitiu siejancew niekórych chwojnych porod pri nieprerywnom oswieszczeniu, Doklady AN SSSR t. LXXI, 1.
- L e m a n W. M., 1950—1, Uskorieńnoje wyraszcziwanie siejancew drzewiastych pri pomoszczi elektryczeskiego swiata, Lesnoje Chozjastwo.
- M a l c z e w s k i W. P., 1946, Primienienie iskusstwiennogo swiata dla uskorieńnia rosta i razwitiu siejancew drzewiastych porod. Trudy Inst. Fizj. Rast. im. Timiriazewa AN SSSR t. III. w. 2.
- M e l c h e r s G. u. L a n g A., 1948, Physiologie der Blütenbildung (Ueberichtsbericht) Biol. Zentr. B. 67 H. 3/4.
- M i c z u r i n I., 1950, Dzieła Wybrane, PWRiL, Warszawa.
- M o s z k o w B. S., 1929—30, O fotoperiodyzmie u niekórych drzewiastych porod, Trudy po prikladnej botanike, gienietike i selekcji t. XXIII w. 2.
- M o s z k o w B. S., 1932, Fotoperiodizm drzewiastych porod i jego praktičeskoje znaczenie. Trudy po prikl. bot. i sel. ser. Socjalisticeskoje rastieniewodstwo nr 2.
- M o s z k o w B. S., 1936, Fotoperiodizm i morozoustojcziwost mnogolietnich rastienij. Trudy po prikl. bot. gien. i sel. ser. III nr 6.

- M o s z k o w B. S., Fizjologiczna natura fotoperiodycznej reakcji liścia „Problemy rozwoju stadialnego roślin, Ser. Przedł. Post. Wiedzy Roln. z. 5.
- M o s z k o w B. S., 1953, Wyraszcziwanie rasietij na iskusstwiennom oswieszczeniu, Sielchozgiz.
- P a p r z y c k i E. 1952—4, W sprawie rocznego przyrostu modrzewia, Las Polski.
- S a m y g i n G. A. 1946, Fotoperiodizm rastienij. Trudy Inst. Fizjoł. Rast. im. Timiriazewa AN SSSR t. III w. 2.
- S i e r g i e j e w G. I., 1953, Wynasliwost rastienij, Gos. Izd. Sow. Nauka, Moskwa.
- S z c z e p o t i e w F. L., 1953, O fotoperiodiczieskom poslediejstwii u drowiesnych rastienij w swjazi z wozrastom wschodow, Dokł. AN SSSR t. LVI, 1.
- S z c z e p o t i e w F. L., 1947, Wlijanie kratkowniemennego diejstwa korotkogo dnia na rost i razwitiie obyknowiennego duba, j. w.
- S z c z e p o t i e w F. L., 1947, Nowyje dane o położitielnom wlijanii korotkogo dnia na rost drowiesnych rastienij, Dokł. AN SSSR t. LVIII, 9.
- S z c z e p o t i e w F. L., 1948, Listopad i rest obyknowiennego duba w swjazi z kaczestwiennno rozlicznym oswieszczeni w usłowiach korotkogo dnia, Dokł. AN SSSR t. IX, 4.
- S z c z e p o t i e w F. L., 1950, Wlijanie rozlicznich uczastkow spektra sołnecznego oswieszczenia na rost i razwitiie gleditszii. Dokł. AN SSSR t. LXXIII.
- S z u l c G. B., 1949, Reakcji drowiesno-kustarnikowych porod na nieprierywnyj lietnij dien. Dokł. AN SSSR t. LXVI. 5.
- T u m a n o w I. I., 1947, Razwitiie issledowanij po fotoperiodizmu i ich sowremiennoje sostojanie, Trudy Inst. Rizj. Rast. im. Timiriazewa AN SSSR t. V, w. 2.
- Ż e l a w s k i W., 1954, Wpływ fotoperiodyzmu na długość okresu wegetowania siewek modrzewia, Sylwan.
- Ż e l a w s k i W., 1954, Czynn timericzny i świetlny w okresie budzenia się pączków drzew na wiosnę, Sylwan.
- Ż e l a w s k i W., 1954, Czynn timericzny i świetlny w okresie spoczynkowym rośliny drzewiastej, Kosmos.

Rodzaj *Sagittaria* L. w świetle „Taksonomii Wrocławskiej”

Die Gattung Sagittaria L. im Lichte von „Breslauer Taxonomie“

E. KUZNIEWSKI

W roku 1951 wprowadzona została do systematyki antropologicznej nowa metoda taksonomiczna, opracowana przez K. Florka, S. Łukaszewicza, J. Perkala, H. Steinhausa i S. Zubrzyckiego, a nosząca nazwę metody dendrytowej albo „Taksonomii Wrocławskiej” (1952). Metodę dendrytową wypróbowano z powodzeniem w systematyce antropologicznej, zajmującej się badaniem różnicowania odmianowego w obrębie gatunku ludzkiego.

Praca niniejsza jest próbą zastosowania metody dendrytowej do klasycznej systematyki botanicznej na przypadkowo wybranym przykładzie rodzaju *Sagittaria* L. W szczególności chodziło mi o sprawdzenie metodą „Taksonomii Wrocławskiej” intuicyjnego systemu przyjętego dla tego rodzaju.

Monografia Buchenaua (1903) wyróżnia w obrębie rodzaju *Sagittaria* L. 31 gatunków rozklasyfikowanych na 11 sekcji, a mianowicie:

- I. sekcja *Calycinae*: 1. *Sagittaria spathulata* (Smith) Buchenau, 2. *S. calycina* Engelm., 3. *S. intermedia* Micheli,
- II. „ *Meridionali-americanae*: 4. *S. pugioniformis* L., 5. *S. rhombifolia* Chamisso, 6. *S. montevidensis* Cham. et Schlecht., 7. *S. chilensis* Cham. et Schlecht.,
- III. „ *Pygmaea*: 8. *S. pygmaea* Miq.,
- IV. „ *Heterophylla*: 9. *S. rigida* Pursh,
- V. „ *Eusagittifoliae*: 10. *S. longiloba* Engelm., 11. *S. Greggi* Smith, 12. *S. natans* Pallas, 13. *S. sagitifolia* L., 14. *S. arifolia* Smith, 15. *S. latifolia* Wil., 16. *S. longirostra* (Micheli) Smith, 17. *S. Engelmanniana* Smith,
- VI. „ *Lancifoliae*: 18. *S. lancifolia* L., 19. *S. papillosa* Buchenau, 20. *S. ambigua* Smith,

- VII. Sekcja *Caespitosae*: 21. *S. Eatonii* S m i t h, 22. *S. teres* W a t s o n, 23. *S. isoëtiformis* S m i t h,
- VIII. „ *Gramineae*: 24. *S. cristata* E n g e l m., 25. *S. graminea* M i c h x.,
- IX. „ *Mexicana*: 26. *S. macrophylla* Z u c c.,
- X. „ *Erecta*: 27. *S. plathyphylla* (E n g e l m.) S m i t h,
- XI. „ *Fluitantes*: 28. *S. Sanfordii* G r e e n e, 29. *S. subulata* (L.) B u c h e n a u, 30. *S. filiformis* S m i t h, 31. *S. demersa* S m i t h.

Dla zbudowania dendrytu ilustrującego ilościowe pokrewieństwo między gatunkami wybrałem 28 cech przeważnie jakościowych, których obecność (1) lub brak (0) dały się ustalić dla wszystkich gatunków na podstawie monografii B u c h e n a u a. Cechy te wymieniam w nagłówku tablicy 1.

Trudnością metody dendrytowej jest to, że wymaga ona cech, których obecność lub brak możemy stwierdzić u w s z y s t k i c h badanych gatunków. Tymczasem B u c h e n a u operuje różnymi grupami cech w obrębie różnych części rodzaju i dlatego nie zdołałem wydobyć więcej cech z jego monografii.

Przy stosowaniu metody dendrytowej abstrahuje się od kwestii ważności cech. Można postąpić w ten sposób dlatego, że nie bierze się pod uwagę cechy jako takiej, lecz z w i ą z e k zachodzący między wszystkimi cechami.

Pewnych wyjaśnień wymaga sprawa przyporządkowywania cechom odpowiednich liczb. Metoda taksonomiczna jest oparta na zasadzie wzajemnego wykluczania się: jeżeli właściwościom „A” przypiszemy wartość liczbową 0, wówczas właściwościom „nie A” przypiszemy 1, przy czym jest obojętne, czy postawimy liczbę 1 w pierwszym, czy drugim wypadku, np.: bylina (0) — niebylina (w konkretnym wypadku *Sagittaria*: roślina jednoroczna) (1) itd. Nieliczne cechy metryczne, jak np. cechę 3, zrównoważyłem z jakościowymi zamykając je w przedziale 0—1. W nielicznych wypadkach, w których nie było można ustalić, czy dana cecha występuje, czy nie (np. *petala ignota*), wprowadziłem liczby ułamkowe, odpowiadające prawdopodobieństwu występowania danej cechy w całym zbiorze gatunków *Sagittaria*. Za ilościową miarę różnicy pomiędzy gatunkami przyjąłem sumę różnic poszczególnych cech (jak w metodzie C z e k a n o w s k i e g o). Obliczywszy różnice dla wszystkich par gatunków rodzaju *Sagittaria* wykreśliłem najkrótszy dendryt przedstawiony na rycinie 1. (Liczby w kółkach oznaczają nazwy gatunków, natomiast liczby na ramionach dendrytu wyrażają napięcie różnicy pomiędzy najbardziej zbliżonymi do siebie gatunkami).

Cechy

oraz

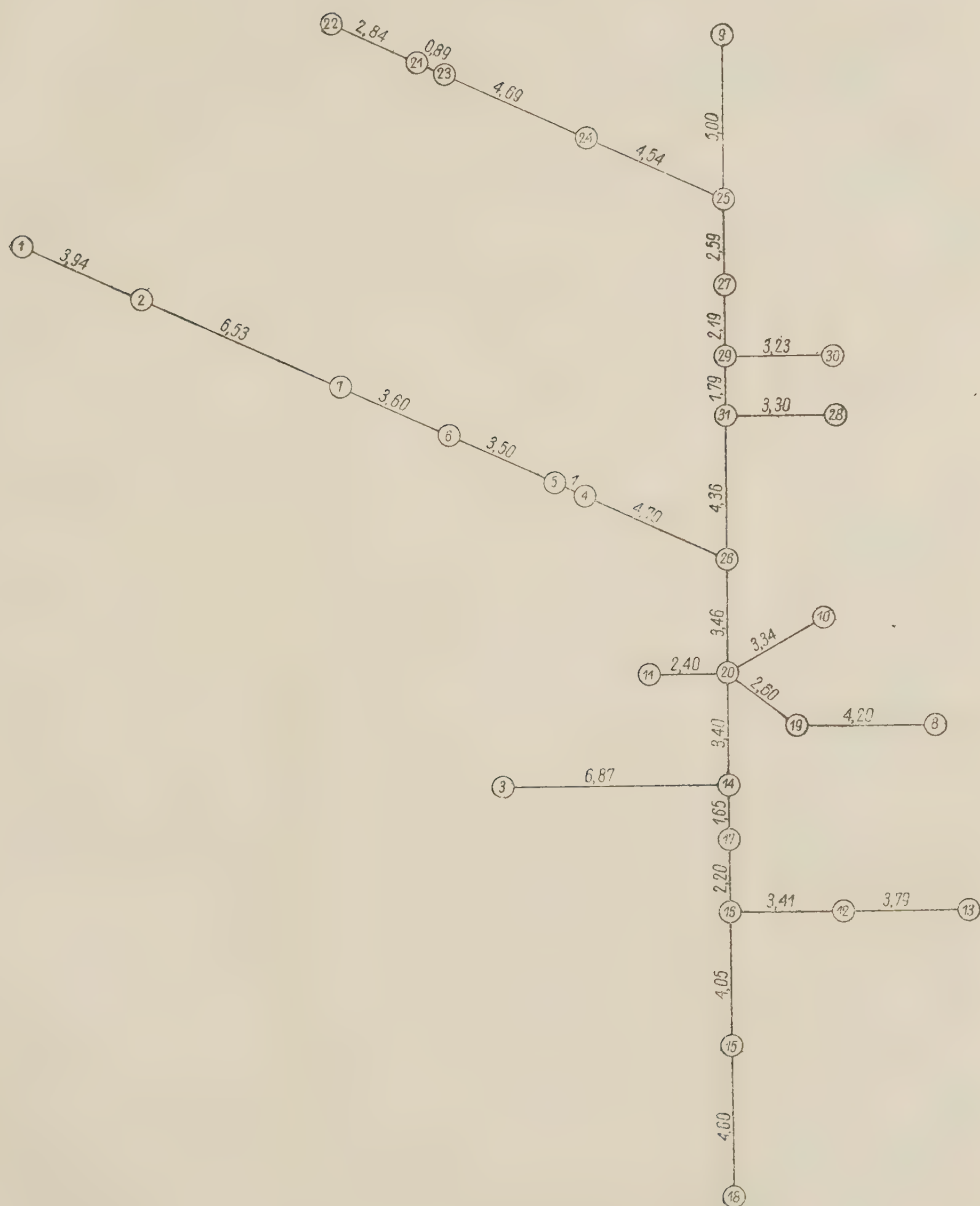
ich

wskaźniki

Gatunki

1. byliny 0, rośliny jednoroczne 1
2. bulwy na korzeniach 0, brak 1
3. rośliny b. małe (3—10 cm) 0,2; małe ($\triangle$ 10 cm) 0,4; średnie ($\triangle$ 50 cm) 0,6; duże ($\triangle$ 90 cm) 0,8; bardzo duże ($\triangle$ 150 cm) 1
4. liście sirzakowate 0, liście inne 1
5. liście zróżnicowane na podwodne i nadwodne 0, nie-zróżnicowane 1
6. liście z blaszką 0, liściakowate 1
7. kwiatostany $<$ 4-piętrowe 0, $>$ 4-piętrowe 1
8. kwiaty okazałe 0, niepozorne 1
9. kwiaty polygamiczne 0, dikliniczne 1
10. kwiat żeński jeden, siedzący 0, kw. żeńskich wiele, szypułkowych 1
11. przykwiatki lancetowate 0, szerokie, owalne 1
12. przykwiatki u nasady zrosnięte 0, niezrosnięte 1
13. działki kielicha po przekwitnieniu więdną 0, wzrastają 1
14. działki kielicha od zewnątrz szorstkie 0, gładkie 1
15. płatki korony żółte 0, białe 1
16. płatki korony u podstawy czerwone 0, niezabarwione 1
17. szypułki krótkie 0, wydłużone 1
18. szypułki wyprostowane 0, odgięte 1
19. szypułki zgrubiałe 0, niezgrubiałe 1
20. pręciki meliczne 0,33; liczne 0,66; bardzo liczne 1
21. nitki pręcików spłaszczone 0, niespłaszczone 1
22. nitki pręcików owłosione 0, nieowłosione 1
23. nitki pręcików szorstkie 0, gładkie 1
24. owoc po stronie grzbietowej falowany 0, niefalowany 1
25. owoc uskrzydłony 0, nieuskrzydłony 1
26. owoc żeberkowany 0, nieżeberkowany 1
27. owoc pofałdowany 0, niepofałdowany 1
28. owoc b. mały (—1,5 mm) 0,25; mały (—3 mm) 0,50; średni (—5 mm) 0,75; duży (6 mm) 1

1. <i>Sagittaria spathulata</i>	1	1	0.2	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0.33	1	1	1	1	0	1	1	0.50			
2. <i>calycina</i>	1	1	0.4	0	0	1	0	0	0	1	0.59	0	1	1	1	1	0	0.66	1	1	1	1	0	1	1	0.50			
3. <i>intermedia</i>	0	1	0.4	0	1	0	0.6	0	0	1	1	0	1	1	0.87	0.93	0	1	1	0.33	1	1	1	0	0	0	1	0.50	
4. <i>pugoniformis</i>	0	1	0.6	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	
5. <i>rhombifolia</i>	0	1	0.6	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	
6. <i>montevidensis</i>	0	0	0.6	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0.50	
7. <i>chulensis</i>	0	1	0.4	0	0	0	0.6	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0.50	
8. <i>pygmaea</i>	1	1	0.2	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0.66	1	1	1	0.92	0.07	0.96	0.96	0.53	
9. <i>rigida</i>	0	1	0.4	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0.66	0	0	1	1	0	1	0	0.25	
10. <i>longiloba</i>	0	0	0.4	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0.66	1	1	1	1	0	1	1	0.50	
11. <i>Greggii</i>	0	1	0.8	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0.50	
12. <i>natans</i>	0	1	0.6	0	1	0	0	0	1	1	0	0.59	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0.75	
13. <i>sagittifolia</i>	0	0	0.8	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0.75	
14. <i>arifolia</i>	0	1	0.4	0	1	0	0.6	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0.50	
15. <i>latifolia</i>	0	0	0.8	0	0	1	0.6	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0.50	
16. <i>longirostra</i>	0	0	0.6	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0.75	
17. <i>Engelmanniana</i>	0	1	0.4	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0.75	
18. <i>lanceifolia</i>	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0.50	
19. <i>papillosa</i>	0	1	0.4	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0.66	1	1	1	0.92	0.07	0.96	0.96	0.53
20. <i>ambigua</i>	0	1	0.4	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0.50	
21. <i>Eatonii</i>	0	1	0.4	1	1	1	0	1	1	1	0.59	0.59	0	1	1	1	0	0	1	0.66	0	0	1	0.92	0.07	0.96	0.96	0.53	
22. <i>teres</i>	0	1	0.4	1	1	1	0	1	1	1	0.59	0.59	0	1	1	1	1	0	1	0.66	0	0	1	0	1	1	1	0.50	
23. <i>isoëtiformis</i>	0	1	0.4	1	1	1	0	1	1	1	0.59	0.59	0	1	1	1	0	0	1	0.33	0	0	1	1	0	1	1	0.25	
24. <i>cristata</i>	0	1	0.6	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0.25	
25. <i>graminea</i>	0	0	0.4	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0.66	0	0	1	1	0	1	1	0.25	
26. <i>macrophylla</i>	0	1	0.6	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0.92	0.07	0.96	0.96	0.53	
27. <i>platyphylla</i>	0	0	0.4	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0.50	
28. <i>Sanfordii</i>	0	1	0.8	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0.50	
29. <i>subulata</i>	0	0	0.52	1	1	0	0.6	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0.33	0	1	1	1	0	1	1	0.50	
30. <i>filiformis</i>	0	0.69	0.8	1	1	0	0.6	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0.33	0	1	1	0.92	0.07	0.96	0.96	0.53	
31. <i>demersa</i>	0	0.69	0.4	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0.66	0	1	1	1	0	1	1	0.25	



Ryc. 1. Dendryt rodzaju *Sagittaria* L. Liczby w kółkach oznaczają nazwy gatunków, liczby na ramionach dendrytu wyrażają napięcie różnicy pomiędzy najbliższymi gatunkami

Usuwaając z dendrytu odcinki coraz krótsze (zaczynając od najdłuższego) otrzymujemy podział rodzaju *Sagittaria* na jednostki systematyczne coraz niższego rzędu.

Usunięcie najdłuższego odcinka (6, 87) oddziela od całości rodzaju *Sagittaria* jeden tylko gatunek (3. *S. intermedia* M i c h e l i), który jest endemitem antylskim i według B u c h e n a u a należy do sekcji „*Calycinae*“.

Następny odcinek (6, 53) oddziela dwa gatunki północno-amerykańskie (1. *S. spathulata* B u c h e n a u i 2. *S. calycina* E n g e l m.), należące według B u c h e n a u a do tejże sekcji „*Calycinae*“.

Trzeci z kolei odcinek (5,0) oddziela gatunek 9. *S. rigida* P u r s h., reprezentujący według B u c h e n a u a samodzielną sekcję „*Heterophylla*“.

Czwarty odcinek (4, 7) oddziela 4 gatunki (4. *S. pugioniformis* L., 5. *S. rhombifolia* C h a m., 6. *S. montevidensis* C h a m. et S c h l e c h t., 7. *S. chilensis* C h a m. et S c h l e c h t.) reprezentujące według B u c h e n a u a pełną i samodzielną sekcję „*Meridionali-americanae*“.

Piąty odcinek (4, 69) oddziela 3 gatunki (21. *S. Eatonii* S m i t h, 22. *S. teres* W a t s o n, 23. *S. isoëtiformis* S m i t h) tworzące według B u c h e n a u a samodzielną sekcję „*Caespitosae*“.

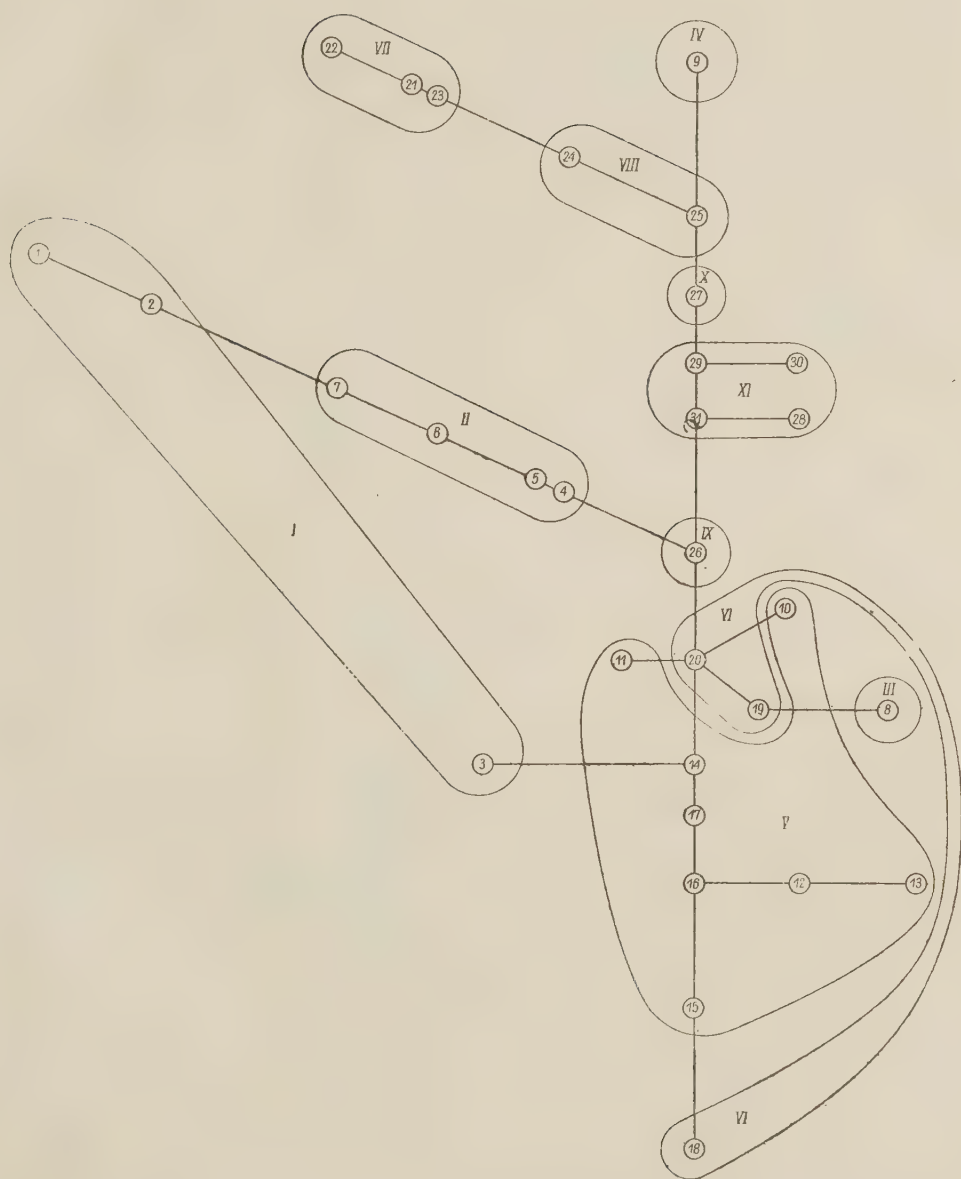
Szósty odcinek (4, 6) oddziela jeden gatunek — 18. *S. lancifolia* L. (według B u c h e n a u a należy do sekcji „*Lancifoliae*“).

Siódmy odcinek (4, 54) oddziela również jeden gatunek — 24. *S. cristata* E n g e l m. (według B u c h e n a u a sekcja „*Gramineae*“).

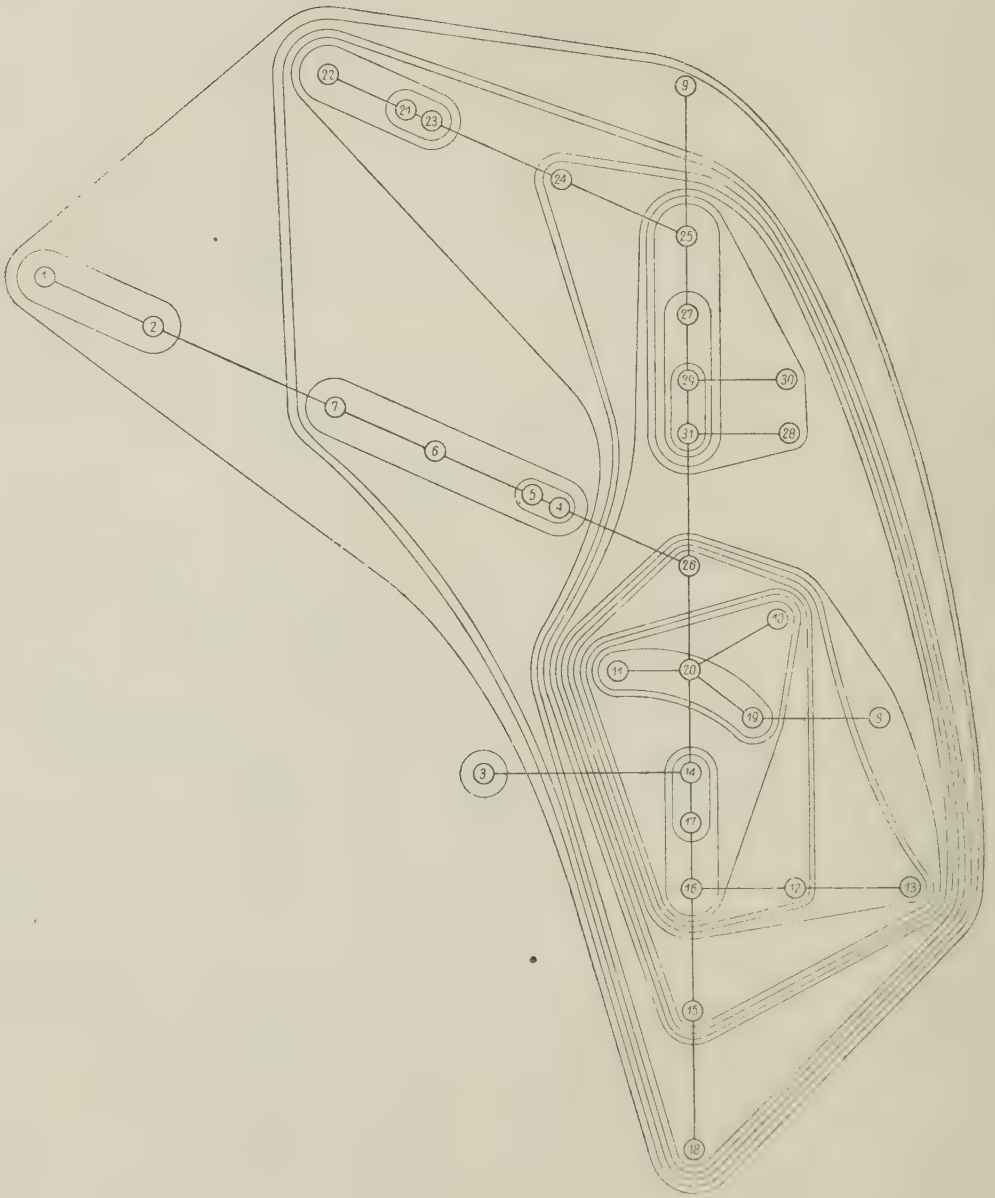
Ósmy odcinek (4, 36) rozбивa nam pozostałe gatunki *Sagittaria* na dwie grupy, z których jedna (25. *S. graminea* M i c h x., 27. *S. plathyphylla* (E n g e l m.) S m i t h, 28. *S. Sanfordii* G r e e n e, 29. *S. subulata* (L.) B u c h e n a u, 30. *S. filiformis* S m i t h, 31. *S. demersa* S m i t h) obejmuje według B u c h e n a u a całą sekcję „*Fluitantes*“ i „*Erecta*“ oraz jeden gatunek sekcji „*Gramineae*“, — druga natomiast obejmuje sekcję „*Mexicana*“ (26. *S. macrophylla* Z u c c.), sekcję „*Eusagittifoliae*“ (10. *S. longiloba* E n g e l m., 11. *S. Greggii* S m i t h, 12. *S. natanans* P a l l a s, 13. *S. sagittifolia* L., 14. *S. arifolia* S m i t h, 15. *S. latifolia* W i l l d., 16. *S. longirostra* (M i c h e l i) S m i t h, 17. *S. Engelmanniana* S m i t h) i sekcję „*Pygmaea*“ (8. *S. pygmaea* M i q.).

Dziewiąty odcinek (4, 2) oddziela od ostatniej grupy sekcję „*Pygmaea*“ (8. *S. pygmaea* M i q.) itd.

Na rycinie 2 i 3 przedstawiłem graficznie stosunek systemu B u c h e n a u a do systemu rodzaju *Sagittaria* uzyskanego metodą dendrytową (ryc. 2 i 3). Z porównania tych rycin wynika, że sekcjami naturalnymi (z punktu widzenia metody dendrytowej) są sekcje następujące:



Ryc. 2. Dendryt rodzaju *Sagittaria* L. Wspólnymi liniami krzywymi zamkniętymi objęto gatunki zaliczone przez B u c h e n a u a do poszczególnych sekcji



Ryc. 3. Dendryt rodzaju *Sagittaria* L. Liniami zamkniętymi ujęto gatunki o podobnym stopniu spokrewnienia obliczonego metodą dendrytową

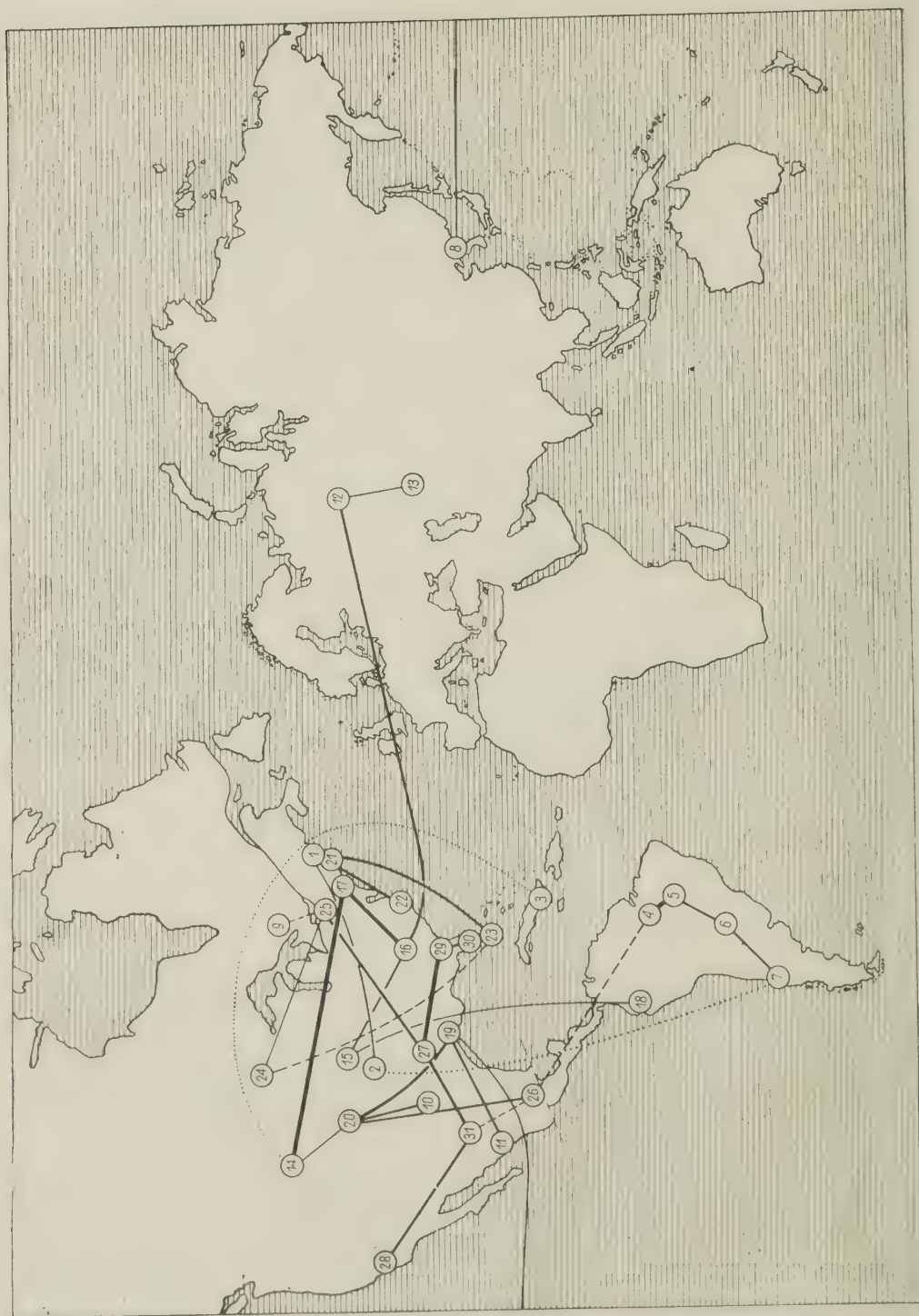
- I sekcja *Calycinae*, która jednakże powinna być r o z b i t a na
dwie odrębne sekcje,
II „ *Heterophylla*,
III „ *Meridionali-americanae*,
IV „ *Caespitosae* oraz poniekąd sekcja *Pygmaea*.

Wartość systematyczna tych ostatnich sekcji jest jednakże niższa od wartości sekcji *Calycinae*. Natomiast pozostałe sekcje systemu B u c h e n a u a są jednostkami sztucznymi i wymagają przegrupowania (szczególnie sztuczny charakter ma sekcja *Lancifoliae*, obejmująca gatunki systematycznie bardzo odległe).

Ilościowe określenie metodą dendrytową różnic systematycznych, zachodzących pomiędzy poszczególnymi gatunkami, pozwala na rozpatrzenie stosunku geograficznego rozmieszczenia poszczególnych grup gatunkowych do stopnia ich systematycznego spokrewnienia. W tym celu wykreśliłem na mapie punkty wyznaczające nam centra zasięgowe poszczególnych gatunków *Sagittaria* i połączyłem je powiązaniami dendrytowymi, zaznaczając grubością linii stopień spokrewnienia odpowiednich gatunków (ryc. 4). Obraz widoczny na mapie wykazuje, że największe skupienie gatunków rodzaju *Sagittaria* przypada na Stany Zjednoczone Ameryki Północnej. Wśród gatunków północno-amerykańskich zaznaczają się obok gatunków systematycznie izolowanych (jak 9. *S. rigida* P u r s h, 24. *S. cristata* E n g e l m., 15. *S. latifolia* W i l l d., etc.) cztery nasunięte na siebie ugrupowania gatunków blisko spokrewnionych, a mianowicie:

- a) grupa atlantycka obejmująca gatunki: 21. *S. Eatonii* S m i t h, 22. *S. teres* W a t s o n, 23. *S. isoëtiformis* (sekcja *Caespitosae*),
- b) grupa atlantycko-północna, w skład której wchodzi: 14. *S. arifolia* S m i t h, 17. *S. Engelmanniana* S m i t h, 16. *S. longirostra* (M i c h e l i) S m i t h (część sekcji *Eusagittifoliae*),
- c) grupa atlantycko-południowa, reprezentowana przez gatunki: 25. *S. graminea* M i c h x., 27. *S. platyphylla* (E n g e l m.) S m i t h, 29. *S. subulata* (L.) B u c h e n a u, 31. *S. demersa* S m i t h oraz
- d) grupa pacyficzno-środkowo-amerykańska z gatunkami: 11. *S. Greggii* S m i t h, 20. *S. ambigua* S m i t h, i 19. *S. papillosa* B u c h e n a u.

Interesującym szczegółem jest to, że wschodnio-azjatycki gatunek 8. *S. pygmaea* M i q. nawiązuje do grupy pacyficzno-środkowo-amerykańskiej, natomiast eurazjatyckie gatunki nawiązują do atlantycko-północnej grupy gatunków amerykańskich. Gatunki południowo-amerykańskie (*Meridionali-americanae*) nawiązują do meksykańskich gatunków. Przy tym powiązania systematyczne pomiędzy gatunkami eurazjatyckimi a at-



Ryc. 4. Dendryt rodzaju *Sagittaria* L. rozpięty na mapie. Aby uzyskać przejrzysty obraz, powiększono kilkakrotnie Amerykę Północną

lantycko-amerykańskimi są znacznie silniejsze niż powiązanie wschodnio-azjatyckiego gatunku z pacyficzo-amerykańskimi i południowo-amerykańskimi z gatunkami meksykańskimi.

Założywszy, że ojczyzną rodzaju *Sagittaria* jest Ameryka Północna (największe zagęszczenie gatunków), i przyjmując, że stopień spokrewnienia międzygatunkowego jest odwrotnością czasu ich oddalenia się od siebie, można by wysnuć dość prawdopodobny wniosek, że migracja rodzaju *Sagittaria* do Eurazji z Ameryki atlantyckiej jest daty młodszej niż migracja form pacyficznych do Azji wschodniej oraz form meksykańskich do Ameryki Południowej.

Rozkład powiązań międzygatunkowych widoczny na ryc. 4 nasuwa przypuszczenie, że istniały dwa niezależne kierunki migracji rodzaju *Sagittaria* L. na teren Eurazji — jeden z Ameryki atlantyckiej na wschód do Europy, a drugi z Ameryki pacyficznej na zachód do Azji wschodniej.

WNIOSKI

1. Metoda dendrytowa potwierdza c z ę ś c i o w o dotychczasowy podział rodzaju *Sagittaria* L.

2. Sekcjami naturalnymi według metody dendrytowej są sekcje: I. *Calycinae* (z rozbiciem na dwie odrębne sekcje), II. *Meridionali-americanae*, III. *Heterophylla*, IV. *Caespitosae*.

3. Pozostałe sekcje są jednostkami sztucznymi.

4. Największe skupienie gatunków rodzaju *Sagittaria* L. przypada na Stany Zjednoczone Ameryki Północnej.

5. Migracja rodzaju *Sagittaria* do Eurazji z Ameryki atlantyckiej jest daty młodszej niż migracja form pacyficznych do Azji wschodniej oraz form meksykańskich do Ameryki Południowej.

Zakład Morfologii i Systematyki Roślin
Uniwersytetu im. B. Bieruta we Wrocławiu

(Wpłynęło dn. 16.XI.1955 r.)

ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit ist ein Versuch die „Breslauer Taxonomie“ von K. Florek, S. Łukasiewicz, J. Perkal, H. Steinhaus, S. Zubrzycki (1952) in der botanischen Systematik anzuwenden. Der Versuch wurde an zufällig gewählter Gattung *Sagittaria* L. durchgeführt.

Es ergab sich, dass die Systematik der Gattung *Sagittaria* L. nach der Dendritenmethode nur zum Teil mit dem heutigen System übereinstimmt.

Die natürlichen Sektionen sind: Sektion *Calycinae* (die aber auf zwei Sektionen verfallen müsste), Sektion *Heterophylla*, Sektion *Meridionali-americae* und Sektion *Caespitosae*. Die übrigen Sektionen sind als künstliche anzusehen. Aus dem geographischen Teil liegt heraus, dass die Migration der Gattung *Sagittaria* L. aus dem Atlantischen Teil Nord-amerikas nach Eurasien jünger ist, als die Migration der pazifischen Formen nach Ost-Asien und der mexikanischen Formen nach Süd-Amerika.

L I T E R A T U R A

- B u c h e n a u F r., 1903, E n g l e r A., (*Alismataceae*), Das Pflanzenreich, vol. IV, 15, Leipzig.
- F l o r e k K., Ł u k a s z e w i c z J., P e r k a l J., S t e i n h a u s H. i Z u b r z y c k i S., 1952, Taksonomia Wrocławska, Przegląd Antropologiczny vol. XVII, Poznań.

Badania porównawcze huby korzeniowej (*Fomes annosus* Fr.) pochodzącej z sosny, świerka i brzozy na sztucznych pożywkach

*Comparative Studies on Fomes annosus Fr. from Pine, Spruce and Birch
Grown in Culture*

T. GLASER i Z. SOSNA

WSTĘP

Celem niniejszej pracy było przeprowadzenie badań nad rozwojem huby korzeniowej (*Fomes annosus* Fr.) na sztucznych pożywkach, nad jej siłą rozkładową w stosunku do drewna, pojawieniem się owocników w warunkach laboratoryjnych oraz szybkością wzrostu grzybni w drewnie w zależności od rośliny-żywiciela, z jakiej grzyb pochodził.

Na podjęcie tego tematu wpłynęło w znacznej mierze to, iż mało tego rodzaju badań spotykaliśmy w dostępnej nam literaturze mykologicznej. Literatura polska w tej dziedzinie jest bardzo uboga. Opieranie się jedynie na źródłach zagranicznych, podających wyniki uzyskane z doświadczeń prowadzonych na materiale pochodzącym z odmiennych warunków klimatycznych i siedliskowych, może niejednokrotnie doprowadzić do błędnych wniosków.

*

Za zainteresowanie się niniejszą pracą i przejrzenie rękopisu wyrażamy prof. dr Karolowi Zaleskiemu serdeczne podziękowanie.

CZĘŚĆ OPISOWA

Grzyb *Fomes annosus* jest przede wszystkim pasożytem drzew rosnących. Jego szeroki zasięg geograficzny obejmuje całą Europę, Amerykę, Indie, Austrię (Cartwright i Findlay, 1951). Występuje głównie na drzewach iglastych. W warunkach polskich pasożytuje najczęściej na świerku (*Picea excelsa* Lk.), sosnie pospolitej (*Pinus sylvestris* L.) i jodle (*Abies alba* Miller). Wilson (1927) twierdzi, że grzyb może zasadniczo atakować wszystkie gatunki drzew iglastych i liściastych. Z ważniejszych rodzajów liściastych podlegających poraż-

niu ten sam autor wymienia *Alnus* sp., *Betula* sp., *Fagus* sp., *Quercus* sp., *Prunus* sp., *Pirus* sp., *Corylus* sp., *Crataegus* sp. i *Rhododendron* sp. Liśta ta jest o wiele dłuższa i obejmuje również szereg krzewów i roślin zielnych.

Brzoza jako roślina-żywiciel grzyba *Fomes annosus* F r. jest między innymi wymieniana przez S o r a u e r a (1932), jednak, jak twierdzi autor, dotąd nie udało się stwierdzić, czy grzyb występuje tu jako pasożyt czy saprofit. Ogólnie bowiem wiadomo, że grzyb ten może występować również jako roztocz, np. na drewnie w kopalniach. Niektóre dane dotyczące możliwości pasożytniczego charakteru grzyba na brzozie przytacza G a r b o w s k i (1926) z nadleśnictwa Konstancjewo na Pomorzu, gdzie huba korzeniowa spowodowała wymarcie 30—40 letniego drzewostanu sosnowego i brzoźowego.

Własne obserwacje przeprowadzone głównie na terenie Wielkopolski wykazały, że grzyb występował zwykle na martwych, w znacznym stopniu rozłożonych pniakach brzoźowych. Na uwagę zasługuje fakt, że nie stwierdzono grzyba w litych drzewostanach brzoźowych, lecz zawsze na brzoźach rosnących w otoczeniu w mniejszym lub większym stopniu porażonych sosen, świerków czy jodeł. Podobne zjawisko obserwował B r o w n (1953) w Anglii na młodych bukach, które rosły, jak podaje autor, razem z silnie porażonymi grzybem sosnami.

Dotychczasowe badania nad biologią *Fomes annosus* F r. były oparte na kulturach pochodzących z drzew iglastych. Ubytek ciężaru próbek drewna sosnowego i bukowego po 4 miesiącach działania na nie grzyba wynosi według C a r t w r i g h t a i F i n d l a y a (1951) nie więcej jak 5—7%. L i e s e (1928), działając kulturą pochodzącą z sosny na różne rodzaje drewna przez 4 miesiące, uzyskał dla drewna sosnowego bielastego stratę wagi wynoszącą 4,5—7,6%, sosnowego twardego 3%, bukowego 2,6%, dębowego twardego 1,6%, olszowego 1%. B a k s h i (1952) uzyskał w takim samym czasie stratę ciężaru próbek drewna sosnowego w wysokości 11,8%.

Dobowy przyrost średnicy kultur na pożywce agarowo-słodowej wynosił według C a r t w r i g h t a i F i n d l a y a (1951) przy temperaturze optymalnej 23°C — 13 mm.

Wytwarzanie owocników na sztucznych pożywkach w badaniach tych samych autorów nie miało miejsca. Grzyb hodowany na sterylizowanych klockach drewna tworzył czasem małe owocniki.

Wymiary otrzymanych w kulturach zarodników konidialnych, podane przez M a r t i n e z a (1945), wynoszą $4,5-6 \times 3-4 \mu$ (w naturze zarodniki konidialne są wytwarzane bardzo rzadko).

Szerokość strzępek według C a r t w r i g h t a i F i n d l a y a jest bardzo różna i wynosi od 1—2 μ dla strzępek cieńszych, a 3—5 μ dla

grubszych. Szerokość szczytowej części trzonków konidialnych odtworzona w oparciu o skalę załączoną przez tych autorów do rysunku z owocowaniem konidialnym grzyba wynosi 9,5—11,6 μ .

Dane powyższe cytujemy dla porównania z wynikami własnymi.

CZEŚĆ DOŚWIADCZALNA

M a t e r i a ł w y j ś c i o w y. Jako materiał wyjściowy do niniejszej pracy posłużyły świeże owocniki grzyba *Fomes annosus* F r. zebrane na początku września 1953 r. na martwych pniakach brzozy gruczołowatej (*Betula verrucosa* E h r h.), sosny pospolitej (*Pinus silvestris* L.) i świerka (*Picea excelsa* L.k.) w oddziale 9 leśnictwa Powodowo w nadleśnictwie Wolsztyn, woj. poznańskie. Owocniki na brzozie zebrano w miejscu, gdzie znajdował się cały szereg martwych pniaków sosnowych, wśród których około 50% było porażonych grzybem. Owocniki z sosny i świerka zebrano w podobnych warunkach w sąsiedniej partii lasu również na martwych pniakach wymienionych gatunków drzew.

Warunki siedliskowe, w których dokonano zbioru, były do siebie bardzo zbliżone (II bonitacja siedlisk leśnych). W skład drzewostanu obok sosny, świerka i brzozy wchodził grab (*Carpinus betulus* L.), a w podszycie leszczyna (*Corylus avellana* L.). Wiek drzewostanu określono na około 80 lat.

Z zebranych na poszczególnych gatunkach drzew owocników wykonano izolacje na pożywce agarowo-słodowej o pH 6,7. Z wyłożonych kałków grzybów wyrosły po kilku dniach kolonie grzyba. Pracę wykonano w warunkach jałowych. W uzyskanych kulturach nie stwierdzono zanieczyszczeń, wobec czego najżywotniejsze z nich wybrano do dalszych badań.

S z y b k o ś ć w z r o s t u i r o z w ó j g r z y b a n a s z t u c z n y c h p o ż y w k a c h. Doświadczenie przeprowadzono równocześnie na dwóch pożywkach:

1) agarowo-słodowej o składzie:

20 g agaru,
20 g ekstraktu słodowego,
woda destylowana — uzupełnienie do objętości 1 litra pH po sterylizacji 6,6;

2) agarowo-ziemniaczano-glukozowej o składzie:

20 g agaru,
20 g glukozy,
ekstrakt z 500 g ziemniaków w 500 cm³ wody destylowanej,
woda destylowana — uzupełnienie do objętości 1 litra, pH po sterylizacji 6,7.

Wszystkie kultury grzyba przed rozpoczęciem doświadczenia przeszczepiono na takie pożywki, na jakich zamierzano badać ich wzrost i rozwój. Zalane pożywkami płytki Petriego zaszczerpiono jednakowej wielkości kawałkami pożywki z wegetacją grzyba z jednakowych 10-dniowych kultur grzyba pochodzących z sosny, świerka i brzozy, przy czym kawałki te układano na brzegu płytki tak, że kultura rozwijała się półkolistą w jednym kierunku. Zakażenie obu pożywek z pomocą poszczególnych kultur było wykonane w 4 powtórzeniach. Doświadczenie przebiegało w temperaturze 24°C. Ze względu na nierówne w czasie przechodzenie grzyba z inokulów na pożywki pomiaru wzrostu grzybni zaczęto dokonywać dopiero od momentu, gdy na wszystkich płytkach przeszła ona na nowe podłoże, co trwało 2 dni. Pomiaru promieni kultur dokonano — od tego czasu począwszy — po 5, 7 i 10 dniach. Przez promień kultury należy rozumieć odległość od środka (inokulum) do najdalej położonego miejsca na brzegu wegetacji grzyba. Długość promieni mierzono w miejscach największego wzrostu w pełnych milimetrach. Średnie arytmetyczne wymiarów kultur w poszczególnych dniach pomiaru oraz średnie przyrosty dobowe wynikły z obliczeń i są podane w tabeli 1 z dokładnością do 0,1 mm.

T a b e l a 1

Szybkość wzrostu kultur grzyba *Fomes annosus* F r. pochodzącego z sosny, świerka i brzozy na pożywce agarowo-maltozowej i agarowo-ziemniaczano-glukozowej w temperaturze 24°C

Pochodzenie grzyba	Nazwa pożywki	pH pożywki	Ilość powtórzeń	Średnia arytmetyczna wymiarów kultur w mm			Średni przyrost dobowy w mm z rubryk 5 do 7	Zakres wahań wymiarów kultur z 4 powtórzeń po 10 dniach w mm
				po 5 dniach	po 7 dniach	po 10 dniach		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
sosna	agarowo-maltozowa	6,6	4	36,0	52,0	75,5	7,4	72—77
świerk			4	37,7	52,5	78,5	7,6	76—80
brzoza			4	37,5	56,5	84,2	8,0	83—85
sosna	agarowo-	6,7	4	33,2	49,2	72,2	7,3	71—75
świerk	ziemn.-		4	36,2	50,2	72,7	7,3	71—75
brzoza	glukozowa		4	36,0	53,0	78,0	7,5	70—85

Jak wynika z tabeli, największy wzrost liniowy na obu pożywkach wykazała kultura pochodząca z brzozy, najniższy z sosny. Różnice w przyrostach poszczególnych kultur zaznaczyły się dość słabo, szczególnie jeśli rozpatrzymy średnie przyrosty dobowe. Ogólnie jednak uzyska-

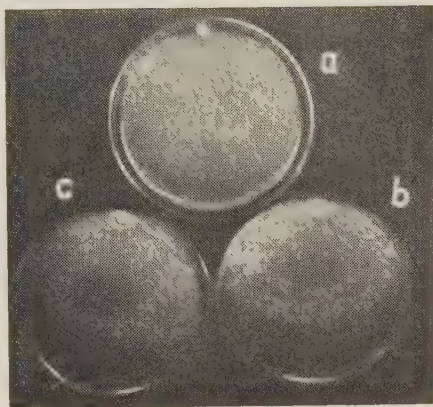
ne przyrosty dobowe są nieco większe od wyżej cytowanych danych Cartwrighta i Findlaya (1951). Odchyłki wynoszą od 0,8 do 1,5 mm in plus.

Równolegle z obserwacjami nad szybkością wzrostu przeprowadzono badania mikroskopowe kultur, oddzielnie do tego celu wyhodowanych z grzybni substratowej tzn. pozbawionej strzępek powietrznych. Owo-cowanie konidialne grzyba pojawiło się na niektórych płytkach już po 3 dniach, na innych po 4 dniach, przy czym nie stwierdzono zależności między pochodzeniem kultur a czasem potrzebnym do wytworzenia przez nie trzonek konidialnych i zarodników. Wymiary grzybni w badanych kulturach były zgodne z danymi Cartwrighta i Findlaya (1951). Wielkości zarodników konidialnych były zbliżone do podawanych przez Martineza (1945) i wynosiły $3,7-7,4 \times 2,7-5,5 \mu$ (100 pomiarów). Szerokość szczytów trzonek konidialnych wytworzonych w kulturach z sosny i świerka, wynosiła $11,1-18,5 \mu$, a w kulturze z brzozy $11,1-23,1 \mu$ (100 pomiarów). Wymiary te różnią się znacznie od podawanych przez Cartwrighta i Findlaya — 1951 ($10-12 \mu$) i przewyższają je w krańcowych wypadkach w przybliżeniu dwukrotnie.

Badania nad rozkładowym działaniem grzyba na drewno. Badania przeprowadzono w kolbach Kollego o pojemności 150 cm^3 , zalanych 25 cm^3 pożywki agarowo-słodowej o składzie:

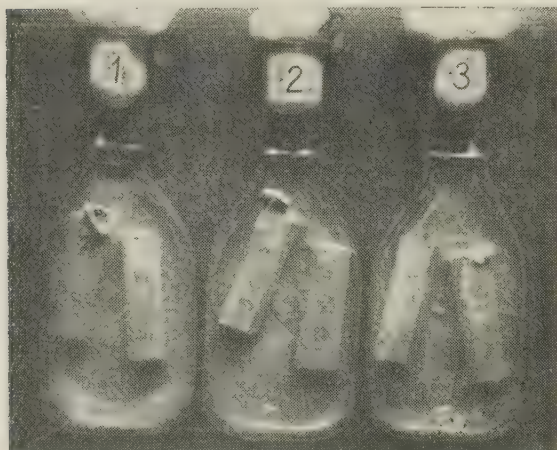
- 30 g agaru,
- 50 g ekstraktu słodowego,
- woda destylowana — uzupełnienie do objętości 1 litra.

Pożywkę po jej wysterylizowaniu zaszczepiono kawałkami pożywki z grzybnią z jednakowych 10-dniowych kultur grzyba, pochodzących z sosny, świerka i brzozy. Po zarośnięciu całej pożywki grzybnią wyłożono na nią klocki drewna o wymiarach $5 \times 1, 5 \times 1 \text{ cm}$. Próbkę te były uprzednio zważone w stanie absolutnie suchym i sterylizowane w autoklawie przez 0,5 godziny pod ciśnieniem 1 atm. (wg manometru). Do doświadczenia użyto próbek drewna sosnowego, świerkowego i brzozowe-



Ryc. 1. Dwunastodniowe kultury grzyba *Fomes annosus* Fr. na pożywce agarowo-słodowej: a — kultura z brzozy; b — ze świerka; c — z sosny

go, wyciętych dla każdego gatunku z jednej deski pochodzącej z bielu. Na działanie poszczególnych kultur wyłożono po 4 próbki każdego z badanych gatunków drewna. W każdej kolbie umieszczono po 2 próbki tego samego drewna. W ten sposób grzyb tego samego pochodzenia działał na wszystkie gatunki drewna. Działanie trwało 3 miesiące i przebiegało



Ryc. 2. Owocniki grzyba *Fomes annosus* Fr. wytworzone przez kulturę pochodzącą z sosny na drewnie: 1 — świerkowym, 2 — sosnowym, 3 — brzozowym

w temperaturze pokojowej (15—22°C). Po tym czasie klocki wyjęto z kolb, zważono i po doprowadzeniu do stanu absolutnie suchego ponownie zważono, uzyskując w ten sposób dane do obliczenia wilgotności oraz straty ciężaru próbek drewna spowodowanej działaniem rozkładowym grzyba. Wilgotność próbek drewna po zakończeniu doświadczenia wynosiła dla sosny 34—53%, świerka 29—51% i brzozy 27—37%. Wynik przedstawia tabela 2.

Z tabeli tej wynika, że największą aktywność w sto-

sunku do wszystkich rodzajów drewna wykazała kultura pochodząca z sosny, a mianowicie dla drewna sosnowego 9,2%, dla świerkowego 7,6% i brzozowego 6,3%. Kultury pochodzące ze świerka i brzozy wywoływały na wszystkich rodzajach drewna mniejsze straty ciężarów, wahające się w granicach 2,3—5,8% dla grzyba ze świerka i 4,4—5,3% dla grzyba z brzozy. Otrzymanych wyników nie można porównać z wynikami Cartwrighta i Findlaya (1951), Liesego (1928) czy Bakshiego (1952) ze względu na to, że nie podają oni bliższego określenia drewna użytego do badań i warunków, w jakich przebiegało doświadczenie.

Obserwacje nad pojawianiem się owocników grzyba *Fomes annosus* Fr. Materiałem obserwacyjnym do niniejszej części pracy były wszystkie kolby z wyłożonymi do nich na działanie grzyba próbkami drewna, o których była mowa w opisie poprzedniego doświadczenia. Pierwszych zapisków o pojawieniu się śladów owocników na klockach drewna w postaci małych, białych grudek zbitej grzybni dokonano po 28 dniach od chwili założenia doświadczenia, jednak ze względu na ich nietypowość nie umieszczono ich w tabeli. Pierwsze typowo wykształcone owocniki pojawiły się dopiero po 34 dniach. Dalsze

T a b e l a 2

Procentowe straty ciężarów próbek drewna sosnowego, świerkowego i brzozonego spowodowane rozkładowym działaniem grzyba *Fomes annosus* Fr., pochodzącego z różnych podłoży

Pochodzenie grzyba	Numer kolb Kollego	Numery próbek drewna	Rodzaj drewna	Procentowe straty ciężarów próbek drewna	
					średnie
z sosny	1	1	sosna	9,0	9,2
	2	2		9,1	
		3		8,6	
		4		9,9	
"	3	1	świerk	6,3	7,6
	4	2		6,7	
		3		9,1	
		4		8,2	
"	5	1	brzoza	6,0	6,3
	6	2		6,2	
		3		6,2	
		4		6,7	
ze świerka	7	1a	sosna	3,1	2,3
	8	2a		1,4	
		3a		3,0	
		4a		1,5	
"	9	1a	świerk	6,5	5,5
	10	2a		4,0	
		3a		6,5	
		4a		4,8	
"	11	1a	brzoza	5,1	5,8
	12	2a		7,4	
		8a		4,9	
		4a		5,7	
z brzozy	13	1b	sosna	5,3	5,3
	14	2b		5,7	
		3b		5,0	
		4b		5,0	
"	15	1b	świerk	4,8	4,4
	16	2b		2,4	
		3b		5,7	
		4b		4,8	
"	17	1b	brzoza	3,9	4,5
	18	2b		4,4	
		3b		5,0	
		4b		4,6	

T a b e l a 3

Wyniki obserwacji nad pojawianiem się owocników grzyba *Fomes annosus* Fr. na próbkach drewna sosnowego, świerkowego i brzoźowego oraz na pożywce w zależności od pochodzenia kultur użytych do ich rozkładu

Pochodzenie grzyba	Numery kolb Kollego	Rodzaj drewna	Numery próbek drewna	Obecność owocników w czasie						Obecność owocników na pożywce po 3 miesiącach	
				po 34 dn.	po 40 dn.	po 48 dn.	po 55 dn.	po 68 dn.	po 3 mies.		
z sosny	1	sosna	1	+	+	+	+	+	+	—	
	2		2	—	—	—	—	—	—	—	
			3	—	—	—	—	—	—	—	
			4	+	+	+	+	+	+	—	
„	3	świerk	1	+	+	+	+	+	+	+	
	4		2	+	+	+	+	+	+	—	
			3	+	+	+	+	+	+	—	
			4	+	+	+	+	+	+	—	
„	5	brzoza	1	O	O	O	O	O	O	O	
	6		2	+	+	+	+	+	+	O	
			3	—	—	—	—	—	—	O	
			4	—	—	—	—	—	—	O	
ze świerka	7	sosna	1a	—	—	O	+	+	+	—	
	8		2a	—	—	—	—	O	+	+	+
			3a	—	—	O	+	+	+	+	+
			4a	—	—	—	—	—	—	—	+
„	9	świerk	1a	O	+	+	+	+	+	—	
	10		2a	—	O	+	+	+	+	—	
			3a	+	+	+	+	+	+	+	
			4a	—	—	—	—	—	—	—	
„	11	brzoza	1a	—	—	—	—	—	+	—	
	12		2a	—	—	—	—	—	—	+	—
			3a	—	—	—	—	—	—	+	—
			4a	—	—	—	—	—	—	+	—
z brzozy	13	sosna	1b	—	O	O	O	O	O	—	
	14		2b	—	+	+	+	+	+	—	
			3b	—	O	O	O	O	O	—	
			4b	—	—	—	—	—	—	—	
„	15	świerk	1b	—	—	—	—	—	—	—	
	16		2b	—	O	O	+	+	+	—	
			3b	O	+	+	+	+	+	—	
			4b	+	+	+	+	+	+	—	
„	17	brzoza	1b	—	—	—	—	—	O	—	
	18		2b	—	—	—	—	—	—	—	—
			3b	—	—	—	—	—	O	—	—
			4b	—	—	—	—	—	O	—	—

Objaśnienia znaków:

— brak owocników na próbkach drewna i pożywce

o obecność owocników niezarodnikujących (zaczątki owocników)

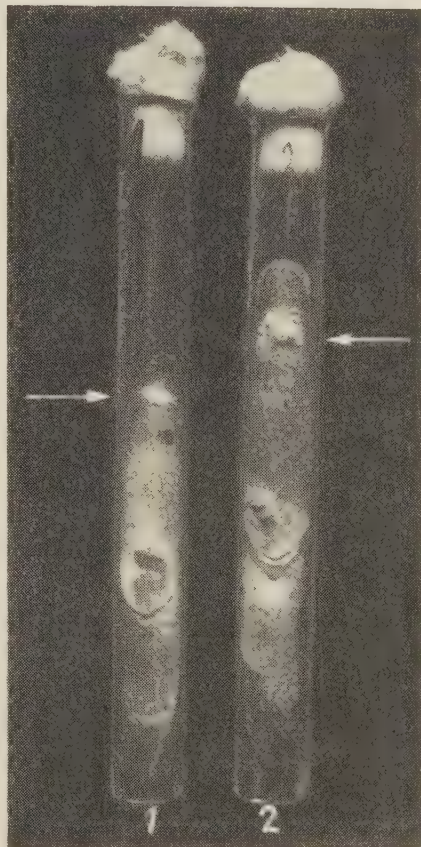
+

obserwacje przeprowadzono po 40, 48, 55, 68 dniach oraz po 3 miesiącach. Owocniki grzyba pojawiły się głównie na drewnie, rzadziej natomiast na pożywce. Nad wytwarzaniem się owocników na pożywce nie prowadzono szczegółowych obserwacji w czasie, a ograniczono się tylko do stwierdzenia ich obecności przy końcu doświadczenia.

Zestawienie wyników obserwacji zawiera tabela 3. Jako wykazane w tabeli owocniki zarodnikujące uznano te, które wytworzyły hymenofor rurkowy i typowe owocowanie podstawkowe, stwierdzone na klockach rezerwowych, które w trakcie tworzenia się na nich owocników można było bez szkody dla właściwego doświadczenia wyjmować z kolb i badać pod mikroskopem. Stwierdzenie we wszystkich badanych w ten sposób wypadkach zbieżności między tworzeniem się rurek i owocowaniem podstawkowym pozwoliło na zaliczenie widocznych owocników do dojrzałych lub jałowych bez potrzeby wyjmowania klocków z kolb objętych doświadczeniem. Zarodniki podstawkowe nie różniły się swym wyglądem i wielkością od podawanych przez *L i n d a u a* (1928) i *M i g u l e* (1912). Wytworzone owocniki zarodnikujące były normalnie wykształcone, ale stosunkowo małe, nie przekraczające średnicy 1 cm i 0,5 cm grubości. Były one konsolowate, z początku białe, później na górnej stronie brunatniejące i koncentrycznie strefowane lub przylegające do podłoża, pokryte warstwą rurek.

Jako owocniki niezarodnikujące (zaczątki owocników) uznano te, które nie wytworzyły hymenoforu rurkowego. Wyrosły one w postaci odstających od podłoża, nieregularnych grudek zbitej grzybni mięszkowej lub były płasko rozpostarte na podłożu. Wielkość ich nie przekraczała zwykle kilku mm. Na pożywce owocniki były zwykle płasko rozłożone na podłożu.

Jak wynika z tabeli, wszystkie badane szczepy *Fomes annosus* Fr., niezależnie od pochodzenia, owocowały najlepiej na drewnie świerko-



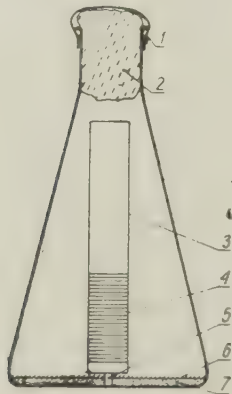
Ryc. 3. Owocniki grzyba *Fomes annosus* Fr. (wskazane strzałkami) na ukośnym agarze słodowym, wytworzone po 40 dniach przez kulturę pochodzącą z sosny (1) i świerka (2)

wym, najgorzej na brzozowym. Z tabeli wynika dalej, że pojawienie się owocników nastąpiło najliczniej na próbkach wszystkich rodzajów drewna, zakażonych grzybem pochodzącym z sosny, oraz na kilku klockach drewna świerkowego, zakażonego kulturą ze świerka i brzozy. Najpóźniej tworzyły się owocniki na drewnie brzozowym, atakowanym przez grzyba pochodzącego ze świerka i brzozy. Owocników na pożywce nie wytworzyły w ogóle: grzyb z brzozy i grzyb ze świerka na drewnie brzozowym oraz grzyb z sosny na drewnie sosnowym.

Zestawiając uzyskane wyniki z danymi Cartwrighta i Findlaya stwierdzić należy, że tworzenie się owocników w warunkach sztucznych kultur nie należy do rzadkości, i to zarówno na naturalnym podłożu w postaci drewna, jak i na samej pożywce.

Porównując tabelę 2 i 3 nie stwierdzono korelacji między pojawianiem się owocników na próbkach a stratą ciężaru próbek drewna. Obok nieznacznej większości klocków z wczesnymi owocnikami i większym ubytkiem wagi były wypadki, gdzie owocniki pojawiały się później lub nie było ich wcale, a straty ciężarów drewna były również duże.

Badania nad szybkością wzrostu w drewnie grzybni huby korzeniowej, pochodzącej z sosny, świerka i brzozy. Doświadczenie przeprowadzono w kolbach Erlenmeyera o pojemności 500 cm³. Pozwalały one na wstawienie do nich pionowo próbek drewna o wymiarach 13 × 2 × 2 cm na rozwiniętą na dnie kulturę grzyba na sztucznej pożywce. Dla zabezpieczenia próbek drewna przed powierzchniowym wzrostem grzybni pomalowano je emalią olej-



Ryc. 4. Sposób założenia doświadczenia nad szybkością wzrostu grzybni w drewnie w kolbach Erlenmeyera: 1 — kapturek z papieru woskowanego przywiązany sznurkiem, 2 — korek waciany, 3 — próbka drewna, 4 — pasek farby chroniącej próbkę przed powierzchniowym wzrostem grzybni na próbce, 5 — kołeczek drewniany w podstawie próbki, 6 — rozwinięta kultura grzyba, 7 — pożywka

ną na wysokości 0,5—5 cm od podstawy (ryc. 4). W celu stwierdzenia, czy wzrost grzyba nie będzie hamowany przez farbę, zbadano głębokość wnikiwania farby do próbki metodą barwienia za pomocą Sudanu IV (wg metody podanej przez Filutowicza i Kuźdowicza, 1951). Mikroskopowe badanie poprzecznych i podłużnych zabarwionych Sudanem IV skrawków próbek z partii pomalowanej wykazało, że rozpuszczalnik farby (prawdopodobnie pokost lniany) w żadnym z 30 przebadanych preparatów nie wykazał głębszego wnikiwania niż 0,25 mm, co równa

się w przybliżeniu 4—6 warstwom komórek drewna. W wyniku powyższego grzyb mógł swobodnie przerastać wewnątrz próbki, nie będąc hamowany przez farbę.

W oparciu o dane L i e s e g o (1928), który podaje, że szybkość wzrostu grzybni w drewnie dla huby korzeniowej wynosi 3,5 mm na dobę, biorąc równocześnie pod uwagę omawianą wyżej długość próbek drewna, ustalono czas trwania doświadczenia na 30 dni.

Ze znanych metod badania obecności grzybni w drewnie wybrano metodę reizolacji grzyba z atakowanego drewna na sztuczne pożywki, która jest mniej skomplikowana i pracochłonna niż np. metoda barwienia grzybni w drewnie a równocześnie dostatecznie dokładna. Obrona metoda polegała na wycinaniu z całej długości próbki kawałeczków drewna długości 5 mm i wykładaniu ich do płytek Petriego na sztuczne pożywki. Kawałeczki drewna pochodzące z partii próbki opanowanej przez grzyba dały po kilku dniach na pożywce kolonie grzyba, z partii natomiast nieopanowanej pozostały jałowe. Iloczyn z ilości kawałków drewna wykazujących obecność grzyba i długości pobieranych kawałków (5 mm) dał długość zasięgu grzybni w drewnie.

P r z e b i e g d o ś w i a d c z e n i a . Doświadczenie przeprowadzono w 144 kolbach Erlenmeyera. Organizację doświadczenia przedstawia tabela 4.

Do każdej kolby nalano 40 cm³ pożywki o takim samym składzie jak w doświadczeniu nad rozkładowym działaniem grzyba na drewno. Po wysterylizowaniu i zestaleniu pożywki w kolbach rozdzielono je na 3 równe części po 48 sztuk i każdą z tych partii zakażono jedną z trzech badanych kultur grzyba. Z chwilą zarośnięcia całej powierzchni pożywki w kolbach przez plechę grzybów, wstawiono do kolb próbki drewna pomalowane białą emalią olejną na przestrzeni od 0,5 do 5 cm od podstawy dla zabezpieczenia ich przed powierzchniowym wzrostem po nich grzyba. Emalia była produktem fabrycznym, pochodzącym z wytwórni „Spółdzielnia Przodownik — Leszno Wlkp.“, opatrzona datą 8 kwietnia 1953 r.

Dla każdego rodzaju badanego drewna, a więc sosny, świerka i brzozy zastosowano 4 kombinacje wilgotności. Pierwsza kombinacja objęła próbki powietrzno-suche, druga moczone w wodzie wodociągowej przez 12 godzin, trzecia traktowana podobnie przez 24 godz. i czwarta przez 48 godz. Próbkę powietrzno-suchą, jak i we wszystkich kombinacjach nawilgacania miały długość 26 cm i na obu końcach były jednakowo pomalowane farbą. Przed wstawieniem próbek do kolb poddano je sterylizacji w autoklawie przez 1 godz. pod ciśnieniem 1 atm. (wg manometru). Po sterylizacji określono wilgotność próbek w ten sposób, że przecinano

T a b e l a 4

Organizacja doświadczenia nad szybkością wzrostu grzybni w drewnie

Pochodzenie grzyba	Rodzaj drewna	Nawilgocenie drewna (kombinacja)	Ilość powtórzeń w kombinacji
z sosny	sosna	drewno powietrzno-suche	4
		„ moczone 12 godz	4
		„ „ 24 godz	4
		„ „ 48 godz.	4
	świerk	drewno powietrzno-suche	4
		„ moczone 12 godz.	4
		„ „ 24 godz.	4
		„ „ 48 godz.	4
	brzoza	drewno powietrzno-suche	4
		„ moczone 12 godz.	4
		„ „ 24 godz.	4
		„ „ 48 godz.	4
Razem		48	
ze świerka	jak dla grzyba z sosny	Nawilgocenie poszczególnych rodzajów drewna jak wyżej	48
z brzozy	jak dla grzyba z sosny	Nawilgocenie poszczególnych rodzajów drewna jak wyżej	48
Ogółem powtórzeń dla wszystkich grzybów, rodzajów drewna i kombinacji			144

je w połowie długości na 2 części, jedną z nich wstawiano do kolb, na drugiej określano wilgotność metodą suszenia do stałej wagi w temp. 100—102°C. W ten sposób określono wilgotność próbek wszystkich rodzajów drewna w chwili rozpoczęcia doświadczenia.

W środek podstawy każdej próbki wstawianej do kolby na działanie grzyba wbito przed nawilgacaniem drewniany kołeczek, wystający z niej na długość 5 mm. Dzięki tym kołeczkom, które tkwiły w pożywce, oparte o dno kolby, próbka drewna nie spoczywała bezpośrednio na pożywce, tylko około 2 mm nad nią, co zapobiegało chłonięciu wilgoci przez drewno z pożywki. Z drugiej strony kołeczki te zapewniły równomierny kontakt całej powierzchni podstawy próbki z kulturą grzyba.

Wszystkie kolby po wstawieniu do nich próbek zatkało korkami wacianymi i zabezpieczono na czas trwania doświadczenia kapturkami z papieru woskowanego przed wysychaniem. Doświadczenie przebiegało w temperaturze pokojowej i trwało 30 dni. Przebieg średnich temperatur dobowych w okresie trwania doświadczenia ilustruje tabela 5.

T a b e l a 5

Przebieg średnich temperatur dobowych w okresie trwania doświadczenia

Numer kolejny dnia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Śred. temp. dobową w °C	21	20,5	20	19	19,5	19,5	19,5	19,5	19	19	18,5	18,5	19	19	18	18

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Temp. średnia
16	16	17	17	16,5	17,5	16,5	17,5	18	17,5	17,5	17,5	18	18	18,5 °C

Całe doświadczenie zorganizowano w ten sposób, że każdy z badanych grzybów działał na każdy rodzaj drewna we wszystkich kombinacjach wilgotności. Próbkę do badań były wycięte dla każdego rodzaju drewna z jednej deski.

Po ukończeniu doświadczenia próbki wyjęto z kolb i przecięto podłużnie na dwie części. Jedną część przeznaczono do zbadania wilgotności końcowej badanych próbek drewna, drugą do określenia długości zasięgu grzybni w drewnie w sposób już wyżej opisany.

Wyniki doświadczenia przedstawia tabela 6. Jak wynika z tabeli, grzyb z sosny działający na wszystkie rodzaje drewna powietrzno-suchego wykazał w porównaniu z drewnem nawilgaczonym stosunkowo mniejsze średnie przyrosty dobowe. Przyrosty te dla drewna sosnowego i świerkowego były bardzo zbliżone do siebie i wynosiły 2,5 i 2,3 mm, podczas gdy dla brzozy były prawie o połowę mniejsze (1,3 mm). Średnie przyrosty dobowe grzybni w drewnie sosnowym we wszystkich kombinacjach nawilgaczanych były do siebie bardzo zbliżone (3,2—3,4 mm). To samo dotyczy drewna świerkowego, przy czym otrzymane tu wartości były w stosunku do drewna sosnowego mniejsze i wynosiły 2,5—2,6 mm. Grzyb z sosny w drewnie brzozowym nawilgaczonym wykazał w dwóch pierwszych kombinacjach mniejszy przyrost (2,7 i 2,8 mm) niż w pozostałej kombinacji.

Grzyb ze świerka na wszystkich rodzajach drewna powietrzno-suchego zachowywał się podobnie jak grzyb z sosny. Ten sam grzyb na drewnie sosnowym zachowywał się podobnie jak grzyb z sosny na tym samym rodzaju drewna. Na drewnie świerkowym i brzozowym nawilgaczonym grzyb ze świerka dał podobne wyniki jak grzyb z sosny na drewnie brzozowym.

Grzyb pochodzący z brzozy zachowywał się pod względem szybkości wzrostu grzybni w drewnie bardzo nieregularnie. W kombinacji powietrz-

Tabela 6

Wyniki doświadczeń nad szybkością wzrostu w drewnie huby korzeniowej
Fomes annosus Fr. pochodzącej z sosny, świerka i brzozy

Pochodzenie grzyba	Rodzaj drewna podda- nego działaniu grzyba	Lp.	Nawilgocenie drewna	Średnia wilgotność pró- bek drewna z 4 powtó- rzeń w proc. na począt- ku doświadczenia	Średnia wilgotność pró- bek drewna z 4 po- wtórzeń w proc. po 30 dniach działania grzyba	Wahania średnich dłu- gości zasięgów grzyb- ni w drewnie z 4 po- wtórzeń w mm po 30 dniach działania grzyba	Średnia długość zasięgu grzybni w drewnie z 4 powtórzeń w mm po 30 dn. działan. grzyba	Średni przyrost dobowy grzybni w drewnie z 4 powtórzeń w mm	Średni przyrost z 4 sta- nów wilgotności
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
z sosny	sosna	1	powietrz- no suche	11,0	20,4	70—90	85,0	2,5	3,1
		2	moczone 12 g.	26,8	24,5	95—100	97,5	3,3	
		3	moczone 24 g.	28,1	29,7	85—115	102,5	3,4	
		4	moczone 48 g.	32,0	22,9	95—100	96,3	3,2	
	świerk	5	powietrz- no suche	10,1	20,2	65—80	70,0	2,3	2,5
		6	moczone 12 g.	22,1	22,4	70—85	77,5	2,6	
		7	moczone 24 g.	27,1	26,0	60—95	76,3	2,5	
		8	moczone 48 g.	28,9	21,7	70—85	78,8	2,6	
	brzoza	9	powietrz- no suche	11,8	20,5	25—45	37,5	1,3	2,5
		10	moczone 12 g.	19,3	22,7	80—85	83,8	2,8	
		11	moczone 24 g.	21,2	22,6	60—90	81,3	2,7	
		12	moczone 48 g.	23,6	28,6	95—105	100,0	3,3	
ze świer- ka	sosna	13	powietrz- no suche	9,1	20,5	85—90	86,3	2,9	3,2
		14	moczone 12 g.	31,0	23,9	95—100	98,8	3,3	
		15	moczone 24 g.	34,5	38,2	85—105	97,5	3,3	
		16	moczone 48 g.	35,0	25,5	70—105	93,8	3,1	

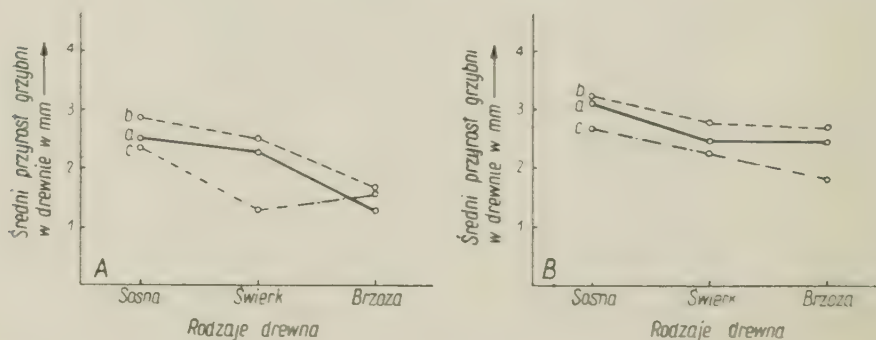
Tabela 6 (c. d.)

Wyniki doświadczeń nad szybkością wzrostu w drewnie huby korzeniowej
Fomes annosus Fr. pochodzącej z sosny, świerka i brzozy

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ze świer- ka	świerk	17	powietrz- no suche	9,9	20,8	65— 85	75,0	2,5	2,8
		18	moczone 12 g.	20,9	23,2	70— 85	77,3	2,6	
		19	moczone 24 g.	23,9	23,4	80—100	87,5	2,9	
		20	moczone 48 g.	25,5	26,2	75—110	95,0	3,2	
	brzoza	21	powietrz- no suche	12,0	21,0	40— 60	51,3	1,7	2,7
		22	moczone 12 g.	20,2	23,3	85— 90	87,5	2,9	
		23	moczone 24 g.	21,6	22,7	70— 95	85,0	2,8	
		24	moczone 48 g.	26,4	26,9	100—110	103,8	3,5	
z brzo- zy	sosna	25	powietrz- no suche	9,9	21,4	55— 90	72,5	2,4	2,7
		26	moczone 12 g.	27,8	28,5	50— 70	62,5	2,1	
		27	moczone 24 g.	31,6	24,7	85— 95	88,8	3,0	
		28	moczone 48 g.	45,5	40,8	90—105	96,3	3,2	
	świerk	29	powietrz- no suche	10,0	20,0	25— 60	38,8	1,3	2,3
		30	moczone 12 g.	19,6	23,1	60— 80	68,8	2,3	
		31	moczone 24 g.	22,5	22,6	60—100	80,0	2,7	
		32	moczone 48 g.	26,3	23,8	60—100	86,7	2,9	
	brzoza	33	powietrz- no suche	11,5	20,7	35— 60	47,5	1,6	1,9
		34	moczone 12 g.	18,6	23,2	35— 65	46,3	1,5	
		35	moczone 24 g.	22,4	22,1	45— 95	76,7	2,6	
		36	moczone 48 g.	30,7	26,3	35— 70	50,0	1,7	

no-suchej największy przyrost dobowy grzyb ten wykazał w drewnie sosnowym (2,4 mm), najmniejszy w drewnie świerkowym (1,3 mm). W drewnie sosnowym i brzozowym w pierwszej kombinacji nawilgacanej grzyb wykazał mniejszy średni przyrost dobowy niż w drewnie powietrzno-suchym. O ile w nawilgacanym drewnie sosnowym i świerkowym grzyb ten ze wzrostem wilgotności wykazał wzrost średniego przyrostu dobowego grzybni w drewnie, to w drewnie brzozowym tej regularności nie stwierdzono.

W wyniku przeprowadzonej analizy tabeli 6 stwierdzić należy, że wartość porównawczą dla scharakteryzowania badanych kultur huby korzeniowej posiadają jedynie wartości uzyskane przy badaniu szybkości wzrostu grzybni w drewnie powietrzno-suchym, a to z tego względu, że próbki wszystkich rodzajów drewna w tej kombinacji wykazały w przybliżeniu jednakową wilgotność początkową (9,1 do 12,0%) i końcową (20,0 do 21,4%), czego nie można powiedzieć o próbkach w kombinacjach nawilgaczanych. Pewną wartość porównawczą jako uogólnienie uzyskanych wyników posiadają również średnie przyrosty dobowe grzybni w drewnie z 4 stanów wilgotności (rubryka 10 w tab. 6).



Ryc. 5. Wykresy średnich przyrostów dobowych grzybni huby korzeniowej pochodzącej: a — z sosny, b — ze świerka, c — z brzozy. A — w powietrzno-suchym drewnie; B — w drewnie o 4 stanach wilgotności

Wyżej wymienione wartości średnich przyrostów dobowych badanych grzybów we wszystkich rodzajach drewna powietrzno-suchego i średnich z 4 stanów wilgotności przedstawiono na ryc. 5 (A i B). Jak wynika z wykresu A, wszystkie grzyby osiągnęły najwyższy średni przyrost dobowy w drewnie sosnowym. Przyrost w drewnie świerkowym maleje nieznacznie dla grzyba z sosny i świerka, a dość silnie dla grzyba z brzozy. W drewnie brzozowym średni przyrost grzybni dla grzyba z sosny i świerka maleje w dalszym ciągu, a dla pochodzącego z brzozy jest wyższy niż w drewnie sosnowym, ale niższy niż w świerkowym.

Ogólnie grzyb pochodzący ze świerka wykazał nieco wyższe średnie przyrosty dobowe we wszystkich rodzajach drewna od grzyba z sosny i brzozy. Grzyb z sosny natomiast wykazał większy przyrost od grzyba z brzozy tylko na drewnie sosnowym i świerkowym.

Wnioski wypływające z wykresu 2 pokrywają się w przybliżeniu z wnioskami z wykresu 1, z tą jednak różnicą, że grzyb z brzozy wykazał stały spadek średniego przyrostu dobowego, idąc od drewna sosnowego przez świerkowe do brzozowego.

STRESZCZENIE I WNIOSKI

Praca niniejsza przedstawia wyniki doświadczeń laboratoryjnych, przeprowadzonych nad hubą korzeniową (*Fomes annosus* Fr.) pochodzącą z sosny, świerka i brzozy. W części opisowej przytoczono dane z literatury dotyczące zagadnień traktowanych w pracy. Część doświadczałna przedstawia pomiar szybkości wzrostu kultur grzyba uzyskanych drogą izolacji z poszczególnych gatunków drzew na dwóch pożywkach, badanie siły rozkładowej tych kultur na drewno sosnowe, świerkowe i brzozowe, obserwacje nad pojawianiem się owocników w warunkach laboratoryjnych oraz badanie szybkości wzrostu grzybnii w drewnie.

Materiałem wyjściowym do badań były świeże owocniki grzyba zebrane we wrześniu 1953 r. w leśnictwie Powodowo, nadleśnictwa Wolsztyn, woj. poznańskie, na martwych pniakach wyżej wymienionych gatunków drzew.

Z uzyskanych wyników zasługują na uwagę następujące wnioski:

1. Największy wzrost grzybnii na sztucznych pożywkach (mierzony po promieniu) wykazała kultura pochodząca z brzozy, najmniejszy z sosny (tabela 1).

2. Największą procentową stratę ciężaru wszystkich użytych do badań gatunków drewna spowodowała kultura z sosny. Wielkości analogicznych strat wywołanych przez kulturę ze świerka i brzozy są mniejsze i zbliżone do siebie (tabela 2).

3. Tworzenie się owocników było zjawiskiem pospolitym na próbkach drewna, rzadszym natomiast na pożywce. Wszystkie badane szczepy *Fomes annosus* Fr., niezależnie od pochodzenia, owocowały najlepiej na drewnie świerkowym, najgorzej na brzozowym. Najwcześniej wytworzyły się owocniki na wszystkich badanych gatunkach drewna, zakażonych grzybem pochodzącym z sosny, oraz na niektórych próbkach drewna świerkowego, rozkładanego przez kultury pochodzące ze świerka i brzozy (tabela 3).

4. Nie stwierdzono korelacji między wcześniejszym lub późniejszym pojawianiem się owocników a stratą ciężaru próbek drewna (tabela 2 i 3).

5. Najwyższe średnie przyrosty dobowe z 4 stanów wilgotności we wszystkich rodzajach drewna wykazał grzyb ze świerka, najmniejsze z brzozy.

6. U żadnego z badanych szczepów huby korzeniowej nie stwierdzono korelacji między szybkością wzrostu na pożywkach, pojawianiem się owocników, siłą rozkładową w stosunku do drewna a szybkością wzrostu grzybnii w drewnie.

Zakład Fitopatologii WSR
w Poznaniu

(Wpłynęło dn. 22.XI.1955 r.)

S U M M A R Y

The study presents the results of preliminary laboratory experiments conducted upon the fungus *Fomes annosus* F r. collected from pine, spruce and birch. As starting material for this study served the fresh fruiting bodies collected in September 1953 in forestry Powodowo of the state-forests Wolsztyn (Region Poznań — Poland) from the dead trunks of the cited species of trees.

In the descriptive part of this paper the references from literature upon the question treated are cited. In the experimental part the author gives the comparative measurements upon the speed of mycelium-growth of the fungus from three different substrates — as mentioned above — on malt-, and potato-dextrose-agar media, further the wood-decomposition activity of these cultures on the wood-samples of pine, spruce and birch and observations upon the appearance and formation of fruiting bodies and the study upon mycelium-growth in wood.

The conclusions are as follows:

1. The greatest speed of mycelium growth (measured along the rays) of the fungus studied showed the culture originating from birch and the smallest one the culture originating from pine (table 1).

2. The highest percentage loss of weight of all kinds of wood used in the study caused the culture of *Fomes annosus* F r. originating from pine. The corresponding losses caused by two other cultures originating from birch and spruce were smaller and nearly equal (table 2).

3. The formation of fruiting bodies was common on the wood-samples and rare on the media. First of all the fruiting bodies appeared on all kinds of wood infected by culture originating from pine and on some wood-samples of spruce infected by cultures from spruce and birch (table 3).

4. It was no correlation found between earlier or later appearance of fruiting bodies and loss of weight of wood-samples (tables 2 and 3).

5. The highest average increases for 24 hours period for 4 humidity stages in all kinds of wood has shown the fungus from spruce, and the smallest one the fungus from birch.

6. In all investigated clones of *Fomes annosus*, no correlation has been found between speed of growth on media, appearance of fruiting bodies, wood decomposition degree and speed of mycellium growth in wood.

*Form. Institute of Phytopathology
of High School of Agriculture
at Poznań — Poland*

L I T E R A T U R A

- B a k s h i B. K., 1952, *Oedocephalum lineatum* is a conidial stage of *Fomes annosus*, RAM vol. XXXII, s. 341.
- B r o w n L. M. B., 1953, Studies of British Beechwoods. RAM Vol. XXXII, s. 347.
- C a r t w r i g h t K. S. G. i F i n d l a y W. P. K., 1951, Rozkład i konserwacja drewna, PWR i L, s. 497, Warszawa.
- F i l u t o w i c z A. i K u ż d o w i c z A., 1951, Mikrotechnika roślinna, s. 311, PWR i L, Warszawa.
- G r a b o w s k i L., 1926, Choroby roślin uprawnych w Wielkopolsce, na Pomorzu i na Śląsku w r. 1924 i 1925, Zakł. Graf. Inst. Wyd. „Biblioteka Polska“, s. 47, Bydgoszcz.
- L i e s e J., 1928, Verhalten holzzerstoeender Pilze gegenueber verschiedenen Holzarten und Giftstoffen, Angewandte Botanik vol. X, s. 156—170.
- L i n d a u G., 1928, Kryptogamenflora fuer Anfänger — Die hoeheren Pilze — Basidiomycetes, Verlag von Julius Springer, s. 497, Berlin.
- M a r t i n e z, J. B., 1943, El *Fomes annosus* Fr. (*Trametes radiciperda* Hart.) en Espana, RAM, vol. XXV, s. 52.
- M i g u l a W., 1912, Kryptogamen-Flora von Deutschland, Deutsch-Oesterreich u. d. Schweiz, Band III, 2 Teil, 1 Abt., Basidiomycetes Verlag Friedrich von Zezschwitz-Gera R., 400 s.
- S o r a u e r P., 1932, Handbuch der Pflanzenkrankheiten, Band III, Teil 2, Verlagsbuchhandlung Paul Parey, 948 s., Berlin.
- W i l s o n M., 1927, The host plants of *Fomes annosus*, RAM, vol. VI, s. 763.

Z badań bakteriologicznych nad ściółką i glebą lasu bukowego

Bacteriological researches on the litter and beech wood soil

J. STABROWSKA

Niniejsza praca jest częścią pracy zespołowej, podjętej w celu wszechstronnego zbadania rezerwatu lasu bukowego w Muszkowicach (woj. wrocławskie).

Dotychczas niewiele zajmowano się zagadnieniem procesów fizjologicznych zachodzących w glebach leśnych.

F e h e r D. (1933) w swej pracy nad mikroflorą gleb leśnych stwierdził, że w glebach tych występuje względnie mała ilość bakterii w stosunku do gleb uprawnych i zwrócił uwagę, że intensywność procesów bakteryjnych uzależniona jest od ilości światła przechodzącego przez korony drzew. S t a p p C. i B o r t e l s H. (1934) zakreślili plan badania mikrobiologicznego nad rozkładem ściółki leśnej, a w niej dokładnie opracowali bakterie z rodzaju *Cytophaga*. Zagadnieniem nitryfikacji zajmowali się M i g u l a W. (1900), S c h o e n b r u n B. (1922), L e m m e r m a n n O. i W i c h e r s L. W. (1920), M i c h n i e w i c z M. (1951) i inni. S c h o e n b r u n w swych badaniach stwierdził, że proces nitryfikacji przebiega najintensywniej na wiosnę, a w miesiącach zimowych najslabiej. M i c h n i e w i c z także zanotował w swych badaniach na glebach Białowieskiego Parku Narodowego, że okresowość procesów zarówno nitryfikacji, jak i denitryfikacji zależy przede wszystkim od czynników klimatycznych. M i s z z u s t i n E. N. (1954) w swych badaniach zauważył, że natężenie procesów bakteryjnych gleby można do pewnego stopnia charakteryzować bogactwem jej mikroflory, która jest ściśle związana z przemianą substancji organicznych w glebie. Według tego autora nie wytwarzające zarodników bakterie rozkładają świeże szczątki organiczne, a bardziej rozłożone substancje organiczne zostają w zasadzie przerobione przez bakterie zarodnikowe.

CHARAKTERYSTYKA TERENU I CEL PRACY

Szczegółowy opis badanego terenu znajduje się w pracy prof. S. M a c k o (1954). Ograniczono się tutaj tylko do krótkiej charakterystyki badanego terenu.

Rezerwat lasu bukowego rozciąga się na grzędzie opadającej dosyć stromo ku dolinie strumienia. Sam grzbiet grzędy graniczy z polem i jest prawie pozbawiony ściółki, ponieważ opadające liście są zwiewane w głąb lasu.

Zbocze grzędy, na którym zwarcie rosną stare buki przeplatane z rzadka przez inne drzewa, pokrywa gruba warstwa ściółki. Po usunięciu zwartej warstwy suchych liści można wyróżnić cztery warstwy. Warstwę pierwszą stanowi właściwa ściółka, złożona z mniej lub więcej rozłożonych liści, zachowujących swe cechy morfologiczne. Drugą warstwą jest gleba próchniczna, bogata w resztki roślinne, takie jak drobne gałązki i owoce, ale bez liści. Następnie wyróżniono glebę próchniczną (warstwa III), nie zawierającą resztek roślinnych, a pod nią glebę o małej zawartości próchnicy, różniącą się żółtawym zabarwieniem od warstw poprzednich (warstwa IV). Grubość każdej warstwy waha się w granicach 5 cm do 10 cm.

W dolinie strumienia drzewa rosną rzadziej, większa jest wilgotność terenu i bujniejszy rozwój roślin zielnych. Tu warstwa ściółki właściwej (warstwa I) jest bardzo cienka, nie przekracza 2 cm i styka się bezpośrednio z glebą próchniczną (warstwa II odpowiadająca warstwie III ze zbocza grzędy), ubogą w resztki roślinne, sięgającą w głąb do 25 cm. Poniżej wyróżniono warstwę III, odpowiadającą warstwie IV ze zbocza grzędy, glebę o jaśniejszym zabarwieniu i gliniastej konsystencji. We wszystkich warstwach, a najwięcej w warstwie trzeciej, występuje wapno w postaci różnej wielkości grudek.

Ponieważ w glebie leżącej pod ściółką zaznaczały się wyraźnie warstwy różniące się ilością i stopniem rozkładu substancji organicznej, pobierano próbki z różnych warstw w celu uchwycenia różnic w występowaniu i działalności bakterii. Badania procesów fizjologicznych, wywoływanych przez bakterie w ściółce i glebie, były prowadzone z myślą, że zorientują one, w jakim stopniu bakterie biorą udział w procesie mineralizacji ściółki, procesie bardzo ważnym ze względu na rośliny wyższe.

Różne warunki na zboczu grzędy i w dolinie strumienia spowodowały różnice w składzie i w szybkości rozkładu ściółki. Wobec tego pobierano próbki do analizy ze zbocza grzędy i z doliny strumienia w celu zbadania, jak te różnice odbijają się na ilości i działalności bakterii.

Wreszcie trzecim zagadnieniem tej pracy był wpływ zmian pór roku na rozmieszczenie i działalność bakterii w wyróżnianych warstwach na obu terenach.

Próbki do analizy pobierano z wyżej wymienionych warstw w odstępach mniej więcej dwumiesięcznych, ze zbocza grzędy od 23.XI.1951 r. do 19.XI.1953 r., a w dolinie strumienia od 13.II.1953 r. do 19.XI.1953 r.

METODYKA BADAŃ

Dla charakterystyki podłoża przeprowadzono częściowo analizy chemiczne.

Suchą masę gleby oznaczano przez suszenie do stałej wagi w 105°C. Substancję organiczną określano przez spalenie w piecu elektrycznym (w 800°C). Przy czym za substancję organiczną przyjęto różnicę między wagą suchej masy a pozostałością po spaleniu. Przy glebach wapiennych uwzględniano zawartość węglanu wapnia. Kwasotę aktualną oznaczano metodą kolorymetryczną. Zawartość węglanu wapnia określano kaliaparatem. Węglowodany ulegające hydrolizie w 80% kwasie solnym w ciągu trzech godzin na łaźni wodnej określano metodą Bertranda. Błonnik oznaczano za pomocą metody, podanej przez A. B i e ł o z i e r s k i e g o i N. P r o s k u r i a k o w a (1951). Metodą Kjeldahla oznaczano azot całkowity, a w wyciągu wodnym po strąceniu metodą Stutzera-Barnsteina azot rozpuszczalny. Ilość dwu oznaczeń potraktowano jako azot białkowy. Kwasy huminowe oznaczano metodą stosowaną przez S. K r z e m i e n i e w s k i e g o (1908).

Próbki do badań bakteriologicznych z poprzednio wymienionych warstw pobierano do sterylnych słoików. Jednak nie brano ich do tych badań z warstw pierwszych tak ze zbocza grzędy, jak i z doliny strumienia, ponieważ warstwy te złożone z nierozłożonych resztek roślinnych nie pozwalały na dokładne wzięcie średniej próby.

Ogólne ilości bakterii oznaczano metodą płytkową. Dla bakterii stosowano jako pożywkę wyciąg mięsny (wg F e h e r a) z 1,5% agarem lub 10% żelatyną. Wymienione pożywki zaszczepiano rozcieńczoną zawiesiną badanej gleby. Zawiesinę przygotowywano z 5 g badanej gleby, zalanej 500 ml wysterylizowanej wody wodociągowej i dokładnie mieszanej przez jedną godzinę w poziomym aparacie do wytrząsania. Jeden ml w ten sposób otrzymanej zawiesiny odpowiada 1/100 g badanej gleby. Do roztopionej i ostudzonej do 40°C pożywki agarowej lub żelatynowej dodawano 1 ml badanej zawiesiny i dokładnie wymieszaną zawartość (15 ml pożywki + 1 ml zawiesiny) wylewano na wysterylizowane szalki Petriego.

Dla bakterii beztlenowych uzyskiwano warunki beztlenowe przykrywając pożywkę z zawiesiną dnem odwróconej pokrywki i parafinując brzegi.

Ilość bakterii zarodnikowych oznaczano za pomocą pasteryzacji rozcieńczeń gleby przed ich wysiewem na płytki (w temp. 80°C przez 15 minut).

Płytki agarowe trzymano w temp. 27°C, a płytki żelatynowe — w temperaturze pokojowej. W ciągu 5 dni kontrolowano pojawiające się kolonie na płytkach żelatynowych, a kolonie wyrosnięte na płytkach agarowych obliczano po 2 tygodniach. Znalezione ilości bakterii przeliczano na 1 gram suchej masy gleby i w tablicy 2 i 3 podano średnie z trzech równoległych powtórzeń.

Do określania działalności fizjologicznych grup bakterii stosowano pożywki wybiórcze. Nie wyosobniając czystych kultur oznaczano intensywność procesów wiązania molekularnego azotu, nitryfikacji, denitryfikacji, rozkładu białka oraz rozkładu celulozy.

Dla kultur wiążących wolny azot stosowano płynną pożywkę Beijerincka z mannitem jako źródłem węgla. Erlenmayerki z 100 ml sterylnej pożywki zakażano 10 g badanej gleby i trzymano w temp. 27°C. Po 5 dniach hamowano rozwój bakterii, dodając do każdej próby po 1 ml stężonego kwasu siarkowego, a następnie oznaczano przyrost azotu metodą Kjeldahla i przeliczano na 1 gram suchej masy badanej gleby.

Intensywność nitryfikacji oznaczano w 50 ml pożywki płynnej Winoградского z siarczanem amonowym jako źródłem azotu i zakażonej 5 g badanej gleby. W temperaturze hodowli 27°C oznaczano czas pojawiania się azotynu metodą Grissa i azotanu — brucyną.

Dla denitryfikatorów użyto pożywkę z azotanem potasu jako źródłem azotu i sacharozą jako źródłem węgla. Po 5 dniach oznaczano ubytek azotu metodą Kjeldahla.

Dla bakterii rozkładających białko stosowano wodę wodociągową z preparatem Albumen ovi siccum (E. M e r c k, Darmstadt). Do 70 ml wody wodociągowej dodawano 70 mg albuminy i szczepiono 1 g badanego materiału. Po 2 tygodniach, po uprzednim dodaniu tlenku magnezu i oddestylowaniu amoniaku, pozostałą ilość azotu oznaczano metodą Kjeldahla. Z różnicy, pomiędzy azotem w próbce kontrolnej a azotem w próbce zakażonej, określano ubytek azotu spowodowany przez bakterie amonifikacyjne i przeliczano na białko.

Dla bakterii rozkładających celulozę stosowano pożywkę Hutchinsona, a jako źródła węgla dodawano na każde 100 ml pożywki 100 mg skrawków czystej celulozy (bibuły filtracyjnej wygotowanej najpierw w 1,25% kwasie solnym, następnie przemytej dokładnie wodą destylowaną i wy-

gotowanej w 1,25% wodorotlenku sodu). Pożywkę tę szczepiono 10 ml zawiesiny, odpowiadającej 1/10 g badanej gleby. Po upływie jednego miesiąca odsączano pożywkę, a skrawki celulozy wysuszano w temp. 105°C i ważono. Różnice pomiędzy wagą celulozy znajdującej się w kolbie kontrolnej a celulozy pozostałej w kulturze dają ubytek celulozy rozłożonej przez bakterie.

WYNIKI ANALIZ CHEMICZNYCH

Ze względu na małe odchylenia w ilości i składzie substancji organicznej w różnych próbkach w zależności od pory roku oraz na nie dający się uchwycić wpływ ich na występowanie i działalność bakterii podano w tabeli 1 tylko średnie wartości oznaczeń chemicznych.

Jak wynika z zestawienia analiz chemicznych ściółki i gleby, zasadniczą różnicą między zboczem grzędy a doliną strumienia jest zawartość węglanu wapnia.

Na zboczu grzędy gleba nie zawiera w ogóle węglanu wapnia, odczyn jej jest mniej lub więcej kwaśny i waha się w granicach od pH 4,0 do pH 7,0, przy czym warstwa I jest prawie obojętna (średnio pH 7,0). Trzy pozostałe warstwy są słabo kwaśne, których pH jest około 5.

Gleba z doliny strumienia posiada dużo węglanu wapnia, który występuje tu w różnej wielkości grudkach. Ilość węglanu wapnia na tym terenie zwiększa się z głębokością — w warstwie I znaleziono średnio 25,6%, w warstwie II — 35,9%, a w warstwie III — 56,1%. Pomimo dużej zawartości wapna we wszystkich warstwach z tego terenu jest prawie obojętny odczyn (średnio pH 6,6 do pH 7,2).

Dolina strumienia jest wilgotniejsza niż zbocze grzędy, szczególnie w warstwach głębszych. Na zboczu grzędy procentowa zawartość wody obniża się wyraźnie ze wzrostem głębokości. W ciągu roku w dwóch warstwach pierwszych tak ze zbocza grzędy, jak i z doliny strumienia są duże wahania w zawartości wody (na zboczu grzędy w warstwie I — 42,3% do 65,6%, w warstwie II — 41,3% do 59,7%, w dolinie strumienia w warstwie I — 33,4% do 77,1%, w warstwie II — 22,4% do 54,6%). W warstwie trzeciej (10,1% do 29,9%) i czwartej (6,6% do 15,8%) ze zbocza grzędy i w warstwie trzeciej (26,0% do 37,4%) z doliny strumienia wahania są słabsze.

Najwięcej substancji organicznej zawierają warstwy pierwsze tak ze zbocza grzędy, jak i z doliny strumienia. W ściółce właściwej ze zbocza grzędy wykryto więcej substancji organicznej (średnio 83,1%) niż w ściół-

Tabela 1 — Table 1
 Charakterystyka chemiczna ściółki i gleby
 Chemical characters of the litter and soil

Warstwy Strata	Zbocze grzędy The slope of the hill				Dolina strumienia The valley of the stream		
	I	II	III	IV	I	II	III
Procentowa zawartość wody w s.m. Percentage of water in d.m.	42,3-65,6	41,3-59,7	10,1-29,9	6,6-15,8	33,4-77,1	22,4-54,6	26,0-37,4
% CaCO ₃ w s.m. % of CaCO ₃ in d.m.	0,0	0,0	0,0	0,0	25,6	35,9	56,1
pH	5,0-7,0	4,6-6,0	4,0-5,8	4,4-5,6	6,6-6,8	6,8-7,0	6,8-7,2
% subst. organicznej w s.m. % of organic substance in d.m.	83,1	46,5	15,9	3,4	52,1	17,1	8,7
% węglowodanów hydroliz. w 8% HCl w. s. m. — % of carbohydr. hydrol. in 8% HCl in d. m.	11,2	5,2	2,1	0,2	7,3	2,3	0,6
% błonnika w s. m. % of cellulose in d. m.	5,8	2,4	0,8	0,3	3,6	0,5	0,3
% błonnika w s. org. % of cellulose in organic substance	7,0	5,5	5,0	8,8	6,9	2,1	3,6
% azotu w s. m. % of nitrogen in d. m.	1,8	1,4	0,5	0,1	1,2	0,5	0,2
% azotu białka w s. m. % of albuminus nitrogen in d. m.	1,6	1,4	0,5	0,1	1,2	0,5	0,2
% azotu białka w azocie całkowit. % of albuminous nitrogen in total nitrogen	91,3	95,2	95,6	91,6	94,6	95,3	93,7
% kw. huminowych w s. m. % of huminic acids in d. m.	10,5	7,4	3,9	0,5	4,2	1,1	0,6
% kw. huminowych w subst. organ. % of huminic acids in org. substance	12,6	16,3	24,5	14,7	8,1	6,4	6,9

ce z doliny strumienia (średnio 52,1%). Ilość substancji organicznej na obu terenach wyraźnie zmniejsza się wraz ze wzrostem głębokości. W warstwie III z doliny strumienia znaleziono średnio 8,7%, a w warstwie IV ze zbocza grzędy — tylko 3,4% substancji organicznej.

Ilość węglowodanów ulegających hydrolizie w 8% kwasie solnym także maleje w miarę wzrostu głębokości i w glebie na obu terenach spada prawie do zera. Ściółka na zboczu grzędy tych węglowodanów zawiera średnio 11,2%, a ściółka z doliny strumienia — średnio 7,3%.

Procentowa zawartość błonnika w suchej masie zmniejsza się z głębokością jednakowo na obu terenach i w warstwie IV ze zbocza grzędy i w warstwie III z doliny strumienia stwierdzono go zaledwie 0,3%. Ilość błonnika w substancji organicznej na zboczu grzędy w warstwie I wynosi średnio 7,0%, następnie opada ona w warstwie II do 5,5% i w warstwie III utrzymuje się mniej więcej na tym samym poziomie, a dopiero w warstwie IV zwiększa się wyraźnie (średnio 8,8%). W dolinie strumienia zawartość błonnika w substancji organicznej w warstwie I wynosi średnio 6,9%, w warstwie II spada do 2,1%, a w warstwie III zwiększa się do 3,6%.

Wspólną cechą wszystkich warstw, niezależnie tak od ich pochodzenia, jak od ilości i stanu rozkładu materiału organicznego, jest duża zawartość azotu białkowego wynosząca średnio 91,3% do 95,6% azotu całkowitego, co wskazuje na brak azotu łatwo przyswajalnego.

Ilość kwasów huminowych w suchej masie również maleje z głębokością, a także ze zmniejszeniem się substancji organicznej i w warstwie IV ze zbocza grzędy oraz w warstwie III z doliny strumienia znaleziono ich około 0,5%. Na zboczu grzędy w ściółce zawierającej bardzo słabo rozłożone liście buka ilość kwasów huminowych w substancji organicznej wynosi średnio 12,6%. W II warstwie z tego terenu zawartość kwasów huminowych zwiększa się (średnio 16,3%), w warstwie III wzrasta ona do 24,5% i w warstwie IV, o małej ilości substancji organicznej, ponownie opada ona do zawartości zbliżonej w dwóch pierwszych warstwach (średnio 14,7%). W dolinie strumienia w ściółce zawierającej przewagę słabo rozłożonych roślin zielnych ilość kwasów huminowych w substancji organicznej wynosi średnio 8,1%, która zmniejsza się w warstwie II do 6,4% i utrzymuje się mniej więcej na tym samym poziomie w warstwie III (średnio 6,9%).

Z powyższego zestawienia wynika, że rozkład błonnika i kwasów huminowych jest intensywniejszy w dolinie strumienia niż na zboczu grzędy. Wskazuje to, że jakość materiału ściółki wpływa na szybkość jej mineralizacji.

T a b e l a 2 — T a b l e 2

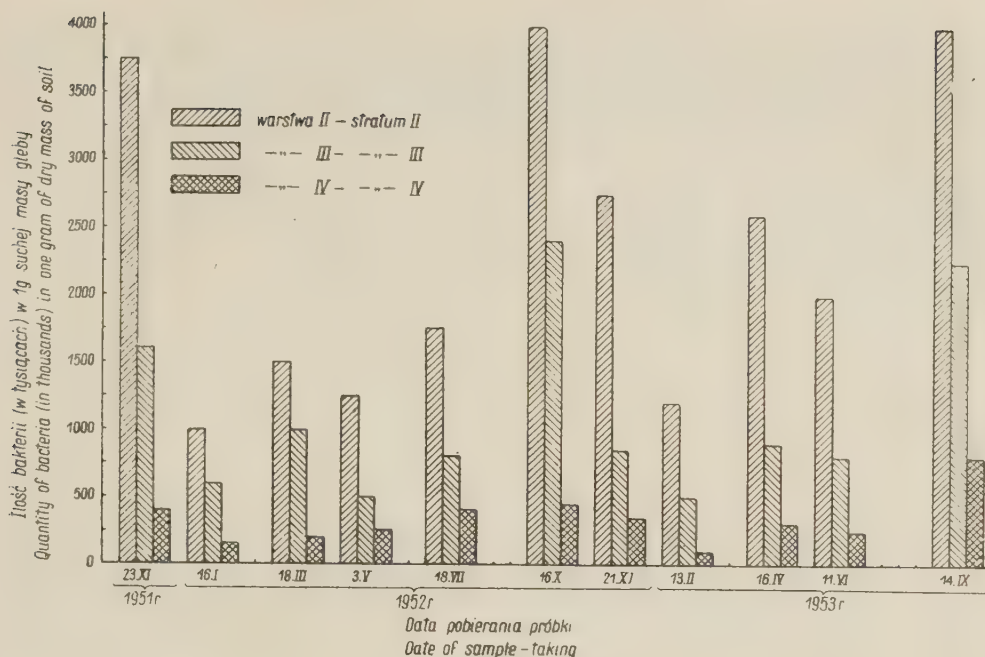
Ilość bakterii (w tysiącach) w 1 g suchej masy gleby ze zbocza grzędy w zależności od pory roku

Quantity of bacteria (in thousands) in one gram of dry mass of soil in dependence of the season of the year

Warstwy Strata Data Date	Bakterie tlenowe Aerobic bacteria			Bakterie beztlenowe Anaerobic bacteria			Bakterie zarodnikowe Spore- -forming bacteria			Bakterie rozkładające żelatynę Bacteria decomposing gelatine		
	II	III	IV	II	III	IV	II	III	IV	II	III	IV
23. XI. 51 r.	3750	1600	400	450	650	500	800	750	200	1750	1250	600
16. I. 52 r.	1000	600	150	200	400	350	500	450	100	1000	700	400
18. III. 52 r.	1500	1000	200	360	500	380	750	500	100	1250	800	600
3. V. 52 r.	1250	500	250	200	350	330	500	300	100	850	750	400
18. VII. 52 r.	1750	800	400	150	280	175	750	400	250	1100	850	420
16. X. 52 r.	4000	2400	450	600	800	650	800	800	300	1900	1250	650
21. XI. 52 r.	2750	850	350	550	750	600	680	550	200	1200	800	500
13. II. 53 r.	1200	500	100	200	400	350	550	300	100	1100	700	400
16. IV. 53 r.	2600	900	300	650	750	650	770	500	150	1500	1200	650
11. VI. 53 r.	2000	800	250	300	400	350	750	400	125	1000	1000	450
14. IX. 53 r.	4000	2250	800	400	500	400	825	850	400	2000	1500	600

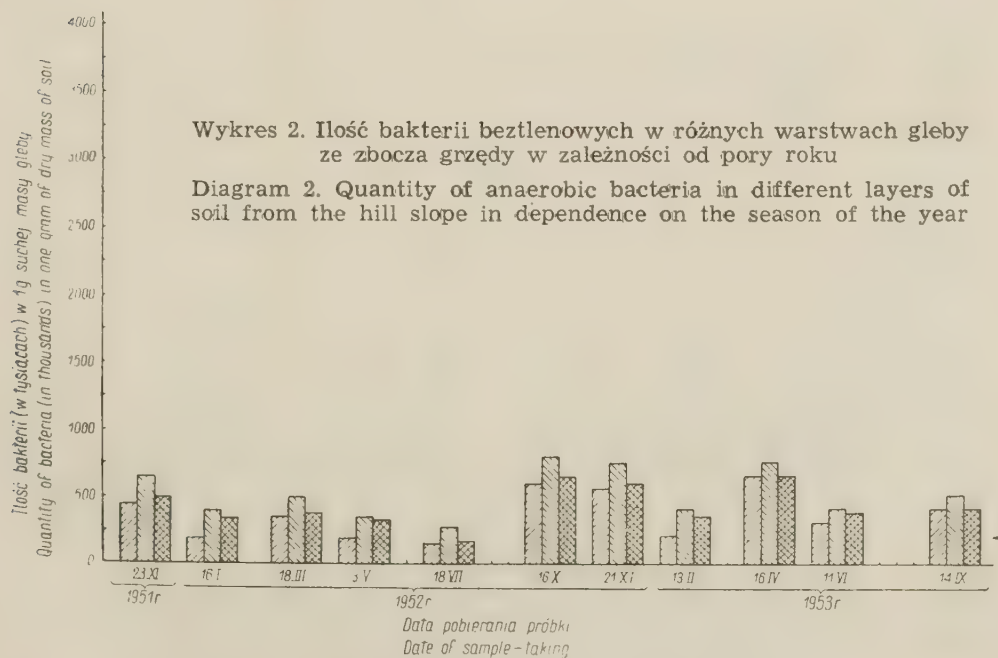
WYNIKI ANALIZ BAKTERIOLOGICZNYCH

Ilość bakterii (tlenowych, beztlenowych, zarodnikowych i rozkładających żelatynę) w 1 gramie suchej masy gleby ze zbocza grzędy przedstawiono na tabeli 2 i wykresach 1, 2, 3 i 4, a z doliny strumienia — na tabeli 3. W próbkach pobranych w jednakowym czasie stwierdzono, że ilość bakterii w glebie z doliny strumienia jest większa od ilości bakterii w odpowiednich warstwach gleby ze zbocza grzędy. Rozwój bakterii w glebie ze zbocza grzędy prawdopodobnie jest zahamowany przez kwaśny odczyn gleby, sprzyjający raczej rozwojowi grzybów. Jednak w glebie tak ze zbocza grzędy, jak i z doliny strumienia znajduje się względnie mała ilość bakterii w stosunku do ilości bakterii w glebach uprawnych. Podobny stan stwierdził F e h e r D. (1933) w swych badaniach nad mikroflorą gleb leśnych. Ilość bakterii tak w glebie ze zbocza grzędy, jak i z doliny strumienia zmniejsza się z głębokością. Przeprowadzone analizy bakteriologiczne w ciągu dwóch lat przekonały, że wpływ zmian klimatycznych w obu latach odbija się jednakowo na rozmieszczenie bakterii we wszystkich warstwach gleby ze zbocza grzędy. Przebieg roczny występowania bakterii w glebie ze zbocza grzędy i z doliny strumienia ma charakter periodyczny. W górnych warstwach na obu terenach w cią-



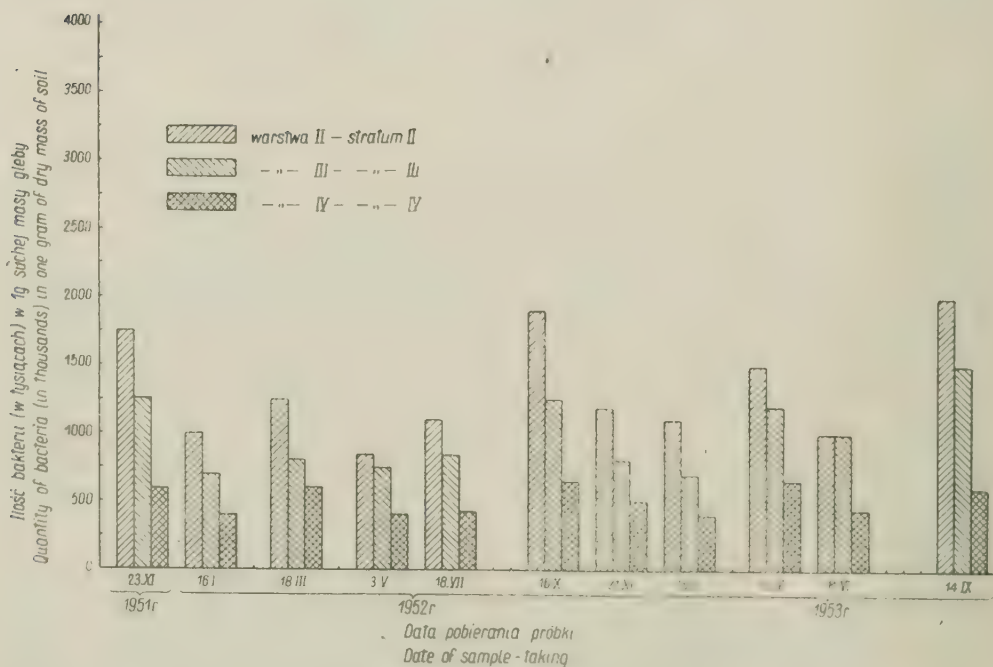
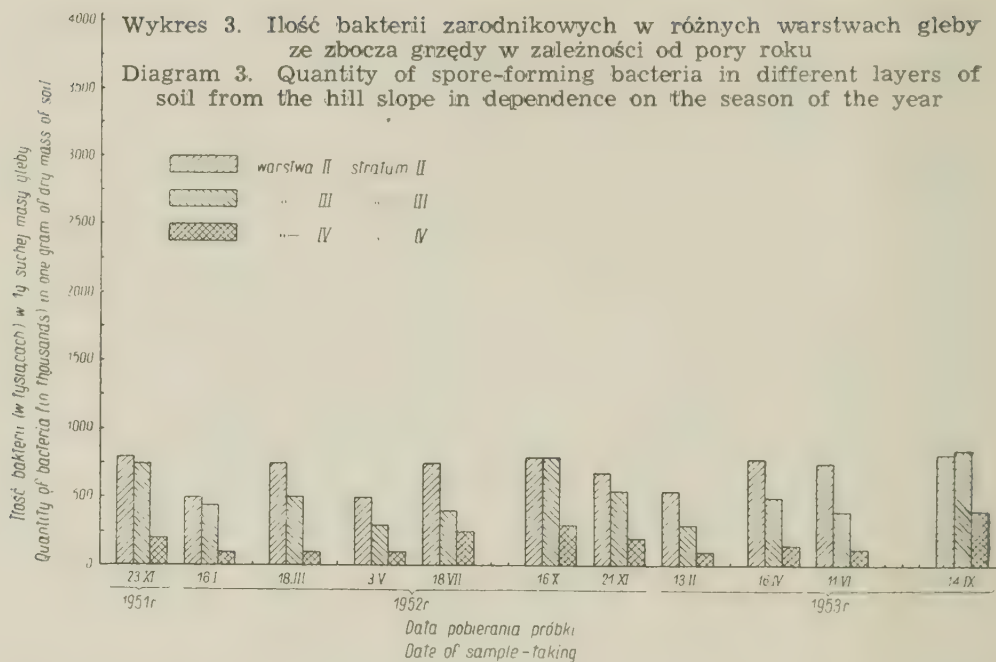
Wykres 1. Ilość bakterii tlenowych w różnych warstwach gleby ze zbocza grzędy w zależności od pory roku

Diagram 1. Quantity of aerobic bacteria in different layers of soil from the hill slope in dependence on the season of the year



Wykres 2. Ilość bakterii beztlenowych w różnych warstwach gleby ze zbocza grzędy w zależności od pory roku

Diagram 2. Quantity of anaerobic bacteria in different layers of soil from the hill slope in dependence on the season of the year



T a b e l a 3 — T a b l e 3

Ilość bakterii (w tysiącach) w 1 g suchej masy gleby z doliny strumienia w zależności od pory roku

Quantity of bacteria (in thousands) in one gram of dry mass of soil from the stream valley in dependence on the season of the year

Warstwy — Strata Data — Date	Bakterie tlenowe Aerobic bacteria		Bakterie beztlenowe Anaerobic bacteria		Bakterie zarodnikowe Spore-forming bacteria		Bakterie rozkładające żelatynę Bacteria decomposing gelatine	
	II	III	II	III	II	III	II	III
13. II. 53 r.	2500	1100	600	350	900	500	1900	1300
16. IV. 53 r.	10750	8000	1000	700	6506	2450	8900	4800
11. VI. 53 r.	7000	4300	800	500	2100	1100	4000	2250
14. IX. 53 r.	8000	6900	950	600	3600	2550	7900	4650

gu roku występują duże wahania w ilości bakterii, natomiast w warstwie IV ze zbocza grzędy i w warstwie III z doliny strumienia ilości bakterii w ciągu roku nie ulegają dużym odchyleniom.

We wszystkich warstwach gleby ze zbocza grzędy we wrześniu, październiku i listopadzie znaleziono największą ilość bakterii tlenowych (w warstwie II — 2 750 tys. do 4 000 tys., w warstwie III — 850 tys. do 2 400 tys., w warstwie IV — 350 tys. do 800 tys.), a w dolinie strumienia we wrześniu zwiększa się wzrost bakterii po względnie słabym rozwoju czerwcowym, ale nie osiąga maksymalnej wartości (w warstwie II — 8 000 tys., w warstwie III — 6 900 tys.). Maksymalny wzrost bakterii tlenowych we wszystkich warstwach gleby z doliny strumienia stwierdzono w kwietniu (w warstwie II — 10 750 tys., w warstwie III — 8 000 tys.), natomiast na zboczu grzędy w marcu i kwietniu wyraźnie zwiększa się ilość tych bakterii po najsłabszym rozwoju zimowym, ale nie osiąga maksimum (w warstwie II — 1 500 tys. do 2 600 tys., w warstwie III — 900 tys. do 1 000 tys., w warstwie IV — 200 tys. do 300 tys.). Najmniejszą ilość bakterii tlenowych we wszystkich warstwach gleby ze zbocza grzędy stwierdzono w styczniu i lutym (w warstwie II — 1 000 tys. do 1 200 tys., w warstwie III — 500 tys. do 600 tys., w warstwie IV — 100 tys. do 150 tys.) i także w lutym we wszystkich warstwach gleby z doliny strumienia (w warstwie II — 2 500 tys., w warstwie III — 1 100 tys.). W czerwcu we wszystkich warstwach na obu terenach rozwój bakterii tlenowych jest nieco osłabiony po silnym rozwoju wiosennym.

Rozwój bakterii beztlenowych przebiega nieco inaczej niż bakterii tlenowych. Rozwój ich w miarę głębokości wykazuje mniejsze wahania

niż rozwój bakterii tlenowych. Wpływ zmian klimatycznych ujawnia się równomiernie w wymienionych warstwach na obu terenach. Minimum występowania tych bakterii w glebie ze zbocza grzędy stwierdzono w miesiącach zimowych (w warstwie II — 200 tys., w warstwie III — 400 tys., w warstwie IV — 350 tys.), a także w dolinie strumienia w lutym wystąpiło minimum (w warstwie II — 600 tys., w warstwie III — 350 tys.). Maksimum rozwoju bakterii beztlenowych w glebie ze zbocza grzędy w miesiącach wiosennych i jesiennych jest mniej więcej jednakowe i nie tak wybitne (w warstwie II — 360 tys. do 650 tys., w warstwie III — 500 tys. do 800 tys., w warstwie IV — 380 tys. do 650 tys.). Podobny przebieg zanotowano w dolinie strumienia w kwietniu i wrześniu (w warstwie II — 950 tys. do 1 000 tys., w warstwie III — 600 tys. do 700 tys.). W czerwcu rozwój bakterii beztlenowych na obu terenach wyraźnie zmniejsza się po maksymalnym wzroście wiosennym.

Występowanie bakterii zarodnikowych na obu terenach w ciągu roku jest zgodne z przebiegiem występowania bakterii tlenowych, lecz nie wykazuje tak znacznych wahań. M i s z u s t i n E. N. (1954) także zauważył, że ilość bakterii tlenowych w glebie zależy od warunków pogody i ulega silnym wahaniom w poszczególnych porach roku, natomiast ilość form zarodnikowych wykazuje znacznie wyrównaną dynamikę roczną i dlatego można je stosować jako wskaźnik typu i stanu gleby. W przebiegu rocznym, tak samo jak i przy bakteriach tlenowych, wyróżniono najmniejszą ilość bakterii zarodnikowych w zimie (na zboczu grzędy w warstwie II — 500 tys. do 550 tys., w warstwie III — 300 tys. do 450 tys., w warstwie IV — 100 tys., a w dolinie strumienia w warstwie II — 900 tys., w warstwie III — 500 tys.). Na zboczu grzędy duże maksimum występowania tych bakterii zanotowano w jesieni (w warstwie II — 680 tys. do 825 tys., w warstwie III — 550 tys. do 850 tys., w warstwie IV — 200 tys. do 400 tys.) i małe maksimum — na wiosnę (w warstwie II — 750 tys. do 770 tys., w warstwie III — 500 tys., w warstwie IV — 100 tys. do 150 tys.) i odwrotnie w dolinie strumienia — duże maksimum w kwietniu (w warstwie II — 6 500 tys., w warstwie III — 2 450 tys.) i małe maksimum — we wrześniu (w warstwie II — 3 600 tys., w warstwie III — 2 550 tys.).

Występowanie bakterii rozkładających żelatynę w przebiegu rocznym jest podobne do występowania wyżej wymienionych grup bakterii. Największa ilość bakterii rozkładających żelatynę w dolinie strumienia występuje w kwietniu (w warstwie II — 8 900 tys., w warstwie III — 4 800 tys.), a na zboczu grzędy — w miesiącach jesiennych (w warstwie II — 1 200 tys. do 2 000 tys., w warstwie III — 800 tys. do 1 500 tys., w warstwie IV — 600 tys. do 650 tys.), a w dolinie potoku — we wrześniu (w warstwie II — 7 900 tys., w warstwie III — 4 650 tys.). W czerw-

cu we wszystkich warstwach na obu terenach po wzmożonym rozwoju kwietniowym tych bakterii następuje pewne obniżenie ich ilości (na zboczach grzędy w warstwie II — 1 000 tys., w warstwie III — 1 000 tys., w warstwie IV — 450 tys., a w dolinie strumienia w warstwie II — 4 000 tys., w warstwie III — 2 250 tys.).

Z powyższego omówienia analiz bakteriologicznych wynika, że w glebie ze zbocza grzędy w rozwoju bakterii występuje duże maksimum jesienne i małe wiosenne, zaś w dolinie strumienia panują stosunki odwrotne — jest duże maksimum kwietniowe i małe maksimum wrześniowe. Minimum zimowe ujawnia się jednakowo tak dla gleby ze zbocza grzędy, jak i z doliny strumienia.

Znalezione w rezerwacie lasu bukowego w Muszkowicach maksymalne ilości bakterii są zgodne z analogicznymi, okresowymi maksymalnymi ilościami bakterii, stwierdzonymi przez M. H o p f (1950). Otrzymane wyniki natomiast nie są zgodne czasowo z maksymalnym występowaniem bakterii w glebach leśnych, badanych przez D. F e h e r a (1933).

T a b e l a 4 — T a b l e 4

Intensywność wiązania molekularnego azotu (w mg) w 1 g suchej masy gleby w zależności od pory roku
Intensity of the molecular nitrogen fixation (in mg) in one gram of dry mass of soil in dependence on the season of the year

Warstwy Strata Data Date	Zbocze grzędy The slope of the hill			Dolina strumienia The valley of the stream	
	II	III	IV	II	III
21. XI. 52 r.	1,54	0,20	0,10		
13. II. 53 r.	0,19	0,10	0,00	0,91	0,34
16. IV. 53 r.	4,90	2,92	1,95	5,11	3,35
11. VI. 53 r.	0,90	0,80	0,45	2,20	0,90
14. IX. 53 r.	2,11	0,90	0,50	3,15	1,16
19. XI. 53 r.	1,00	0,25	0,10	1,43	0,75

W glebie lasu bukowego stwierdzono maksimum rozwoju bakterii w miesiącach jesiennych i wiosennych, podczas gdy badacz ten w październiku zanotował pewien spadek ilości bakterii. F e h e r a znalazł maksymalną ilość bakterii w miesiącach letnich, natomiast w glebie lasu bukowego w czerwcu stwierdzono pewien spadek ilości bakterii. Minimum zimowe rozwoju bakterii w glebie lasu bukowego jest zgodne z wynikami D. F e h e r a (1933) i M. H o p f (1950).

PROCESY FIZJOLOGICZNE

Rezultaty doświadczeń nad wiązaniem molekularnego azotu są zebrane w tabeli 4. Jak wynika z zestawienia analiz, w lutym proces wiązania atmosferycznego azotu w glebie ze zbocza grzędy jest prawie zahamowany (w warstwie II — 0,19 mg, w warstwie III — 0,1 mg, w warstwie IV — 0,0 mg azotu), a w glebie z doliny strumienia proces ten przebiega bardzo słabo (w warstwie II — 0,91 mg, w warstwie III — 0,34 mg azotu). W kwietniu intensywność wiązania wolnego azotu jest największa we wszystkich warstwach ze zbocza grzędy (w warstwie II — 4,90 mg, w warstwie III — 2,92 mg, w warstwie IV — 1,95 mg azotu), jak również i z doliny strumienia (w warstwie II — 5,11 mg, w warstwie III — 3,35 mg azotu), następnie natężenie tego procesu na obu terenach znacznie osłabia się w czerwcu, później we wrześniu znowu wzmacnia się ten proces na obu terenach, szczególnie w warstwach górnych i wreszcie w listopadzie proces ten osłabia się tak w glebie ze zbocza grzędy, jak i z doliny strumienia.

T a b e l a 5 — T a b l e 5

Intensywność nitryfikacji w różnych warstwach gleby w zależności od pory roku
Intensity of the nitrification in different layers of soil in dependence on the season of the year

Warstwy Strata	Zbocze grzędy The slope of the hill						Dolina strumienia The valley of the stream			
	Ilość dni, po których pojawił się—The compound appears in days									
	NO ₂	NO ₂	NO ₂	NO ₃	NO ₂	NO ₃	NO ₂	NO ₃	NO ₂	NO ₃
Data Date	II		III		IV		II		III	
21. XI. 52 r.	19	30	24	—	—	—				
13. II. 53 r.	30	—	—	—	—	—	20	—	—	—
16. IV. 53 r.	3	5	4	7	10	—	2	3	3	7
11. VI. 53 r.	7	15	13	—	27	—	6	13	12	21
14. IX. 53 r.	12	25	23	—	—	—	10	17	19	30
19. XI. 53 r.	20	30	25	—	—	—	15	21	—	—

Jak wynika z tabeli 5, nitryfikacja na zboczu grzędy przebiega słabiej niż w dolinie strumienia. W glebie ze zbocza grzędy proces nitryfikacji jest zahamowany przez kwaśny odczyn gleby i niedostateczną aeraację. Jednak w glebie tak ze zbocza grzędy, jak i z doliny strumienia proces nitryfikacji na ogół przebiega słabo w stosunku do gleb uprawnych, co zgodne jest z wynikami M. Michniewicza (1951), który stwier-

dził słabą nitryfikację w glebach Białowieskiego Parku Narodowego. Natężenie nitryfikacji na obu terenach jest silniejsze w warstwach górnych niż głębszych. Silniejszą nitryfikację warstw powierzchniowych można tłumaczyć lepszym przewietrzaniem gleby oraz większą ilością źródeł amoniaku. W warstwie czwartej ze zbocza grzędy proces nitryfikacji prawie nie odbywa się w ciągu całego roku. W przebiegu rocznym najsilniejszą nitryfikację na obu terenach zanotowano w kwietniu (na zboczu grzędy w warstwie II — azotyn pojawił się po 3 dniach, a azotan — po 5 dniach, w warstwie III — azotyn pojawił się po 4 dniach, a azotan — po 7 dniach, w warstwie IV — azotyn pojawił się po 10 dniach, a azotan w ogóle nie pojawił się, w dolinie strumienia w warstwie II — azotyn pojawił się po 2 dniach, a azotan — po 3 dniach, w warstwie III — azotyn pojawił się po 3 dniach, a azotan — po 7 dniach). Następnie proces nitryfikacji stopniowo osłabia się w czerwcu, wrześniu, listopadzie i wreszcie w lutym proces ten jest prawie że zahamowany tak na zboczu grzędy, jak i w dolinie strumienia. Wyniki te są zgodne z badaniami B. S c h o e n b r u n a (1922), który także stwierdził, że nitryfikacja przebiega najsilniej na wiosnę, a najslabiej w zimie. W glebie badanego terenu proces nitryfikacji przeważnie kończy się na powstaniu azotynów. Na silniejsze tworzenie się azotynów niż azotanów w glebach leśnych zwrócił już uwagę W. M i g u l a (1900). M. M i c h n i e w i c z także zauważył, że nitrozobakterie są lepiej przystosowane do egzystowania w złych warunkach środowiska aniżeli nitryfikatory fazy drugiej.

Denitryfikacji nie stwierdzono w glebie ze zbocza grzędy ani też z doliny strumienia. Można to wytłumaczyć brakiem w tych glebach azotanów.

Przeprowadzono także badanie nad szybkością rozkładu białek, rezultaty którego są zebrane w tabeli 6. Ilość rozłożonego białka obliczono na 1 g suchej masy badanej gleby. Jak wynika z zestawienia analiz, najenergiczniejszy rozkład białka zachodzi w kwietniu tak w glebie ze zbocza grzędy (w warstwie II — 85,0 mg, w warstwie III — 72,38 mg, w warstwie IV — 52,13 mg białka), jak i z doliny strumienia (w warstwie II — 129,63 mg, w warstwie III — 60,50 mg białka), który stopniowo osłabia się w czerwcu, wrześniu i listopadzie. W lutym proces rozkładu białka przebiega najslabiej we wszystkich warstwach gleby ze zbocza grzędy (w warstwie II — 18,13 mg, w warstwie III — 5,63 mg, w warstwie IV — 2,63 mg) i z doliny strumienia (w warstwie II — 19,76 mg, w warstwie III — 10,37 mg białka).

Wyniki doświadczeń nad szybkością rozkładu celulozy przedstawione są w tabeli 7. Proces rozkładu celulozy na ogół jest intensywniejszy

T a b e l a 6 — T a b l e 6

Intensywność rozkładu białka (w mg) w 1 g suchej masy gleby w zależności od pory roku

Intensity of the decomposition of protein (in mg) in one gram of dry mass of soil in dependence on the season of the year

Warstwy Strata Data Date	Zbocze grzędy The slope of the hill			Dolina strumienia The valley of the stream	
	II	III	IV	II	III
21 XI 52 r.	27,90	21,49	6,25		
13 II 53 r.	18,13	5,63	2,63	19,76	10,34
16 IV 53 r.	85,00	72,38	52,13	129,63	60,50
11 VI 53 r.	61,50	35,13	25,00	70,00	35,86
14 IX 53 r.	70,07	50,63	35,06	81,67	34,03
19 XI 53 r.	21,36	20,44	5,63	39,44	20,06

T a b e l a 7 — T a b l e 7

Intensywność rozkładu celulozy (w mg) w różnych warstwach gleby w zależności od pory roku

Intensity of the decomposition of cellulose (in mg) in different layers of soil in dependence on the season of the year

Warstwy Strata Data Date	Zbocze grzędy The slope of the hill			Dolina strumienia The valley of the stream	
	II	III	IV	II	III
21 XI 52 r.	2,35	2,03	0,88		
13 II 53 r.	1,00	0,64	0,40	2,29	1,75
16 IV 53 r.	5,93	4,75	1,03	8,90	3,20
11 VI 53 r.	7,55	5,29	2,00	9,65	8,50
14 IX 53 r.	3,38	2,92	1,00	5,30	3,21
19 XI 53 r.	2,59	2,21	0,94	3,18	2,54

w glebie z doliny strumienia niż ze zbocza grzędy, jednak na obu terenach zmniejsza się on ze wzrostem głębokości. Najślabszy rozkład celulozy w glebie ze zbocza grzędy, jak i z doliny strumienia zanotowano w lutym, następnie w kwietniu wyraźnie zwiększa się on na obu terenach i osiąga maksimum w czerwcu. Później we wrześniu i listopadzie proces rozkładu celulozy na obu terenach słabnie.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Wpływ zmian klimatycznych ujawnia się równomiernie we wszystkich warstwach gleby ze zbocza grzędy i z doliny strumienia i ma charakter periodyczny.

Na zboczu grzędy występuje duże maksimum rozwoju bakterii w jesieni i małe maksimum — na wiosnę, a w dolinie strumienia odwrotnie: duże maksimum — na wiosnę i małe maksimum — w jesieni. Czasowo różne duże i małe maksima rozwoju bakterii na zboczu grzędy i w dolinie strumienia są odbiciem różnych warunków florystycznych na tych terenach. W dolinie strumienia w marcu i kwietniu występuje bardzo bogaty rozwój runa zielnego, charakteryzujący się masowym kwitnięciem *Galanthus nivalis*, *Leucojum vernalis*, *Anemone nemorosa* i innych. Na zboczu grzędy w tym okresie dno lasu pokrywa warstwa nierozłożonych liści buka i zaledwie zaznacza się bardzo słaby rozwój z rzadka rozrzuconych okazów *Asperula odorata*. Najniższy wzrost bakterii na obu terenach zanotowano w zimie. Wyniki te przemawiają za ścisłym związkiem między rozwojem roślin wyższych a mikroflorą.

Intensywność procesów fizjologicznych, wywołanych przez bakterie, na obu terenach w ciągu roku również ma charakter okresowy.

Proces wiązania molekularnego azotu, nitryfikacji i rozkładu białka na obu terenach przebiega najenergiczniej w kwietniu, a najszybszy rozkład celulozy jest w czerwcu. Wszystkie wyżej wymienione procesy na obu terenach przebiegają najslabiej w lutym.

Ilość bakterii i natężenie wyżej wymienionych procesów fizjologicznych w glebie ze zbocza grzędy i z doliny strumienia maleje ze wzrostem głębokości, co pozostaje w związku ze zmniejszeniem się substancji organicznej.

Ilość bakterii i działalność ich jest większa w glebie z doliny strumienia niż w glebie ze zbocza grzędy, co przypuszczalnie jest spowodowane obojętnym jej odczynem, większą wilgotnością oraz materiałem ściółki leśnej, korzystniejszym dla rozwoju bakterii.

Denitryfikacji nie stwierdzono ani w glebie ze zbocza grzędy, ani też w glebie z doliny strumienia, co wywołane jest brakiem azotanów.

Pracę wykonano w Zakładzie Fizjologii Roślin im. Emila Godlewskiego. Kierownikowi tego zakładu prof. H. K r z e m i e n i e w s k i e j składam serdeczne podziękowanie za cenne wskazówki w opracowaniu tej pracy. Dziękuję również koledze mgrowi J. B u c z k o w i za pomoc w przeprowadzaniu analiz chemicznych.

S U M M A R Y

In the beech wood in Muszkowice (distr. Wrocław) there had been selected two areas on which bacteriological researches on the litter and wood soil were carried out.

The one area has been a hill slope with a thick layer of litter and an acid soil (pH 4,0 to pH 6,0), the other — a stream valley possessing a very thin layer of litter and greater moisture than the hill slopes. The soil from the stream valley in deeper layers has contained more than 50 per cent of calcium carbonate, and its pH has been neutral (pH 6,6 to pH 7,2).

On these areas the samples were taken from various depth and at different times in order to determine the quantities and activities of bacteria in dependence on the depth and the season of the year. The samples for analysis were collected more or less every second month — on the hill slope from 23rd November 1951 to 19th November 1953, and in the stream valley from 19th February 1953 to 19th November 1953.

The total amounts of bacteria were calculated by applying the plate method, and the results obtained are given on the tables 2 and 3. To determine the activity of physiological groups of bacteria the selective media were used, and the results of investigations are shown on tables 4, 5, 6 and 7.

It has been established that the influence of the climatic changes reveals itself equally in all the layers of soil both from the hill slope and from the stream valley, and it is of periodic character.

On the hill slope there occurs the big maximum of bacterial growth in autumn and the small maximum in spring, and in the stream valley reversely — big maximum in spring, and small maximum in autumn. The different as regards time, big and small maxima of the bacterial growth on the hill slope and in the stream valley are the reflection of the various floristic conditions on these areas. In the stream valley there occurs in March and April a very abundant growth of the herbaceous cover with an universal blooming of *Galanthus nivalis*, *Leucojum vernum*, *Anemone nemorosa* and other species. On the hill slope at that time a layer of not decayed beech leaves covers the wood ground and there hardly appears any growth of sparsely scattered specimens of *Asperula odorata*. These results prove the existence of close connection between the development of the major plants and microflora. The weakest growth of bacteria was noticed on both areas in winter.

The intensity of physiological processes caused by bacteria on both areas during the year is also of periodic character. The processes of the molecular nitrogen fixation, nitrification and decomposition of the protein on both areas have run most vigorously in April, and the quickest decomposition of cellulose has taken place in June. All these processes have proceeded on both areas most feebly in February.

The quantity of bacteria and the intensity of the above mentioned physiological processes in soil from the hill slope and in that from the stream valley have decreased with the increase of the depth what remains in connection with diminishing organic substance.

The quantity of bacteria and their activity have been greater in the soil from stream valley than in that from hill slope what is connected with neutral pH of the soil, higher humidity as well as the litter material more favourable for bacterial growth.

The denitrification has been noticed neither in the soil from the hill slope nor in that from the stream valley what surely remains in connection with the lack of nitrates.

L I T E R A T U R A

- Biełozierski A., Proskuriakow N., 1951, *Prakticzeskoje rukowodstwo po biochymii rastienij*, Moskwa, Sowjetskaja Nauka.
- F e h e r D., 1933, *Untersuchungen ueber die Mikrobiologie des Waldbodens*, Berlin.
- H o p f, M., 1950, *Arch. f. Mikrob.* 14, s. 661—667.
- L e m m e r m a n n O., W i c h e r s L., 1920, *Ueber den periodischen Einfluss der Jahreszeit auf den Verlauf der Nitrifikation*, *Centralbl. f. Bakt. Abt. II*, Bd. 50, 33.
- M a c k o S., 1954, *Acta Soc. Bot. Pol.*, XXIII, 3, s. 519—543.
- M i g u l a W., 1900, *Beitraege zur Kenntnis der Nitrifikation*, *Centralbl. f. Bakt., Abt. II*, Bd. 6, s. 365.
- M i c h n i e w i c z M., 1951, *Badania nad nitryfikacją i denitryfikacją w glebach Puszczy Białowieskiej*, *Annales UMCS, sectio C*, vol. VI, 2; s. 19—75, Lublin.
- M i s z u s t i n E. N., 1954, *Usp. Sowr. Biol.*, XXXVII, 1, s. 1—21.
- S c h o e n b r u n, B., 1922, *Centralbl. f. Bakt. Abt. II*, Bd. 56, s. 545.
- S t a p p C., B o r t e l s H., 1936, *Centralbl. f. Bakt. Abt. II*, Bd. 93, s. 45—56.

Agropyron litorale (Host) Dum. und ihre Hybride mit *A. junceum* (L.) Beauv. als Ballastpflanzen in der Flora Polens

A. HANSEN

In S z a f e r, K u l c z y ń s k i und P a w ł o w s k i: Rośliny Pólskie (1953) werden für Polen in seiner heutigen, geographischen Ausdehnung folgende 6 Agropyron-Arten angeführt: *A. caninum*, *A. cristatum*, *A. intermedium*, *A. junceum*, *A. repens* und *A. trichophorum*. Ausserdem wird bemerkt, dass verschiedene dieser Arten gegenseitig hybridisieren; diese Hybriden werden doch nicht näher erwähnt. Eine siebente Agropyron-Art, *A. litorale* (H o s t) D u m. hat jedoch auf heutigem, polnischem Gebiet und zwar an der Ostseeküste existiert (und existiert wahrscheinlich noch da), ebenso wie eine seiner Hybriden, die Hybride mit *Agropyron junceum*, auch auf heutigem, polnischem Gebiet gefunden worden ist (und wahrscheinlich auch noch da zu finden ist).

Der Verfasser gegenwärtiger Abhandlung hat diese Tatsache durch eine Untersuchung dänischen und deutschen Herbarienmaterials der Gattung Agropyron festgestellt. Das Vorkommen von *A. litorale* und dessen Hybride mit *A. junceum* auf heutigem, polnischem Gebiet ist zum ersten Male von dem schwedischen Botaniker V e s t e r g r e n (1925) festgestellt worden; leider ist doch diese Abhandlung in schwedischer Sprache geschrieben, ohne eine Zusammenfassung in einer der Hauptsprachen, und aus diesem Grunde kaum ausserhalb Skandinaviens bekannt geworden. Tatsächlich ist das Vorkommen dieser Pflanzen an der polnischen Ostseeküste auch schon von deutschen Botanikern erwähnt worden (siehe z. B. B a e n i t z 1873, p. 17, P r e u s s 1911, p. 72 und P r e u s s 1928, p. 217), beide Pflanzen sind aber falsch aufgefasst worden und werden unter Namen wie *Triticum* (*Agropyron*) *junceum* x *repens* var. *subrepens* f. *glaucum* oder f. *glaucescens* oder *T. repens* var. *pseudo-acutum* (alle 3 gleich *A. litorale*) angeführt. *A. litorale* x *junceum* wird beispielsweise in folgender Weise benannt: *Triticum acutum*, *T. repens* var. *pseudo-acutum*, *A. junceum* x *repens* var. *megastachya*,

A. junceum x *repens* var. *obtusiusculum*, *Elymus arenarius* x *Agropyron acutum*, *T. junceum* x *repens* f. *subjuncea*.

Folgende Herbarienbelege sind dem Verfasser zugänglich gewesen:
Agropyron litorale:

1. Danzig, ohne Jahreszahl, leg. Baenitz¹, det. Marsson (Herb. d. Bot. Inst. zu Greifswald unter dem Namen *T. junceum* x *repens* var. *subrepens* f. *glaucum*).
2. Danzig, an der Westerplatte, 17/7—1872, leg. et det. Baenitz (Herb. d. Bot. Inst. zu Greifswald unter dem Namen *T. repens* var. *pseudo-acutum*).
3. Ad mare balticum (Westerplatte) 10/7—1876, leg. et det. Baenitz (Herb. d. Bot. Inst. zu Greifswald und Hamburg unter dem Namen *T. junceum* x *repens* var. *subrepens* f. *glaucescens*).
4. Westerplatte, Danzig, ad mare balticum, 31/7—1885, leg. et det. Baenitz (Herb. d. Bot. Inst. d. landwirtschaftl. Hochschule zu Kopenhagen unter dem Namen *T. junceum* x *repens* var. *subrepens* f. *glaucescens*).

Siehe weiter V e s t e r g r e n (1925), p. 265 mit Erwähnung von 2 Herbarienbelege in dem Riksmuseum in Stockholm, an der Westerplatte bei Danzig 1876 und 1877 ebenfalls von Baenitz gesammelt.

A. litorale x *junceum*.

1. Danzig, an der Westerplatte, 13/7—1871, leg. et det. Baenitz (Herb. d. Bot. Inst. zu Greifswald unter dem Namen *Triticum acutum*).
2. Danzig, an der Westerplatte, 17/7—1872, leg. et det. Baenitz (Herb. d. Bot. Inst. zu Greifswald unter dem Namen *T. repens* var. *pseudo-acutum*).

Siehe weiter V e s t e r g r e n (1925), p. 274, der 2 Herbarienbelege erwähnt, beruhend in dem Riksmuseum in Stockholm und in dem Bot. Mus. zu Uppsala, an der Westerplatte bei Danzig von Baenitz 1871 und 1872 gesammelt.

3. Swinemünde, Dünen am Strande, 3 8—1895, Juli 1897 und August 1898, leg. et det. Ruthe (Herb. d. Bot. Inst. d. landwirtschaftl. Hochschule zu Kopenhagen unter dem Namen *Elymus arenarius* x *A. acutum*).
4. Am Meeresstrande, Swinemünde, 3/8—1897, leg. et det. Ruthe (Herb. d. Bot. Mus. zu Kopenhagen unter dem Namen *Elymus arenarius* x *A. acutum*).

¹ C. G. Baenitz. 1837—1913, geboren in Marienwalde, Brandenburg, Lehrer u. a. in Görlitz, Bromberg und Königsberg, lebte seine letzten Jahre in Breslau. Veröffentlichte 1868—1900 sein berühmtes „Herb. Europaeum“ in 122 Lieferungen, die sich in botanischen Instituten aller Weltteile befinden.

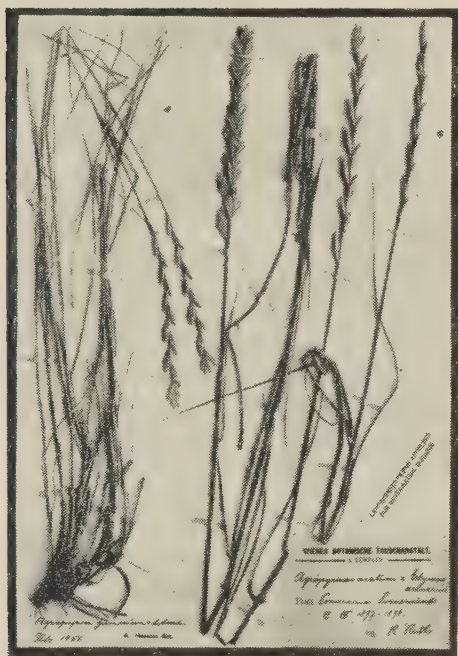


Fig. 1. *Agropyron litorale* x *A. junceum* (Swinemünde 1897—1898). Aufnahme: Vedel

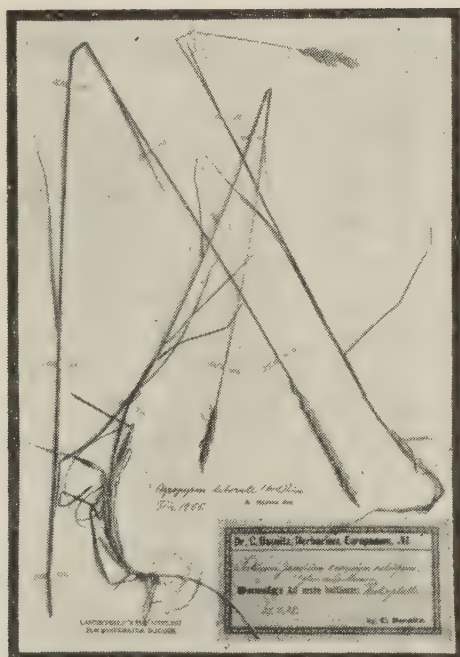


Fig. 2. *Agropyron litorale* (Host) Dum. (Westerplatte bei Danzig 1885). Aufnahme: Vedel

5. Swinemünde: Auf dem Sandstrand vor der Westbatterie, Ende Juli — Anfang August 1900, leg. et det. Lüderwaldt (Herb. d. Bot. Mus. zu Kopenhagen unter dem Namen *A. junceum* x *repens* var. *megastachya*. — Kneuckers Gram. Exsic. 6 Lief. 1901, no. 175).
6. Dünen, Swinemünde, Aug. 1902, leg. et det. Lüderwaldt (Herb. d. Bot. Inst. d. landwirtschaftl. Hochschule zu Kopenhagen unter dem Namen *T. junceum* x *repens* var. *megastachya*).
7. Dünen, Swinemünde, Aug. 1903, leg. et det. Lüderwaldt (Herb. d. Landesst. f. Pflanzenkunde, Kiel und Herb. d. Bot. Mus. zu Kopenhagen unter dem Namen *T. junceum* x *repens* var. *megastachya*).
8. Swinemünde, Aug. 1904, leg. et det. Lüderwaldt (Herb. d. Landesst. f. Pflanzenkunde, Kiel unter dem Namen *T. junceum* x *repens* f. *subjuncea*).
9. In einem kleinen Bestand auf „grauer Düne“ bei der Mörserbatterie bei Swinemünde in Pommern, 9/7—1908, leg. et det. Lüderwaldt (Herb. d. Bot. Mus. zu Kopenhagen unter dem Namen *A. junceum* x *repens* var. *obtusiusculum*. — Kneuckers Gram. Exsic. 32. Lief., 1915, no. 946).

Siehe weiter V e s t e r g r e n (1925), p. 274, der einen Herbarienbeleg von dem Strand bei Swinemünde anführt, beruhend in dem Riksmuseum in Stockholm und ebenfalls von Ruthe 1899 gesammelt (vgl. no. 9 oben!).

A. litorale hat also bei Danzig jedenfalls in den Jahren 1872—1885 gewachsen und wahrscheinlich auch vor 1872 sowie nach 1885. *A. litorale* x *junceum* ist bei Danzig jedenfalls in den Jahren 1871—1872 und bei Swinemünde in den Jahren 1895—1908 gefunden worden.

A. litorale ist als spontane Pflanze an der Mittelmeerküste und an der Westküste Europas entlang (nordwärts bis Nordschleswig in Dänemark) und auf den Britischen Inseln verbreitet. Die Hybride *A. litorale* x *junceum* hat vermutlich ein entsprechendes, spontanes Vorkommen, darüber weiss man aber nicht viel, weil die Pflanze nicht als die Hybride zwischen den beiden genannten Agropyron-Arten erkannt worden ist. Doch ist sie häufig auf den Nordseeinseln von der dänischen Insel Fanö im Norden bis zu den Ostfriesischen Inseln im Süden.

Das Vorkommen dieser Pflanzen an der polnischen Ostseeküste wird am besten durch die Annahme, dass sie mit Ballastsand eingeschleppt worden sind, also zu den sogenannten „Ballastpflanzen“ gehören, erklärt. *A. litorale* und seine Hybride sind nämlich ausser Danzig und Swinemünde in mehreren Häfen der Ostsee und des Kattegatts gefunden worden und wohlgemerkt immer in Häfen. So führt V e s t e r g r e n (1925) *A. litorale* aus folgenden schwedischen Häfen an: Hisingen bei Göteborg (1873) und Varberg in Halland (1876). Die Hybride wird von V e s t e r g r e n (1925) aus folgenden schwedischen, finnischen und norddeutschen Häfen angegeben: Malmö in Schonen (1857—1868), Falkenberg in Halland (1904), Lummelundsbruk auf Gotland (1872), Kalmar in Småland (ohne Jahreszahl), Skutskär in Västerbotten (1888) — Finnland: Näse in Nyland (1907—1908), Jacobsstad in Ostrobotnia media (1896), vergl. hier auch L i n d b e r g 1912, p. 13 und H i i t o n e n 1939/40, p. 84 — Norddeutschland: Eldena bei Greifswald (1859—1860), Fresendorf bei Greifswald (1860), Warnemünde (1895), Priwall bei Lübeck (ohne Jahreszahl). Von der Hybride hat der Verfasser ferner folgende Herbarienbelege gesehen: Djupvik (Hälsingland, Schweden, 1926), Deutschland: Thiessow (Rügen, 1901—1902), Lobbe (Rügen, 1855), Insel Koos (1864), Wiek bei Greifswald (1859), Kiel (1907). Als Fundort vieler dieser Funde wird gerade ein „Ballastplatz“ angegeben.

In Dänemark ist *A. litorale* an dem Hafen bei Rödvig an der Ostseeküste Seelands jedenfalls von 1863 bis 1954 (in 1955 hat dort nur die Hybride *A. litorale* x *repens* aufgetreten — mit anderen Worten: Der Bestand des reinen *A. litorale* ist im Laufe eines Jahrhunderts mit dem überall häufigen *A. repens* gemischt worden) gefunden worden. Aber

aller Wahrscheinlichkeit nach ist *A. litorale* ursprünglich mit Ballastsand nach Rödvig gekommen.

Dass die Ballastpflanzen früher wirklich eine bedeutende Rolle bei Danzig gespielt haben, ergibt sich z. B. aus der Abhandlung von Preuss (1928); er schreibt (p. 221): „Sammelstellen der advenen Flora in den Hafenstädten waren die „Ballastplätze“. Hier wurde von den einkehrenden Schiffen der oft aus weiter Ferne hergebrachte Erdballast ausgeladen. Schon seit einigen Jahrzehnten existieren diese Plätze nicht mehr, und auf den grossen Frachtdampfern macht man es sich dadurch bequemer, dass man statt des oft lästigen Erdballastes Wasser einnimmt. Unter den mit Ballast verschleppten Pflanzen befanden sich auch typische Halophyten, die der heimischen Flora fehlen. Einige von ihnen hielten sich längere Zeit an ihren Standorten oder verbreiteten sich von dortaus sogar vorübergehend in Küstennähe und gaben Veranlassung dazu, dass sie von manchen Floristen als indigen angesehen wurden“. — Danach wird von Preuss eine grosse Anzahl Arten erwähnt; *A. litorale* und ihre Hybride werden jedoch — aus guten Gründen — nicht erwähnt. Es besteht aber kein Zweifel, dass die beiden Pflanzen in Polen und an den Ostseeküsten überhaupt zu dieser Gruppen der Adventivpflanzen gehören. Beide wachsen eben auf sandigem Strande, von dem man sich leicht denken kann, dass dort Ballastsand abgeholt worden ist. Einige Rhizomteile der Pflanzen sind mit dem Sand gefolgt und sind auf diese Weise weit herumgekommen.

Es kann doch nicht ganz ausgeschlossen werden, dass die Hybride *A. litorale* x *junceum* als spontane Pflanze bei Danzig entstanden sein könnte. *A. junceum* kommt nämlich auch in dem Gebiet vor, obwohl sie sparsam ist; Preuss (1928), p. 207 führt an: Östlich der Weichsel nur von der Westerplatte, während Steffen (1931), p. 255 bemerkt: Östlich (die südliche Ostseeküste entlang) bis gegen die Höhe des Mövenhakens vor Pillau auf der Frischen Nehrung, hier noch 1928 (von Steffen) beobachtet.

Schliesslich kann man die Vermutung aussprechen, dass die beiden Pflanzen vielleicht noch — als Neubürger der Flora Polens — an den genannten Fundorten der polnischen Ostseeküste stehen, und die polnischen Botaniker seien hierdurch dazu aufgefordert, diese zu suchen! *Agropyron*-Material wird von dem Verfasser sehr gern zur Bestimmung angenommen.

Abteilung für systemat. Botanik,
Landwirtschaftl. Hochschule,
Rørlighedsvej 23.
Kopenhagen V.

S C H R I F T T U M

- B a e n i t z C., 1873, Zur Flora von Danzig, Schr. d. phys.-ökonom. Gesellsch. zu Königsberg, 14. Jahrg., p. 16—17.
- H i i t o n e n I., 1939/40, *Agropyrum junceum* (L.) L B. neu für die Flora Finnlands. — Mem. Soc. Fauna et Flora Fenn. 15, p. 82—85.
- L i n d b e r g H., 1912, Botaniska meddelanden, Medd. Soc. Fauna et Flora Fenn. 38, p. 11—13.
- P r e u s s H., 1911, Die Vegetationsverhältnisse der westpreussischen Ostseeküste, 33. Ber. d. Westpreuss. Bot.-Zool. Ver., p. 1—119.
- P r e u s s H., 1928, Das Herbarium Klinsmann unter besonderer Berücksichtigung der Danziger Adventivflora, 50. Ber. d. Westpreuss. Bot.-Zool. Ver. p. 201—230.
- S t e f f e n H., 1931, Vegetationskunde von Ostpreussen, Pflanzensoziologie Bd. I, Jena.
- S z a f e r W., S. K u ł c z y ń s k i u. B. P a w ł o w s k i, 1953, Rośliny Polskie, Warszawa.
- V e s t e r g r e n T., 1925, *Agropyron litorale* (H o s t) D u m., en mediterranean atlantisk art vid Nordeuropas kuster, Sv. Bot. Tids. 19, p. 263—288.

Pflanzensoziologische Untersuchungen im Forstrevier „Ruda“ bei Puławy (Polen)

Badania fitosocjologiczne w leśnictwie „Ruda“ w Puławach

von

W. MATUSZKIEWICZ UND A. MATUSZKIEWICZ

EINLEITUNG

Die vorliegende Mitteilung erscheint als Folge Untersuchungen, welche im Sommer 1953 unternommen wurden in der Absicht die pflanzensoziologischen Verhältnisse des Forstreviers „Ruda“ bei Puławy in Mittelpolen kennen zu lernen. Dieses ca 800 ha grosse Revier steht im Besitze eines landwirtschaftlichen Forschungsinstitutes und demzufolge stellt ein Objekt von mancherlei ökologischen Untersuchungen dar. Eine gründliche pflanzensoziologische Erforschung eines solchen Reviers namentlich in ökologischer und dynamischer Hinsicht ist freilich besonders wünschenswert.

Die entsprechenden Untersuchungen sind im vollen Gange; in der vorliegenden Arbeit bringen wir nur eine kurze Schilderung der untersuchten Einheiten in systematisch-soziologischer Hinsicht im Zusammenhang mit den Bodenverhältnissen der betreffenden Gesellschaften.

In methodischer Hinsicht haben wir uns den Ideen und Anweisungen der Schule von Zürich-Montpellier (s. B r a u n - B l a n q u e t J., 1951) angeschlossen. Pflanzensoziologische Aufnahmen wurden durch Bodenuntersuchungen ergänzt. Diese beziehen sich auf das eingehende Studium der morphologischen Eigenschaften vom Bodenprofil, der Wasserverhältnisse und der Bodensäure. Die Bestimmungen der aktuellen Bodenazidität wurden an Ort und Stelle mittels eines Universalindikators nach Y a m a d a auf der H e l l i g' schen Platte in Spielräumen von 0,25 pH kolorimetrisch vorgenommen.

Die Felduntersuchungen haben wir in der Zeit von 9.VI.—11.VI.1953, 12.IX.—22.XI.1953, 7.VI.—1.VII.1954 und 6.XI.—3.XII.1954 durchgeführt; einige Ergänzungen wurden noch im Juni 1955 nachgetragen. Es wurden insgesamt 103 pflanzensoziologische Aufnahmen, 87 Bodenprofile und 280 Bohrungen sowie über 600 pH-Bestimmungen gemacht.

Das untersuchte Gebiet „Ruda“ nimmt eine Fläche von 799 ha ein und stellt ein abgesondertes Revier in einem grösseren Waldkomplex

dar. Es liegt in unmittelbarer Nähe der Kreisstadt Puławy am Uebergang der Masowischen Niederung in die Hochebene von Lublin. In Bezug auf das Klima repräsentiert das Gebiet in typischer Form den zentralen Teil des Gürtels von Grossen Niederungen. Die makroklimatischen Verhältnisse des in Frage kommenden Gebietes mögen durch die nachfolgende Zusammenstellung erleuchtet werden. Die Angaben beziehen sich auf die Station Puławy und stellen Mittel aus mehrjährigen Beobachtungen dar.

T a b e l l e 1

Einige Klimaelemente der Station Puławy (152 m ü. d. M.)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr	Monate V.-IX
Mittl. Temper.	-3,1	-2,3	1,8	7,6	13,6	16,5	18,3	17,9	13,2	8,0	2,5	-1,4	7,6	15,7
Niederschläge	30	27	27	41	62	62	82	80	54	49	37	33	584	340
Hygrotherm. Koeff. nach Seljaninow	—	—	4,8	1,8	1,5	1,3	1,4	1,5	1,4	2,0	4,8	—	2,1	1,4

Mittlere Amplitude: 21,4° Vegetationsdauer ($t > 5^{\circ}$): 187 Tage

Regenfaktor nach L a n g: 77

Humiditätswert nach d e M a r t o n n e: 33

In geomorphologischer Hinsicht bietet das Revier „Ruda“ ein recht einheitliches Bild. Eine weitaus überwiegende Landschaftsform ist die der Grundmoräne. Im Zusammenhang mit diesem zeichnet sich das betreffende Gebiet durch eine bunte Mosaik von Bodensubstraten, insbesondere hinsichtlich ihrer mechanischen Zusammensetzung aus. Es gibt hier sowohl Sand- wie auch Lehmböden, doch treten lehmige Sande entschieden in den Vordergrund. Im ein und demselben Profil sind öfters Schichten von ganz verschiedener Art anzutreffen. Auch in petrographischer Hinsicht herrscht eine grosse Mannigfaltigkeit.

Eine untergeordnete Rolle spielen im Landschaftsbild des Reviers die Sanddünen, welche teils entwaldet, meistens aber durch Kiefernwald bestanden besonders in dem südlichen, stadtnäheren Teil des Gebietes vorkommen und lange, steil abfallende Züge bilden.

Das Revier „Ruda“ wird vom Norden und Westen von Kurówka, einem kleinen Weichselzufluss, umgeben. Die Talsohle trägt meist ausgedehnte Wiesen, welche zum grössten Teil durch die *Arrhenatheretalia*-Gesellschaften vertreten sind. Nur an wenigen Stellen sind die Auenwälder meist in kümmerlicher Form erhalten geblieben. Das Talufer

und die Terrasse dagegen werden in der Regel durch die Auen- und mesophilen Mischwälder bewachsen.

Im Vergleich mit dem umgebenden Waldkomplex sind die Gesellschaften des Forstreviers „Ruda“ verhältnismässig gut erhalten, was mit einer besonderen Bewirtschaftung dieses wissenschaftlichen Zwecken dienenden Gebietes zusammenhängt. Insbesondere gut entwickelt sind die azidophilen Eichenmischwälder, welche den Hauptteil der Waldvegetation des betreffenden Forstreviers darstellen. Die mesophilen Laubwälder dagegen kommen nur spärlich und meist in verarmter Form vor. Die Auenwälder endlich bilden nur kleine, fragmentarisch entwickelte Bestände dem Kurówka-Tale entlang.

SYSTEMATISCHE STELLUNG DER UNTERSUCHTEN GESELLSCHAFTEN

Im Forstrevier „Ruda“ haben wir 9 Vegetationseinheiten von verschiedener Rangstufe unterschieden, ohne dabei die Ersatzgesellschaften im Sinne R. T ü x e n s zu berücksichtigen. In der systematischen Anordnung der Gesellschaften folgen wir grundsätzlich dem System von J. B r a u n - B l a n q u e t und R. T ü x e n (1943) mit den Abänderungen, welche in Bezug auf die Fassung der einzelnen Einheiten die Arbeit von E. O b e r d o r f e r (1953) gebracht hatte. In Anlehnung an diese Arbeit haben wir auch die Bewertung von Charakterarten durchgeführt.

Das System der Waldgesellschaften des Forstreviers „Ruda“ bei Puławy lässt sich folgendermassen darstellen:

Klasse: *Vaccinio-Piceetea* B r. - B l. 1939.

Ordnung: *Vaccinio-Piceetalia* B r. - B l. 1939.

Verband: *Vaccinio-Piceion* B r. - B l. 1938.

Assoziationen: 1. *Pineto-Vaccinietum myrtilli* (K o b e n d z a 1930) B r. - B l. et V l i e g. 1939.

2. *Pineto-Quercetum berberidetosum* M a t. 1955.

A. *Dicranum undulatum*-Variante

B. *Festuca rubra*-Variante

a. *Corylus avellana*-Subvariante

b. *Potentilla alba*-Subvariante

Klasse: *Querceto-Fagetea* B r. - B l., T ü x e n 1943.

Ordnung: *Quercetalia pubescentis-sessiliflorae* (T x. 1931) M a l c. 1935.

Verband: *Quercion pubescentis-sessiliflorae* B r. - B l. 1931.

Ordnung: *Fagetalia* (P a w ł o w s k i 1928) T ü x e n, D i e m o n t 1936.

Verband: *Carpinion* (T ü x e n 1936) em. Oberdorfer 1953.

Assoziation: *Querceto-Carpinetum medioeuropaeum* T ü x e n 1937.

A. *Vaccinium myrtillus*-Variante

B. *Galeobdolon luteum*-Variante

Ordnung: *Populetalia* B r. - B l. 1931.

Verband: *Alneto-Ulmion* B r. - B l. T ü x e n 1943.

Assoziationen: 1. *Fraxino-Ulmetum* (T x. ap. L o h m. 1952) O b e r d. 1953.

2. *Saliceto-Populetum* (T x. 1931) M e i j e r D r e e s 1936.

Im Folgenden wollen wir die genannten Gesellschaften kurz charakterisieren.

A. *Pineto-Vaccinietum myrtilli* (K o b e n d z a 1930) B r. - B l., V l i e g. 1939

Echte Kiefernwälder sind im untersuchten Gebiet nur spärlich vorhanden und werden meist fragmentarisch entwickelt. Sie sind, unseres Erachtens, von anthropogener Herkunft und stellen wahrscheinlich Degradationsstadien einer anderen Gesellschaft, und zwar der *Dicranum undulatum*-Variante von *Pineto-Quercetum* dar.

In der Baumschicht dieser Waldbestände wiegt die Kiefer entschieden vor; die Eiche tritt stark zurück und ist meistens nur als unbedeutende Beimenge in den niederen Schichten anzutreffen. Als weiteres physiognomisches Merkmal allen anderen Waldgesellschaften des untersuchten Gebiets gegenüber ist die fast fehlende Strauchschicht sowie gutentwickelter Moosteppich zu nennen.

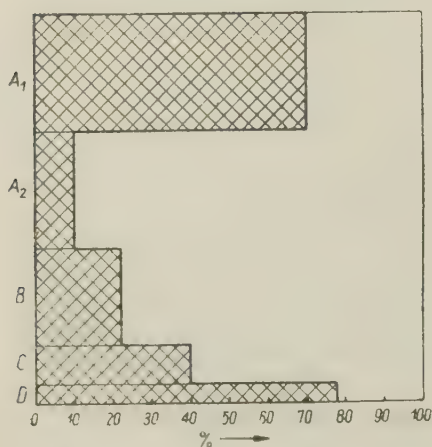


Fig. 1. Durchschnittliche Schichtung im *Pineto-Vaccinietum myrtilli*

Eine Auskunft über die floristische Zusammensetzung der Kiefernwälder von Puławy gibt Tabelle 2. Die Zugehörigkeit dieser Gesellschaft zum *Vaccinio-Piceion*-Verband unterliegt wohl keinem Zweifel, die Assoziationsmerkmale dagegen lassen sich nur schwer nachspüren. Alle besseren Charakterarten, wie z. B. *Chimaphila umbellata*, *Pirola chlo-*

T a b e l l e 2

Pineto-Vaccinietum myrtilli (K o b e n d z a 1930) B r. - B l. V l i e g. 1939*)

Aufnahmenummer (Nr zdj.)	35	40	89	90	93	Deckungswert (Średnia wartość pokrywania)	Stetigkeit (Stałość)
Forstabteilung (Oddz.)	29	27	29	29	27		
Geol. Unterlage (Podł. geolog.)	D ü n e (W y d m a)						
Exposition (Ekspozycja)	SWW	NNW	W	—	NEE		
Neigung (Upad)	5—10	10—15	5	—	5—15		
Kronenschluss (Zwarcie koron)	70 20	70 10	70	70/10	70/10		
Deck. d. Strauchschicht (zw. krzewów)	20	20	10	30	30		
Deck. d. Krautschicht (zwarcie ziół)	30	70	30	40	30		
Deck. d. Bodenschicht (zw. mchów)	80	70	70	90	80		
Bodentyp (Typ gleby)	C ₂ —C ₃	C ₃	C ₂ —C ₃	C ₂ —C ₃	C ₃		
pH des Bodens in 5—10 cm (pH gleby na głęb. 5—10 cm)	4,0	4,5	4,5	4,3	4,3		
pH des Bodens in ± 100 cm (pH gleby na głęb. ± 100 cm)	5,3	5,0	4,8	5,0	5,3		
Datum (Data)	21.IX 1953	22.IX 1953	17.VI 1954	18.VI 1954	21.VI 1954		

Vaccinio-Piceion- Verbands- u. Vaccinio-Piceetalia — Ordnungscharakterarten

(Gatunki charakterystyczne związku Vaccinio-Piceion i rzędu Vaccinio-Piceetalia)

<i>Dicranum undulatum</i> Ehrh.	2	2	1	+	1	902	X
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	1	3	1	3	2	2050	X
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	2	3	2	1	1	1650	X
<i>Melampyrum pratense</i> L.	1	1	.	+	+	202	VIII

Vaccinio-Piceetea — Klassencharakterarten

(Gatunki charakterystyczne klasy Vaccinio-Piceetea)

<i>Entodon Schreberi</i> Moenk.	4	4	4	5	4	6750	X
<i>Hylocomium proliferum</i> Lindb.	(1)	+	(+)	+	+	108	X
<i>Leucobryum glaucum</i> Schpr.	(1)	+	(+)	+	(+)	108	X
<i>Dicranum scoparium</i> (L.) Hedw.	.	+	+	+	+	8	VIII
<i>Juniperus communis</i> L. 5	+	+	.	+	1	106	VIII
" " 2	.	(+)	.	.	+	4	IV
<i>Sorbus aucuparia</i> L. 5	.	+	(+)	.	.	4	IV
" " 2	+	.	.	.	.	2	II

Quercetalia pubescentis — Ordnungscharakterarten

(Gatunki charakterystyczne rzędu Quercetalia pubescentis)

<i>Cytisus nigricans</i> L.	+	+	.	.	.	4	IV
<i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.) Druce	(+)	.	.	.	+	4	IV

Begleiter (Gatunki towarzyszące)

<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Salisb.	5	2	1	1	1	1	750	X
<i>Festuca ovina</i> L.	5	1	+	+	+	1	206	X
<i>Pinus silvestris</i> L.	5	4/	4/+	4	4/	4/	6250	X
" "	2	+	(+)	+	.	(+)	8	VIII
<i>Quercus sessilis</i> Ehrh.	5	/2	/1	+	/1	/1	652	X
" "	5	1	+	1	2	1	652	X
" "	2	+	+	+	+	+	10	X
<i>Carex ericetorum</i> Poll.	5	+	+	.	+	+	8	VIII
<i>Frangula alnus</i> Mill.	5	+	+	.	.	(+)	6	VI
" "	2	(+)	(+)	.	(+)	(+)	8	VIII
<i>Luzula multiflora</i> (Retz.) Lej.	5	(+)	+	+	.	+	8	VIII
<i>Quercus robur</i> L.	5	.	+ / +	.	.	.	2	II
" "	5	.	+	.	.	.	2	II
" "	2	+	+	.	.	.	4	IV

Sporadische Arten (Gatunki sporadyczne)

Vaccinio-Piceetea — Charakterarten: *Pohlia nutans* (Schreb.) Lindb. (89); *Polytrichum attenuatum* Menz. (93); *Populus tremula* L. (89); *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. (35); *Solidago virga-aurea* L. (93).

Begleiter: *Agrostis vulgaris* With. (35); *Campanula rotundifolia* L. (93); *Cetraria islandica* (35); *Cladonia* sp. (89); *Convallaria maialis* L. (90); *Hieracium pilosella* L. (93); *Nardus stricta* L. (90); *Peucedanum oreoselinum* (L.) Moench. (93); *Picea excelsa* (Lam.) Lk. (40, geopl.); *Pirus communis* L. (93); *Polytrichum piliforme* Schreb. (89); *Quercus sessilis* x *robur* (90); *Sedum maximum* Sut. (93); *Viscum laxum* Boiss (auf *Pinus* 90).

* A n m e r k u n g für alle Vegetationstabellen.

1. „Kronenschluss“ wurde für 2 Unterschichten getrennt geschätzt und in Prozenten ausgedrückt z. B. 70/20.
2. „Deckung“ der einzelnen Schichten — in %/0/0 der gesamten Fläche.
3. Für den Bodentyp wurde folgende Symbolik benutzt: A = alluviale Aueböden, B = Braunerden, C₁ = „sehr schwach“ podsolige Böden, C₂ = „schwach“ podsolige Böden, C₃ = „mittel“ podsolige Böden.
4. In der Namengebung folgen wir S z a f e r W., K u l c z y ń s k i S., P a w ł o w s k i B., (1953) für die Gefäßpflanzen und M o e n k e m e y e r W., (1927) für die Moose.
5. Die Artmächtigkeit wurde durch die Gesamtschätzung nach Braun-Blanquet J. (1951) bestimmt. In der Baumschicht wurden zwei Unterschichten gesondert berücksichtigt; die entsprechenden Werte wurden als Bruch ausgedrückt, wobei der Zähler stets die höhere Unterschicht bestimmt, z. B. 4 +, 2, 1.
6. Die Aufnahmen wurden auf einem Quadrat von 100 qM gemacht; tritt eine Art im Lokalestand ausserhalb desjenigen auf, so wird entsprechender Wert der Artmächtigkeit in Klammern eingenommen z. B. (+).

rantha u. a., fehlen unserer Gesellschaft überhaupt. Massenhaftes Auftreten von *Vaccinium vitis-idaea*, stetes Vorkommen von *Dicranum undulatum* und anderen Nadelwaldmoosen (*Entodon Schreberi*, *Hylocomium proliferum* u. a.) sowie das Fehlen von jeglichen *Fagetalia*- und *Querceto-Fagetea*-Elementen machen jedoch die Annahme nahe, dass wir in diesem Fall mit einer äusserst verarmten, fragmentarisch entwi-

T a b e l l e 3

Gruppenanteil (G), Gruppenstetigkeit (S) und systematischer Gruppenwert (D) der Arten im *Pineto-Vaccinietum myrtilli* von „Ruda“

Artengruppe (Grupa gatunków)	z	g	G	S	D (n=5)
Vaccinio-Piceetalia-	4	19	18,1	95,4	17,3
Vaccinio-Piceetea-	11	31	29,5	56,5	16,6
Quercetalia pubesc.-	2	4	3,8	40,0	1,5
B e g l e i t e r	25	51	48,6	40,8	19,8
	42	105	100,0		

ckelten Form von *Pineto-Vaccinietum myrtilli* zu tun haben. Schwache Ausbildung dieser Assoziation steht im untersuchten Gebiet wahrscheinlich mit ihrem dynamischen Charakter als halbnatürlicher Gesellschaft im Zusammenhang.

Pineto-Vaccinietum myrtilli besiedelt im Revier „Ruda“ die verhältnismässig am stärksten podsolierten Sandböden mit tiefem Grundwasserstand und zwar ausschliesslich auf Dünengipfeln. Das Bodenprofil zeichnet sich durch eine bedeutende Rohhumusschicht aus. Im unteren Teil des biogenen Horizontes kommt eine hellgraue Ausbleichungsschicht meist deutlich zum Vorschein. Der Boden zeigt eine saure Reaktion: besonders die oberflächlichen Schichten reagieren meist stark sauer (pH = 4,0—4,8). Mit der Tiefe nimmt die Bodenazidität ständig ab: in der Schicht von cā 100 cm liegen die pH-Werte zwischen 4,5 und 5,3.

Einige Beispiele mögen die morphologischen Eigenschaften der *Pineto-Vaccinietum myrtilli* — Böden veranschaulichen.

A u f n a h m e No. 90

- 4 cm Streu- und Moosschicht;
- 0 - 5 cm Morartiger Rohhumus, verfilzt;
- 5 - 20 cm Loser, humushaltiger Sand von tiefer aschgrauer Farbe. Im unteren Teil macht sich eine hellgraue Verfleckung merkbar;

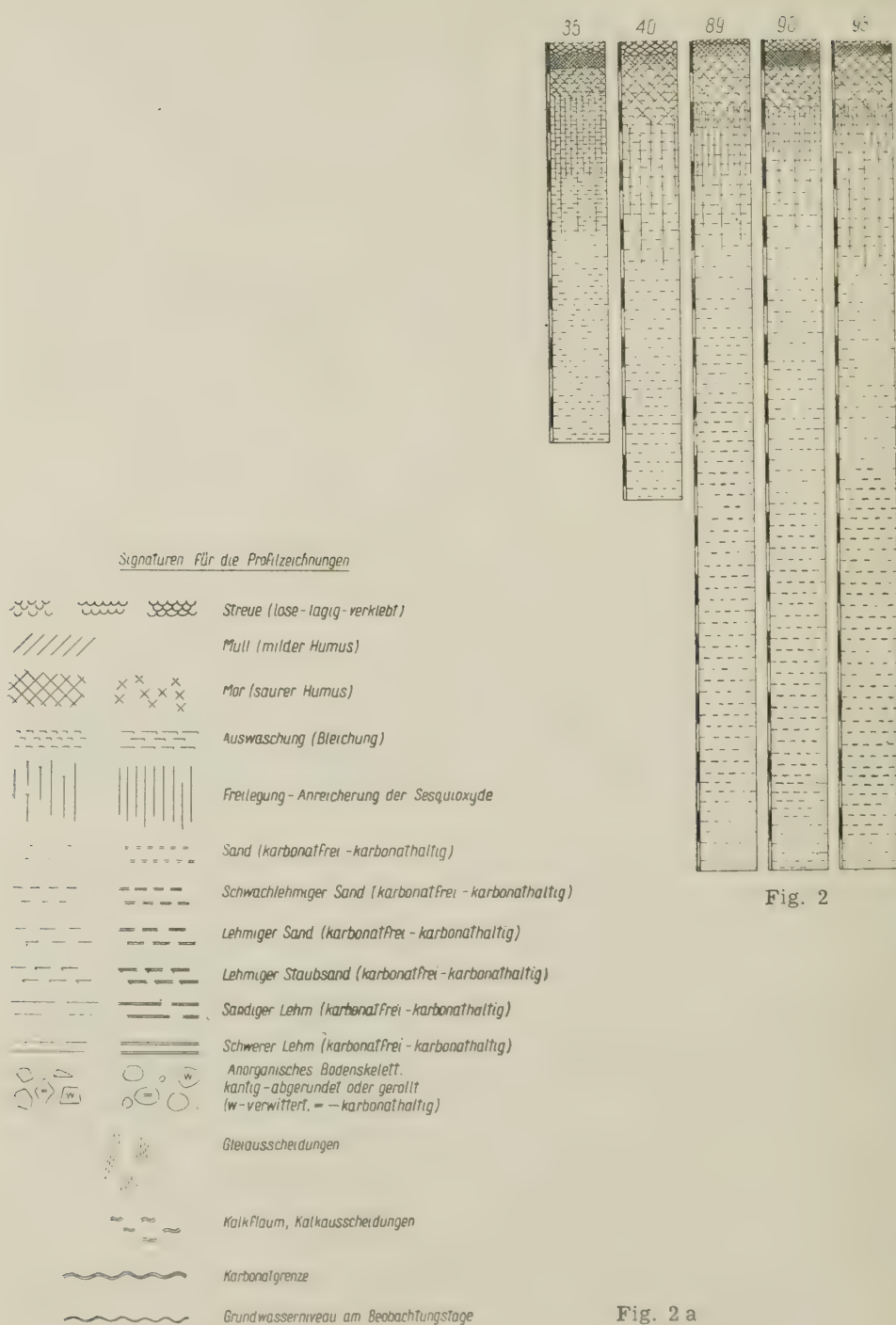


Fig. 2 a

Fig. 2. Die Bodenprofile des *Pineto-Vaccinietum myrtilli*
 Fig. 2a. Signaturen für die Profilzeichnungen

20 - 60 cm Loser, gelb-rotgelber Feinsand, im oberen Teil meist rostfleckig — nach unten immer heller;

60-300 cm Loser Grobsand von blassgelber bis fahlgelber Farbe.

Azidität: bis zu $\pm$ 75 cm sehr sauer, dann sauer.

A u f n a h m e No. 93

2 cm Streu- und Moosschicht;

0 - 3 cm Morartiger, verfilzter Rohhumus;

3 - 15 cm Loser, humushaltiger Sand von tiefer aschgrauer Farbe;

15 - 21 cm Loser Sand, hell-aschgrau, geht taschenförmig in den nächsten Horizont über;

21 - 35 cm Rotgelber Grobsand, etwas bindig;

35 - 70 cm Loser, gelber Grobsand, rost- und blassgefleckt;

70-300 cm Loser Grobsand von fahlgelber Farbe.

Azidität: bis zu $\pm$ 40 cm sehr sauer, dann sauer.

Alle im untersuchten Gebiet beobachteten *Pineto-Vaccinietum*-Phytozönosen stellen Bestände, welche den forstwirtschaftlichen Massnahmen zufolge eine starke Aenderung erlitten haben, dar. Nach den Angaben der Eingeborenen wurde der ursprüngliche Wald vor einigen Dezenenien niedergeschlagen und die Kahlschläge wurden dann künstlich mit der Kiefer aufgeforstet. Dadurch wurde auch eine gewisse Degradation des Bodens hervorgerufen und das Einstellen von einer nadelwäldähnlichen Gesellschaft ermöglicht. Wir sind der Meinung, dass die im untersuchten Gebiet herrschenden Klimaverhältnisse selbst auf sandigen Substraten eine so grosse Verarmung des Bodens nicht zulassen, als dass das Auftreten von *Pineto-Vaccinietum myrtilli* unter natürlichen Bedingungen möglich wäre. Wir halten darum die betreffenden Bestände für übergehende Stadien einer langdauernden sekundären Sukzession. Sie müssen jedoch ihrem vorläufigen Entwicklungszustand entsprechend zum Formenkreis des *Pineto-Vaccinietum myrtilli* zugerechnet werden.

B. *Pineto-Quercetum berberidetosum* M a t. 1955.

Der azidophile Kiefern-Eichenwald stellt die wichtigste Gesellschaft des untersuchten Gebietes dar. Er bedeckt mehr als drei Viertel der gesamten Waldfläche im Forstrevier „Ruda“, ist aber auch für den ganzen Waldkomplex als der häufigste Gesellschaftstyp anzusehen.

Die zu besprechende Gesellschaft repräsentiert in typischer Weise die Assoziation *Pineto-Quercetum*, welche seinerzeit von A. K o z ł o w s k a (1925) beschrieben wurde. Im floristischen Gefüge treten die *Vaccinio-Piceetea*- und *Vaccinio-Piceetalia*-Arten entschieden in den Vordergrund, doch ist die Beimenge von Laubwaldelementen recht bedeutend. Insbesondere zeichnen sich *Carex digitata*, *Corylus avellana*, *Viola silvestris* u. a. durch das häufige bzw. stete Vorkommen aus.

Wie die Vergleichsuntersuchungen von W. M a t u s z k i e w i c z und M. P o l a k o w s k a (1955) gezeigt haben sind die *Pineto-Quercetum* Phytozönosen von Puławy zu der Subassoziation *Pi.-Qu. berberidetosum* zu stellen. Von den in der angeführten Arbeit genannten 4 Differentialarten sind in unserer Gesellschaft drei (*Berberis vulgaris*, *Cytisus nigricans* und *Festuca rubra*) mit einer bedeutenden Stetigkeit vertreten.

Pineto-Quercetum wird durch grosse Variabilität ausgezeichnet. Im untersuchten Gebiet haben wir zwei Varianten, und zwar *Dicranum undulatum*-Variante und *Festuca rubra*-Variante unterschieden. Die letztgenannte zerfällt in die *Potentilla alba*- und *Corylus avellana*-Subvarianten. Alle diese Einheiten zeigen deutliche Unterschiede sowohl in floristischer als auch ökologischer und dynamisch-genetischer Hinsicht. Es scheint uns auch empfehlenswert dieselbe gesondert zu besprechen.

a. *Pineto-Quercetum berberidetosum*, *Dicranum undulatum*-Variante

Diese Ausbildungsform des *Pineto-Quercetum* nähert sich physiognomisch und floristisch den echten Nadelwäldern an. Diese Aehnlichkeit wird durch eine gewisse Uebereinstimmung der Standorte, so vor allem der Bodenverhältnisse, hervorgerufen.

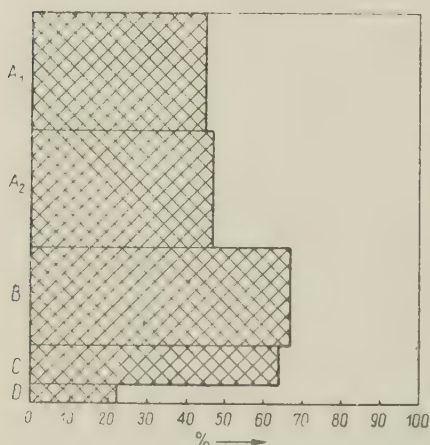


Fig. 3. Durchschnittliche Schichtung im *Pineto-Quercetum berberidetosum* (*Dicranum undulatum*-Variante)

Im Baumbestand fällt eine gut ausgeprägte Schichtenstruktur besonders ein. Die höhere Schicht wird von der Kiefer gebildet, in der unteren dagegen herrscht die Traubeneiche vor. Auch das starke Hervortreten dieser Eichenart in der Strauchschicht ist für diese Gesellschaft recht bezeichnend. Als physiognomisch wichtiges Merkmal ist weiter das Zurücktreten der Moosschicht hervorzuheben: *Dicranum undulatum*, *Entodon Schreberi* und *Hylocomium proliferum* erreichen zwar höchste Stetigkeitsgrade, sie kommen aber (*Entodon Schreberi* ausgenommen) meist nur spärlich vor.

Auch in floristischer Hinsicht steht die zu besprechende Gesellschaft dem *Pineto-Vaccinietum myrtilli* recht nahe, doch treten die Nadelwaldelemente deutlich etwas zurück. Ein Vergleich der nach R. T ü x e n und H. E l l e n b e r g (1937) berechneten systematischen Gruppenwerte möge das veranschaulichen:

Gesellschaft Artengruppe	Pineto-Vacc. myrtili	Pi.-Qu. berber. Dicr. undul.-Var.
Vaccinio-Piceetalia	17,3	8,4
Vaccinio-Piceetea	16,6	8,7

Als wichtiges Unterscheidungsmerkmal dem *Pineto-Vaccinietum* gegenüber ist das Eindringen von einigen *Querceto-Fagetea*- und *Fagetalia*-Elementen zu nennen. Zu den häufigeren gehören *Carex digitata*, *Corylus avellana* und *Viola silvestris*.

T a b e l l e 5

Gruppenanteil (G), Gruppenstetigkeit (S) und systematischer Gruppenwert (D) der Arten im Pineto-Quercetum berberidetosum (*Dicranum undulatum*-Variante) von „Ruda“

Artengruppe (Grupa gatunków)	z	g	G	S	D (n=11)
Vaccinio-Piceetalia —	8	50	14,8	56,9	8,4
Vaccinio-Piceetea —	16	72	21,3	40,8	8,7
Quercetalia pubesc. —	4	11	3,3	25,0	0,8
Fagetalia —	3	13	3,8	39,5	1,5
Querceto-Fagetea —	4	12	3,6	27,3	1,0
B e g l e i t e r	46	179	53,2	35,4	18,8
	81	337	100,0		

Im Vergleich mit den anderen Einheiten des *Pineto-Quercetum* stellt die *Dicranum undulatum*-Variante eine Ausbildungsform dar, welche sich durch besondere floristische Armut auszeichnet. Sie wird darum vorwiegend durch negative Merkmale gekennzeichnet. Besonders charakteristisch ist das Fehlen von folgenden Arten, welche in den übrigen *Pineto-Quercetum*-Gesellschaften meist hohe Stetigkeitswerte erreichen:

*Galium vernum**Mycelis muralis**Calamintha vulgaris**Potentilla alba**Ajuga reptans**Fragaria vesca**Veronica chamaedrys*

Nur wenige Arten mögen als besondere, wenn auch lokale, Differenzialarten der in Frage kommenden Gesellschaft gelten. Es sind:

*Dicranum undulatum**Calluna vulgaris**Carex ericetorum*

Diese Arten zeigen auf eine floristische Verwandtschaft der *Dicranum undulatum*-Variante mit den echten Nadelwäldern an.

Die floristische Zusammensetzung unserer Gesellschaft steht mit ihren Standortverhältnissen im Einklang. Diese Variante des *Pineto-Quercetum* besiedelt im untersuchten Gebiet ähnliche Standorte wie das oben besprochene *Pineto-Vaccinietum myrtilli*. Es sind in der Regel mächtige Sandböden mit tiefem Grundwasserstand welche die Dünenzüge begleiten. Typische Ausbildung erreicht unsere Gesellschaft auf Dünengipfeln sofern der Baumbestand nicht im wesentlichen berührt wurde. Fällt das dagegen zu, so tritt an solchen Stellen ein Kiefernwald vor.

Die Böden der *Dicranum undulatum*-Variante von *Pineto-Quercetum* gehören zu den verhältnismässig am meisten podsolierten: sie fallen in die Klasse der schwach- und mittelpodsoligen Böden. Dicht unter der Rohhumusschicht werden sie meistens fast so stark wie in *Pineto-Vaccinietum myrtilli* angesäuert: die pH-Werte schwanken hier zwischen 4,75 und 4,00 mit einem Häufigkeitsmaximum bei pH 4,39. Doch sinkt die Bodenazidität rasch mit der zunehmenden Tiefe: bei 100 cm liegt sie im Mittel um 5,1 pH, bei 250 cm schon um 6,5 pH.

Ein paar Beispiele möge die morphologischen Eigenschaften des Bodens illustrieren:

A u f n a h m e No. 44

- 5 cm Streu- und Moosschicht;
- 0 - 2 cm Morartiger, verfilzter Rohhumus;
- 2 - 18 cm Loser, humushaltiger Dünensand von bräunlich- aschegrauer Farbe.
Im unteren Teil kommt eine helle, aschegraue Verfleckung zutage;
- 18 - 50 cm Loser, gelb-rotgelber Grobsand;
- 50-150 cm Loser Grobsand, blassgelb.

Azidität: Bis zu $\pm$ 20 cm Tiefe sehr sauer, dann sauer.

A u f n a h m e No. 99

- 2 cm Streu- und Moosschicht;
- 0 - 2 cm Morartiger, verfilzter Rohhumus;
- 2 - 20 cm Loser, humusarmer Dünensand von grau- aschegrauer Farbe; im unteren Teil macht sich eine hellere Verfleckung merkbar;
- 20 - 60 cm Sehr loser, gelb-rotgelber Grobsand;
- 60-250 cm Loser, gelber Grobsand, wird nach unten immer heller um endlich einen fahlgelben Farbton einzunehmen.

Azidität: Bis zu $\pm$ 40 cm Tiefe sehr sauer, dann sauer.

Manche Beobachtungstatsachen scheinen dafür zu sprechen, dass die *Dicranum undulatum* — Variante des *Pineto-Quercetum* als eine natürliche Dauergesellschaft aufzufassen ist. Wahrscheinlich stellt sie auch im untersuchten Gebiet das klimatisch bedingte Endstadium der natürli-

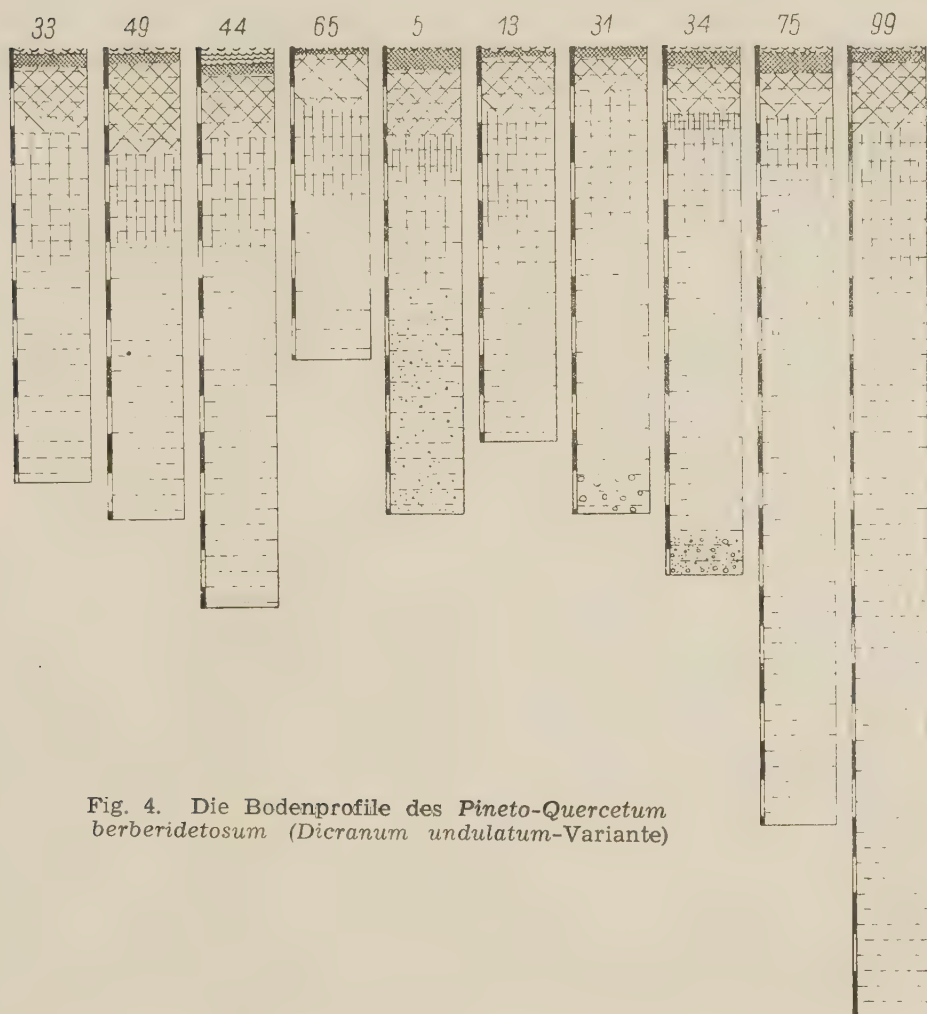


Fig. 4. Die Bodenprofile des *Pineto-Quercetum berberidetosum* (*Dicranum undulatum*-Variante)

chen Vegetation- und Bodenentwicklung auf mageren Sandsubstraten dar.

b. *Pineto-Quercetum berberidetosum*, *Festuca rubra* — Variante

Die wichtigste Waldgesellschaft des untersuchten Gebietes sowohl hinsichtlich der eingenommenen Fläche als auch wegen grosser Ertragsleistung ist die *Festuca rubra* — Variante des *Pineto-Quercetum*.

Als Hauptholzarten kommen heutzutage Kiefer und Traubeneiche in Betracht. Unter natürlichen Bedingungen war der Anteil von Kiefer gewiss viel geringer; als wirtschaftswichtige Art ist sie vom Forstmann schon seit langem künstlich gefördert worden. Zur künstlichen Verjüngung wurden dabei Samen von unbekannter, oft fremder Provenienz verwendet.

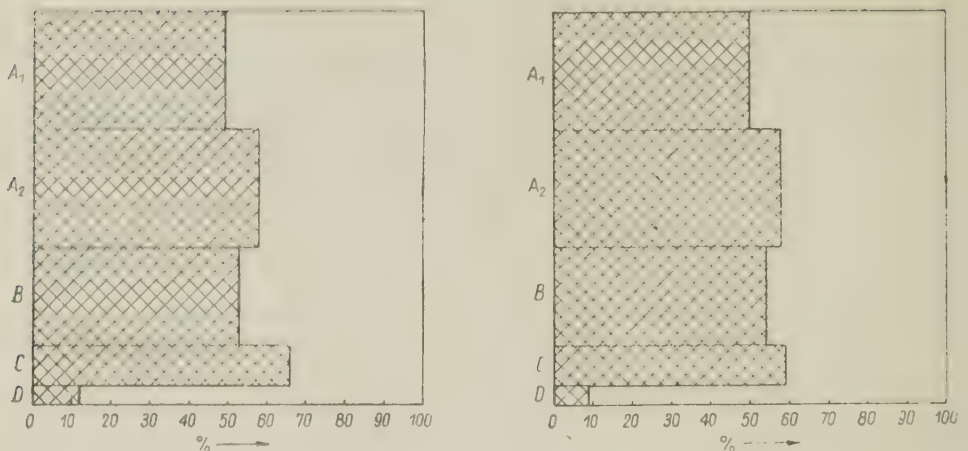


Fig. 5. Durchschnittliche Schichtung im *Pineto-Quercetum berberidetosum* (A — *Potentilla alba*-Subvariante; B — *Corylus avellana*-Subvariante)

Als natürliche waldbildende Holzart kann, unseres Erachtens, nur die Traubeneiche in Betracht kommen. Dafür zeigen u. a. die Beobachtungen über die Populationsdynamik der betreffenden Arten. Die Eiche verjüngt sich vorzüglich; sie ist in allen Schichten reich vertreten und dringt in den Baumbestand ein ungeachtet beträchtlicher Schaden die sie durch Spätfrost- und Maikäferplage erleidet. Die Kiefer dagegen kommt streng genommen fast nur in der Baumschicht vor; in den niederen Schichten ist sie meistens kaum zu finden. Es ist nicht zu leugnen, dass es ohne menschliche Zuhilfe unmöglich wäre einen richtigen Anteil dieser wichtigen Holzart im Verhältnis zur Traubeneiche zu erhalten.

Ueber die floristische Zusammensetzung der untersuchten Gesellschaft gibt die Tabelle 4 Auskunft. Es ist daraus zu ersehen, dass die *Festuca rubra* — Variante recht gut das *Pineto-Quercetum* zu repräsentieren vermag insbesondere, wenn es sich um die für das mittelpolnische Flachland charakteristische Subassoziation *Pineto-Quercetum berberidetosum* handelt. Assoziationscharakterarten sowie regionale Differentialarten sind reichlich vorhanden und auch die charakteristische Artenkombination verhält sich recht typisch. Im floristischen Gefüge treten die *Vaccinio-Piceetalia*- und *Vaccinio-Piceetea* — Arten entschieden in den Vordergrund. Zu den wichtigsten gehören Ordnungscharakterarten: *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea* und *Trientalis europaea* sowie Klassencharakterarten *Entodon-Schreberi*, *Juniperus communis*, *Pteridium aquilinum*, *Polytrichum attenuatum*, *Hylocomium proliferum* und *Sorbus aucuparia*. Im Vergleich mit der oben beschriebenen *Dicranum undulatum* -- Variante treten jedoch die meisten dieser Arten etwas zurück, was in der Abnahme von Stetigkeit- und Deckungswerten zum Ausdruck kommt.

Die Beimenge von *Fagetalia*- und *Quercetalia pubescentis* — Elementen entspricht den für das *Pineto-Quercetum* charakteristischen Verhältnissen.

Als besondere Varianten-Differentialarten mögen folgende Pflanzen genannt werden:

Calamagrostis arundinacea
Polygonatum odoratum
Catharinaea undulata
Mycelis muralis
Evonymus verrucosa
Fragaria vesca

Melica nutans
Festuca rubra
Pirus communis
Malus silvestris
Rubus idaeus
Veronica chamaedrys

Diese Differentialarten haben selbstverständlich nur eine lokale Geltung.

Die Bestände der *Festuca rubra* — Variante des *Pineto-Quercetum* kommen im untersuchten Gebiet an verschiedenartigen Bodenunterlagen vor. Verhältnismässig selten sind das die Dünensande. In solchen Fällen handelt es sich stets um schwach geneigte Stellen am Dünenfuss. Die meisten von der entsprechenden Gesellschaft eingenommenen Böden werden auf den Moränengebilden angelegt. Sie zeichnen sich durch wechselnde mechanische Zusammensetzung im selben Profil aus. Die oberen Horizonte werden meist von schwachlehmigem bis lehmigem Sand gebildet. In einer Tiefe kommt öfters eine lockere oder $\pm$ kompakte Kies- und Steinschicht zum Vorschein. Anstatt derselben trifft man nicht selten auf eine Schicht von lehmigem Staubsand. Kies- und Staubsandschichten pflegen manchmal in ein und demselben Profil vorzukommen.

Alle Böden der betreffenden Gesellschaft, ungeachtet deren mechanischer Zusammensetzung, gehören zur Serie der degradierten Braunerden, was in der Beschaffenheit der biogenen Horizonte zum Ausdruck kommt und auch rein morphologisch leicht festzustellen ist. Mit der Tiefe hinauf ändert sich der Farbton des A_1 -Horizontes: die grundsätzlich bräunliche Farbe geht in der allerobersten Schicht ins Grau bis Aschegrau über. Das ist u. a. ein Zeichen dafür, dass in diesen Fällen die Podsolierungintensität zu steigen anfängt. Die betreffenden Böden sind aktuell als sehr schwach- bis schwach-podsoliert anzusehen. Sie sind auch — im Vergleich mit Böden der *Dicranum undulatum* — Variante etwas schwächer gesäuert. In dem akkumulativen Horizont liegen die pH-Werte zwischen 4,8 und 4,3, doch fallen fast drei Viertel aller Beobachtungsfälle in das pH-Intervall von 4,6 bis 4,4. In der Tiefe von 100 cm liegen die Aziditätswerte entsprechend tiefer und zwar zwischen 6,0 und 5,0 pH mit dem Häufigkeitsmaximum bei ca 5,2 pH.

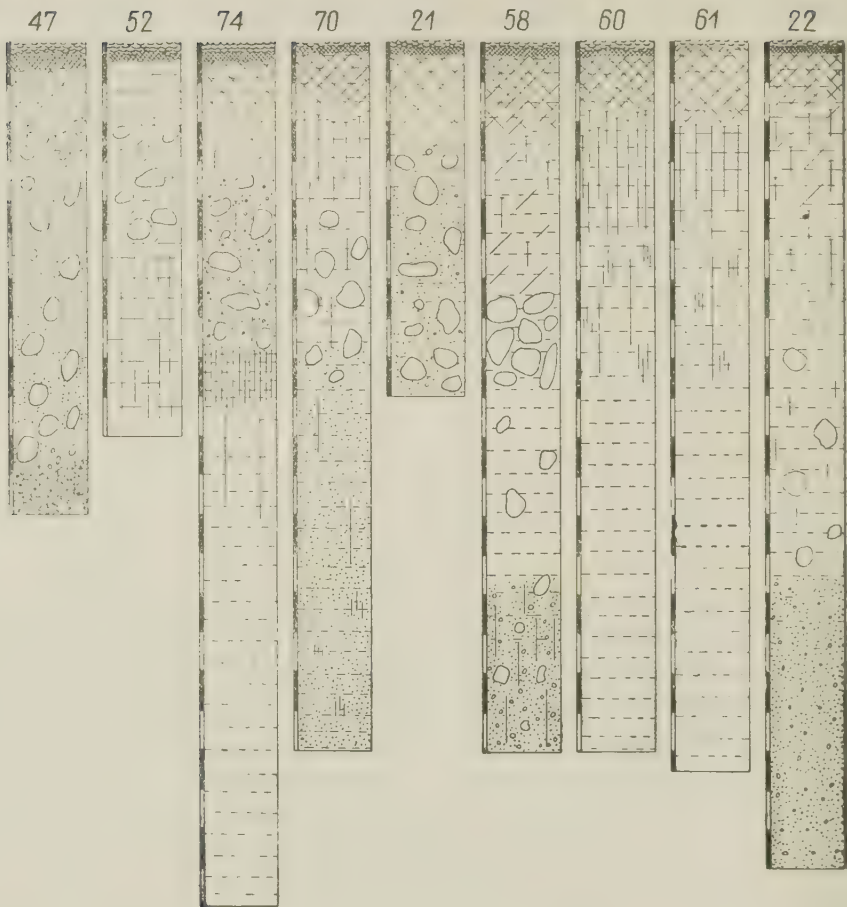


Fig. 6. Die Bodenprofile des *Pineto-Quercetum berberidetosum* (*Potentilla alba*-Subvariante)

Wir bringen beispielsweise einige Profilbeschreibungen vor.

Aufnahme No. 70. (*Potentilla alba*-Subvariante)

- 1 cm Laub- und Nadelstreue, lose;
 - 0 - 2 cm Rohhumus;
 - 2 - 15 cm Schwachlehmiger Feinsand, humusarm, grau, in der obersten Schicht mit einer aschgrauen Nuance, in der unteren etwas blass fleckig;
 - 15 - 40 cm Schwachlehmiger Feinsand, bronze-gelb, sehr lose;
 - 40 - 85 cm Loser, gelber Sand mit wenig Skelett — dieses meist mittelkiesig, gerundet;
 - 85-170 cm Loser, feinkiesiger Grobsand, gelb, nach unten blassgelb;
 - 170-250 cm Braun- bis rotgelber Grobsand mit mittel viel feinkiesigem Skelett.
- Azidität: In der allerersten Schicht sehr sauer, darunter von ca 20 cm bis 170 cm sauer, dann schwach sauer.

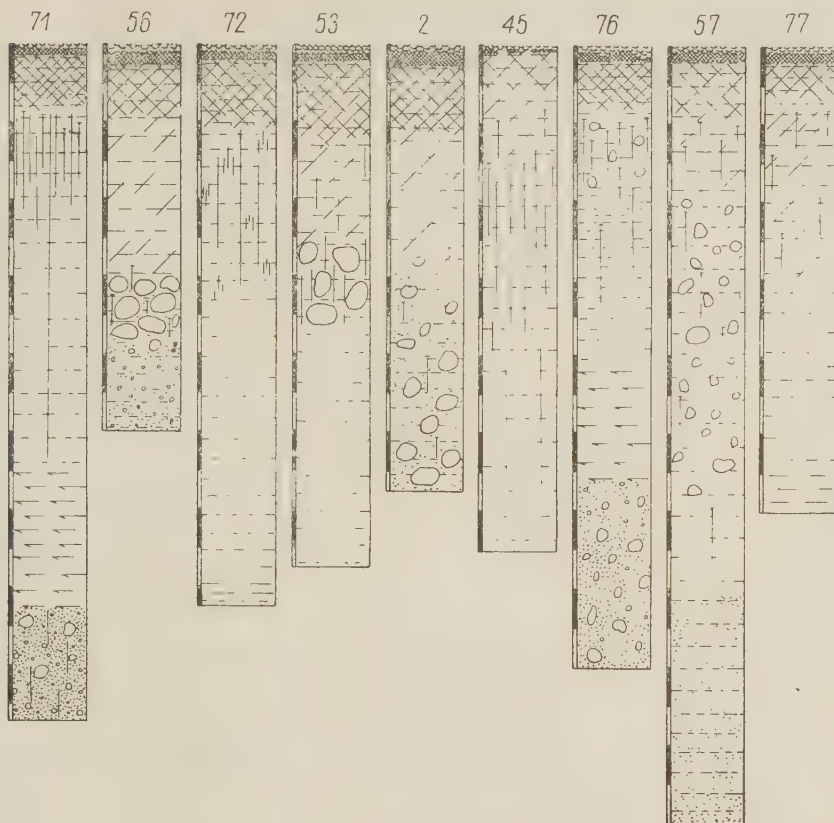


Fig. 7. Die Bodenprofile des *Pineto-Quercetum berberidetosum* (*Potentilla alba*-Subvariante) (Fortsetzung u. Schluss)

Aufnahme No. 76 (*Potentilla alba*-Subvariante)

- 2 cm Streu- und Moosschicht, lose;
- 0 - 2 cm Rohhumus;
- 2 - 15 cm Schwachlehmiger Feinsand, humos, schwarzlich aschegrau, in dem unteren Teil etwas heller fleckig;
- 15 - 35 cm Schwachlehmiger Feinsand mit sehr wenig meist mittelkiesigem Skelett, gelb mit einer rotgelben Nuance;
- 35 - 80 cm Gelber Feinsand, etwas bindig;
- 80 - 110 cm Schwachlehmiger Staubsand von heller Kremfarbe;
- 110 - 160 cm Feinkiesiges Gebilde arm an Feinerde, mit manch eingesprengten, kleinen Steinen, rotgelblich-gelb.

Aufnahme No. 29 (*Corylus avellana*-Subvariante)

- 2 cm Lose Laub- und Nadelstreu;
- 0 - 3 cm Rohhumus;

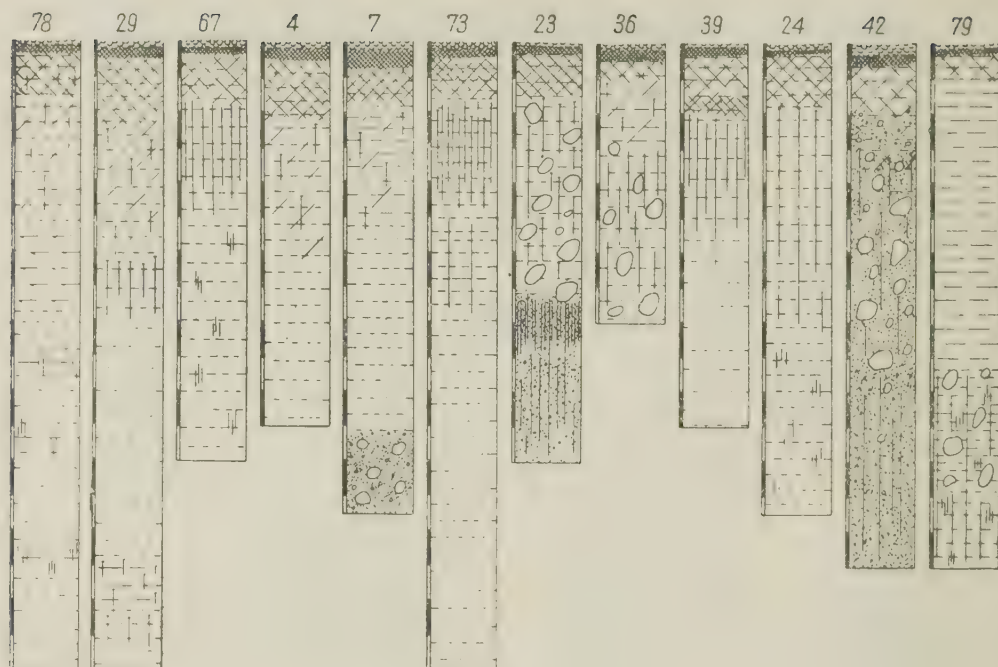


Fig. 8. Die Bodenprofile des *Pineto-Quercetum berberidetosum* (*Corylus avellana*-Subvariante)

- 3 - 20 cm Loser, grau- bis aschegrauer Feinsand mit helleren Flecken im unteren Teil des Horizonts;
 20 - 60 cm Loser, gelb-brauner Feinsand, geht nach unten allmählich in die nächsten Horizonte über;
 60 - 80 cm wie oben, doch die Farbe dunkelgelb;
 80 - 145 cm wie oben, doch die Farbe fahlgelb;
 145 - 160 cm Staubsand, aschegrau mit rostfarbigen Flecken;
 160 - 200 cm Loser, dunkelgelber Grobsand.
 Azidität: Bis zu $\pm$ 40 cm Tiefe sehr sauer, dann sauer.

A u f n a h m e No. 42 (*Corylus avellana*-Subvariante)

- 3 cm Streu- und Moosschicht;
 0 - 2 cm Schwach zersetzter Rohhumus;
 2 - 15 cm Schwachlehmiger, humushaltiger Sand von bräunlich-aschegrauer Farbe;
 15 - 25 cm Feinkiesiger Grobsand mit eingesprengten kleinen Steinen, hellbronze;
 25 - 90 cm Feinkiesiges, an Feinerde armes Skelett mit wenigen gerundeten Steinen;
 90 - 150 cm wie oben, doch die Steine fehlen; Farbe rotgelb bis gelb, das Gefüge $\pm$ dicht.

Die *Festuca rubra*-Variante des *Pineto-Quercetum* scheint im unseren Gebiet eine klimatisch bedingte Schlussgesellschaft darzustellen. Es zeigt dafür räumliche Ausdehnung und grosse Entwicklungs- und Expansionskraft der betreffenden Gesellschaft sowie ihre Neigung sich auf allerlei Bodensubstraten einzustellen.

Die in Frage kommende Ausbildungsform von *Pineto-Quercetum* ist dennoch einer beträchtlichen Variabilität unterworfen. Um dieser Frage näher zu kommen haben wir unsere 41 Aufnahmen hinsichtlich ihrer floristischen Verwandtschaft statistisch verglichen. Wir haben dazu eine Methode angewandt, die als „Breslauer Taxonomie“ bekannt ist (K. F l o r e k etc. 1952). Sie beruht auf dem Prinzip der kleinsten systematischen Entfernung und eignet sich gut natürliche Gliederung variabler Populationen aufzudecken und darzustellen. Die Ergebnisse eines statistischen Vergleichs sind einer graphischen Darstellung, dem sogenannten „Dendrit“ zu entnehmen (s. Fig. 9).

Es ist leicht zu ersehen, dass die Verwandtschaftsverhältnisse der 41 verglichenen Aufnahmen ein recht kompliziertes Bild darbieten, doch lässt sich eine konsequente Aufeinanderfolge der einzelnen Elementen nachspüren. Im oberen Teil des „Dendrits“ gruppieren sich die Aufnahmen, welche durch einen nicht unbedeutenden Anteil von *Quercetalia pubescentis* — Elementen gekennzeichnet werden. In den Aufnahmen, welche den unteren

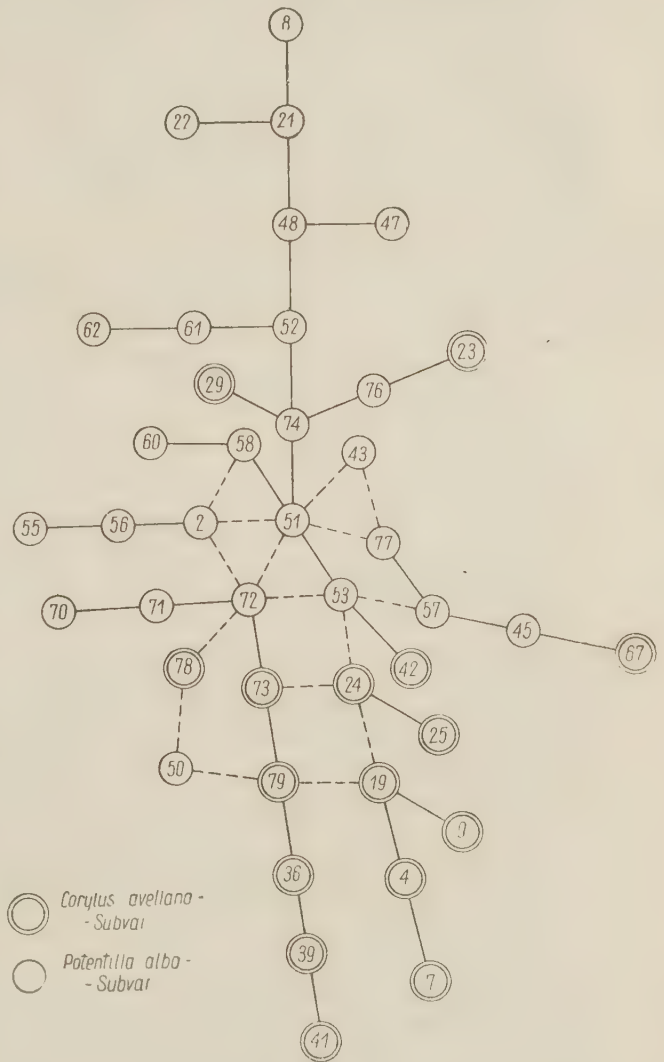


Fig. 9. Verwandtschaftsdiagramm („Dendrit“ von 41 Aufnahmen des *Pineto-Quercetum berberidetosum* (*Festuca rubra*-Variante)

Es ist leicht zu ersehen, dass die Verwandtschaftsverhältnisse der 41 verglichenen Aufnahmen ein recht kompliziertes Bild darbieten, doch lässt sich eine konsequente Aufeinanderfolge der einzelnen Elementen nachspüren. Im oberen Teil des „Dendrits“ gruppieren sich die Aufnahmen, welche durch einen nicht unbedeutenden Anteil von *Quercetalia pubescentis* — Elementen gekennzeichnet werden. In den Aufnahmen, welche den unteren

Teil des „Dendrits“ bilden, spielt dagegen die erwähnte Gruppe nur eine untergeordnete Rolle. Daraus folgt, dass die *Festuca rubra* — Variante des *Pineto-Quercetum* durch die *Quercetalia pubescentis* — Arten recht gut differenziert werden kann; wir haben also gerade diese Artengruppe zur Scheidung von Subvarianten ausgenutzt.

Werden die Aufnahmen nach dem abnehmenden Anteil von *Quercetalia pubescentis*-Charakterarten angeordnet, so ergibt sich die in der Tabelle 4. veritete Aufeinanderfolge. Das ganze Ausnahmestoffiel lässt sich unschwer in zwei Einheiten zerlegen, welche wir vorläufig als *Potentilla alba*- und *Corylus avellana*-Subvarianten nennen wollen. Die Trennung ist dank einer Reihe von Differentialarten durchführbar.

Potentilla alba — Subvariante ist artenreicher. Sie wird gegen die zweite Einheit lokal durch folgende Arten abgegrenzt:

<i>Genista germanica</i>	<i>Populus tremula</i>
<i>Berberis vulgaris</i>	<i>Campanula persicifolia</i>
<i>Calamintha vulgaris</i>	<i>Cytisus nigricans</i>
<i>Potentilla alba</i>	<i>Melittis melissophyllum</i>
	<i>Carex montana</i>
<i>Galium verum</i>	<i>Dryopteris filix-mas</i>
<i>Acer platanoides</i>	<i>Prunus spinosa</i>
<i>Ajuga reptans</i>	<i>Hypericum perforatum</i>
<i>Genista tinctoria</i>	<i>Betonica officinalis</i>
<i>Rosa canina</i>	<i>Euphorbia angulata</i>
<i>Oxalis acetosella</i>	<i>Euphorbia cyparissias</i>
<i>Potentilla erecta</i>	<i>Serratula tinctoria</i>
<i>Galium mollugo</i>	<i>Geranium Robertianum</i>
	<i>Pimpinella saxifraga</i>

Diese Subvariante repräsentiert eine typische Form des *Pineto-Quercetum berberidetosum*.

Corylus avellana — Subvariante ist verhältnismässig artenarm. Sie wird deshalb vorwiegend negativ gekennzeichnet. Als positive Differentialarten von lokaler Geltung sind nur *Corylus avellana* und *Galeopsis tetrahit* zu nennen. Eine gewisse, wenn auch sehr schwache, Bindung zeigen an die betreffende Gesellschaft auch *Polytrichum attenuatum*, *Hylacomium proliferum*, *Sorbus aucuparia* und *Polytrichum juniperinum*. *Vaccinium myrtillus* und *Vaccinium vitis-idaea* erreichen in dieser Gesellschaft etwas höhere Deckungswerte als in der *Potentilla alba* — Subvariante. Einen Einblick in die floristisch-soziologischen Unterschiede der beiden Subvarianten gibt eine Zusammenstellung von Gruppenanteil (G), Gruppenstetigkeit (S) und systematischen Gruppenwert (D) der einzel-

T a b e l l e 6

Gruppenanteil (G), Gruppenstetigkeit (S) und systematischer Gruppenwert (D) der Arten im Pineto-Quercetum berberidetosum (*Festuca rubra*-Variante) von „Ruda“

Subvariante	Potentilla alba					Corylus avellana				
Artengruppe (Grupa gatunków)	z	g	G	S	D	z	g	G	S	D
Vaccinio- -Piceetalia —	7	94	7,0	53,7	3,8	9	64	10,1	44,3	4,5
Vaccinio- -Piceetea —	19	221	16,4	46,6	7,7	16	137	21,7	53,6	11,6
Quercetalia pubescentis —	14	129	9,6	36,8	3,5	6	23	3,6	24,0	0,9
Fagetalia —	14	114	8,3	31,6	2,6	11	49	7,8	27,8	2,2
Populeetalia —	4	11	0,8	11,0	0,1	1	4	0,6	25,0	0,2
Querceto- -Fagetea —	13	80	5,9	24,5	1,4	10	42	6,7	26,2	1,8
Begleiter	83	704	52,0	33,8	17,5	64	312	49,5	30,4	15,0
	154	1350	100,0	(n=25)		117	631	100,0	(n=16)	

nen soziologisch wichtigen Artengruppen (Tabelle 6). Wir sehen, dass sich die *Potentilla alba* — Subvariante durch einen hohen D-Wert der *Quercetalia pubescentis* — Elementen auszeichnet. Das gilt nicht nur im Vergleich mit der zweiten Subvariante, sondern auch bezüglich aller im untersuchten Gebiet vorkommenden Waldgesellschaften. Diese Tatsache zeigt auf innige floristische, aber auch ökologische und dynamisch-genetische Affinität der betreffenden Ausbildungsform des *Pineto-Quercetum* mit den thermophilen Eichenwaldgesellschaften.

Obwohl beide Subvarianten ohne Zweifel als Formen einer *Vaccinio-Piceetalia* — Gesellschaft aufzufassen sind, doch treten Ordnungs- und Klassencharakterarten bei der *Corylus avellana* — Subvariante entschieden mehr in den Vordergrund, als es bei der *Potentilla alba* — Subvariante der Fall ist.

Den floristischen Unterschieden beider Subvarianten entsprechen auch gewisse Standortsunterschiede. Die Böden der *Potentilla alba* — Subvariante sind etwas schwächer degradiert im Vergleich mit denen der *Corylus avellana* — Subvariante. Dies kommt schon in der Morphologie des Bodenprofils zum Ausdruck indem ein Grauwerden des akkumulativen Horizontes jener Böden in einem viel geringeren Ausmass zu Tage kommt. Auch bezüglich der Bodenazidität machen sich fassbare Un-

terschiede merkbar: in allen Horizonten liegen die pH-Werte bei der *Corylus avellana* — Subvariante etwas tiefer.

In Bezug auf die mechanische Zusammensetzung des Bodens scheinen keine wesentlichen Unterschiede zwischen beiden Ausbildungsformen stattzufinden. Vielleicht kommen Staubsandschichten bei der *Potentilla alba* —, die Kiesschichten dagegen bei der *Corylus avellana* — Subvariante etwas öfter vor, doch ist diese Regelmässigkeit nur von statistischer Natur.

C. Gesellschaften der *Quercetalia pubescentis* — Ordnung

Obwohl manche Elemente des thermophilen Eichenwaldes in verschiedenen von uns untersuchten Gesellschaften vorkommen, doch sind eigentliche *Quercion pubescentis* — Phytozönosen, einer starken anthropogenen Einwirkung wegen, sehr schwer zu finden. Nur in einem einzigen Fall ist es gelungen einen solchen Bestand — wenn auch von fragmentarischer Ausbildung — zu finden. Wir wollen denselben kurz beschreiben.

A u f n a h m e No. 59. Forstrevier „Ruda“ bei Puławy, im NW-Teil der Abteilung 5, in der Nähe des Dorfes „Wólka Profecka“. Exposition SWW; Neigung $\pm 5^\circ$.

Die Baumschicht wird durch die künstlich eingeführte Kiefer gebildet. Bemerkenswert ist eine hochwüchsige Strauchschicht, an deren Zusammensetzung *Crataegus monogyna*, *Berberis vulgaris*, *Evonymus verrucosa*, vor allem aber *Corylus avellana* teilnehmen. In der verhältnismässig schwach entwickelten Krautschicht spielen die Laubwaldpflanzen entschieden die Hauptrolle; einen bedeutenden Anteil haben daran die *Quercetalia pubescentis*-Arten. *Vaccinio-Piceetalia*-Elemente treten sehr stark zurück und sind soziologisch belanglos.

Folgende Aufnahme möge über das floristische Gefüge der in Frage kommenden Phytozönose Aufschluss geben:

A. Baumbestand (Kronenschluss 60%)

<i>Pinus silvestris</i> L.	4	<i>Quercus sessilis</i> Ehrh.	+
----------------------------	---	-------------------------------	---

B. Strauchschicht (Deckung 90%)

<i>Berberis vulgaris</i> L.	+	<i>Quercus robur</i> L.	+
<i>Corylus avellana</i> L.	4	<i>Quercus sessilis</i> Ehrh.	+
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	1	<i>Ribes Schlechtendalii</i> Lge	(+)
<i>Evonymus verrucosa</i> Scop.	+	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	+
<i>Frangula alnus</i> Mill.	+		

C. Krautschicht (Deckung 40%)

Quercetalia pubescentis — Charakterarten

<i>Berberis vulgaris</i> L.	+	<i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.)	
<i>Calamintha vulgaris</i> (L.) Druce	(+)	Druce	(+)
<i>Clematis recta</i> L.	(+)	<i>Potentilla alba</i> L.	+
<i>Hypericum montanum</i> L.	+	<i>Ranunculus polyanthemos</i> L.	(+)
<i>Melittis melissophyllum</i> L.	+	<i>Vincetoxicum officinale</i> Mnch.	(+)

Fagetalia- und *Querceto-Fagetea* — Charakterarten

<i>Actaea spicata</i> L.	(+)	<i>Geum urbanum</i> L.	1
<i>Anemone nemorosa</i> L.	1	<i>Hepatica nobilis</i> Garsault	1
<i>Carex digitata</i> L.	1	<i>Lilium martagon</i> L.	(+)
<i>Corylus avellana</i> L.	+	<i>Mycelis muralis</i> (L.) Dum.	+
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	+	<i>Sanicula europaea</i> L.	(+)
<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott.	1	<i>Viburnum opulus</i> L.	(+)
<i>Galium vernum</i> Scop.	+	<i>Viola silvestris</i> Rchb.	1

Vaccinio-Piceetea — Charakterarten

<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	+	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	+
<i>Trientalis europaea</i> L.	(+)	<i>Veronica officinalis</i> L.	+

Begleiter

<i>Ajuga reptans</i> L.	+	<i>Melica nutans</i> L.	+
<i>Betonica officinalis</i> L.	(+)	<i>Oxalis acetosella</i> L.	+
<i>Dryopteris spinulosa</i> (Mill.) O. Kun-		<i>Poa nemoralis</i> L.	+
tze	+	<i>Pirus communis</i> L.	+
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	(+)	<i>Prunus insititia</i> Juslen	(+)
<i>Euphorbia angulata</i> Jacq.	+	<i>Quercus sessilis</i> Ehrh.	+
<i>Evonymus verrucosa</i> Scop.	+	<i>Rosa canina</i> L.	(+)
<i>Fragaria vesca</i> L.	1	<i>Rubus idaeus</i> L.	+
<i>Geranium Robertianum</i> L.	+	<i>Rubus</i> sp.	+
<i>Hieracium murorum</i> L.	+	<i>Solidago serotina</i> Ait.	(+)
<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.	+	<i>Stellaria media</i> Vill.	+
<i>Majanthemum bifolium</i> (L.) F. W.		<i>Torilis japonica</i> (Houtt.) DC.	(+)
Schm.	+	<i>Veronica chamaedrys</i> L.	+

D. Bodenschicht (Deckung ca 2%)

<i>Entodon Schreberi</i> Moenk.	+	<i>Mnium affine</i> Bland.	+
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i> Warnst.			(+)

Der Boden wird von einem lehmigen Staubsand über mächtigem Lehm gebildet: er ist als recht typische, reife Braunerde von schütterem Aggregatgefüge anzusehen. Einige Eigenschaften des entsprechenden Bodenprofils werden durch angeführtes Schema (s. Fig. 10) zum Vorschein gebracht.

Ueber die Assoziationszugehörigkeit der betreffenden Bestände lässt sich vorläufig ihrer fragmentarischen Ausbildung wegen kaum etwas sicheres sagen. Es scheint, als ob wir eigentlich mit einer Buschgesellschaft, welche durch künstlich eingeführte Kiefer zerstört wird zu tun hätten. Darum können die Assoziationscharakterzüge nur schwach geprägt werden. Die untersuchten Bestände liegen im Grenzgebiet der Areale von zwei *Quercion pubescentis* — Assoziationen, und zwar des nördlichen *Querceto-Potentilletum albae* und des südpolnischen *Coryleto-Peucedanetum cervariae*. Es fehlen in unserer Gesellschaft Cha-

rakterarten sogut jener wie dieser Assoziation. Doch sind in den Beständen von „Ruda“ einige mit dem *Coryleto-Peucedanetum* gemeinsame Arten vorhanden, die meist dem *Querceto-Potentilletum* fehlen. Hier sind

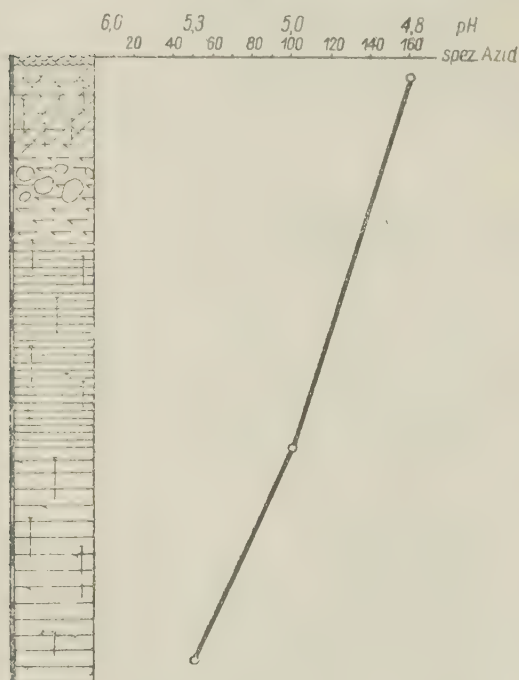


Fig. 10. Boden- und Aziditätsprofil in einer Phytozönose des thermophilen Eichenwaldes (*Quercion pubescentis*) im Forstrevier „Ruda“ bei Puławy (Aufnahme No 59)

u. a. besonders *Clematis recta*, *Cytisus nigricans*, *Chrysanthemum corymbosum* hervorzuheben. Es scheint uns also möglich, dass die betreffende Gesellschaft eine äußerst verarmte und umgestaltete Form der für die Kleinpolsische Hochebene charakteristischen Assoziation *Coryleto-Peucedanetum cervariae* K o z ł o w s k a 1925 darstellen kann. Zur Klärung der systematischen Stellung dieser interessanten Gesellschaften sind weitere Untersuchungen erforderlich.

D. *Querceto-Carpinetum medio-europaeum* T ü x e n 1937

Die Eichen-Hainbuchen-Wälder kommen im Forstrevier „Ruda“ in zwei Varianten, und zwar einer trockeneren und einer feuchteren vor. Während die erste eine relativ bedeutende

Fläche bedeckt, ist das Areal der zweiten recht beschränkt. Wir wollen zuerst die trockenere Variante besprechen.

* *Querceto-Carpinetum*, *Vaccinium myrtillus*-Variante.

Die meisten Phytozönosen dieser Gesellschaft stellen Bestände dar, welche durch menschliche Einwirkung eine starke Aenderung erlitten haben. Der Baumbestand wird meistens durch forstwirtschaftliche Massnahmen umgewandelt und gibt keine natürlichen Verhältnisse wieder. Trotzdem sind die charakteristischen Arten *Carpinus betulus* und *Tilia cordata* fast stets vorhanden, obwohl sie gewöhnlich nur als eine unbedeutende Beimenge vorkommen. Als waldbildende Holzarten sind Eichen (meist Traubeneiche) und künstlich eingeführte und geförderte Kiefer zu nennen.

In der Strauchschicht spielen Haselnuss, Hainbuche und Winterlinde die wichtigste Rolle, Traubeneiche dagegen tritt weit zurück.

Einen Einblick in die floristisch-soziologischen Verhältnisse der untersuchten Gesellschaft gibt die Assoziationstabelle (Tabelle 7) sowie eine Zusammenstellung der systematischen Gruppenwerte der einzelnen Artengruppen (Tabelle 8). Wie aus diesen Tabellen zu ersehen ist, fällt unsere Gesellschaft ihrer floristischen Zusammensetzung nach eindeutig in den *Carpinion* — Verband. Dafür zeigt häufiges Vorkommen von einigen Charakterarten, wie *Galium Schultesii*, *Galium verum*, *Stellaria holostea*, dann aber auch *Carpinus betulus* und *Tilia cordata*.

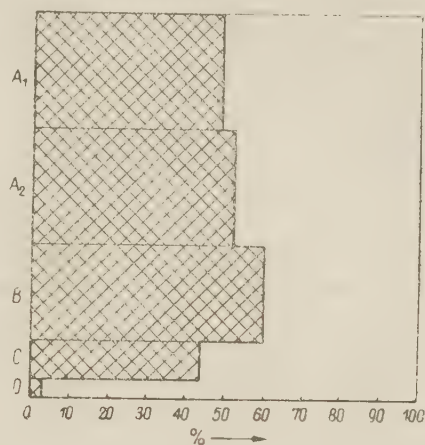


Fig. 11. Durchschnittliche Schichtung im Querceto-Carpinetum (*Vaccinium myrtillus*-Variante)

Die von uns untersuchte trockene Variante des *Querceto-Carpinetum* knüpft an die *Vaccinio-Piceetea* — Gesellschaften deutlich an. Als stete Komponenten sind u. a. *Vaccinium myrtillus*, *Trientalis europaea*, *Veronica officinalis* und *Sorbus aucuparia* zu nennen. Sehr oft kommen *Polytrichum attenuatum*, *Pteridium aquilinum* und *Calamagrostis arundi-*

Tabelle 8

Gruppenanteil (G), Gruppenstetigkeit (S) und systematischer Gruppenwert (D) der Arten im Querceto-Carpinetum (*Vaccinium myrtillus* — Variante) von „Ruda“

Artengruppe (Grupa gatunków)		z	g	G	S	D
Fagetalia-	Charakterarten	14	127	17,2	56,9	9,8
Quercetalia pubescentis-		12	51	6,9	35,9	2,5
Populetales-		2	11	1,5	34,4	0,5
Querceto-Fagetea-		12	61	8,3	31,6	2,6
Vaccinio-Piceetalia-		6	38	5,1	39,6	2,0
Vaccinio-Piceetea-		16	100	13,5	39,2	5,0
Begleiter		68	351	47,5	32,2	15,3

130 739 100.0 (n=16)

nacea vor. Mit Ausnahme von *Sorbus* und *Calamagrostis* zeigen jedoch diese Arten im Vergleich mit *Pineto-Quercetum* durchaus tiefere Abundanz- und Deckungswerte.

Unsere Gesellschaft kommt öfters mit der *Festuca rubra* — Variante des *Pineto-Quercetum* in Berührung. Trotzdem ist die Scheidung der beiden Gesellschaften meist ohne weiteres möglich. Zu den besten Trennarten dieser Ausbildungsform des *Querceto-Carpinetum* zählen wir *Galium Schultesii*, *Stellaria holostea*, *Catharinaea undulata*, *Dryopteris filix-mas*, *Melittis melissophyllum*, *Viburnum opulus*, *Hepatica nobilis*, *Poa nemoralis* und *Dactylis glomerata*. Als negatives Merkmal kann das Fehlen von *Vaccinium vitis-idaea*, *Melampyrum pratense*, *Juniperus communis* und *Agrostis vulgaris* genannt werden. Auch *Entodon Schreberi*, *Hylocomium proliferum*, *Festuca ovina* und *Luzula multiflora* sind nur selten zu finden.

Die in Frage kommende Gesellschaft ist zweifelsohne als ein Zwischenglied zwischen Laub- und Mischwäldern zu betrachten. Für ihre floristische Zusammensetzung ist ein verhältnismässig hoher Anteil von *Carpinion*- und *Fagetalia* — Charakterarten neben deutlichem Zurücktreten von *Querceto-Fagetea* — Elementen besonders bezeichnend. Erwähnenswert ist weiter der bedeutende Einschlag von Nadelwaldelementen und zwar vor allem der *Vaccinio-Piceetea* — Klassencharakterarten. Ein Vergleich von entsprechenden systematischen Gruppenwerten lässt jedoch keinen Zweifel über die typologische Zugehörigkeit der betreffenden Gesellschaft. Wie aus der Tabelle 8 leicht zu ersehen ist, beträgt das Verhältnis von D-Wert für sämtliche Laubwaldelemente zum solchen für die Nadelwaldarten etwa 2, 1. Wir haben also hier mit einer stark degradierten und verarmten Form einer mesophilen Laubwaldgesellschaft zu tun. Sie ist, unseres Erachtens, vorläufig zum Formenkreis der kollektiven Assoziation *Querceto-Carpinetum medioeuropaeum* zu stellen.

Die besprochene Variante des Eichen-Hainbuchenwaldes steht dem westeuropäischen *Querceto-Carpinetum luzuletosum* (I s s l e r 1926, T ü x e n 1937) recht nahe, doch ist sie gewiss mit ihm nicht identisch. Sie ähnelt vielmehr dem *Querceto-Carpinetum calamagrostidetosum*, welches seinerzeits von F. K. H a r t m a n n (1933—34) aus dem nordostdeutschen Flachlande beschrieben wurde. Die grösste floristisch-ökologische Verwandtschaft zeigt jedoch unser armer Eichen-Hainbuchenwald mit den von H. M e u s e l (1954) aus dem östlichen Harzvorlande angeführten Traubeneichen-Winterlinden — Wäldern insbesondere, wenn es sich um die *Calamagrostis arundinacea*-reiche Ausbildungsform derselben handelt. Ähnliche Bestände wurden auch jüngst aus dem Hakel (H. W e i n i t s c h k e 1954) und Fallsteingebiet (G. N e u w i r t h 1954) beschrieben; sie scheinen im ostdeutschen Hügellande weit verbreitet zu sein. Es wäre freilich verfrüht diese Be-

standestypen mit unserem armen Eichen-Hainbuchenwalde einfach zu identifizieren, doch sind innige Verhältnisse dieser beiden Gesellschaften nicht zu leugnen. Als besonders charakteristische gemeinsame Züge ist vor allem eine grosse Rolle der Winterlinde im Baumbestande sowie häufiges Vorkommen von manchen kontinentalen Elementen in der Krautschicht zu nennen.

Die endgültige Klärung der systematischen Stellung der eben behandelten Gesellschaft wird erst nach der umfassenden kritischen Bearbeitung sämtlicher polnischen Laubwaldgesellschaften möglich sein.

Die *Vaccinium myrtillus* — Variante des *Querceto-Carpinetum* besiedelt sehr schwach podsolierte braunerdeartige Böden und zwar von zweierlei Herkunft. Es handelt sich entweder um alluviale Gebilde oder aber um Moränenböden. Im ersten Falle kommen die oberen Flussterassen in Betracht. Ungeachtet eines sandigen Untergrundes wird ein entsprechender Bodenfruchtbarkeitszustand erhalten infolge periodisch eintretender horizontaler Grundwasserbewegungen. Auch die seitlichen deluvialen Prozesse tragen dazu noch bei.

Eine flächenmässig viel wichtigere Rolle spielen aber die Böden der Moränengebilde. Ihrem Gefüge und mechanischer Zusammensetzung nach stehen sie den meisten *Pineto-Quercetum* — Böden (*Festuca rubra* — Variante) sehr nahe so, dass sie höchstwahrscheinlich derselben Serie zuzählen sind. Doch sind diese Böden schwächer podsoliert und stellen zweifelsohne frühere Entwicklungsstadien dar. Dafür zeigt u. a. auch eine meist tiefe gleichmässig braune Farbe der oberen Teile des biogenen Horizontes. In vereinzelten Fällen macht sich jedoch in der allerobersten Verwesungsschicht eine Aenderung des Farbtons ins Grau merkbar, was einer Intensitätszunahme der Podsolierung zuzuschreiben ist. Die floristisch-strukturellen Tatsachen und zwar der bedeutende Anteil von *Vaccinio-Piceetalia* — Arten stehen mit dieser Erscheinung im Einklang.

In dem petrogenen Bodenhorizont der betreffenden Gesellschaft kommt manchmal eine Lehmschicht von wechselnder Mächtigkeit zum Vorschein.

Beispielsweise führen wir einige Bodenprofile an.

A u f n a h m e No. 30

- 0 - 2 cm Rohhumus;
- 2 - 10 cm Schwachlehmiger, humushaltiger Staubsand, bräunlich obenauf mit einer aschgrauer Nuance;
- 10 - 50 cm Schwachlehmiger Staubsand, olivenbronz, wird nach unten gelb. Im unteren Teil wenig Skelett, dieser meist grobkiesig;
- 50 - 90 cm Oliven-fahlgelber Staubsand;
- 90-140 cm Lehmiger Staubsand, bindig, ± rotgelb mit fahlgelben Einlagen;

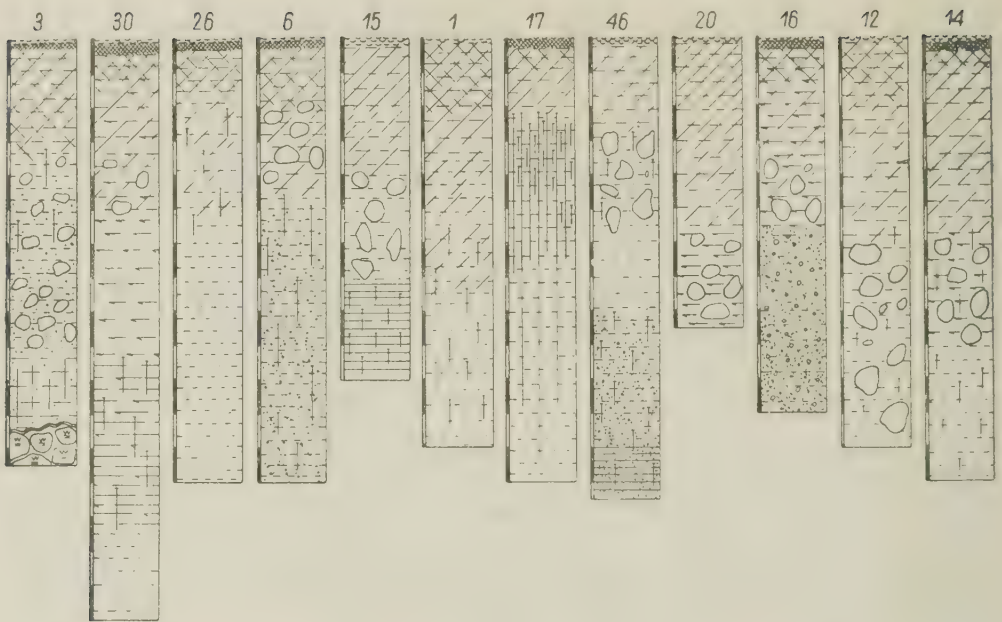


Fig. 12. Die Bodenprofile des *Querceto-Carpinetum* (*Vaccinium myrtillus*-Variante)

140-285 cm Feinsandiger Staubsand, lose, hellfahlgelb;

285-310 cm Schwachlehmiger Staubsand, etwas bindig, bronzgelb, wechselfeucht

Azidität: bei 5 cm sehr sauer, darunter bis zu ca 200 cm sauer, dann neutral.

Aufnahme No. 46

2 cm Laubstreu, lose, nach unten etwas lagig;

0-25 cm Schwachlehmiger Feinsand, humusarm, braun;

25-55 cm Schwachlehmiger Feinsand, gelblichbraun mit mittel viel Skelett — dieser meist grobkiesig, gerundet;

55-80 cm Loser Staubsand, gelb bis fahlgelb;

80-125 cm Feinkiesiger Grobsand, gelb bis rotgelb mit helleren Flecken;

125-135 cm Feinkiesiger Lehm, dunkel rotgelb, bindig.

Azidität: in der oberen Schicht meist stark sauer, darunter zwischen ca 20 cm bis 110 cm sauer — dann neutral.

Aufnahme No. 15

2 cm Laubstreu;

0-35 cm Schwachlehmiger, humushaltiger Feinsand, braun, nach unten etwas heller;

35-70 cm Feinsandiger Staubsand, bräunlich fahlgelb mit wenig Skelett — dieser mittel- bis grobkiesig, gerundet;

70-100 cm Bräunlich rotgelber Lehm, reichlich rostgefleckt.

Azidität: bei etwa 5 cm stark sauer, darunter bis zu 100 cm — sauer.

Die Böden der *Vaccinium myrtillus* — Variante des *Querceto-Carpinetum* sind schon deutlich entkalkt und angesäuert. In der Schicht von

5—10 cm liegen die pH-Werte zwischen 4,3 und 5,0 mit einem Mittelwert vom 4,56 pH, doch fallen 92,9% aller Beobachtungsfälle in den Spielraum 4,4—4,7 pH. Mit der Tiefe sinkt die Bodenazidität langsam, wenn auch ständig: bei etwa 100 cm beträgt der Mittelwert schon 5,42 pH mit einer Variationsbreite von 4,8—6,5 pH. Zwischen 150 cm und 200 cm Tiefe findet ein plötzlicher pH-Umschlag statt: der Boden wird neutral (pH-Mittelwert = 7,0).

Der von uns beschriebene arme Eichen-Haibuchenwald kann vielleicht besonders auf den Moränenböden mit lehmigem Untergrund als eine natürliche Gesellschaft in Frage kommen.

** *Querceto-Carpinetum*, *Galeobdolon luteum* — Variante

Die jetzt zu besprechende Gesellschaft stellt eine feuchtere, aber auch nährstoffreichere Variante des Eichen-Hainbuchen-Waldes dar. Sie kommt in vereinzelt, meist fragmentarisch entwickelten Beständen vor. Infolge forstwirtschaftlicher Massnahmen gibt der Baumbestand keine natürlichen Verhältnisse wieder. Insbesondere ist der bedeutende Anteil von Kiefer der menschlichen Einwirkung zuzuschreiben. Als naturgemässe waldbildende Holzart dürfte vielmehr die Eiche, und zwar Stieleiche, welche noch jetzt die Hauptmasse der meisten Bestände bildet, in Betracht kommen. Ausser der Eiche kommen noch Linde und Hainbuche als recht häufige, wenn auch mengenmässig zurücktretende Beimenge vor.

Die Strauchschicht entwickelt sich meist üppig und wird von verschiedenen Arten zusammengesetzt. Neben Hasel, Linde und Hainbuche ist das Vorkommen von einigen anspruchsvolleren Arten, wie Spindelbaum, Hartriegel, Traubenkirsche hervorzuheben.

In der Krautschicht treten die Laubwaldelemente entschieden in den Vordergrund. Eine besonders wichtige Rolle spielen dabei die *Querceto-Fagetea* — Klassencharakterarten, welche gerade bei der *Vaccinium myrtillus* — Variante nur schwach vertreten sind. Als besondere lokale Differentialarten sollen folgende Arten genannt werden:

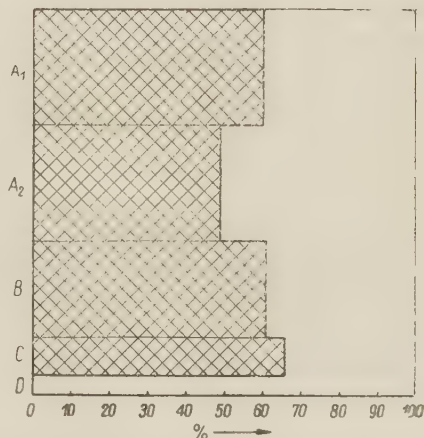


Fig. 13. Durchschnittliche Schichtung im *Querceto-Carpinetum* (*Galeobdolon luteum*-Variante)

Aegopodium podagraria
Galeobdolon luteum

Adoxa moschatellina
Pulmonaria obscura

Im allgemeinen ist das Vorherrschen von anspruchsvollen, schattenliebenden Pflanzen für die fragliche Gesellschaft recht charakteristisch.

Zu den besonderen Struktureigenschaften der Gesellschaft gehört endlich fast fehlende Moosschicht.

Einen Einblick in die floristisch-strukturellen Verhältnisse dieser feuchteren Variante des Eichen-Hainbuchenwaldes geben die Tabellen 7 und 9. Die Gesellschaft ist als eine recht typische Form der Sammelasso-

T a b e l l e 9

Gruppenanteil (G), Gruppenstetigkeit (S) und systematischer Gruppenwert (D) der Arten im Querceto-Carpinetum (*Galeobdolon luteum* — Variante) von „Ruda“

Artengruppe (Grupa gatunków)	z	g	G	S	D
Fagetalia-	20	75	15,2	37,5	5,7
Quercetalia pubescentis-	6	12	2,4	20,0	0,5
Populetales-	8	26	5,3	32,5	1,7
Querceto-Fagetea-	27	143	28,9	53,0	15,3
Vaccinio-Piceetalia-	3	5	1,0	16,7	0,2
Vaccinio-Piceetea-	6	16	3,2	26,7	0,8
B e g l e i t e r	61	217	44,0	35,6	15,7
	131	494	100,0	(n-10)	

ziation *Querceto-Carpinetum medioeuropaeum* aufzufassen. Der Einschlag von fremden Elementen ist gering. Die *Vaccinio-Piceetea*—Arten (ausser der Vogelbeere) spielen praktisch gar keine Rolle. Etwas stärker dagegen sind einige *Populetales*—Arten, so vor allem *Padus avium*, vertreten. Dadurch wird auch die Verwandtschaft unserer Gesellschaft mit den Auenwäldern angedeutet.

Es ist zur Zeit nicht möglich der systematischen Stellung der behandelten Gesellschaft näher zu kommen. Sie steht dem *Querceto-Carpinetum typicum* T ü x e n (1930) 1937 recht nahe und dürfte auch eine für Mittelpolen typische Ausbildungsform der Assoziation darstellen. Doch ist die regionale Variabilität des *Querceto-Carpinetum* ganz überraschend gross. Solange wir nicht über eine umfassende kritisch-systematische Bearbeitung unserer Laubwälder verfügen, lässt sich hinsichtlich feinerer systematischen Fragen unserer Gesellschaft kaum etwas sicheres sagen.

Wir fassen sie vorläufig ganz lokal als eine sowohl floristisch wie auch ökologisch gut trennbare Einheit und wollen dieselbe mit einer neutralen Bezeichnung der „*Galeobdolon luteum*—Variante“ belegen.

Dieser reiche Eichen-Hainbuchenwald nimmt im untersuchten Gebiet nur unbedeutende Flächen in einer ganz bestimmten topographischen Lage ein. Er bedeckt nämlich meist schmale Streifen an den Flügeln der niederen Terrasse und auf der oberen Terrasse. Der Boden ist selten von autochthoner Herkunft, meist spielen die alluvialen und kolluvialen Prozesse eine entscheidende Rolle. In Bezug auf die Körnung lassen sich keine grösseren Unterschiede beobachten: die meisten Profile gehören zur Klasse der skelettlosen Sandböden mit einem geringen Gehalt an Tonteilchen. In den biogenen Horizonten sind sie meist humushaltig, in einzelnen Fällen selbst humos. Die Mächtigkeit der akkumulativen Humusschicht beträgt (20) — 30 — (50) cm, dieselbe geht meist diffus in den Uebergangshorizont über. Im allgemeinen ist der Grad der Horizontierung in einzelnen Fällen recht verschieden, doch wiegen schwach bis $\pm$ deutlich horizontierte Profile entschieden vor.

In Bezug auf die herrschenden bodenbildenden Prozesse sind die meisten Böden der untersuchten Gesellschaft als reife Braunerden zu werten, soweit es sich um typische Ausbildungsform der *Galeobdolon luteum*—Variante von *Querceto-Carpinetum* handelt. Im ökologischen Grenzbereich trifft man dagegen sowohl verbraunte Aueböden, wie auch degradierte und in Podsolierung begriffene Braunerden. In solchen Fällen machen sich auch die floristischen Anknüpfungen an die betreffenden Kontaktgesellschaften merkbar.

Die Böden der in Frage kommenden Gesellschaft sind meist frisch bis wechselfeucht. Im Wasserhaushalt spielt das Grundwasser eine nicht unbedeutende Rolle. Mittlere Tiefe des Grundwasserstandes beträgt meist ca 150 cm, in den unteren Teilen des Profils kommen also öfters ausgeprägte Glei-Horizonte zum Vorschein. Diese Horizonte werden durch bläuliche Verfärbung des Bodensubstrats sowie viele Rostflecken ausgezeichnet.

Als typische Beispiele bringen wir etnige Profilbeschreibungen:

A u f n a h m e No 83

- 2 cm Lose Laub- (meist Eichen-) Streu;
- 0 - 35 cm Schwachlehmiger Feinsand, humushaltig, dunkelbraun, reichlich mit den Wurzeln durchsetzt, nach unten geht allmählig in den folgenden Horizont über;
- 35-140 cm Feinsand — grau mit spärlichen braunen Flecken.
- Azidität: bis zu 100 cm Tiefe — sauer, dann schwach sauer.

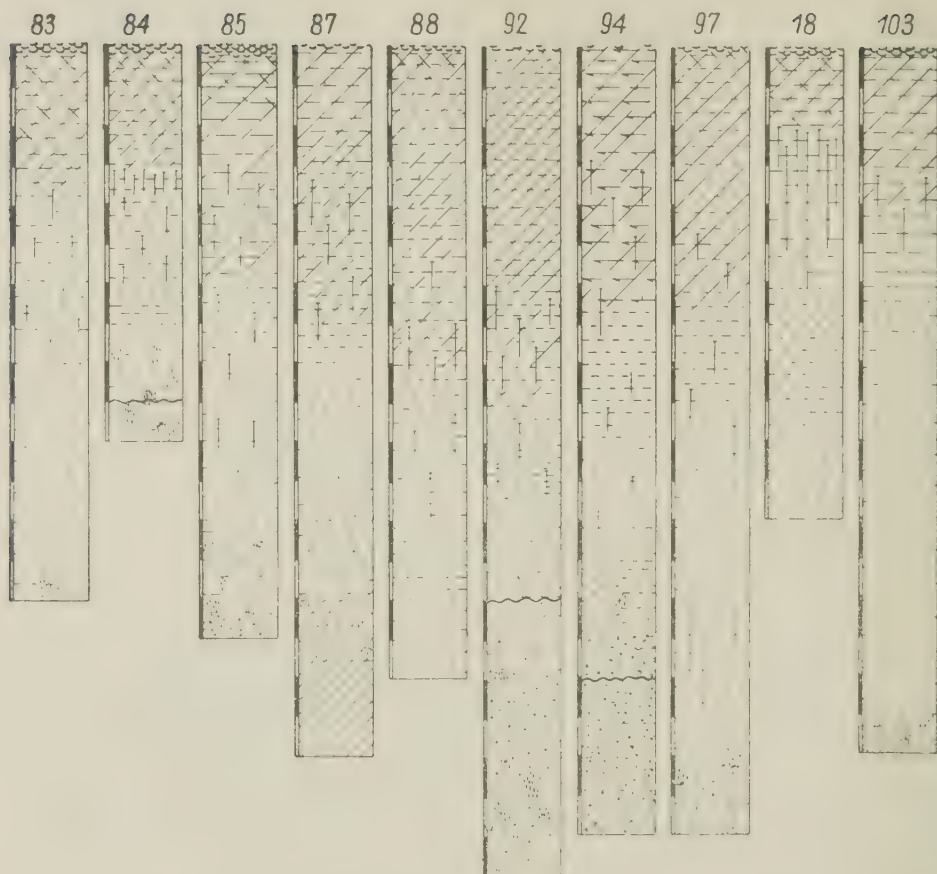


Fig. 14. Die Bodenprofile des *Querceto-Carpinetum* (*Galeobdolon luteum*-Variante)

Aufnahme No 85

- 2 cm Lose Laubstreu;
 0-55 cm Lehmiger Sand, humushaltig, braun mit einer rotgelben Nuance, geht nach unten taschenförmig über;
 55-120 cm Loser, grobkörniger Sand, fahlgelb mit viel rotgelben Flecken;
 120-150 cm Lehmiger Grobsand, bräunlich-grau, feucht, etwas feinkiesig.
 Grundwasserstand in ca 160 cm Tiefe.
 Azidität: im ganzen Profil sauer.

Aufnahme No 94

- 0-65 cm Lehmiger Staubsand, humushaltig, etwas bindig, braun;
 65-130 cm Loser Feinsand, gelb, braunquergeschichtet;
 130-150 cm Loser Grobsand, braun, feucht;
 150-200 cm Feinkiesiger Sand, grau, bräunlich gefleckt.
 Grundwasserstand in ca 160 cm Tiefe.
 Azidität: bis zu 75 cm sauer, 75-150 cm schwach sauer, dann neutral.

Tabelle 10

Frazino-Ulmetum (T x. apud Lohm. 1952) Oberdorfer 1953

Aufnahmenummer (Nr zdj.)	32	27	28	98	101	102	Deckungswert (Średnia wartość pokrywania)	Stetigkeit (Stalność)
Forstabweilung (Oddz.)	16	1	1	1	16	28		
Geol. Unterlage (Podł. geol.)	Alluviale Terrasse (Terasa aluwialna)							
Kronenschluss (Zwarcie koron)	60	70,30	70,40	70,20	70,20	/10		
Deck. d. Strauchschicht (Zw. krzewów)	70	60	50	30	40	95		
Deck. d. Krautschicht (Zw. ziół)	80	80	80	70	60	70		
Deck. d. Bodensch. (Zw. mchów)	0	+	0	0	0	0		
Bodentyp (Typ gleby)	A	A	A	A	A	A		
pH des Bodens in 5—10 cm. (pH gleby na głęb. 5—10 cm)		5,5	—	5,5	5,3	6,8 6,5		
pH des Bodens in ± 100 cm. (pH gleby na głęb. ± 100 cm)		7,3	—	6,3	6,5	6,5		
Grundwasserstand in cm (Poziom wody)	75	73	43	65	—	—		
Datum (Data)	20.IX	17.IX	17.IX	26.VI	1.VII	3.XII		
	1953	1953	1953	1954	1954	1954		
	7.VI					25.VI		
	1954					1955		

Alneto-Ulmion- Verbands- und Populetales-Ordnungscharakterarten

(Gatunki charakterystyczne związku Alneto-Ulmion i rzędu Populetales)

<i>Geum rivale</i> L.	+	(+)	1	(+)	+	+	92	X
<i>Padus avium</i> Mill. 5	.	2	3	1	2	.	1292	VII
" " 5	4	3	2	1	3	2	2958	X
" " 2	2	1	1	+	2	+	753	X
<i>Humulus lupulus</i> L. 5/2	+	(+)	+	+/+	.	2/+	298	IX
<i>Festuca gigantea</i> (L.) Vill.	+	(+)	1	+	.	.	88	VII
<i>Rubus caesius</i> L.	.	+	+	+	.	1	88	VII
<i>Circaea lutetiana</i> L.	.	1	1	1	.	.	250	V
<i>Ribes Schlechtendalii</i> Lge 5	.	.	(+)	.	.	+	3	IV
" " 2	.	1	(+)	+	.	+	88	VII
<i>Chrysosplenium alternifolium</i> L.	1	.	+	+	1	.	170	VII
<i>Stachys silvatica</i> L.	+	.	.	+	1	.	87	V
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	.	.	.	+	+	.	3	IV
<i>Ulmus campestris</i> L. 5	.	+	.	.	.	3	627	IV
" " 2	.	.	.	.	.	1	83	II
<i>Viburnum opulus</i> L. 5	.	..	.	+	.	+	3	IV
" " 2	.	.	+	.	.	.	2	II

Fagetalia — Ordnungscharakterarten

(Gatunki charakterystyczne rzędu Fagetalia)

<i>Milium effusum</i> L.	+	+	.	(+)	1	.	89	VII
<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott.	.	(+)	(+)	.	.	+	5	V
<i>Tilia cordata</i> Mill. 5	.	/+	/1	/+	.	.	87	V
" " 5	.	(+)	+	.	.	+	5	V
<i>Mycelis muralis</i> (L.) Dum	.	.	+	.	+	.	3	IV

Querceto-Fagetea — Klassencharakterarten

(Gatunki charakterystyczne klasy Querceto-Fagetea)

<i>Corylus avellana</i> L. 5	+	2	2	+	+	+	590	X
" " 2	.	.	.	+	.	+	3	IV
<i>Evonymus europaea</i> L. 5	+	.	(+)	+	+	+	8	IX
" " 2	+	1	+	+	+	+	92	X
<i>Adoxa moschatellina</i> L.	.	+	+	+	+	1	90	IX
<i>Aegopodium podagraria</i> L.	1	.	1	1	+	2	543	IX
<i>Impatiens noli-tangere</i> L.	+	+	+	2	1	.	380	IX
<i>Paris quadrifolia</i> L.	.	+	+	+	+	.	7	VII
<i>Anemone nemorosa</i> L.	.	.	.	+	+	+	5	V
<i>Brachypodium silvaticum</i> (Huds.) Roem. et Schult.	.	1	+	1	.	.	168	V
<i>Cornus sanguinea</i> L. 5	+	.	.	+	.	1	87	V
" " 2	+	.	.	.	.	.	2	II
<i>Ficaria verna</i> Huds.	+	.	.	+	.	+	5	V
<i>Geum urbanum</i> L.	.	.	+	+	.	+	5	V
<i>Moehringia trinervia</i> (L.) Clairv.	.	.	.	+	+	+	5	V
<i>Viola silvestris</i> Richb.	.	1	.	+	+	.	87	V
<i>Asarum europaeum</i> L.	.	.	+	.	.	2	293	IV
<i>Hepatica nobilis</i> Garsault	.	+	+	.	.	.	3	IV
<i>Pulmonaria obscura</i> Dum.	+	.	.	.	.	1	85	IV
<i>Scrophularia nodosa</i> L.	.	.	.	+	+	.	3	IV

Alnetea glutinosae — Klassencharakterarten

(Gatunki charakterystyczne klasy Alnetea glutinosae)

<i>Solanum dulcamara</i> L.	+	.	+	.	+	.	5	V
<i>Ribes nigrum</i> L. 5	1	.	.	.	.	.	83	II
" " 2	1	.	.	.	+	.	85	IV

Begleiter (Gatunki towarzyszące)

<i>Glechoma hederacea</i> L.	3	3	4	3	2	1	3292	X
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	1	(+)	+	+	+	+	92	X
<i>Urtica dioica</i> L.	1	(+)	1	+	1	+	255	X
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn. 5	4	3/	4/	4/	4/	.	4792	IX
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	+	(+)	+	+	+	.	8	IX
<i>Geranium Robertianum</i> L.	.	(+)	+	+	+	+	8	IX
<i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) P. B.	.	(+)	+	+	.	+	7	VII

<i>Lapsana communis</i> L.	.	.	+	+	+	+	7	VII
<i>Scutellaria galericulata</i> L.	+	.	(+)	+	+	.	7	VII
<i>Stellaria nemorum</i> L.	+	1	1	+	.	.	170	VII
<i>Ajuga reptans</i> L.	.	+	.	.	+	+	5	V
<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth.	.	1	1	+	.	.	168	V
<i>Pinus silvestris</i> L. 5	+	3/	.	+/	.	.	628	V
„ „ 2	.	.	.	+	.	.	2	II
<i>Galium palustre</i> L.	+	.	(+)	.	+	.	5	V
<i>Quercus robur</i> L. 5	.	.	+/	1/	.	+	87	V
<i>Ranunculus repens</i> L.	+	.	.	+	+	.	5	V
<i>Sambucus nigra</i> L. 5	.	1	+	+	.	.	87	V
„ „ 2	.	+	.	+	.	.	3	IV
<i>Stellaria media</i> Vill.	.	(+)	(+)	+	.	.	5	V
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	.	.	.	.	+	+	3	IV
<i>Dryopteris spinulosa</i> (Müll.) O. Kuntze	+	+	.	.	.	.	3	IV
<i>Galium aparine</i> L.	.	.	.	.	+	1	85	IV
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	.	.	.	.	+	.	3	IV
<i>Myosotis palustris</i> (L.) Nathorst	+	.	.	.	+	.	3	IV
<i>Oxalis acetosella</i> L.	.	3	.	1	.	.	708	IV
<i>Poa trivialis</i> L.	+	.	.	.	.	+	3	IV
<i>Polygonum hydropiper</i> L.	.	.	(+)	.	+	.	3	IV
<i>Quercus sessilis</i> Ehrh. 2	.	(+)	.	+	.	.	3	IV
<i>Sorbus aucuparia</i> L. 2	.	(+)	.	+	.	.	3	IV

Sporadische Arten, (Gatunki sporadyczne)

Populetales — Charakterarten: *Equisetum hiemale* L. (102); *Equisetum silvaticum* L. (32); *Mnium undulatum* Weis. (102); *Salix alba* L. (102).

Fagetalia — Charakterarten: *Epilobium montanum* L. (101); *Sanicula europaea* L. (28); *Stellaria holostea* L. (102).

Querceto-Fagetea — Charakterarten: *Campanula trachelium* L. (102); *Crataegus monogyna* Jacq. (102); *Eurhynchium Zettersiedtii* (27); *Galeobdolon luteum* Huds. (32); *Prunus spinosa* L. (102); *Viola mirabilis* L. (102).

Alnetea glutinosae — Charakterart: *Carex elongata* L. (28).

Begleiter: *Agrostis stolonifera* L. (101); *Alliaria officinalis* Andr. (98); *Angelica silvestris* L. (27); *Anthriscus silvestris* (L.) Hoffm. (102); *Arctium lappa* L. (102); *Cerastium* sp. (27, 101); *Chaerophyllum temulum* L. (98); *Chelidonium majus* L. (98); *Convallaria maialis* L. (102); *Crepis paludosa* (L.) Mnh. (27); *Cuscuta europaea* L. (28); *Dactylis glomerata* L. (102); *Equisetum arvense* L. (98); *Equisetum pratense* Ehrh. (102); *Fragaria vesca* L. (27); *Galeopsis pubescens* Bess. (27); *Galeopsis speciosa* Mill. (28); *Geranium palustre* L. (102); *Heracleum sphondylium* L. (102); *Iris pseudoacorus* L. (32); *Iris sibirica* L. (32); *Juncus effusus* L. (32); *Lythrum salicaria* L. (32); *Majanthemum bifolium* (L.) F. W. Schm. (27); *Malus silvestris* (L.) Mill. (28); *Melica nutans* L. (27); *Mnium medium* Br. eur. (102); *Phalaris arundinacea* L. (32); *Poa nemoralis* L. (28); *Polygonum bistorta* L. (32); *Polygonum dumetorum* L. (101); *Rhamnus cathartica* L. (102); *Rubus* sp. (98); *Veronica chamaedrys* L. (102); *Viola sepium* L. (102); *Viola* sp. (27).

Die Bodenprofile der *Galeobdolon luteum* — Variante werden durch Abwesenheit von Rohhumus ausgezeichnet, was mit einer biologischen Aktivität des Bodens zusammenhängt.

Der Reaktionsbereich der untersuchten Böden umspannt eine recht beträchtliche pH-Variationsbreite. Dicht unter der Oberfläche (5—10 cm) liegen die pH-Werte zwischen 4,5 und 6,5 (im Mittel : 4,83). Mit der Tiefe sinkt die Azidität deutlich: bei 100 cm liegt sie schon im Mittel um pH 5,74 und variiert zwischen pH 5,0 und 7,0. In der Tiefe von 200 cm ist der Boden meist neutral.

Hinsichtlich ihrer Standortsansprüche stellt die behandelte Gesellschaft einen Uebergang von mesophilen Laubwäldern zu den im folgenden zu erörternden Auenwäldern dar.

E. Fraxino-Ulmetum (T x. ap. L o h m. 1952) O b e r d. 1953.

Mit dem *Fraxino-Ulmetum* kommen wir zur Besprechung der Auenwälder, welche im untersuchten Gebiet durch zwei verschiedene Assoziationen vertreten sind, über. Fragmentarischer Ausbildung wegen lässt sich vorläufig nur eine provisorische Schilderung der beiden Gesellschaften darstellen.

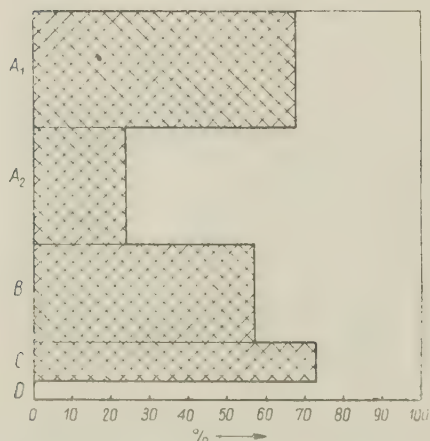


Fig. 15. Durchschnittliche Schichtung im *Fraxino-Ulmetum*

Äusserst fragmentarisch entwickelt sind die Eschen-Rüster-Restwälder. Sie kommen an wenigen Stellen der niederen alluvialen Terrassenflügeln am Uebergang der Aue in die Talhänge vor. Der heutige Baumbestand gibt meistens keine natürlichen Verhältnisse wieder. Ueberall herrscht die Schwarzerle in der oberen und die Traubenkirsche in der unteren Baumschicht vor. Nicht selten tritt auch eine künstlich eingeführte Kiefer zum Vorschein. An den natürliche Kombination bildenden Arten ist nur die

Feldulme mit geringer Stetigkeit vorhanden, die Esche dagegen fehlt überhaupt. In der Strauchschicht zeichnet sich die Traubenkirsche durch ihren hohen Deckungswert und hohe Stetigkeit besonders aus.

Die zu besprechende Gesellschaft wird durch eine meist üppig entwickelte Krautschicht sowie durch das Fehlen einer Bodenschicht gekennzeichnet.

Ihrem floristischen Gefüge nach fällt die Gesellschaft eindeutig in die *Populetales*—Ordnung, welche im Mitteleuropa durch den einzigen *Alneto-Ulmion*—Verband vertreten wird. Die entsprechenden Charakterarten spielen in allen untersuchten Beständen eine hervorragende Rolle.

Einen besonders hohen systematischen Wert erreichen dann die *Querceto-Fagetea* — Klassencharakterarten; die *Fagetales* — Arten treten weit zurück und die *Alnetalia glutinosae* — Elemente sind systematisch belanglos. Ueber die Verbandszugehörigkeit der in Frage kommenden Ge-

T a b e l l e 11

Gruppenanteil (G), Gruppenstetigkeit (S) und systematischer Gruppenwert (D) der Arten im *Fraxino-Ulmetum* von „Ruda“

Artengruppe (Grupa gatunków)	z	g	G	S	D
<i>Populetales</i> —	16	48	19,5	50,0	9,8
<i>Fagetales</i> —	7	15	6,1	35,7	2,2
<i>Querceto-Fagetea</i> —	21	60	24,4	47,5	11,6
<i>Alnetea glutinosae</i> —	2	5	2,0	41,6	0,9
<i>Vaccinio-Piceetea</i> —	1	2	0,8	33,3	0,3
B e g l e i t e r	54	115	47,2	35,5	16,8
	101	245	100,0 (n = 6)		

sellschaft besteht wohl kein Zweifel. Etwas anders steht die Sache, wenn wir nach ihrer Assoziationszugehörigkeit fragen wollen. Unsere Gesellschaft steht entschieden dem *Fraxino-Ulmetum* im Sinne E. O b e r d o r f e r s (1953) am nächsten so, dass wir sie vorläufig zu derselben Assoziation gezählt haben, ohne damit jedoch diese Frage für endgültig geklärt betrachten zu wollen. Die pflanzensoziologische Erforschung polnischer Auenwälder, namentlich in systematischer Hinsicht, ist zur Zeit noch recht beschränkt. Nur wenige Tabellen sind bisher veröffentlicht worden, sie beziehen sich dabei zweifelsohne auf ganz verschiedene Gesellschaften. Es ist vorläufig kaum möglich eine kritisch-synthetische Systematisierung derselben vorzunehmen und vergleichende Analyse mit den bekannten, besser erforschten Assoziationen der Nachbargebiete durchzuführen. Die endgültige Klärung der systematischen Stellung der in Frage kommenden Auenwaldgesellschaft muss weiteren Untersuchungen überlassen werden.

Es ist darauf hinzuweisen, dass *Fraxino-Ulmetum* von Puławy ausschliesslich durch Assoziationsfragmente von geringer Fläche vertreten

ist; die Assoziationsmerkmale lassen sich also nur schwer und unvollkommen erkennen. Einer unbedeutenden räumlichen Ausdehnung der betreffenden Bestände wegen machen sich mancherlei floristische Einflüsse der angrenzenden Gesellschaften merkbar. Als wichtigste Kontaktgesellschaft kommt freilich die *Galeobdolon luteum* — Variante des *Querceto-Carpinetum* in Betracht. Trotzdem ist die Trennung der beiden Ein-

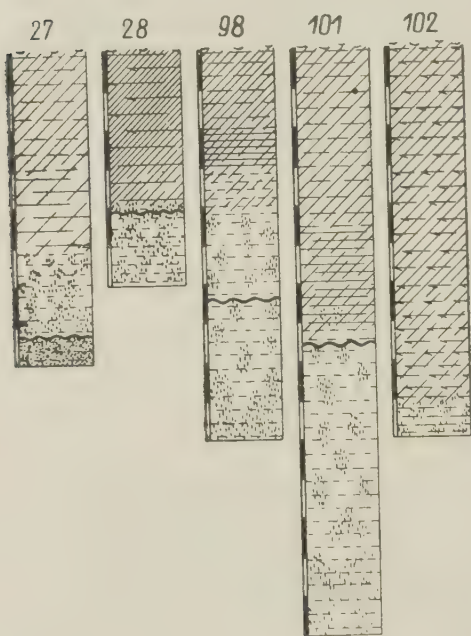


Fig. 16. Die Bodenprofile des *Fraxino-Ulmetum*

Körnung: meist wechseln die Schichten von ganz verschiedener mechanischer Zusammensetzung vom Sand bis Ton. Im allgemeinen ist jedoch der Anteil von feineren Korngrößen bedeutend höher als es bei dem weiter zu erörternden *Saliceto-Populatum* der Fall ist. Insbesondere gibt es in jedem Profil eine verschieden mächtige Schicht vom schweren bis tonigen Lehm. Dadurch werden die Luft- und Wasserverhältnisse solcher Böden in ungünstiger Richtung beeinflusst und die anaeroben Reduktionsprozesse werden gefördert.

Die Böden des *Fraxino-Ulmetum* zeichnen sich durch eine bedeutende biologische Aktivität in den oberen biogenen Horizonten aus. Diejenige ökologisch höchstwichtige Tatsache, welche auf den relativ hohen Nährstoffvorrat und günstige Reaktionsverhältnisse zurückzuführen ist, führt seinerseits zur lebhaften Streueverwesung und in der Folge zur bedeutenden Humusanreicherung im akkumulativen Horizont.

heiten meist nicht allzuschwer durchführbar. Als Differentialarten des *Fraxino-Ulmetum* mögen u. a. *Chrysosplenium alternifolium*, *Geum rivale* und *Glechoma hederacea* neben der Schwarzerle im Baumbestande gelten.

Die Böden des *Fraxino-Ulmetum* sind ausgesprochene Aueböden von alluvialer Herkunft. In ihrem Wasserhaushalt spielt das nährstoffreiche, langsam bewegliche Grundwasser vom wechselnden Stande eine entscheidende Rolle. Oberflächliche Ueberflutung kommt nur selten zu Tage, was mit der topographischen Lage der Gesellschaft in Verbindung steht. An der Entwicklung der *Fraxino-Ulmetum*—Böden werden überdies deluviale Prozesse beteiligt. Alle untersuchten Profile sind deutlich geschichtet bezüglich ihrer

In den tieferen Bodenschichten werden unter dem Einfluss des Grundwassers meist mächtige, gutausgeprägte Gleihorizonte ausgebildet.

Die Profileigenschaften mögen an einigen Beispielen erläutert werden:

A u f n a h m e No 98

- 0 - 20 cm Lehmiger Sand, mullartig-humos, dunkelbraun; gutes Schwammgefüge;
- 20 - 30 cm Schwerer, toniger Lehm, schwarz, sehr bindig, rostgestreift;
- 30 - 40 cm Loser Feinsand, dunkelgrau, rostgefleckt;
- 40-100 cm Loser Grobsand, hellgrau mit einer bläulichen Nuance.

Grundwasserstand in ca 65 cm.

Azidität: in oberen 25 cm sauer, dann schwach sauer.

A u f n a h m e No 101

- 0 - 45 cm Lehmiger Sand, mullartig-humos, dunkelbraun;
- 45 - 70 cm Sandiger Lehm, schwarz, rostgefleckt;
- 70-150 cm Loser Grobsand, bläulich, vernässt.

Grundwasserstand in ca 75 cm.

Azidität: in den oberen 25 cm — sauer, dann schwach sauer.

In Bezug auf die Bodenazidität zeigt das *Fraxino-Ulmetum* im Vergleich mit den übrigen untersuchten Gesellschaften die grösste ökologische Amplitude, insbesondere wenn es sich um die oberen Bodenschichten handelt, auf. In der Tiefe von 5—10 cm umspannt die pH-Variationsbreite einen recht beträchtlichen Reaktionsbereich von pH 6,8 bis pH 4,5 mit einem schwachen Maximum bei $\text{pH} \equiv 5,0$. Mit der Tiefe wird die pH-Amplitude deutlich eingengt und im allgemeinen nach den höheren pH-Werten verschoben: bei ca 100 cm schwankt die Bodenazidität zwischen pH 7,3 und 5,8 wobei 65% aller Beobachtungsfälle im pH-Spielraum 6,5—6,3 liegen.

Die meisten *Fraxino-Ulmetum* — Standorte sind im untersuchten Gebiet schon seit langem entwaldet worden. An solchen Stellen ziehen sich jetzt ausgedehnte *Arrhenatheretalia* — Wiesen; seltener wird das Land unter Acker- und Gartenbau eingenommen.

F. *Saliceto-Populetum* (T x. 1931) M e i j e r D r e e s 1936

Die letzte zu besprechende Waldgesellschaft des Reviers „Ruda“ stellt die Weichholzaue dar. Sie wird durch äusserst kleine, im Grünland eingesprenzte, Bestände vertreten so, dass weder physiognomische noch floristische Gesellschaftsmerkmale gut ausgeprägt werden können. Die nachfolgende soziologische Charakteristik ist deshalb sehr unvollkommen und bedarf weiterer Forschungen.

Saliceto-Populetum weist eine besondere Schichtenstruktur auf. Der Baumbestand wird von zwei deutlich abtrennbaren Schichten gebildet.

Querceto-Fagetea — Klassencharakterarten
(Gatunki charakterystyczne klasy Querceto-Fagetea)

<i>Aegopodium podagraria</i> L.	2	1	2	2	1	3	2	1679	X
<i>Geum urbanum</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	10	X
<i>Evonymus europaea</i> L. 5	.	1	+	+	.	.	1	146	VI
" " 4	+	.	+	+	+	+	+	9	IX
<i>Scrophularia nodosa</i> L.	+	.	+	.	+	-	(+)	7	VIII
<i>Ficaria verna</i> Huds.	+	2	2	+	.	.	.	503	VI
<i>Adoxa moschatellina</i> L.	+	+	+	.	.	.	.	4	V
<i>Cornus sanguinea</i> L. 5	.	.	+	.	+	.	.	4	V
" " 4	.	.	.	.	+	.	.	1	II

<i>Solanum dulcamara</i> L.	.	+	+	.	.	.	.	5	V
<i>Ribes nigrum</i> L. 5	.	+	.	.	.	.	.	4	V
" " 4	.	+	.	.	.	.	.	1	III

[illegible]

Tabelle 12 (c. d.)

<i>Cirsium oleraceum</i> (L.) Scop.	.	.	+	.	+	.	.	3	III
<i>Galium mollugo</i> L.	(+)	.	.	.	.	.	1	73	III
<i>Mentha</i> sp.	.	.	.	+	+	.	.	3	III
<i>Poa palustris</i> L.	.	.	.	.	1	+	.	73	III
<i>Prunella vulgaris</i> L.	+	.	.	.	+	.	.	3	III
<i>Rhamnus cathartica</i> L.	+	.	.	.	.	.	1	73	III
<i>Rumex acetosa</i> L.	+	.	.	.	.	.	+	3	III
<i>Stachys palustris</i> L.	.	.	.	.	+	+	.	3	

Sporadische Arten (Gatunki sporadyczne)

Populetales-Charakterarten: *Chaerophyllum aromaticum* L. (91); *Festuca gigantea* (L.) Vill. (91); *Geum rivale* L. (86); *Ribes Schlechtendalii* Lge (81); *Saponaria officinalis* L. (100); *Viburnum opulus* L. (82).

Fagetalia-Charakterarten: *Dactylis Aschersoniana* Graebn. (91); *Stellaria holostea* L. (86).

Querceto-Fagetea-Charakterarten: *Acer platanoides* L. (91); *Fraxinus excelsior* L. (81); *Galeobdolon luteum* Huds. (91); *Moehringia trinervia* (L.) Clairv. (81); *Viola silvestris* Rchb. (81).

Alnetalia-Charakterart: *Frangula alnus* Mill. (100).

Begleiter: *Achillea millefolium* L. (81); *Agropyron repens* (L.) P. B. (100); *Angelica silvestris* L. (82); *Arabis arenosa* (L.) Scop. (81); *Arctium lappa* L. (100); *Ballota nigra* L. (81); *Carex* sp. (95); *Cerastium vulgatum* L. (81); *Chelidonium maius* L. (81); *Chenopodium* cfr. *album* L. (81); *Cirsium palustre* L. (81); *Crepis paludosa* (L.) Mch. (81); *Galeopsis pubescens* Bess. (81); *Geranium palustre* L. (82); *Hieracium sibiricum* L. (100); *Lapsana communis* L. (81); *Lychnis flos-cuculi* L. (86); *Malus silvestris* (L.) Mill. (91); *Oenanthe aquatica* (L.) Poir. (91); *Phleum pratense* L. (91); *Plantago maior* L. (81); *Quercus robur* L. (86); *Quercus sessilis* Ehrh. (81); *Rumex confertus* Willd. (100); *Scutellaria galericulata* L. (81); *Stellaria media* Vill. (81); *Tussilago farfara* L. (81); *Veronica chamaedrys* L. (81); *Vicia cracca* L. (100).

Im Gegensatz zum *Fraxino-Ulmetum* fällt jedoch der unteren Holzschicht die Hauptrolle zu. An deren Zusammensetzung beteiligen sich vor allem baumartige Weidenarten, so in erster Linie *Salix alba* und *Salix fragilis*, dann aber auch *Alnus glutinosa* und (selten) *Fraxinus excelsior*. Obere, sehr lichte Baumschicht setzt sich dagegen meist aus vereinzelt *Salix alba*- und *Populus nigra* — Exemplaren zusammen. Die Strauchschicht ist gut entwickelt und wird von verschiedenen *Salix*-Arten, *Padus avium*, *Evonymus europaea*, *Cornus sanguinea* u. a. gebildet.

Saliceto-Populetum wird durch eine üppige, mehrschichtige Krautschicht ausgezeichnet. Infolge grosser Menge von Hochstauden, Gräsern und Lianen bekommt dieselbe ein eigenartiges Gepräge. Durch die wickenden und haftenden Pflanzen wird die Krautschicht oft zu einem schwer betretbaren Dickicht.

Ueber die floristische Zusammensetzung und soziologisch-systematische Struktur der behandelten Gesellschaft geben Tabellen 12 und 13 Auskunft. Als wichtigste Artengruppe erhebt sich die der *Alneto-Ulmion*- und *Populetalia* — Charakterarten. Stark vertreten sind auch die *Querceto-Fagetea* — Klassencharakterarten; insbesondere zeichnen sich *Aegopodium podagraria*, *Evonymus europaea* und *Geum urbanum* durch das stete Vorkommen aus. Die im *Saliceto-Populetum* von Puławy beobachteten Tatsachen stimmen mit der von E. Oberdorfer (1953) vertretenen Auffassung der *Salicion* — Verband sei der *Querceto-Fagetea* — Klasse zuzuzählen, vollkommen überein.

Im floristischen Gefüge der in Frage kommenden Gesellschaft machen sich eine bedeutende Anzahl nitrophiler Gewächse merkbar. Diese Tatsache steht mit dem hohen Nährstoffvorrat des Bodens und insbesondere mit dem grossen Gehalt an mildem, gut zersetztem Humus im engsten Zusammenhang. Als häufigste diesbezüglichen Arten seien *Urtica dioica*, *Lamium album*, *Anthriscus silvester* und *Artemisia vulgaris* genannt.

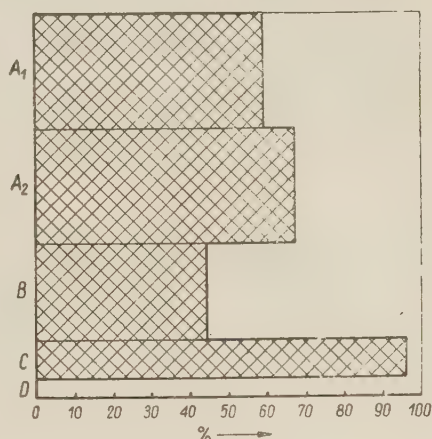


Fig. 17. Durchschnittliche Schichtung im *Saliceto-Populetum*

Tabelle 13

Gruppenanteil (G), Gruppenstetigkeit (S) und systematischer Gruppenwert (D) der Arten im *Saliceto-Populetum* von „Ruda“

Artengruppe (Grupa gatunków)		z	g	G	S	D
Populetalia —	Charakterarten	17	56	19,7	45,6	9,0
Fagetalia —		3	4	1,4	19,0	0,3
Querceto-Fagetea —		11	40	14,1	52,0	7,3
Alnetea glutinosae —		3	8	2,8	38,0	1,1
Begleiter		63	175	62,0	39,7	24,6
		97	283	100,0 (n=7)		

Wegen geringer räumlicher Ausdehnung der einzelnen Bestände dringen ins *Saliceto-Populetum* viele Arten aus den Nachbargesellschaften ein. Es sind vor allem verschiedene Wiesenpflanzen, z. T. *Molinio-Arrhenatheretea* — Charakterarten. Einige dieser Arten, wie z. B. *Heracleum sphondylium*, *Poa trivialis*, *Dactylis glome-*

rata, *Phalaris arundinacea*, *Filipendula ulmaria*, *Symphytum officinale* und *Geranium pratense*, erreichen zum Teil recht hohe Stetigkeitswerte, werden jedoch meist durch eine abgeschwächte Vitalität ausgezeichnet.

Trotz einer äusserst fragmentarischen Ausbildung lässt sich die Assoziationszugehörigkeit der von uns beschriebenen Weidenau ziemlich leicht feststellen. Sie ist dem *Salicion* — Unterverband einzuordnen und schliesst sich am besten den von E. Oberdorfer (1953) als *Saliceto-Populetum* (Tx. 1931) Meijer Drees 1936 zusammengefassten Tabellen an. Die genannte Assoziation, als typische azonale Dauergesellschaft, zeichnet sich durch verhältnismässig schwache regionale Variabilität aus und kommt in ökologisch zusagenden Lagen über die verschiedenen Teile Europas in einer sehr ähnlichen Ausbildung vor.

Sie ist bei uns noch weit zu wenig erforscht um irgend eine vergleichend-systematische Betrachtung bezüglich ihrer feineren Differenzierung zu erlauben.

Die *Saliceto-Populetum* — Bestände des untersuchten Gebiets werden in ihrem Vorkommen auf einen kleinen Saum der Kurówka entlang beschränkt. Die entsprechenden Standorte sind meistens entwaldet und in Grünland verwandelt worden so, dass nur winzige Flecken noch unter dem Walde bleiben. Sie stehen ganz unter dem Einfluss periodischer Hochwasserüberschwemmungen, welche die gesamte Ökologie der Gesellschaft zu bestimmen scheinen. Die Böden des *Saliceto-*

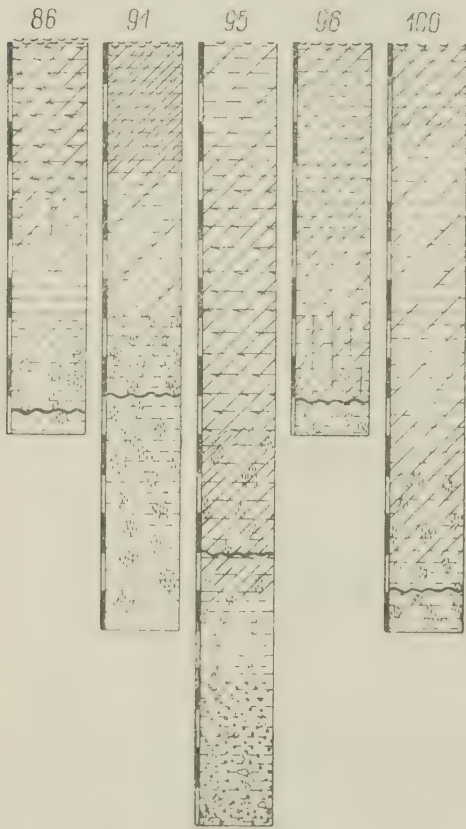


Fig. 18. Die Bodenprofile des *Saliceto-Populetum*

Populetum sind typische Aueböden mit einem schwach entwickelten Profil. Für ihre Entstehungsart und Dynamik sind die aluvialen Prozesse massgebend. Gerade diesen Prozessen verdanken die entsprechenden Böden ihren hohen Fruchtbarkeitszustand.

Wie die meisten alluvialen Böden werden auch dieselben des *Saliceto-Populetum* deutlich geschichtet. Schichten von verschiedener mechani-

scher Zusammensetzung wechseln im Bodenprofil miteinander. Im Vergleich mit den *Fraxino-Ulmetum* — Böden wird jedoch die mittlere Körnung nach den groberen Korngrößen hin verschoben: es herrschen Fein- und Grobsande entschieden vor, schwere Lehm- oder Tonschichten fehlen dagegen überhaupt. In morphologischer Hinsicht zeigen alle untersuchten Böden ein ausgesprochenes A/G — Profil. Ueber dem bläulich gefärbten Gleihorizont liegt ein humoser, braunschwarzer Akkumulationshorizont meist von ansehnlicher Mächtigkeit. In einigen wenigen Profilen macht sich die beginnende Verbraunung des Auebodens merkbar.

A u f n a h m e No. 91

- 0 - 35 cm Humoser, lehmiger Sand, braunschwarz mit Krümmelstruktur, geht allmählich in den nächsten Horizont über;
- 35 - 60 cm Uebergangshorizont; brauner, schwach lehmiger Sand;
- 60 - 90 cm Loser Sand, hell, mandelfärbig, mit Gleiflecken im unteren Teil;
- 90-150 cm Loser, bläulicher Sand, vergleitet, nass.

Grundwasserstand in ca 90 cm.

Azidität: im ganzen Profil neutral.

A u f n a h m e No. 95

- 0 - 35 cm Schwachlehmiger Sand, humushaltig, schwärzlichbraun;
- 35-100 cm Schwarzbrauner, humoser Staubsand;
- 100-140 cm Lehmiger Feinsand schwarz mit einer kalten Nuance, etwas bindig;
- 140-160 cm Loser Feinsand, bläulich, nass;
- 160-200 cm Loser, feinkieshaltiger Grobsand, blau mit vereinzelt farbigen Körnern, nass.

Grundwasserstand in ca 140 cm.

Azidität: im ganzen Profil neutral.

A u f n a h m e No. 100

- 0 - 18 cm Schwachlehmiger Feinsand, humushaltig, dunkelbraun;
- 18 - 95 cm Loser, humusarmer Sand, hellbraun;
- 95-130 cm Loser, dunkelgrauer Sand;
- 130-140 cm Loser Grobsand, vollkommen entfärbt, sehr feucht;
- 140-150 cm Loser Grobsand, hellblau, nass.

Grundwasserstand in ca 140 cm.

Azidität: im ganzen Profil neutral.

In Bezug auf die Bodenazidität gehört *Saliceto-Populetum* zu den besonders begünstigten Gesellschaften des Gebietes. Zwar schwanken die Reaktionswerte von pH 7,3 zu pH 5,8, ausnahmsweise selbst bis zu pH 5,3, doch fallen 81,4% aller Beobachtungsfälle in den pH-Bereich 7,0—6,8. Die angeführten Angaben beziehen sich auf die oberen Bodenschichten von 5 bis 10 cm Tiefe; im Untergrund gestalten sich diese Verhältnisse noch günstiger. In der Tiefe von 100 cm wird die Variationsbreite bis auf

den pH-Bereich von 7,3 zu 6,5 geengt, wobei 83,0% der Einzelwerte in einem pH-Spielraum von 7,0 zu 6,8 liegen.

Die *Saliceto-Populetum* — Böden sind potenziell als die fruchtbarsten Waldstandorte des Gebietes zu betrachten. Wenn auch ihre Leistungsfähigkeit weit hinter einer solchen von *Fraxino-Ulmetum* — Böden steht, so ist das auf die hemmende Wirkung des überschüssigen Wassers, wodurch die Luftverhältnisse der Wurzelschicht benachteiligt werden, zurückzuführen.

VERGLEICHENDE ÖKOLOGISCH-DYNAMISCHE BETRACHTUNG

Nachdem wir die einzelnen Waldgesellschaften des Forstreviers „Ruda“ einigermaßen kennen gelernt haben wollen wir auf diejenigen einen zusammenfassenden Rückblick werfen um der Frage nach deren standortsökologischen Abhängigkeiten und mutmasslichen Entwicklungsrichtungen näher zu kommen. Wir fangen mit den floristisch-soziologischen Verhältnissen an.

T a b e l l e 14

Gesamte und mittlere Artenzahl in den Waldgesellschaften des Forstreviers „Ruda“ bei Puławy

Assoziation (Zespól)	Gesamtartenzahl (ogólna ilość gatunków)	Mittl. Artenzahl (średnia ilość gatunków)
<i>Saliceto-Populetum</i>	97	41,6
<i>Fraxino-Ulmetum</i>	101	44,7
<i>Querceto-Carpinetum</i> <i>Galeobdolon</i> -Variante	127	49,7
<i>Querceto-Carpinetum</i> <i>Vaccinium myrtillus</i> - -Var.	130	46,0
<i>Pineto-Quercetum</i> <i>Potentilla</i> -Subvar.	154	54,4
<i>Pineto-Quercetum</i> <i>Corylus avellana</i> - -Subvar.	117	39,0
<i>Pineto-Quercetum</i> <i>Dicranum undulatum</i> - -Var.	81	31,4
<i>Pineto-Vaccinietum</i> <i>myrtilli</i>	42	21,0

Die Gesamtenzahl (s. Tabelle 14) schwankt zwischen 42 im *Pineto-Vaccinietum myrtilli* und 154 in der *Potentilla alba* — Subvariante von *Pineto-Quercetum*. Die Verteilung der Artenzahl auf die einzelnen Gesellschaften wird durch das beigegefügte Diagramm (Fig. 19) veranschaulicht. Die entsprechenden Werte nehmen vom *Saliceto-Populetum* über *Fraxino-Ulmetum* und beide *Querceto-Carpineten* bis zur *Potentilla* — Subvariante des *Pineto-Quercetum* ständig zu, erreichen hier ihren Höchstwert um dann über die *Corylus*-, und *Dicranum* — Varianten bis zum *Pineto-Vaccinietum* plötzlich abzustiegen. Die floristische Armut der nadelwaldähnlichen Gesellschaften kommt dabei deutlich zu Tage. Ebenso ist der relative Reichtum der mesophilen Pflanzengesellschaften im Vergleich mit jenen der extremeren Standorte gut ersichtlich.

Die angeführten Gesamtartenzahlen sind jedoch ungleicher Aufnahmezahl der einzelnen Tabellen wegen kaum miteinander vergleichbar; die daran fussenden Schlüsse müssen auf ihre Gültigkeit geprüft werden. Die tatsächlichen Verhältnisse scheinen besser durch die mittleren

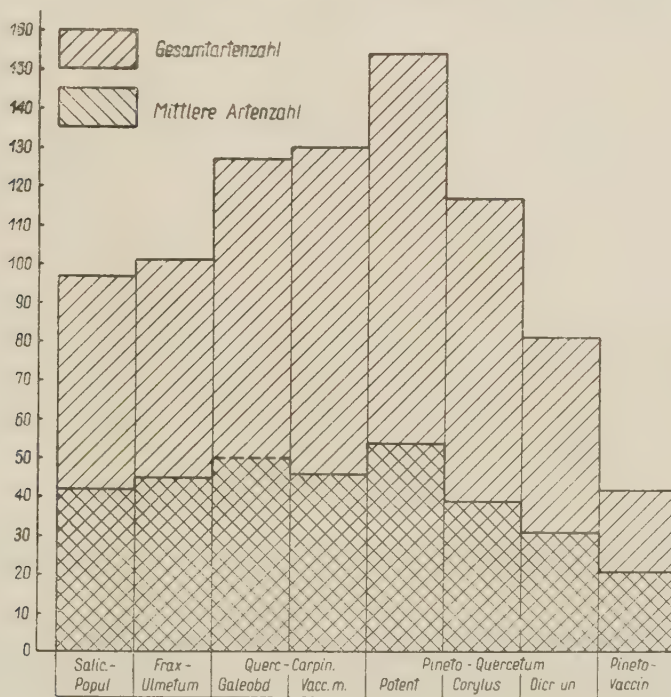


Fig. 19. Gesamte und mittlere Artenzahl in den Waldassoziationen des Forstreviers „Ruda“ bei Puławy

Artenzahlen abgespiegelt zu werden; die entsprechenden Werte sind eben der Tabelle 14 zu entnehmen; gleichfalls sind sie auch graphisch dargestellt worden (s. Fig. 19). Wir ersehen, dass mittlere Arten-

zahl einer ähnlichen Variabilität wie die Gesamtartenzahl unterworfen ist, soweit es sich um extreme Werte handelt: den höchsten Wert zeigt die *Potentilla alba* — Subvariante des *Pineto-Quercetum*, den tiefsten — das *Pineto-Vaccinietum myrtili*. Was die Einzelheiten der Verteilung von mittleren Artenzahlen auf verschiedene Gesellschaften anbetrifft, so ergeben sich gewisse Unterschiede. Abgesehen von der *Potentilla* — Subvariante des *Pineto-Quercetum*, welche aus manchen Gründen gesondert zu betrachten ist, zeigen die mittleren Artenzahlen ein deutliches Maximum in der *Galeobdolon* — Variante des *Querceto-Carpinetum* und fallen sowohl nach der Seite der Auenwälder, wie der Misch- und Nadelwälder her. Wenn die mittlere Artenzahl als ein relatives Mass der Standortsbonität gewertet werden kann, so zeigt es sich auf jeden Fall, dass die mesophilen Laub- und Mischwaldstandorte die günstigsten ökologischen Bedingungen darbieten.

Wir wollen jetzt die untersuchten Gesellschaften hinsichtlich ihrer soziologisch-systematischen Struktur vergleichen. Durch die Tabelle 15 wird die Verteilung der nach R. T ü x e n und H. E l l e n b e r g (1937) berechneten systematischen Gruppenwerte auf die einzelnen ausgeschiedenen Einheiten zum Vorschein gebracht. Wir ersehen, dass in jeder Gesellschaft die eigenen Ordnungs- und Klassencharakterarten einen bei weitem höheren Wert im Vergleich mit den übrigen Artengruppen (Begleiter ausgenommen) erreichen. Dadurch ist die systematische Anordnung der einzelnen Einheiten trotz aller Schwierigkeiten durchführbar.

Interessante Schlüsse ergeben sich, wenn wir die Verteilung, also „soziologische Amplitude“ der einzelnen Artengruppen verfolgen wollen.

Die *Alnetalia* — Arten zeigen eine geringe Spannweite. Sie kommen, wenn auch spärlich, nur in den beiden *Alneto-Ulmion* — Assoziationen vor. Es handelt sich hier um ein paar Arten, welche wie z. B. *Solanum dulcamara* in den Erlenbruchwäldern ihren Schwerpunkt des Vorkommens haben und durch häufiges Uebergreifen in die feuchteren Auenwälder auf eine gewisse standortsökologische Aehnlichkeit der beiden Gesellschaften andeuten.

Der Hauptbereich der *Populetales* — Charakterarten umfasst selbstverständlich die beiden *Alneto-Ulmion* — Gesellschaften. Im *Saliceto-Populeum* ist es die absolut wichtigste Artengruppe, im *Fraxino-Ulmetum* steht sie hinter einer solchen der *Querceto-Fagetea* — Klassencharakterarten. Ihre Verbreitungsspannweite erstreckt sich weit über die Auenwälder hinaus und ist bis zur *Corylus* — Subvariante von *Pineto-Quercetum* zu verfolgen. Die entsprechenden Arten spielen jedoch in all diesen Gesellschaften praktisch keine Rolle und sind meist als schwache Nährstoff- und Feuchtigkeitszeiger anzusehen. Nur in der *Galeobdolon* — Va-

Tabelle 15

Verteilung der systematischen Gruppenwerte einiger Artengruppen in den Waldassoziationen des Forstreviers „Ruda“ bei Puławy

Charakter- arten- gruppe	Assozia- tion	Saliceto- Popu- letum	Fra- xino- Ulme- tum	Querceto- Carpinetum		Pineto- Quercetum		Pineto- Vaccinietum myrtilli
	Variante	—	—	Gale- obd.	Vacc. myrt.	Festuca rubra		—
	Sub- variante	—	—	—	—	Poten- tilla	Cory- lus	—
Alnetalia glutinosae- Ordnungscharakter- arten		1,1	0,9	.	.	.	.	.
Populetales- u. Alneto- Ulmen-Charakter- arten		9,0	9,8	1,8	0,5	0,1	0,2	.
Querceto-Fagetea- Klassencharakter- arten		7,3	11,6	15,7	2,6	1,4	1,8	1,0
Fagetales- und Carpi- nion- Charakterarten		0,3	2,2	5,6	9,8	2,6	2,2	1,5
Quercetalia pubescen- tis-Ordnungscharak- terarten		.	.	0,6	2,5	3,5	0,9	0,8
Vaccinio-Piceetea- Klassencharakter- arten		.	0,3	1,0	5,3	7,7	11,6	8,7
Vaccinio-Piceetalia- Ordnungscharakter- arten		.	.	0,2	2,0	3,8	4,5	8,4
								17,3

riante des *Querceto-Carpinetum* sind sie etwas stärker vertreten, was mit den ökologischen Anknüpfungen der genannten Gesellschaft an die Auenwälder im vollen Einklang steht.

Die *Querceto-Fagetea* — Klassencharakterarten sind im *Saliceto-Populetales*, *Fraxino-Ulmetum* und in der *Galeobdolon* — Variante von *Querceto-Carpinetum* reich vertreten. In der letztgenannten Einheit erreichen sie ihren absoluten Höchstwert. Da zu dieser Gruppe manche feuchtigkeitsliebende Arten gehören, verliert dieselbe in der trockeneren *Vaccinium myrtillus* — Variante des Eichen-Hainbuchenwaldes plötzlich an Bedeutung. Doch kommen die *Querceto-Fagetea* — Arten noch in allen Ausbildungsformen des Kiefern-Eichen-Mischwaldes als dessen Differentialarten den echten Nadelwäldern gegenüber vor.

Der Hauptvorkommensbereich der *Fagetalia*- (und *Carpinion*-) Charakterarten liegt im *Querceto-Carpinetum*. Durch diejenige Gruppe wird besonders die *Vaccinium myrtillus* — Variante ausgezeichnet. Das ist z. T. eine Folge des Umstandes, dass in jener Gruppe meist die trockenere Standorte bevorzugenden Laubwaldpflanzen zusammengefasst werden. Die Verbreitungsspannweite der *Fagetalia* — Arten erstreckt sich dennoch vom *Saliceto-Populetum*, wo sie nur recht zufällig auftreten, bis zur *Dicranum* — Variante des *Pineto-Quercetum*.

Die *Quercetalia pubescentis* — Charakterarten sind im allgemeinen belanglos, obwohl sie in allen *Querceto-Carpineten*, *Pineto-Querceten* und auch im *Pineto-Vaccinietum myrtilli* vorzukommen pflegen. Eine gewisse Bedeutung kommt dieser Artengruppe nur in der *Potentilla alba* — Subvariante des Kiefern-Eichen-Mischwaldes zu. Diese meist basiphilen, vor allem aber lichtbedürftigen, wärmeliebenden Arten zeigen auf besondere Standortbedingungen der betreffenden Gesellschaft hin und deuten auf innere dynamisch-genetische Zusammenhänge derselben mit dem thermophilen Eichenwald an.

Vaccinio-Piceetea — Klassencharakterarten, welche als schwache Zeiger der oberflächlichen Bodenversauerung und Verarmung zu betrachten sind, fehlen im fruchtbaren, neutrophilen *Saliceto-Populetum* überhaupt und treten erst im *Fraxino-Ulmetum* vor, doch spielen hier praktisch gar keine Rolle. Auch in der *Galeobdolon luteum* — Variante des *Querceto-Carpinetum* ist die genannte Gruppe nur spärlich vertreten. Eine grössere Bedeutung gewinnen die entsprechenden Arten erst in der ärmeren, bodensauren Form des Eichen-Hainbuchenwaldes so, dass sie ihrem Gruppenwert nach nur den *Fagetalia* — Arten nachstehen. In allen Ausbildungsformen des *Pineto-Quercetum* stellen sie eine Hauptgruppe dar und im Kiefernwald erreichen ihren absoluten Höchstwert, wenn sie auch nun hinter die Ordnungscharakterarten etwas zurücktreten.

Eine entschieden azidophile, oligotrophe Gruppe der *Vaccinio-Piceetalia* — Charakterarten fehlt den Auenwäldern überhaupt und ist erst in der *Galeobdolon* — Variante vom *Querceto-Carpinetum* als bedeutungslose, meist zufällige Beimischung anzutreffen. Von der *Vaccinium myrtillus* — Variante ab fängt die Rolle der betreffenden Gruppe rasch anzu- steigen um im *Pineto-Vaccinietum* ihren Höchstwert und eine relative Vorherrschaft zu gewinnen. Es sei bemerkt, dass in allen Kiefern-Eichen-Mischwäldern die *Vaccinio-Piceetalia* — Arten ihrem systematischen Gruppenwert nach weit hinter den Klassencharakterarten stehen, im *Pineto-Vaccinietum* dagegen recht umgekehrte Verhältnisse herrschen. Dadurch würde vielleicht ein leicht feststellbares Unterscheidungsmerkmal für die beiden Gesellschaftsgruppen geboten.

Im allgemeinen ist eine bedeutende soziologische Spannweite und merkliche Expansionskraft der oligotrophen und azidophilen Artengruppen hervorzuheben. Einige dieser Arten treten schon im *Fraxino-Ulmetum*, regelmässig aber im *Querceto-Carpinetum* vor. Wenn auch jene Arten hier meist spärlich vorkommen und im Gesellschaftshaushalt keine Rolle spielen, doch wird dadurch eine gewisse Neigung zur Bodenversauerung und oberflächlichen Verarmung angedeutet so, dass sich die Entwicklungstendenz der Gesellschaften in solcher Richtung vermuten lässt.

In Bezug auf die *S c h i c h t u n g* als Ausdruck der soziologisch-physiognomischen Struktur ergeben sich bei vergleichender Betrachtung erhebliche Unterschiede. Wir wollen dieselben ausser Acht lassen soweit es sich um den Baumbestand und die Strauchschicht handelt. Wegen äusserst starker forstwirtschaftlicher Beeinflussung gibt solche Schichtung keine natürlichen Verhältnisse wieder; eine Klärung der heutigen Struktur jener Schichten ist vielmehr eine forstertragskundliche als pflanzensoziologische Frage. Wohl aber beim Vergleich der Struktur von niederen Vegetationsschichten ergeben sich interessante Regelmässigkeiten, die mit der gesamten Oekologie der betreffenden Gesellschaften im Einklang stehen.

Durch das beigefügte Schema werden die Zusammenhänge zwischen der Kraut- und Bodenschicht der untersuchten Vegetationseinheiten zum Vorschein gebracht (s. Fig. 20). Wir ersehen, dass sich die Auenwälder und auenwaldnahe Laubwälder durch eine üppig entwickelte Krautschicht und fehlende Bodenschicht auszeichnen, während diese im Kiefernwalde jener gegenüber eine entschiedene Vorherrschaft gewinnt. Mischwälder nehmen in dieser Hinsicht eine Mittelstellung ein. Die Entwicklung der Krautschicht, welche sowohl von Boden-, wie auch Lichtverhältnissen abhängt, erscheint in diesem Falle als ein relatives Mass der Standortsgüte. Die Abnahme der mittleren Deckung der Krautschicht legt sich im Bereich der Auenwälder und Eichen-Hainbuchenwälder gerade den Wasser- und Nährstoffverhältnissen des Bodens parallel an ungeachtet eines wechselnden Lichtgenusses. Wenn sich im Bereich der Mischwälder, trotz einer Verschlimmerung der Bodenbedingungen, doch eine gewisse Zunahme der Krautschichtdeckung beobachten lässt, so ist das auf bei weitem günstigere Lichtverhältnisse zurückzuführen. Im *Pineto-Vaccinietum* zuletzt wird die Stoffproduktion der Krautschicht, trotz eines relativ hohen Lichtgenusses, infolge bedeutender Bodenverarmung merklich herabgesetzt.

Im Gegenteil fehlt die Boden- (Moos-) Schicht allen besseren Gesellschaften überhaupt und kommt erst in der armen *Vaccinium myrtillus* — Variante des *Querceto-Carpinetum* in Erscheinung. Von dieser Einheit

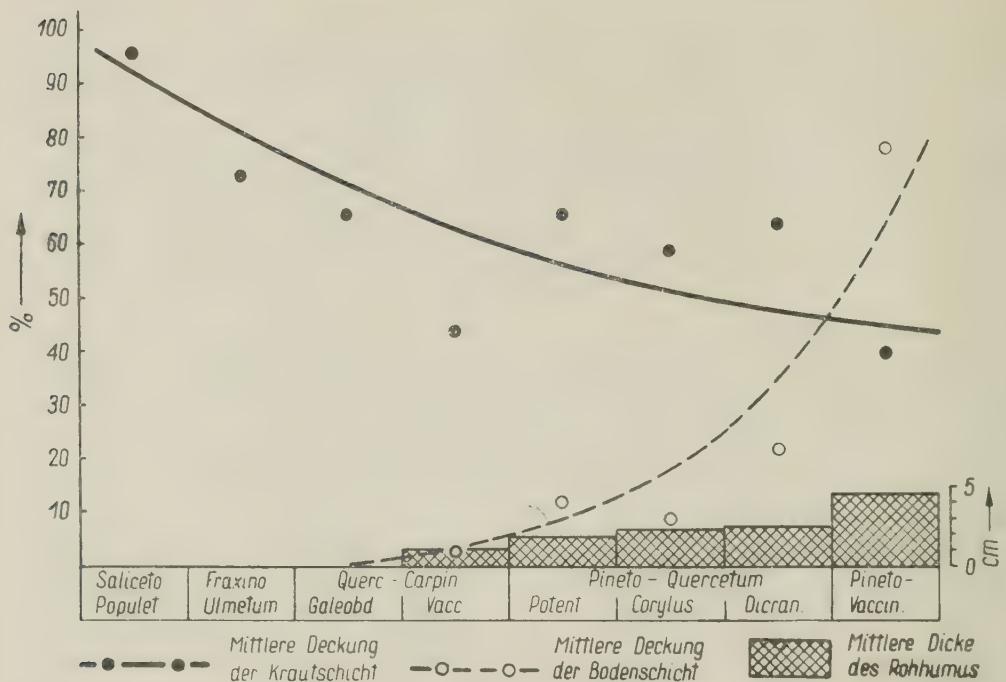


Fig. 20. Zusammenhang der Mächtigkeit von Kraut- und Bodenschicht mit der Rohhumusauflage in den Waldgesellschaften des Forstreviers „Ruda“ bei Puławy

an gewinnt die Moosdecke immer mehr an Bedeutung um im Kiefernwald einen Höchstwert von 78% zu erreichen. Es ist bemerkenswert, dass mit dem Vorkommen der Mooschicht eben das Hervortreten von Rohhumus zusammenfällt und dass die beiden Prozesse bei einer vergleichenden Betrachtung gleitende Parallelreihen bilden (s. Fig. 20). Solch eine Zunahme der Bodenschicht mag also als ein Zeichen der fortschreitenden Versauerung und Verschlimmerung des Bodens gewertet werden.

Zusammenfassend kann man sagen, dass die untersuchten Waldgesellschaften hinsichtlich ihrer floristisch-strukturellen Verhältnisse im grossen und ganzen eine konsequente Reihe darstellen, welche der topographischen Anordnung von denjenigen entspricht. Wir wollen also jetzt die betreffenden Vegetationseinheiten in Bezug auf ihren Standort vergleichen.

Ihrer topographischen Lage nach unter Berücksichtigung der geologischen Unterlage lassen sich die in Frage kommenden Standorte in drei deutliche Typen zerlegen, und zwar in Flusstäler, Grundmoränen und Dünen. Die untersuchten Gesellschaften verteilen sich auf diejenigen Typen folgendermassen (s. Fig. 21).

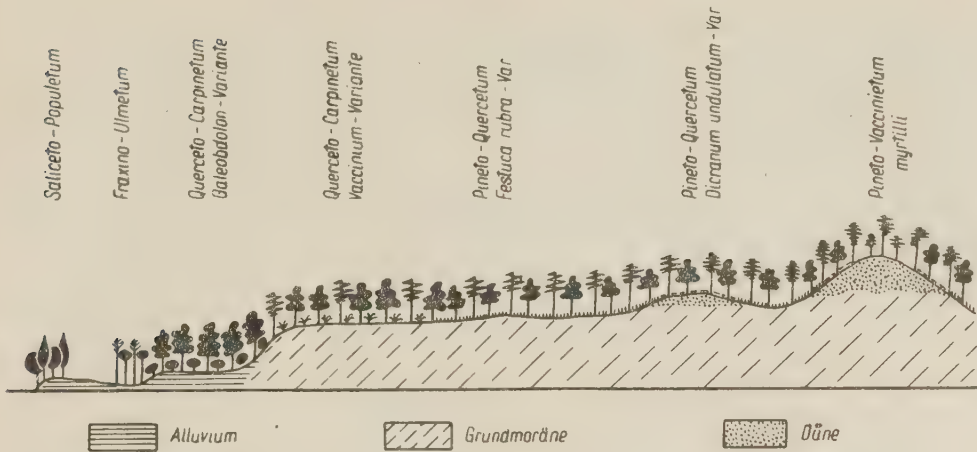


Fig. 21. Schema der Vegetationsgliederung im Zusammenhang mit den topographisch-geologischen Verhältnissen des Forstreviers „Ruda“ bei Puławy

Die Flusstäler, soweit sie noch nicht als Grünland bewirtschaftet werden, tragen meist Reste der Auenwälder, und zwar des *Saliceto-Populetum* am Flussufer und auf der Talsohle oder des *Fraxino-Ulmetum* am Talflügel und an niederen Terrassen, während die oberen Terrassen meist durch das *Querceto-Carpinetum* in seiner feuchteren *Galeobdolon luteum* — Variante bestanden werden. Die arme *Vaccinium myrtillus* — Variante ist dagegen in solcher Lage nur äusserst selten, unter besonderen versauerungsfördernden Bedingungen, anzutreffen.

Die Böden der Grundmoräne, welche den grössten Teil des untersuchten Gebietes bedecken, werden durch ausgedehnte Mischwälder beherrscht. Je nach der Bodenart sind es entweder arme Eichen-Hainbuchenwälder (*Querceto-Carpinetum*, *Vaccinium myrtillus* — Variante), oder aber die besseren Ausbildungsformen des Kiefern-Eichen-Mischwaldes (*Pineto-Quercetum*, *Festuca rubra* — Variante). In besonderen, edaphisch und lokalklimatisch begünstigten Lagen sind an solchen Stellen Reste eines thermophilen Eichenbuschwaldes anzutreffen.

Auf den Dünen sanden gedeihen die relativ anspruchslosesten Waldgesellschaften des Gebietes, und zwar die arme *Dicranum undulatum* — Variante von *Pineto-Quercetum* und, meist unter menschlicher Beeinflussung, das *Pineto-Vaccinietum myrtilli*.

Wollen wir unsere Vegetationsreihe bezüglich ihres *W a s s e r h a u s h a l t e s* vergleichen, so ergibt sich, dass terrestrisches Wasser nach und nach durch Niederschlagswasser abgelöst wird. *Saliceto-Populetum* steht unter der Herrschaft der periodischen Ueberschwemmung.

gen, während es im *Fraxino-Ulmetum* nur selten, episodisch dazu kommt und der Wasserhaushalt der Gesellschaft durch das hochanstehende, bewegliche Grundwasser bestimmt wird. Die Böden der *Galeobdolon* — Variante von *Querceto-Carpinetum* sind als deutlich grundwasserbeeinflusste Gebilde zu halten, doch machen sich schon deluviale Prozesse und die Einwirkung des einsickernden Niederschlagswassers merkbar. In den übrigen Gesellschaften spielt die letztgenannte Wasserart eine entscheidende Rolle, wenn auch im armen Eichen-Hainbuchenwalde noch deluviale Prozesse mitwirken. In der *Dicranum undulatum* — Variante des *Pineto-Quercetum* und im *Pineto-Vaccinietum* hört deren Einfluss vollkommen auf und die Gesellschaft ist im ganzen von dem Niederschlagswasser abhängig.

Die geschilderte Veränderungsreihe wird durch das Sinken des Grundwasserstandes begleitet. In derselben Richtung ändert sich auch der Wasserhaushalt der untersuchten Gesellschaften, wenn es sich um die quantitative Seite der Frage handelt. Die Auenwälder nehmen Standorte ein, die im allgemeinen für wechselfeucht, periodisch selbst nass gelten können. Die Dünenwälder, sei es *Pineto-Vaccinietum* oder *Dicranum* — Variante von *Pineto-Quercetum*, nehmen in dieser Hinsicht eine Gegenstellung ein indem sie deutliche xerische Anpassungen aufzeigen und als „trocken“ bzw. „frisch-trocken“ betrachtet werden können. Eine Mittelstellung fällt den mesophilen, „frischen“ Mischwäldern zu.

In Bezug auf die **m e c h a n i s c h e Z u s a m m e n s e t z u n g** des Bodensubstrates lassen sich, trotz beträchtlicher Standortsunterschiede, nur wenige Regelmässigkeiten eindeutig feststellen. Nur die Nadel- und nadelwaldähnlichen Wälder scheinen an die grobkörnigen, zugleich aber auch trockenen, Substrate verbunden zu werden, weil sie andernfalls durch konkurrenzkräftigere, anspruchsvolle Gesellschaften verdrängt werden. Für das Vorkommen der Mischwälder, so *Pineto-Quercetum* (*Festuca rubra* — Variante) und *Querceto-Carpinetum* (*Vaccinium myrtillus* — Variante), ist die Anwesenheit von sogenannten wachstumsfördernden Schichten (vgl. A. S c a m o n i 1954) sehr charakteristisch. Als solche gelten Lehm-, Staub-, oder Verwitterungsschichten von verschiedener Mächtigkeit, welche in einer wurzelerreichbaren Tiefe in einem meist sandigen Profil vorzukommen pflegen. Unter den alluvialen Aueböden werden zuletzt diejenigen, welche Lehm- oder Tonschichten enthalten, deutlich durch *Fraxino-Ulmetum* bevorzugt, während *Saliceto-Populetum* — Bestände meist auf mehr grobkörnigem Substrate stocken.

Wenn wir jetzt unsere Waldgesellschaften in Bezug auf ihren **B o d e n t y p** als Ausdruck herrschender bodenbildenden Prozesse miteinander vergleichen wollen so ergibt sich, dass die entsprechenden Böden

dreien Entwicklungsreihen angehören. Es sind: alluviale Auenserie, Braunerdeserie und Podsolserie. Die Verteilung der einzelnen Gesellschaften auf verschiedene Bodentypen wird durch eine graphische Darstellung (s. Fig. 22) zum Vorschein gebracht. Bezüglich der angenommenen Einteilung der Bodentypen sei es bemerkt, dass wir, Vergleichbarkeit halber, der in Polen allgemein anerkannten Klassifikation der Polnischen Bodenkundlichen Gesellschaft folgen, obwohl diejenige nicht als ganz einwandfrei und ökologisch befriedigend betrachtet werden darf. Die Abgrenzung der Braunerden gegen die podsoligen Böden und auch die

Gesellschaft	Bodentyp	alluviale Aueböden	Braunerden	sehr schwach podsolige Böden	mittel
<i>Saliceto-Populetum</i>		100%			
<i>Fraxino-Ulmetum</i>					
<i>Querceto-Carpinetum</i>					
<i>Galeobdolon - Variante</i>					
<i>Querceto-Carpinetum</i>					
<i>Vaccinium myrt. - Var.</i>					
<i>Pineto-Quercetum</i>					
<i>Potent alba - Subvar.</i>					
<i>Pineto-Quercetum</i>					
<i>Corylus - Subvariante</i>					
<i>Pineto-Quercetum</i>					
<i>Dicranum undul. - Var.</i>					
<i>Pineto-Vacciniolum myrtilli</i>					

Fig. 22. Die Verteilung der Waldassoziationen auf verschiedene Bodentypen im Forstrevier „Ruda“ bei Puławy

Einteilung von denselben erfolgt nach höchst unscharfen Kriterien. Vom genetisch-dynamischen Standpunkt aus, unter Berücksichtigung des herrschenden Klimas, wären dabei die meisten „schwach“ und alle „sehr schwach“ podsoligen Böden eher als verschieden stark degradierte Braunerden aufzufassen. Durch das benutzte Schema wird es mehr auf die aktuellen Entwicklungsrichtlinien als auf die Herkunft eines betreffenden Bodens Gewicht gelegt.

Aus der angeführten Darstellung (Fig. 22) ersieht man, dass *Saliceto-Populetum* und *Fraxino-Ulmetum* in ihrem Vorkommen ausschliesslich auf alluviale Aueböden beschränkt werden. Die als Braunerden bezeichneten Böden, welche eher als reife Braunerden aufzufassen sind, tragen Eichen-Hainbuchenwälder, und zwar meist in der reichen *Galeobdolon luteum* — Variante, während die ärmere *Vaccinium myrtillus* — Variante auf „sehr schwach“ podsoligen Böden vorzukommen pflegt. Nach dem P a l l m a n n' schen System wären die letztgenannten Böden als „schwach degradierte Braunerden“ zu bezeichnen. Das Auftreten der *Querceto-Carpinetum* — Assoziation ist also, wie auch überall, mit der Braunerde eng verbunden.

Die Kiefern-Eichen-Mischwälder (*Pineto-Quercetum*) wie auch echte Kiefernwälder (*Pineto-Vaccinietum myrtilli*) kommen auf den „podsoligen Böden“ vor. Beim Vergleich der einzelnen Varianten und Subvarianten zeigt es sich, dass das Häufigkeitsmaximum ihres Vorkommens eine deutliche Verschiebung von „sehr schwach-“ über „schwach-“ bis zu „mittel-podsoligen Böden“ erleidet, dass also die Vegetationsreihe einer zunehmenden Intensität von Ausbleichungsprozessen im Boden entspricht. Eine solche Tendenz kommt besonders markant innerhalb einer homologen Bodenreihe zum Ausdruck, so z. B. beim Vergleich von einigen Beständen des *Querceto-Carpinetum* (*Vaccinium myrtillus* — Variante) mit solchen der *Potentilla alba*- und *Corylus avellana* — Subvarianten des *Pineto-Quercetum*, welche alle auf gleichem Bodensubstrat, und zwar dem der Grundmoräne von vergleichbarer Körnung stocken.

Die geschilderten Veränderungen machen sich schon beim Vergleich der typischen Bodenprofile der einzelnen Gesellschaften merkbar. Die Auenwaldböden werden durch ausgeprägte A/G — Profile repräsentiert, wobei sich in einigen *Fraxino-Ulmetum* — Böden schon eine gewisse Neigung zur Verbraunung konstatieren lässt. Die meisten Böden der *Galeobdolon luteum* — Variante von *Querceto-Carpinetum* zeichnen sich durch einen mächtigen, dunkelbraunen A_1 —Horizont, welcher nach unten allmählich in eine hellere Uebergangsschicht übergeht, aus. Die Humusform ist ein milder Mull; Rohhumusbildung unterbleibt. In einigen wenigen Fällen lässt sich jedoch eine schwach angedeutete Anreicherungsschicht von Sesquioxiden beobachten. Die Rohhumusaufgabe tritt erst im Boden der *Vaccinium myrtillus* — Variante des *Querceto-Carpinetum* auf und gewinnt im weiteren mehr und mehr an Bedeutung (s. Fig. 20). Die Ausbildung des sauren, morartigen Humus im akkumulativen Horizont geht damit Hand in Hand. In solchen „sehr schwach podsoligen Böden“ ist deren „podsolige“ Natur morphologisch nicht immer leicht erkennbar, da weder deutliche Auswaschung, noch Anreicherung der Eisenoxyde stattzufinden scheint. Nur eine graue Farbe (statt der braunen) des relativ dünnen und nach unten + deutlich abgegrenzten A_1 — Horizontes sowie Anwesenheit des Rohhumus verraten eine Intensitätszunahme der Ausbleichungsprozessen. Erst in den „schwach-“ bzw. „mittel-podsoligen“ Böden, welche für die meisten azidophilen Misch- und Nadelwälder charakteristisch sind, kommt eine auch morphologisch wahrnehmbare Podsolierung zustande, und zwar in jenen als hellere Verfleckung, in diesen als dünne, hellgraue Schicht im unteren Teile des akkumulativen Horizontes.

Wir wollen jetzt die **Bodenaziditätsverhältnisse** der untersuchten Gesellschaften verfolgen an Hand der in Tabellen 16 und

Tabelle 16

Die Bodenazidität in oberen Horizonten (5—10 cm) der Böden von verschiedenen
Waldgesellschaften im Forstrevier „Ruda“ bei Puławy

pH in H ₂ O (frisch) (pH aktuelle)	7,3	7,0	6,8	6,5	6,3	6,0	5,8	5,5	5,3	5,0	4,8	4,5	4,3	4,0	n _i	M _{pH}	M _{sp. Az.}
	0,5	1	1,6	3,15	5	10	16	31,5	50	100	160	315	500	1000			
Spezifische Azidität nach Wherry (1922) (Kwasowość właściwa)																	
Reaktionsbereich (zasięg kwasowości)	neutral (obojętny)	schwachsauer (słabokwaśny)			sauer (kwaśny)			sehr sauer (bardzokwaśny)									
Saliceto-Populetum	1 48 35	8	3	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	102	6,59	2,56
Fraxino-Ulmetum	7	4	6	8	9	9	9	9	3	19	9	5	5	5	79	5,15	71,3
Querceto-Carpinetum																	
Galeobdolon-Variante	1	2	4	1	1	1	1	2	7	26	42	19	19	19	103	4,82	153
Querceto-Carpinetum																	
Vaccinium-Variante	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	34	44	1	1	84	4,62	242
Pineto-Quercetum																	
Festuca rubra-Var.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	28	71	16	16	115	4,52	303
Pineto-Quercetum																	
Dicranum undul.-Var.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	49	37	4	93	4,38	413
Pineto-Vaccinietum myrtilli	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	27	35	18	85	4,28	527
n. i.	1 48 42	14	13	13	11	11	11	11	11	50	121	215	89	22	661	4,614	242,1

17 zusammengestellten pH-Bestimmungen sowie zugehöriger Variationskurven (s. Fig. 23 a und b), welche nach den theoretisch berechneten Werten ausgezogen wurden. Allen Rechnungen wurden dabei nicht die pH-Werte, sondern diejenigen von der spezifischen Azidität im Sinne E. T. W h e r r y's (1922) zugrunde gelegt.

Aus diesen Kurven ergibt sich eine bunte Differenzierung der untersuchten Vegetationseinheiten bezüglich ihrer Spannweite und ihrer Verteilung auf gewisse Aziditätswerte. Die Kurven sind für zwei Bodentiefen, und zwar von 5—10 cm und von 100 cm, gesondert zusammengestellt worden. Sie geben ein so klares Bild, dass sich eine wörtliche Beschreibung der Einzelheiten erübrigt. Nur einige allgemeinen Schlüsse seien kurz zusammengefasst.

1. Die Aufeinanderfolge der einzelnen Variationskurven ist in den beiden Tiefen die gleiche und entspricht genau der oben geschilderten floristisch-topographischen Reihe.

2. In der Tiefe von 100 cm wird die gesamte Spannweite der Variation verhältnismässig eingeengt und nach den höheren pH-Werten verschoben.

3. Die einzelnen Gesellschaften zeigen mit der Tiefe regelmässig eine deutliche Verschiebung ihrer pH-Amplituden nach den höheren Werten, hinsichtlich der absoluten Spannweite verhalten sich dagegen recht verschieden. Die einen, wie die *Vaccinium myrtillus* — Variante von *Querceto-Carpinetum*, zeigen in der Tiefe weit grössere Variationsbreite, als an der Oberfläche, bei den anderen, wie z. B. bei *Fraxino-Ulmetum*, ist es umgekehrt der Fall.

4. In den oberflächlichen Bodenschichten lassen sich unschwer zwei verschiedene Gestaltstypen der pH-Variationskurven unterscheiden: ein flacher, breiter und ein hoher, enger. Jener wird durch die eurytopen Auen- und Laubwaldgesellschaften verwirklicht (*Saliceto-Populetum*, *Fraxino-Ulmetum*, *Galeobdolon* — Variante des *Querceto-Carpinetum*). dieser ist für die scheinbar stenotopen Misch- und Nadelwälder charakteristisch. Eine ähnliche Zweiteilung der Variationskurven lässt sich auch in der Tiefe von 100 cm erkennen.

5. Eine besondere Besprechung verdienen die pH-Variationskurven der *Vaccinium myrtillus* — Variante von *Querceto-Carpinetum*. Während sich die betreffende Gesellschaft an der Bodenoberfläche gleich den Misch- und Nadelwäldern verhält, fällt sie in der Tiefe von 100 cm eindeutig in die Gruppe der Laubwälder ein. Es ist zu betonen, dass gerade diese Waldgesellschaft, ihrer floristisch-soziologischen Struktur nach, auch eine Mittelstellung zwischen Laub- und Mischwäldern einnimmt. Für die systematische Lage dieser Gesellschaft sind wahrschein-

lich die in den tieferen Bodenschichten herrschenden Verhältnisse verantwortlich.

Um die Aziditätsverhältnisse der einzelnen Gesellschaften mit der zunehmenden Bodentiefe etwas eingehender zu verfolgen haben wir durchschnittliche pH-Profile graphisch dargestellt (s. Fig. 23c). Die Abszissen entsprechen dem Mittelwert aller für die entsprechende Tiefe

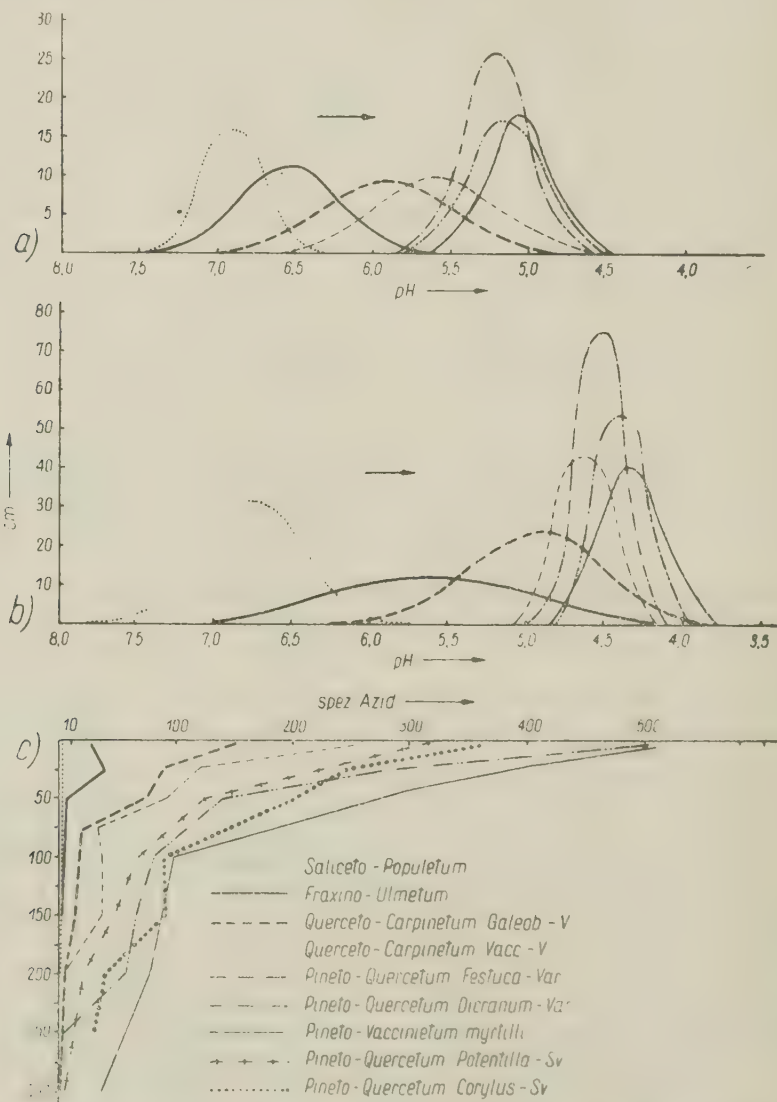


Fig. 23. a — pH-Variationskurven der Waldgesellschaften von „Ruda“ für die Schicht von 5—10 cm

b — pH-Variationskurven der Waldgesellschaften von „Ruda“ für die Schicht von ± 100 cm

c — Durchschnittliche pH-Profile in Böden der Waldgesellschaften von „Ruda“

(Ordinate) und Gesellschaft (Signatur) festgestellten Einzelbestimmungen der spezifischen Azidität. Die erheblichen Differenzen zwischen einzelnen Vegetationseinheiten kommen deutlich zu Tage. Insbesondere wird die Sonderstellung der Auenwälder, und vor allem des *Saliceto-Populetum*, hervorgehoben. Auch die verschiedene Versauerungstiefe von Böden der untersuchten Gesellschaften wird anschaulich zum Vor-

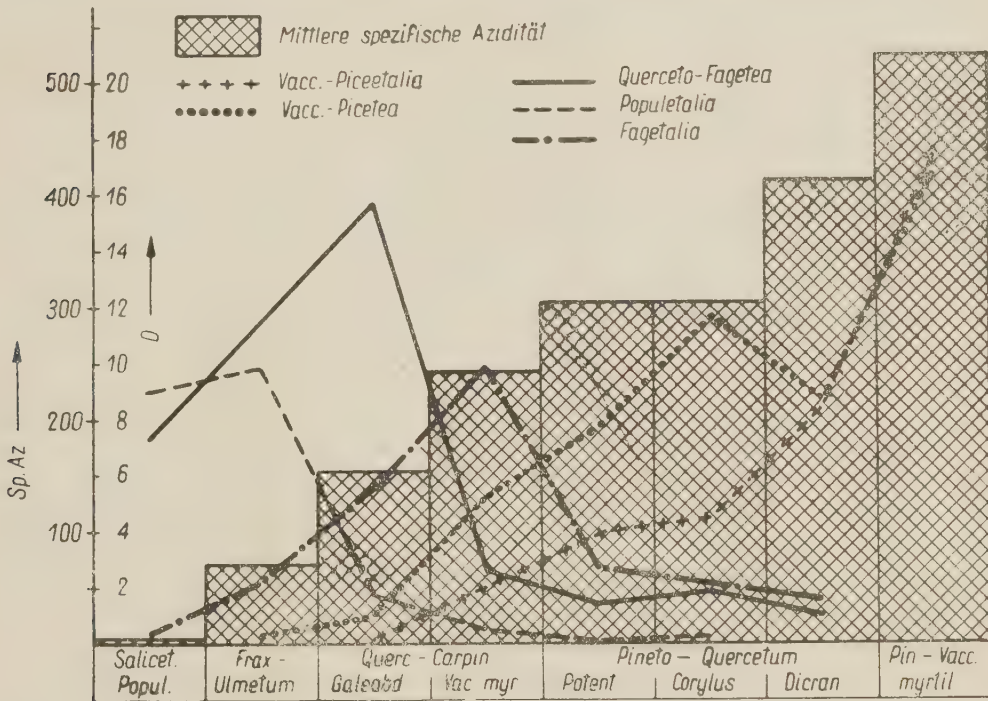


Fig. 24. Zusammenhang des floristisch-soziologischen Gefüges der Waldgesellschaften von „Ruda“ mit deren Bodenazidität

schein gebracht. Im allgemeinen lässt sich sagen, dass die im vorigen aufgestellte Vegetationsreihe als eine Reihe der fortschreitenden Bodenversauerung aufgefasst werden kann. Eine solche Annahme wird durch beigefügtes Schema (s. Fig. 24) unterstützt. Wir ersehen welche Aenderung der Anteil von verschiedenen soziologisch-ökologisch sprechenden Artengruppen (ausgedrückt durch deren systematischen Gruppenwert) erleidet der zunehmenden Bodenazidität gemäss. Der Abnahme an Bedeutung von eu- und mesotrophen Arten geht ständige Zunahme der oligotrophen, azidophilen Pflanzengruppen entgegen.

Die vergleichende Betrachtung der geschilderten Gesellschaften hatte uns dazu geführt, dass wir einen Parallelismus der Vegetationsänderungen mit den Boden- und insbesondere Aziditätsverhältnissen festgestellt

haben. Wir dürfen also die manchmal angeführte Aufeinanderfolge der Vegetationseinheiten als eine ö k o l o g i s c h e R e i h e betrachten, was auch seitens räumlicher Anordnung von denjenigen bestätigt wird. Dürfen daraus Schlüsse auf die genetisch-dynamischen Zusammenhänge gezogen werden? Um dieser auf vergleichendem Wege schwer und nur hypothetisch zu lösenden Frage einigermaßen näher zu kommen müssen wir der allgemeinen Entwicklungstendenz nachspüren und die einzelnen unterschiedenen Gesellschaften auf ihren dynamischen Wert zu prüfen versuchen.

Die Entwicklungsrichtlinien der Vegetation sind untrennbar mit denen des Bodens zu betrachten. Wir sollen also nach einer solchen allgemeinen Tendenz suchen, welche sich sowohl in der Boden- wie auch Vegetationsentwicklung als leitende Hauptlinie äussert. Für eine solche halten wir die fortschreitende Versauerung der Standorte. Dafür scheinen u. a. folgende Tatsachen zu sprechen:

1. Das betreffende Gebiet liegt im Bereich eines subhumiden Klimas, indem die jährliche Verdunstung durch die Niederschlagsmenge übertroffen wird. Dadurch wird die Voraussetzung für die Auswaschung- und Versauerungstendenz im allgemeinen geboten.

2. Die weitaus häufigsten Bodentypen sind es verschieden stark podsolierte Böden. Sie kommen auf mancherlei Substraten, selbst auf solchen, die in einer Tiefe kalkhaltig sind, vor. Die Ausbildung eines podsoligen Bodens unterbleibt nur, wenn unter dem Einfluss des horizontalbeweglichen, nährstoffreichen Wassers eine klimagemässe Entwicklung des Bodens verhindert wird.

3. Alle Böden, auch die des *Saliceto-Populetum*, werden oberflächlich verschieden stark angesäuert. Die Intensität dieses Prozesses nimmt in dem Masse zu, wie die Einflüsse des Grundwassers ausklingen.

4. Die meisten Böden neigen deutlich zur Rohhumusbildung.

5. Die meisten ihrem heutigen Zustand nach als „sehr schwach“ und „schwach“ podsoliert zu bezeichnenden Böden zeigen offenbare, nicht zu leugnende, genetische Zusammenhänge mit der Braunerde, aus welcher sie sich ohne Zweifel entwickelt haben, was sich meist aus deren Profilen unschwer ablesen lässt.

6. Im vollen Einklang mit den geschilderten Bodenverhältnissen zeigen die azidophilen, oligotrophen Arten und Gesellschaften eine relativ höchste Wuchs- und Ausbreitungskraft. Die anspruchslosen Versauerungszeiger, wie die *Vaccinio-Piceetea* — Charakterarten, stellen sich schon im *Fraxino-Ulmetum* ein und zeigen dann eine gute Vitalität. Solche Artengruppen gewinnen im weiteren mehr und mehr an Bedeutung.

7. Die in den meisten *Pineto-Quercetum* — Beständen vorkommenden *Querceto-Fagetum* — Arten zeigen öfters eine deutlich herabgesetzte Lebenskraft, doch treten als stete Beimenge vor. Sie sind nicht als Pioniere, sondern als Relikte der vorhergehenden Entwicklungsstufe zu betrachten.

8. Es gibt auch Fälle, in den der Baumbestand und auch die Strauchschicht noch ein dem Laubwalde entsprechendes Gefüge zeigen, während die Kraut- und Bodenschichten, welche auf jegliche Veränderung des Bodens viel schärfer als die Bäume reagieren, schon eine für die azidophilen Mischwälder charakteristische Zusammensetzung eingenommen haben. Solche merkwürdigen Uebergangsgesellschaften sind im untersuchten Gebiet nicht selten anzutreffen.

9. Durch übermässige, einseitige Forstübernutzung werden alle angeführten Vegetationseinheiten samt ihren Standorten sehr leicht degradiert, und zwar in der Richtung nach *Vaccinio-Piceetum*. Durch solche künstlichen Einflüsse scheint eine natürliche, innewohnende Entwicklungsneigung ausgelöst zu werden.

Die Ursachen einer solchen Entwicklungstendenz sehen wir zwar vor allem in den grossklimatischen Verhältnissen, dabei aber auch in einem nicht unbedeutenden Sinken des Grundwasserstandes, welches sich infolge allmählichen Einschneidens der Flüsse merkbar macht. Die im Gebiet leicht zu beobachtende Verengung der lokalen Areale von *Querceto-Carpinetum*, und zwar besonders dessen *Galeobdolon luteum* — Variante zugunsten des Kiefern-Eichen — Mischwaldes ist, unseres Erachtens, vor allem eben diesem Prozess zuzuschreiben. Es braucht kaum hervorgehoben zu werden, dass das Sinken des Grundwasserniveaus auch eine Folge der unvorsichtig vorgenommenen Meliorationen sein kann.

Wie weit sollen die Podsolation und Standortsversauerung, welche wir als leitende Kraft der Vegetationsentwicklung anerkannt haben, gedeihen? Dieses Problem fällt mit der Frage nach der klimatisch bedingten Schlussgesellschaft zusammen. Wir wollen dem Problem sowohl von der boden- wie auch vegetationskundlichen Seite her näher kommen.

Die am weitesten fortgeschrittene Entwicklungsstufe, welche unter den erforschten Böden beobachtet wurde, ist die des „mittel podsoligen“ Bodens. Doch dürfte dieselbe nicht als Bodenklimax aufgefasst werden, und zwar aus folgenden Gründen:

1. „Mittel podsolige“ Böden sind im Gebiete an ganz bestimmte Substrate gebunden, und zwar an die Dünensande.

2. Die meisten „mittel podsoligen“ Böden tragen Zeichen einer sekundären Degradation infolge Störung des relativen Gleichgewichtes durch einseitige forstwirtschaftliche Massnahmen.

3. Die entsprechenden Böden kommen recht selten vor.

4. Die Versauerungstiefe der Böden ist verhältnismässig gering. Selbst die Sandböden zeigen schon in der Tiefe von 250—300 cm meist eine nur schwach saure Reaktion.

5. Eine so weit fortgeschrittene Ausbleichung scheint mit den herrschenden grossklimatischen Verhältnissen etwa in einem Widerspruch zu stehen, indem die Wasserbilanz in der Vegetationszeit manchmal negativ ausfällt und dem Gebiete die Züge eines nur sub-humiden Klimas verleiht.

Wir sind der Meinung, dass es die „schwach podsoligen“ Böden sind, die unter natürlichen Bedingungen als klimatisches Endstadium der Bodenentwicklung gelten können.

Unter den beschriebenen Waldgesellschaften ist das *Pineto-Vaccinietum myrtilli* zweifelsohne eine relativ bodensauerste Gesellschaft. Es vermag jedoch nicht als Klimax gehalten werden schon aus dem Grunde, dass es keine natürliche Gesellschaft darstellt, sondern nur als forstwirtschaftlich bedingtes Degradationsstadium aufzufassen ist. Dafür sprechen u. a.: ein durchweg niedriges Alter und zweifellos künstliche Herkunft des Baumbestandes; das Eindringen der Eiche in die Baumschicht; schlechte Naturverjüngung der Kiefer; sehr schwache Ausbildung der Assoziationszüge. Das *Pineto-Vaccinietum* scheint im Gebiete eine Ersatzgesellschaft darzustellen, welche die in solchen Lagen standortsgemässe *Dicranum undulatum* — Variante des *Pineto-Quercetum* vertritt.

Auch die letztgenannte Vegetationseinheit darf jedoch nicht als Klimax gelten, obschon es sich hier um einen ausgesprochen natürlichen Waldtyp handelt. Ohne menschliche Einwirkung zeigt sie keine Ausbreitungstendenz und ist an ganz besondere Bodensubstrate, wie es tiefe Dünenande sind, auf engste verbunden. Sie nimmt auch eine recht unbedeutende Fläche ein. Alle angeführten Tatsachen scheinen dafür zu sprechen, dass wir in diesem Falle mit einem *Paraklimax* im Sinne R. Tüxens zu tun haben.

Erst die *Festuca rubra* — Variante des Kiefern-Eichen — Mischwaldes entspricht den Anforderungen, welche man einer Klimaxgesellschaft zu stellen pflegt. Die betreffenden Bestände bedecken eine ansehnliche Fläche und sind für die als Bodenklimax anerkannten „schwach podsoligen“ Böden besonders charakteristisch. Dieser Waldtyp stellt sich auf mancherlei Bodensubstrate ein: auf bunte Moränenböden, auf Kies-, Sand- und Lehmunterlage so gut wie auf entwässertes alluviales Gebilde. Die entsprechenden Phytozönosen zeichnen sich durch grosse Verjüngungs- und Ausbreitungskraft aus, sie verfügen auch über eine bedeutsame Wi-

derstandsfähigkeit gegen verschiedene fremde, unzusagende Einflüsse, Diese Gesellschaft scheint den grossklimatischen Bedingungen des Gebietes bestens angepasst zu sein. Wenn auch die Stoffproduktion der in Frage stehenden Gesellschaft hinter einer solchen des *Querceto-Carpinetum* steht, so ist das kein Kontrargument gegen die Fassung derjenigen als Klimaxgesellschaft, denn das Gesetz der höchsten Produktivität im allgemeinen nicht bei allen Klimaxen zutrifft.

Die übrigen natürlichen Waldgesellschaften, welche im untersuchten Gebiet vorkommen, sind zum grössten Teil als Dauergesellschaften aufzufassen. So werden die beiden Auenwälder durch periodische bzw. episodische Ueberflutung bestimmt, während die *Galeobdolon luteum* — Variante des *Querceto-Carpinetum* durch das hochanstehende, nährstoffreiche Grundwasser erhalten wird. Die *Vaccinium myrtillus* — Variante des Eichen-Hainbuchenwaldes scheint dagegen eine durch Anwesenheit von wachstumsfördernden Bodenschichten verspätete Uebergangsgesellschaft darzustellen, welche sich nach und nach dem Klimaxstadium nähert, wenn auch die entsprechenden Veränderungen nur langsam vor sich gehen so, dass sie für praktisch-forstwirtschaftliche Zwecke vernachlässigt werden können.

Die seltene, fragmentarisch entwickelte Gesellschaft aus dem *Quercion pubescentis* — Verband ist als edaphisch und lokalklimatisch bedingte Dauergesellschaft von relikthafter Natur zu betrachten.

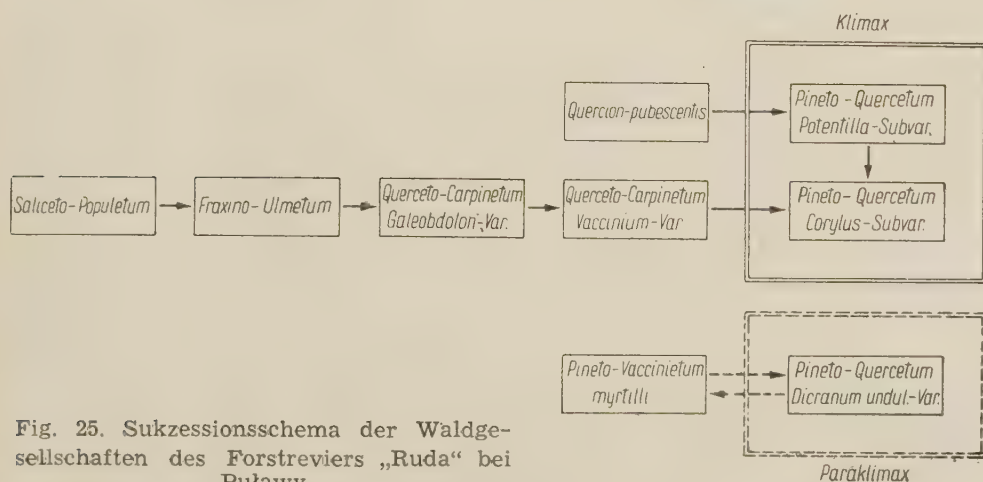


Fig. 25. Sukzessionsschema der Waldgesellschaften des Forstreviers „Ruda“ bei Puławy

Die geschilderten mutmasslichen dynamisch-genetischen Beziehungen der von uns untersuchten Waldgesellschaften lassen sich graphisch durch beiliegendes Schema (s. Fig. 25) darstellen.

PFLANZENSOZIOLOGISCHE KARTE DER UNTERSUCHTEN WALDGESELLSCHAFTEN

Die beigegefügte Karte der im vorigen dargelegten Vegetationseinheiten des Forstreviers „Ruda“ bei Puławy stellt ein Ergebnis der Feldkartierung dar, welche von uns binnen einigen Wochen durchgeführt worden ist. Die Grundlage wird durch ein Netz von 103 planmässig zerstreuten Aufnahmen geboten. Die Kartierung erfolgte dann nach der Transsektmethode indem das ganze zu kartierende Gebiet mit Kompass und Messleine in Abständen von 200 und 300 m durch und quer betreten wurde.

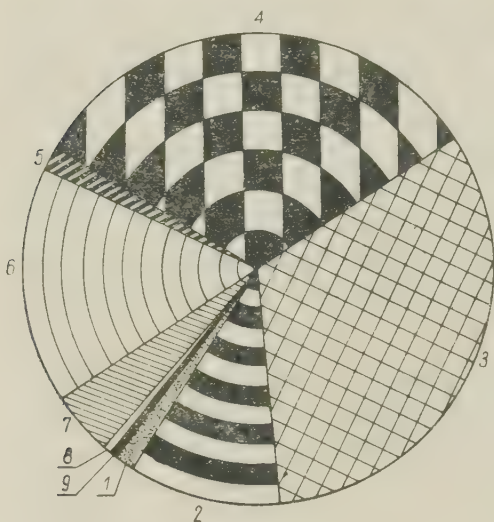


Fig. 26. Diagramm der Flächenverhältnisse der Waldgesellschaften im Forstrevier „Ruda“ bei Puławy: 1 = *Pineto-Vaccinietum myrtilli*, 2 = *Pineto-Quercetum* (*Dicranum*-Var.), 3 = *Pineto-Quercetum* (*Corylus*-Subvar.), 4 = *Pineto-Quercetum* (*Potentilla*-Subvar.), 5 = *Quercion pubescentis*, 6 = *Querceto-Carpinetum* (*Vaccinium myrtillus*-Var.), 7 = *Querceto-Carpinetum* (*Galeobdolon luteum*-Var.), 8 = *Fraxino-Ulmetum*, 9 = *Saliceto-Populetum*

Die gesamte Transsektlänge beträgt rund 50735 m. Die Areale der einzelnen Einheiten wurden durch Interpolation ausgezogen; alle Unsicherheiten wurden zusätzlich nachgeprüft. Die Reinkarte ist nach der Farbenflächenmethode verfertigt worden. Die Gesellschaftsmischungen sind durch zweifarbige vertikale Streifung, die Degradationsstadien und zugehörige Ersatzgesellschaften durch horizontale weiss-farbige Streifung unterschieden worden.

Die angeführte Tabelle 18 gibt die relativen und annähernd auch absoluten Verhältnisse der räumlichen Ausdehnung der untersuchten Gesellschaften an. Die entsprechenden Angaben werden durch eine graphische Darstellung (s. Fig. 26) veranschaulicht. Es ergibt sich, dass mehr als drei Viertel der gesamten Waldfläche durch die *Pineto-Quercetum* —

Bestände bedeckt werden. Die genannte Assoziation wird dadurch für das Gebiet zu einer landschaftsbestimmenden Gesellschaft.

ZUSAMMENFASSUNG

1. In der vorliegenden Arbeit bringen wir die Ergebnisse einer pflanzensoziologischen Erforschung der Waldgesellschaften des Forstreviers „Ruda“ bei Puławy in Mittelpolen zum Vorschein.

T a b e l l e 18

Die Verteilung der Waldfläche des Forstreviers „Ruda“ bei Puławy auf die einzelnen Vegetationseinheiten

Gesellschaft (Zbiorowisko)	Fläche (Powierzchnia)	
	ha	%
Pineto-Vaccinietum myrtilli	8,25	1,1
Pineto-Quercetum	79,50	10,6
Dicranum undulatum-Var.		
Pineto-Quercetum	248,25	33,1
Corylus avellana-Subvar.		
Pineto-Quercetum	239,25	31,9
Potentilla-Subvar.		
Quercion pubescentis	10,50	1,4
Querceto-Carpinetum	125,25	16,7
Vaccinium myrtillus-Var.		
Querceto-Carpinetum	32,25	4,3
Galeobdolon-Var.		
Fraxino-Ulmetum	4,50	0,6
Saliceto-Populetum	2,25	0,3
	750,00	100,0

2. Die angewandte Methodik ist die der Schule von Zürich-Montpellier. Die Vegetationsstudien wurden durch bodenkundliche Untersuchungen ergänzt.

3. Es sind 9 Vegetationseinheiten von verschiedener Rangstufe unterschieden worden. Die systematische Anordnung derselben folgt nach dem System von J. B r a u n - B l a n q u e t und R. T ü x e n (1943); sie ist im Text (Seite 333-334) zu finden.

4. Die einzelnen Gesellschaften wurden hinsichtlich ihrer Struktur, floristischer Zusammensetzung, systematischer Stellung und standortsökologischer Bedingungen kurz charakterisiert. Die wichtigsten zugehörigen Tatsachenmaterialien liegen in den Tabellen vor.

5. Es wurde im weiteren versucht die dargelegten Einheiten miteinander zu vergleichen um die entscheidenden Standortsfaktoren sowie leitende Richtlinien der Entwicklung herauszuschälen.

6. Ein vollkommener Parallelismus der Vegetationsveränderungen mit den Boden- und insbesondere Aziditätsverhältnissen wurde festgestellt.

7. Als die leitende Kraft der Vegetationsentwicklung halten wir eine fortschreitende Versauerung und Podsolierung des Bodens den Klima-

verhältnissen gemäss und infolge eines ständigen Ueberganges vom terrestrischen zum ombrophilen Wasserhaushaltstypus.

8. Es wurde die Frage nach einem Vegetations- und Boden-Klimax gestellt und zu lösen versucht. Als eine klimagemässe Entwicklungsstufe des Bodens sollen aller Wahrscheinlichkeit nach die „schwach podsolierten“ Böden gelten. Als klimatisch bedingte Schlussgesellschaften wurden diejenigen der *Pineto-Quercetum* — Assoziation, und zwar die *Festuca rubra* — Variante als Klimax und die *Dicranum undulatum* — Variante als Paraklimax (auf den Dünensanden) anerkannt. Die übrigen Einheiten sind zum grössten Teil als ortsökologisch bedingte Dauergesellschaften zu betrachten.

9. Die unterschiedenen Vegetationseinheiten wurden im Maszstabe 1 : 20000 kartographisch aufgenommen; durch die beigefügte farbige Karte wird räumliche Ausdehnung der einzelnen Gesellschaften zum Vorschein gebracht.

Institut für Pflanzenökologie
der Universität in Warschau

STRESZCZENIE

1. W pracy niniejszej przedstawiamy wyniki fitosocjologicznego opracowania zbiorowisk leśnych w leśnictwie „Ruda“ k. Puław.

2. Zastosowano metodykę szkoły francusko-szwajcarskiej. Badania roślinności uzupełniono badaniami gleby.

3. Wyróżniono 9 jednostek fitosocjologicznych różnej rangi. Przegląd systematyczny zbadanych zbiorowisk przedstawia się następująco:

Klasa: *Vaccinio-Piceetea* B r. - B l. 1939.

Rząd: *Vaccinio-Piceetalia* B r. - B l. 1939.

Związek: *Vaccinio-Piceion* B r. - B l. 1938.

Zespoły: 1. *Pineto-Vaccinietum myrtilli* (K o b e n d z a 1930) B r. - B l. et V l i e g e r 1939.

2. *Pineto-Quercetum berberidetosum* M a t. 1955.

A. odmiana z *Dicranum undulatum*

B. odmiana z *Festuca rubra*

a. pododmiana z *Corylus avellana*

b. pododmiana z *Potentilla alba*

Klasa: *Querceto-Fagetea* B r. - B l. , T ü x e n 1943.

Rząd: *Quercetalia pubescentis-sessiliflorae* (T x. 1931) M a l c. (1935).

Związek: *Quercion pubescentis-sessiliflorae* B r. - B l. 1931.

Rząd: *Fagetalia* (P a w ł o w s k i 1928) T ü x e n, D i e m o n t 1936.

Związek: *Carpinion* (T ü x e n 1936) e m. O b e r d o r f e r 1953.

Zespół: *Querceto-Carpinetum medioeuropaeum* T ü x e n 1937.

A. odmiana z *Vaccinium myrtillus*

B. odmiana z *Galeobdolon luteum*

Rząd: *Populetales* B r. - B l. 1931.

Związek: *Alneto-Ulmion* B r. - B l., T ü x e n 1943.

Zespoły: 1. *Fraxino-Ulmetum* (T x. ap. L o h m. 1952)

O b e r d o r f e r 1953.

2. *Saliceto-Populetum* (T x. 1931) M e i j e r

D r e e s 1936.

4. Poszczególne zbiorowiska scharakteryzowano pokrótce pod względem struktury, składu florystycznego, stanowiska systematycznego oraz warunków siedliskowych. Najważniejsze materiały faktyczne zestawiono w tabelach.

5. W dalszym ciągu podjęto próbę wzajemnego porównania przedstawionych zbiorowisk celem uchwycenia decydujących czynników siedliskowych oraz przewodnich kierunków rozwoju.

6. Stwierdzono pełną równoległość zmian roślinności ze stosunkami glebowymi, a w szczególności z kwasowością gleby.

7. Stwierdzono, że głównym czynnikiem rozwoju roślinności jest postępujące zakwaszenie i bielnicowanie gleby zgodnie z panującym klimatem oraz w związku ze stopniowym przejściem z terestrycznej gospodarki wodnej na ombrofilną.

8. Postawiono zagadnienie klimaksu gleb i roślinności i próbowano je rozwiązać. Za klimatycznie uwarunkowane względnie trwałe stadium rozwoju gleby uważane być mogą prawdopodobnie gleby słabobielicowe. Zbiorowiska zespołu *Pineto-Quercetum* można uznać w danych warunkach klimatycznych za względnie trwałe, a mianowicie odmianę z *Festuca rubra* za klimaks, a odmianę z *Dicranum undulatum* za paraklimaks (na piaskach wydmy). Pozostałe jednostki fitosocjologiczne uważać należy po większej części za zbiorowiska trwałe uwarunkowane lokalnymi czynnikami ekologicznymi.

9. Wykonano zdjęcie kartograficzne wyróżnionych zbiorowisk w skali 1 : 20000; załączona barwna mapa daje pogląd na przestrzenne rozmieszczenie poszczególnych jednostek.

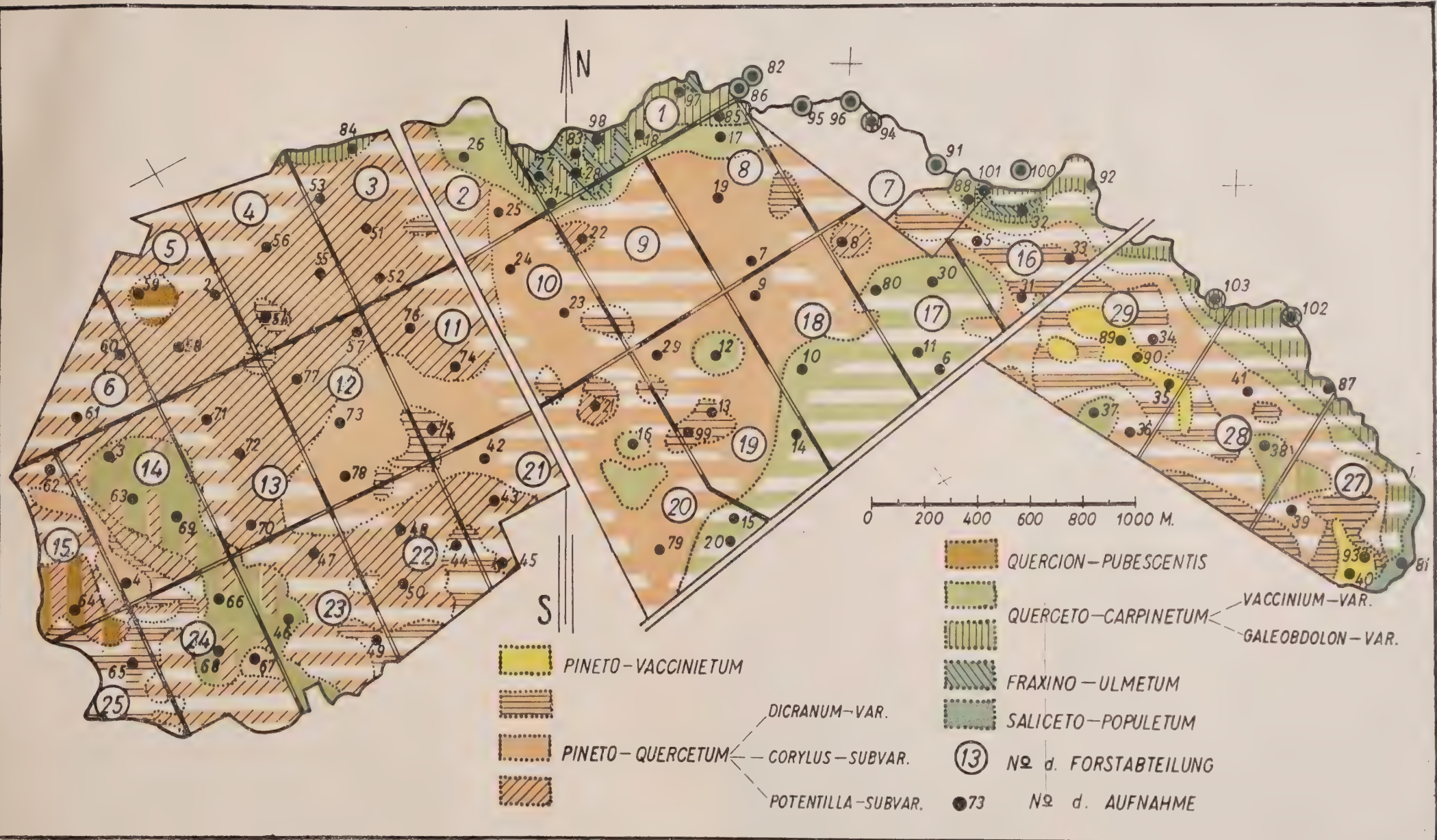
Zakład Ekologii Roślin
Uniwersytetu Warszawskiego

(Wpłynęło 28.XII.1955 r.)

L I T E R A T U R A

- B r a u n - B l a n q u e t J., 1951, Pflanzensoziologie, 2 Aufl. 631. pp. Wien, Springer-Verlag.
- B r a u n - B l a n q u e t J., S i s s i n g h G., V l i e g e r J., 1939. Klasse der *Vaccinio-Piceetea*, Prodr. d. Pflanzengesellschaften 6, 1—123.
- B r a u n - B l a n q u e t J., T ü x e n R., 1943. Uebersicht der höheren Vegetationseinheiten Mitteleuropas (unter Ausschluss der Hochgebirge), S. I. G. M. A. Montpellier, Comm. 84. 1—12.
- F l o r e k K., Ł u k a s z e w i c z J., P e r k a l J., S t e i n h a u s H., Z u b r z y c k i I. S., 1952. Taksonomia wrocławska, Przegląd Antropologiczny, 17.

- H a r t m a n n F. K., 1933—1934, Zur soziologisch-ökologischen Charakteristik der Waldbestände Norddeutschlands. Forstliche Wochenschrift „Silva“, 21: 161—168, 241—254, 313—318; W 22: 89—133, 137—143, 273—284, 289—295.
- I s s l e r E., 1926, Les associations végétales des Vosges méridionales et de la plaine rhenane avoisinante, III. (Les forêts), Kolmar.
- K o b e n d z a R., 1930, Stosunki fitosocjologiczne Puszczy Kampinoskiej, 200 pp. Warszawa, nakł. Tow. Nauk. Warsz.
- K o z ł o w s k a A., 1925, La variabilité de *Festuca ovina* L. en rapport avec la succession des associations steppiques du plateau de la Petite Pologne, Bull. Acad. Pol. Sc. ser. B.: 325—377.
- M a t u s z k i e w i c z A., M a t u s z k i e w i c z W., 1954, Wstępna charakterystyka fitosocjologiczna lasu „Ruda“ w Puławach, Ekologia Polska, 2, 1.: 5—22.
- M a t u s z k i e w i c z W., P o l a k o w s k a M., 1955, Materiały do fitosocjologicznej systematyki borów mieszanych w Polsce, Acta Soc. Bot. Pol. 24. 2.: 179—216.
- M e u s e l H., 1954, Vegetationskundliche Studien über mitteleuropäische Waldgesellschaften. 4. Die Laubwaldgesellschaften des Harzgebietes, Angewandte Pflanzensoziologie, Veröff. d. Kärntner Landesinst. f. angew. Pflanzensoziologie in Klagenfurt. Festschrift Aichinger, 1: 437—472.
- M o e n k e m e y e r W., 1927, Die Laubmoose Europas, 4. Bd. Ergänzungsband. X + 962 pp. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft.
- N e u w i r t h G., 1953/54, Die Waldgesellschaften des Fallstein, Wiss. Ztschr. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg, 3: 929—946.
- O b e r d o r f e r E., 1953, Der europäische Auenwald, Beitr. z. naturkundl. Forsch. in SW Deutschl. 12. 1: 23—70.
- S c a m o n i A., 1954, Waldgesellschaften und Waldstandorte. 2. Auflage. 186 pp. Berlin, Akademie-Verlag.
- S z a f e r W., K u l c z y ń s k i S., P a w ł o w s k i B., 1953, Rośliny polskie. 1020 pp. Warszawa, Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- T ü x e n R., 1937, Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands, Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. Niedersachsen, 3: 1—170.
- T ü x e n R., E l l e n b e r g H., 1937, Der systematische und der ökologische Gruppenwert, Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. Niedersachsen, 3: 171—184.
- W e i n i t s c h k e H., 1953/54, Die Waldgesellschaften des Hackel, Wiss. Ztschr. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg, 3: 947—978.
- W h e r r y E. T., 1922, Note on Specific Acidity. Ecology, 3: 346—347.



Pflanzensoziologische Karte des Reviers „Ruda“ bei Pulawy

Nowa metoda jednoczesnego oznaczania transpiracji i absorpcji wody przez rośliny w kulturach wodnych. II

A New Method for Simultaneous Determination of Transpiration and Absorption in Water Cultures. II

J. TARŁOWSKI

WSTĘP

W pierwszej części niniejszej pracy (T a r ł o w s k i, 1955) opisano metodę jednoczesnego oznaczania transpiracji i absorpcji wody w kulturach wodnych. We wstępnych doświadczeniach, wykonanych w latach 1953, 1954, poświęconych sprawdzeniu przydatności opisanej metody ujawniono szereg błędów w oznaczeniach, wynikłych głównie z niedoskonałości zastosowanej aparatury. Ponadto brak drugiego analogicznego aparatu uniemożliwiał wykonanie równoległych oznaczeń na kilku roślinach jednocześnie. A przecież tylko w tym przypadku, gdy równoległe doświadczenia dają zgodne wyniki, można sądzić o poprawności i przydatności samej metody.

W roku 1955 prowadzono nadal pracę nad udoskonaleniem aparatury oraz zmontowano nowy zestaw pozwalający dokonywać oznaczeń jednocześnie na 4 roślinach. Jesienią tegoż roku wykonano kilka oznaczeń próbnych, poświęconych wyłącznie sprawdzeniu poprawności działania aparatury i zgodności wyników.

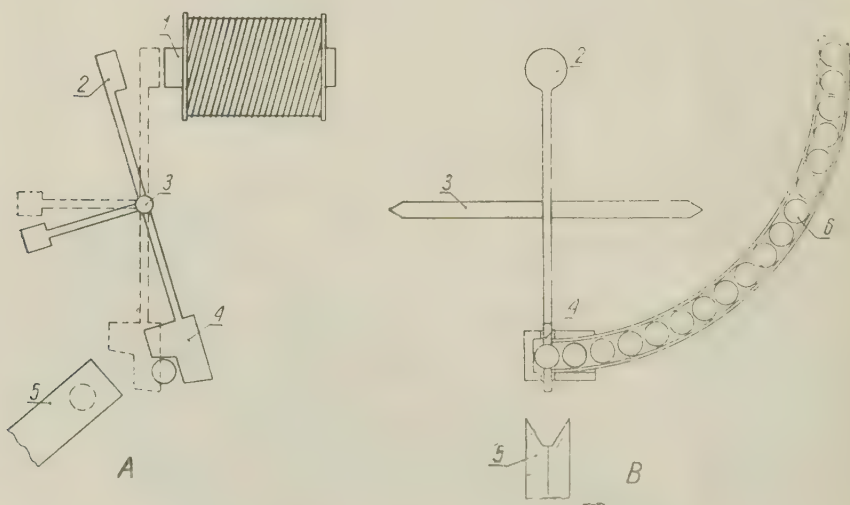
Niniejsza praca ma na celu przedstawienie wprowadzonych ulepszeń oraz omówienie uzyskanych wyników.

NAJWAŻNIEJSZE NOWE ELEMENTY APARATURY

Mechanizm zrzucający odważniki. W dotychczas stosowanym mechanizmie wszystkie odważniki w liczbie 150, ważące niemal 10 g, znajdowały się w pionowo ustawionym magazynku (rurce szklanej). Odważniki wywierały więc znaczny nacisk na ruchomy sektor wyrzutnika. Przy całkowitym wypełnieniu magazynka powodowało to

zacinanie się sektora, a niekiedy wyrzucenie dwóch lub kilku odważników zamiast jednego. Aby pokonać znaczny opór, jaki odważniki stawiały ruchom sektora, trzeba było zwiększyć moc elektromagnesu, co było jednoznaczne ze zwiększonym iskrzeniem na stykach.

Wadę tę usunięto w sposób następujący. Szklany magazynek wygięto łagodnym łukiem o 90° tak, że dolny jego wylot ustawiony jest poziomo. Wylot ten zasłania zastawka ze szczerbinką mieszczącą tylko 1 odważnik. Zastawka stanowi jedno ramię dźwigni dwuramiennej — drugim ramieniem jest kotwica elektromagnesu. Działanie tego mechanizmu ilustruje ryc. 1.



Ryc. 1. Schemat działania mechanizmu automatycznie zrzucającego odważniki. A — widok z boku, B — widok z przodu.
1 — rdzeń elektromagnesu; 2 — kotwica elektromagnesu; 3 — oś dźwigni; 4 — zastawka; 5 — rynna; 6 — magazynek z odważnikami.
Linia przerywaną pokazano położenie dźwigni w momencie zamknięcia obwodu prądu

Styki zamykające obwód prądu. Drogie styki platynowe zastąpiono srebrnymi, które nalutowano na płaskie sprężyny (długości 50 mm, grubości 0,09 mm) z krzemobronzu. Styki umocowano na ciężkiej ołowianej podstawie podbitej warstwą kauczuku, co zapewnia im stałe położenie w stosunku do strzałki wagi.

Aparat rejestrujący. Zamiast silnika kimografu zastosowano silnik synchroniczny 220 V, 15 W (stosowany w samoczynnym potencjometrze ASP-1, produkcji krajowej). Redukcję obrotów do 1 obrotu na 20 sek. uzyskano przez układ dwóch ślimaków. Dzięki zastosowaniu układu przekładni trybowych uzyskano 8 biegów wałka napę-

dzającego taśmę. Posuw taśmy na I biegu wynosi 6,56 mm/min., czyli 390 mm/godz., a na VIII biegu — 50 mm/min., czyli 3 m/godz. Powolny ruch (I bieg) umożliwia racjonalne wykorzystanie taśmy przy oznaczeniach dokonywanych w nocy i na roślinach o małej powierzchni liści. Szybki ruch taśmy (VIII bieg) umożliwia ściśle oznaczanie intensywności transpiracji i absorpcji u roślin o dużej powierzchni liści w godzinach południowych. Dokładność odczytu odcinka czasu, jaki upływa pomiędzy kolejnymi zrzutami odważników, dla biegów V—VIII wynosi 0,5 sek.

Metalowe piórka zastąpiono szklanymi o pojemności zbiornika 0,7 ml. Zapewnia to ciągłość pracy piórka przy jednokrotnym napełnieniu zbiornika na 200-metrowym odcinku taśmy.

Zapisy dokonywane są na taśmie diagramowej nr 90 (dostosowanej do potencjometru ASP-1) o szerokości 300 mm. Ponieważ 10 piórek zajmuje szerokość 130 mm, możliwe jest dwukrotne wykorzystanie taśmy lub też jednoczesne rejestrowanie oznaczeń na 10 roślinach. W obecnie stosowanym zestawie 8 piórek rejestruje transpirację i absorpcję 4 roślin, a 2 piórka znaczą na taśmie odcinki czasu co 5 min. i co 1 godz. Piórka te uruchamia zegar sygnalizacyjny (produkowany przez ZWAP A-6 w Świdnicy). Czas trwania impulsu prądu regulowany jest przez przełącznik RKZS 220 V 0—5 sek. (produkcji SZWAP A-17 w Świebodzicach).

Każdy zespół (obsługujący jedną wagę) posiada odrębny wyłącznik prądu umożliwiający manipulacje w danym zespole bez przerywania pracy pozostałych siedmiu zespołów.

DOŚWIADCZALNE SPRAWDZENIE APARATURY

W ciągu września i października 1955 nową aparaturę poddano próbom. Kontrolne doświadczenia przeprowadzono jak poprzednio na fasoli uprawianej w kulturze wodnej w warunkach szklarniowych. Ponieważ stosowana dotychczas pożywka Knopa okazała się dla fasoli zupełnie nieodpowiednia, zastosowano zmodyfikowaną pożywkę, opracowaną przez prof. dr K. B a s s a l i k a, o składzie następującym:

NH_4NO_3	0,4 g	NaCl	0,1 g
$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0,2 g	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,2 g
$\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0,1 g	cytrynian Fe	ślad
K_2SO_4	0,25 g	mikroelementy A-Z	

na 1 litr wody.

Na pożywce tej fasola rosła doskonale, po wykształceniu 7—9 pięter liści kwitła i zawiązywała normalne strąki

Wszystkie doświadczenia przeprowadzono w szklarni, w oszklonej kabiny o powierzchni 5 m². Aby uniknąć bezpośrednich promieni słonecznych, szklane ściany kabiny osłonięto papierem pergaminowym, a dach zasłoną z białego płótna. Natężenie światła mierzono za pomocą trzech światłomierzy. Temperaturę i wilgotność powietrza mierzono na psychrometrze Augusta z dokładnością do 0,1°C.

Podczas doświadczeń rośliny umieszczone były symetrycznie po obu stronach kabiny. Mimo to warunki nie były całkowicie wyrównane. Szczególnie duże różnice temperatury i wilgotności powietrza występowały w październiku, gdy szklarnia była ogrzewana. Zależnie od odległości instalacji ogrzewającej od poszczególnych roślin temperatura w ich bezpośrednim sąsiedztwie różniła się od wskazań termometru kontrolnego o $\pm 2^{\circ}\text{C}$. Ponadto rośliny ustawione najbliżej drzwi kabiny były w większym stopniu narażone na zmiany temperatury i wilgotności powietrza niż pozostałe rośliny.

Poniżej opisano dwa doświadczenia przeprowadzone w wyżej omówionych warunkach¹.

D o ś w i a d c z e n i e 16/5/55

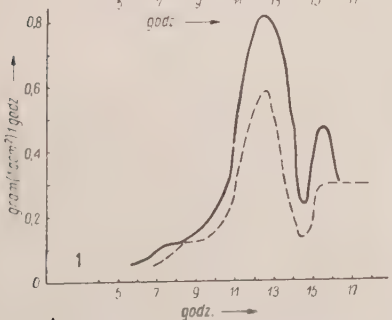
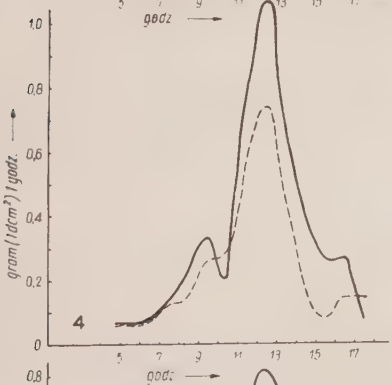
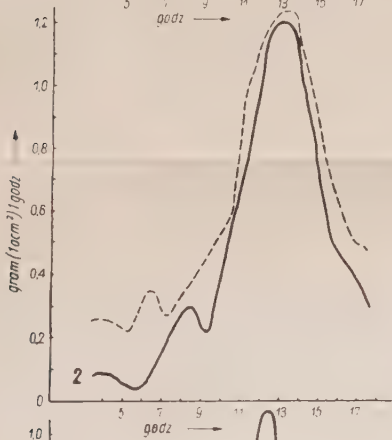
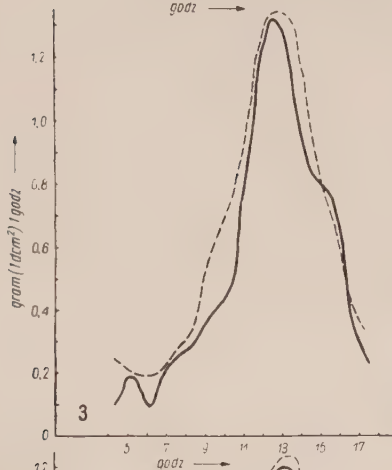
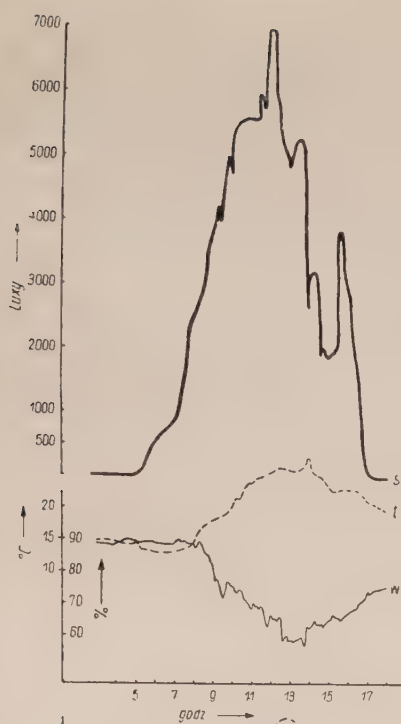
Doświadczenie wykonano dnia 26.IX.55 w godzinach od 3.00 do 18.00. Wszystkie rośliny były w wieku 26 dni — wysiane 1.IX.55. (Aby uniknąć wypłonięcia rośliny, trzymano w okresie kiełkowania w temperaturze 8—10°C). W tabeli 1 przedstawiono dane dotyczące roślin doświadczalnych i sumaryczną wielkość transpiracji i absorpcji wody podczas doświadczenia.

Przebieg intensywności transpiracji i absorpcji wody (patrz ryc. 2A) obliczono sposobem opisanym w pierwszej części pracy². Aby jednak krzywe dotyczące poszczególnych roślin były ze sobą porównywalne, wartości bezwzględne wyrażone w g przeliczono na dm² godz. W górnej części ryc. 2A przedstawiono średnie natężenie światła, temperaturę i względną wilgotność powietrza — mierzone w wyżej podany sposób co 5 minut.

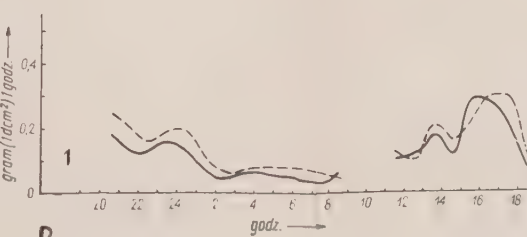
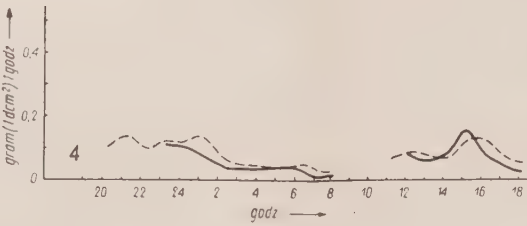
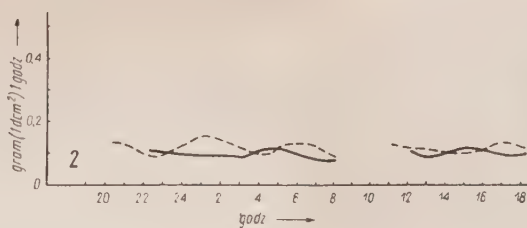
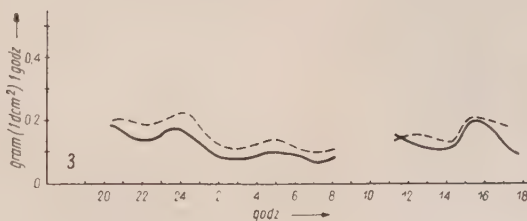
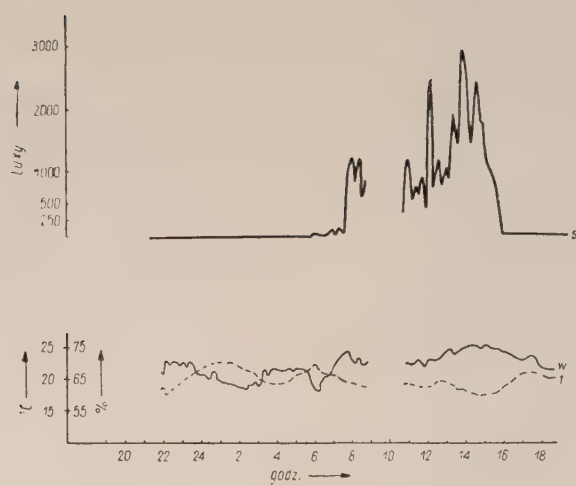
Z liczb zawartych w tabeli 1 widzimy, że materiał doświadczalny nie był wyrównany (mimo jednakowego wieku). Rośliny 1 i 4 miały tylko 2 piętra liści, które stanowiły około 90% powierzchni transpirującej. Pierwsze liście, jak wiadomo, odznaczają się ograniczoną zdolnością re-

¹ W pielęgnacji roślin doświadczalnych oraz w wykonaniu wszystkich doświadczeń brali udział W. R u t k o w s k a i A. Z a w i l s k i.

² W wykonaniu wszystkich obliczeń i wykresów brała udział inż. T. H a n s k a.



A



B

Ryc. 2. Przebieg transpiracji i absorpcji wody u fasoli w kulturze wodnej. A — Doświadczenie 16/5/55; B — Doświadczenie 17/6/55. Na osi rzędnych intensywność transpiracji i absorpcji wody wyrażona w g na 1 dcm² na 1 godz. Na osi odciętych czas w godzinach. Grube linie — transpiracja; cienkie linie — absorpcja. Liczby arabskie z lewej strony krzywych oznaczają numery roślin; Diagramy z prawej strony krzywych przedstawiają powierzchnię liści z poszczególnych pięter w skali 1:80. Krzywe w górnej części ryciny przedstawiają: w — względną wilgotność powietrza w %; t — temperaturę w °C; s — natężenie światła w luxach

T a b e l a 1

Nr roślin.	Ogólna pow. liści w cm ²	Pow. poszczególnych pięter liści w %			Sumaryczna wielkość transpiracji i absorpcji w g na całą roślinę			
		I	II	III	Godz.	Transpir.	Absorp.	Różnica
1	107,4	92,58	7,42		5—17	4,1844	2,2190	—1,9654
2	142,3	56,69	38,35	4,86	3—18	10,0806	12,9336	+2,853
3	127,7	60,31	37,40	2,29	4—18	9,7636	11,3486	+1,585
4	93,4	88,98	11,02		4—18	4,3112	3,0432	—1,2680

gulowania transpiracji szparkowej. U obu tych roślin transpiracja w ciągu dnia znacznie przewyższa absorpcję wody.

Rośliny 2 i 3 miały 3 piętra liści, przy czym pierwsze piętro stanowiło zaledwie 56—60% ogólnej powierzchni liści. W tym przypadku absorpcja przewyższała transpirację.

Przebieg krzywych na ryc. 2A dotyczących wszystkich 4 roślin wykazuje wyraźną zależność obu procesów od natężenia światła, temperatury i wilgotności powietrza.

D o ś w i a d c z e n i e 17/6/55

Doświadczenie rozpoczęto dnia 28.X.55 o godz. 19.00, a zakończono dnia 29.X.55 o godz. 19.00. Podczas doświadczenia szklarnia była ogrzewana. W nocy temperatura w kamerze była najwyższa (23° o godz. 1.00). Dzień był pochmurny i deszczowy. Większe przejaśnienia wystąpiły po południu. Chwilami padał śnieg. O godz. 15.00 temperatura w kamerze

T a b e l a 2

Nr rośliny	Ogólna pow. liś. w cm ²	Powierzchnia poszczególnych pięter liści w %					Sumaryczna wielkość transpiracji i absorpcji w g na całą roślinę			
		I	II	III	IV	V	godz.	Transpiracja	Absorpcja	Różnica
1	639	44,29	28,29	20,55	6,87		20—9	7,8616	10,1440	+2,28
							11—19	8,9394	9,7636	+0,82
2	787	37,70	27,67	22,55	8,38	3,70	22—9	8,1152	9,7636	+1,65
							12—19	5,5792	6,2766	+0,70
3	702	37,66	21,12	19,34	12,50	9,38	20—9	10,7146	13,9480	+3,23
							11—17	6,4668	6,8472	+0,38
4	660	38,21	32,44	23,44	5,67		23—9	4,3112	5,3890	+1,08
							12—19	4,0576	4,3746	+0,32

U w a g a. Sumaryczną wielkość transpiracji i absorpcji w powyższej tabeli podano tylko dla tych odcinków czasu, w których oznaczane były jednocześnie oba procesy.

spadła do 17,4°. W godz. 9—11 z powodu braku dopływu prądu w oznaczeniach nastąpiła dwugodzinna przerwa. Do doświadczenia użyto rośliny 43-dniowe wysiane 16.IX.55.

Tabela 2 przedstawia dane dotyczące roślin doświadczalnych i sumarycznej wielkości transpiracji i absorpcji wody podczas doświadczenia 17. Ryc. 2B przedstawia przebieg transpiracji i absorpcji wody oraz natężenie światła, temperaturę i wilgotność powietrza podczas doświadczenia 17. Sposób obliczeń i skala są takie same jak w doświadczeniu 16.

Pierwszą charakterystyczną cechą krzywych na ryc. 2 B jest bardzo mała amplituda wahań intensywności transpiracji i absorpcji wody w ciągu całej doby. Fakt ten znajduje wytłumaczenie w przebiegu temperatury, wilgotności powietrza i natężenia światła. (Patrz krzywe w górnej części ryc. 2 B).

Drugą charakterystyczną cechą krzywych jak i liczb bezwzględnych, zawartych w tabeli 2, jest przewaga absorpcji nad transpiracją. Fakt ten zostanie omówiony nieco niżej.

Na uwagę zasługuje również szczególnie mała zmienność transpiracji rośliny 2. Była to największa roślina, gruba jej łodyga została zgnieciona i częściowo uszkodzona podczas osadzania w korku kolby A. Wskutek tego transport wody od korzeni do liści był prawdopodobnie znacznie utrudniony.

Rośliny 1 i 2 zostały o godz. 15.00 opryskane (górne liście) 0,1 ml 1% roztworu soli sodowej 2,4-D. Jak widać z przebiegu krzywych, tylko roślina 1 zareagowała wzmożeniem transpiracji i absorpcji wody.

DYSKUSJA

Ocena wyników doświadczenia 16 jak i 17 wykazuje, że analogia w przebiegu transpiracji i absorpcji wody przez 4 jednocześnie badane rośliny (w wyżej opisanych warunkach) ma jedynie charakter ogólny. Reakcja roślin na zmianę warunków zewnętrznych jest w znacznym stopniu zróżnicowana. Intensywność przebiegu badanych procesów zależy nie tylko od ogólnej powierzchni transpiracji, lecz także (i to nawet — jak się wydaje — w jeszcze większym stopniu) od wieku, stopnia rozwoju i ilości liści poszczególnych pieter.

Nagłe skoki w intensywności absorpcji wody, a szczególnie w intensywności transpiracji, które w pierwszej części pracy traktowano jako błędy doświadczalne, występowały nadal we wszystkich doświadczeniach wykonanych w r. 1955. (Na krzywych ryc. 2 skoków tych nie uwidoczniło, aby nie zaciemniać ogólnego przebiegu procesów). Ponieważ omawiane doświadczenia przeprowadzone były w szklarni położonej zdala od

ulicy, możliwość „błędów“ spowodowanych drganiem sprężyn styków należy wykluczyć. Wobec powyższego nagłe, pozornie niczym nieuzasadnione skoki w intensywności transpiracji i absorpcji wody należy traktować jako specyficzną cechę żywej rośliny. Skoki takie obserwowało bowiem wielu badaczy. Wystarczy tu wymienić N. M a k s i m o w a (1952, t. I, str. 238—239), F. N u t m a n a (1941), A. B ł a g o w i e s z c z e n s k i e g o (1924).

Przewaga intensywności absorpcji wody nad transpiracją w ciągu dnia, jaką stwierdzono u wszystkich roślin (w ostatnich doświadczeniach) z wyjątkiem roślin 1 i 4 w doświadczeniu 16, nie jest zgodna z wynikami innych autorów, jak np. P. K r a m e r a (1937). Na podstawie kilku zaledwie doświadczeń nie można stwierdzić, czy fakt ten należy traktować jako określoną prawidłowość. W pewnym stopniu można by go tłumaczyć w sposób następujący: W omawianej metodzie liczby dotyczące absorpcji wody odpowiadają rzeczywistej ilości pobranej wody przez korzenie roślin, natomiast liczby dotyczące transpiracji są niższe od rzeczywistej transpiracji o wielkość przyrostu suchej masy rośliny. Przyrost ten w przypadku oznaczeń prowadzonych na dużych roślinach może być dość znaczny. Do takich przypuszczeń upoważniają w pewnym stopniu wyniki doświadczeń W. M. A c k l e y a (1954), które wskazują na to, że dobowe zmiany w procentowej zawartości wody i deficycie wody w liściach zależą między innymi od przyrostu suchej masy.

WNIOSKI

Autor sądzi, że opisane wyżej doświadczenia potwierdzają słuszność wniosków zawartych w pierwszej części niniejszej pracy. Jedynie ostatni wniosek dotyczący możliwości badań w dowolnych warunkach meteorologicznych należy zmodyfikować w sposób następujący:

Badanie wpływu różnych czynników na przebieg transpiracji i absorpcji wody za pomocą wyżej opisanej metody należy prowadzić w możliwie stałych warunkach temperatury, wilgotności powietrza i oświetlenia. W przeciwnym wypadku wobec szczególnie dużej zmienności przebiegu badanych procesów (w zależności od zmian warunków meteorologicznych) uchwycenie reakcji rośliny na poszczególne bodźce jest bardzo trudne lub wręcz niemożliwe.

Autor wyraża serdeczne podziękowanie prof. dr K. B a s s a l i k o w i za cenną krytykę niniejszej pracy.

S U M M A R Y

This paper is the second part of the description of a new method for determining simultaneously both transpiration and water absorption of plants in water cultures (J. T a r ł o w s k i 1955). New improved parts of the apparatus are described as the mechanism for the automatic dropping of loads, the contacts closing the current circulation and the apparatus for selfrecording the course of both processes in four plants simultaneously.

• The conformity of the determinations was tested in two experiments with four 26- and 43-days old bean plants. The meteorological conditions in two experiments were different and this has much influenced the course of the processes under investigation. The author stretches the necessity to carry out such studies in as much as possible constant conditions of temperature, air moisture and illumination.

L I T E R A T U R A

- A c k l e y W. M. B., 1954, *Plant Physiol.* 29, Nr 5, 445—448.
B ł a g o w i e s z c z e n s k i j, A. W., 1924, *Biul. Sr.-Az. gos. in-ta*, 7, 8—14.
K r a m e r P. J., 1937, *Amer. Journ. of Botany*, 24, 10—15.
M a k s i m o w N. A., 1952, *Izbrannyje raboty po zasuchoustojczivosti i zimostojkosti rastienij*, t. I, *Izd. Akad. Nauk. SSSR*, Moskwa.
N u t m a n F. J., 1941, *Ann. of Botany*, 17, 59—61.
T a r ł o w s k i J., 1955, *Acta Soc. Bot. Pol.* XXIV, 705—722.

Cena zł 25.-